

## CAPÍTULO 8

# PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

## 8.1. VALIDACIÓN DE LOS MÉTODOS DE MEDIDA

El objetivo final de la validación de un método de medida es evaluar la capacidad de un determinado procedimiento de muestreo y técnica analítica para identificar correctamente las concentraciones de un contaminante específico. Para ello, la validación se divide en tres etapas sucesivas:

- Validación de la técnica de análisis
- Validación del método de medida en el laboratorio
- Validación del método de medida en el campo

La validación de la técnica de análisis persigue conocer si la técnica de análisis empleada es correcta y suficiente para la determinación de las concentraciones del analito en cuestión. Para ello se determina la capacidad de la técnica analítica, el intervalo de trabajo, los límites de detección analíticos y la sensibilidad de la técnica de análisis.

La validación del método de medida en el laboratorio pretende determinar si el diseño del captador y de sus componentes, filtros y reactivos, cumplen unos determinados criterios necesarios para asegurar la fiabilidad de los resultados obtenidos tras el manejo de los captadores en el laboratorio. Para ello se determina el factor de recuperación del analito de los filtros, la estabilidad de almacenamiento del analito en los filtros, la estabilidad de las soluciones extraídas, la estabilidad del filtro previo al muestreo y la desviación, precisión y exactitud de los resultados obtenidos.

La validación del método de medida en campo pretende asegurar el buen comportamiento del captador en situaciones reales. Para ello se estudia la selectividad del método, se determina el coeficiente de captación y se calcula la desviación, precisión y exactitud de los valores proporcionados por el captador pasivo en el campo.

Se va a proceder a realizar la validación de los tres métodos empleados: Método Ogawa y Radiello para determinación de ozono troposférico y Método Radiello para determinar los niveles de dióxido de nitrógeno.

### 8.1.1. MÉTODO DE MEDIDA DE OZONO TROPOSFÉRICO OGAWA

#### 8.1.1.1. Validación de la técnica de análisis

La validación de la técnica de análisis determina si la técnica de análisis empleada, en este caso cromatografía iónica, es correcta y adecuada para la determinación de las concentraciones de nitrato a las condiciones de trabajo.

##### 8.1.1.1.1. Capacidad de la técnica analítica

En el presente ensayo se pretende comprobar la capacidad de la cromatografía iónica para conocer las concentraciones de nitrato en una disolución. El experimento se lleva a cabo analizando disoluciones patrón de nitrato.

Se preparan disoluciones de nitrato con tres concentraciones diferentes equivalentes a la cantidad de nitrato que se obtendría para concentraciones ambientales de ozono aproximadas de  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , considerando el coeficiente de captación proporcionado por los investigadores que desarrollaron el método (Koutrakis et al., 1993) de  $24,5 \text{ cm}^3/\text{min}$ , una semana de muestreo y un volumen de extracción de 5 ml de agua destilada. Se realizan cuatro réplicas para cada concentración.

Se realiza un calibrado del cromatógrafo con patrones de 0,25, 0,5, 1,0, 2,5, 5,0 y 10,0 ppm de nitrato. Se obtiene la siguiente recta de calibrado:

$$Q = 2,61368 \cdot 10^{-3} \cdot A$$

$$RSD = 2,305 \%$$

$$R^2 = 0,99981$$

Donde Q es la concentración de nitrato (ppm) medida en el cromatógrafo iónico, A es el área de pico en el cromatograma (cm<sup>2</sup>), RSD es la desviación estándar relativa de la medida y R<sup>2</sup> es el coeficiente de determinación de la recta.

Los valores de concentración de las muestras impregnadas de nitrato obtenidos con el cromatógrafo iónico se muestran en la Tabla 8.1.

Tabla 8.1. Resultados de la capacidad de la técnica analítica. Método Ogawa

Conc. ozono equivalente (µg/m <sup>3</sup> )	Conc. Nitrato impregnada (µg/ml)	Conc. Nitrato medida (µg/ml)	Conc. Nitrato promedio (µg/ml)	Número muestras	Desviación Estándar SD	Coefficiente de Variación CV (%)
10	0,5	0,341	0,41	4	0,08	19,64
		0,340				
		0,465				
		0,492				
50	2,5	2,766	2,68	4	0,06	2,44
		2,677				
		2,656				
		2,610				
100	5	4,905	4,90	4	0,09	1,84
		4,919				
		4,757				
		4,964				
TOTAL				16	0,08	7,97

De la Tabla 8.1 se deduce que el error cometido a bajas concentraciones de nitrato es mucho mayor que el cometido a concentraciones superiores a 2,5 ppm.

#### 8.1.1.1.2. Intervalo de trabajo

La capacidad de cuantificación de la técnica analítica se examina dibujando una curva concentración – respuesta utilizando patrones que cubran el intervalo de concentraciones de interés (0,25 a 10,0 µg/ml).

Para ello, con el cromatógrafo iónico calibrado, se analizan patrones con concentraciones crecientes. El límite máximo de trabajo se determina localizando el primer patrón cuya medida se desvíe más de un 10% de la concentración nominal. Una vez localizado dicho patrón, el límite máximo de trabajo se sitúa en el patrón de concentración mayor inmediatamente inferior al patrón que presenta más del 10% de desviación de acuerdo con lo descrito en el Protocolo de Evaluación de Métodos Inorgánicos (OSHA).

Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 8.2.

Tabla 8.2. Cálculo del límite superior de trabajo. Método Ogawa

Conc. Nitrato patrón (µg/ml)	Conc. Nitrato medida (µg/ml)	Desviación (%)
0,25	0,262	5,2
0,5	0,492	1,6
1	0,961	3,9
2,5	2,656	6,2
5	4,964	0,7
10	9,987	0,1

El límite de trabajo inferior se obtiene en el apartado 8.1.1.1.3 Límites de detección analíticos.

De la Tabla 8.2 se deduce que el intervalo de trabajo de concentraciones en las cuales trabajamos está dentro del intervalo de trabajo del cromatógrafo iónico.

#### 8.1.1.1.3. Límites de detección analíticos

El Límite de Detección Cualitativo (en inglés, LOD) se define como aquella concentración la cual sirve para decidir si se puede determinar la existencia o no de un determinado analito en una muestra. El Límite de Detección Cuantitativo (en inglés, LOQ) se define como la menor cantidad de analito que puede ser medida con precisión mediante una técnica analítica (Kennedy et al., 1995).

El Límite de Detección Cualitativo se define como la masa de analito que produce una señal tres veces superior a la desviación estándar de la medida de la señal del blanco. El Límite de Detección Cuantitativo se define como la masa de analito que produce una señal diez veces superior a la desviación estándar de la medida de la señal del blanco.

Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 8.3.

Tabla 8.3. Cálculo de los límites de detección analíticos. Método Ogawa

Número de análisis	Conc. Nitrato Blanco (µg/ml)	Desviación Estándar SD
1	0,007	0,009
2	0,001	
3	0,022	
4	0,010	

Teniendo en cuenta los datos de la desviación estándar obtenida se obtiene un Límite de Detección Cualitativo de 0,03µg/ml y un Límite de Detección Cuantitativo de 0,09 µg/ml.

#### 8.1.1.1.4. Sensibilidad

La sensibilidad del método es la pendiente de la recta de calibrado concentración – respuesta. La sensibilidad es un valor que depende del instrumento de medida y de las condiciones del instrumento de medida, por lo que la sensibilidad es específica del propio equipo analítico y de las condiciones de uso.

La sensibilidad de la recta de calibrado es de 0,0026 ppm/cm<sup>2</sup>. El error estándar relativo (RSD) del cromatógrafo iónico es de 2,3 % y el coeficiente de determinación es de 0,99981.

#### 8.1.1.2. Validación del método de medida en el laboratorio

##### 8.1.1.2.1. Factor de recuperación del analito de los filtros

El factor de recuperación mide la capacidad de recuperar un analito del filtro. La eficiencia de recuperación viene dada por el cociente entre la cantidad de analito recuperado del filtro y la cantidad de analito depositado en el filtro. El factor de recuperación del analito debe ser como mínimo 75% o superior (Kennedy et al., 1995). En la Tabla 8.4 se presentan los valores del factor de recuperación obtenidos.

Tabla 8.4. Factor de recuperación del analito de los filtros. Método Ogawa

Conc. ozono equivalente ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Conc. Nitrato impregnada ( $\mu\text{g}/\text{ml}$ )	Conc. Nitrato medida ( $\mu\text{g}/\text{ml}$ )	Conc. Nitrato promedio ( $\mu\text{g}/\text{ml}$ )	Factor de recuperación (%)
10	0,5	0,496	0,478	96
		0,561		
		0,442		
		0,414		
50	2,5	2,229	2,321	93
		2,313		
		2,336		
		2,407		
100	5,0	4,635	4,564	91
		4,62		
		4,513		
		4,486		
TOTAL				93

El factor de recuperación promedio es de  $93\% \pm 2\%$ , lo que significa que un  $7\% \pm 2\%$  de la cantidad de nitrato que ha reaccionado no se recupera del filtro. Representando el factor de recuperación frente a la concentración de ozono atmosférico equivalente se aprecia que se ajusta a una curva logarítmica. De la Figura 8.1 observamos como a partir de  $20\mu\text{g}/\text{m}^3$  el factor de recuperación se comporta de forma constante en torno el 90%.

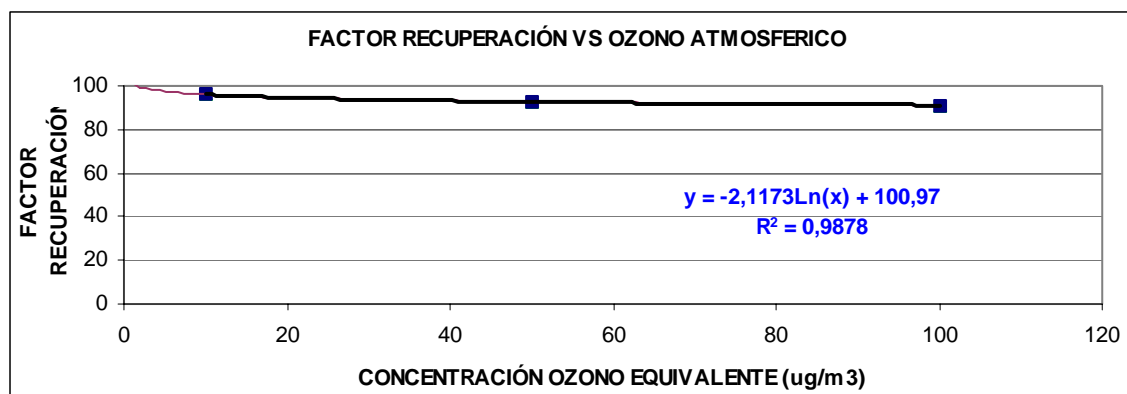


Figura 8.1. Factor de recuperación vs concentración de ozono atmosférico equivalente

#### 8.1.1.2.2. Estabilidad de almacenamiento del analito en los filtros

La estabilidad de almacenamiento del analito en los filtros es la capacidad de recuperar el analito del filtro tras un periodo de tiempo bajo unas determinadas condiciones ambientales (Kennedy et al., 1995).

Para analizar la estabilidad del analito ante el almacenamiento se van a impregnar un número determinado de filtros y estudiar la capacidad de recuperación tras un tiempo determinado. Se va a analizar la estabilidad del almacenamiento con la dependencia de la concentración del analito en el filtro y con el tiempo de almacenamiento.

Para analizar la estabilidad del analito con la concentración se impregnan 20 filtros para cada uno de los tres niveles de concentración escogidos. Estos filtros se analizan los días 0 - 1- 7 - 14 - 30 desde que se han impregnado los filtros. Los filtros, desde que se impregnan hasta que se miden, se almacenan en un lugar seco, oscuro y refrigerado.

Los resultados de la estabilidad de los filtros se muestran en la Tabla 8.5.

Tabla 8.5. Estabilidad de almacenamiento del analito en los filtros. Método Ogawa

Conc. Ozono equivalente ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Conc. Nitrato impregnada ( $\mu\text{g}/\text{ml}$ )	Conc. Nitrato( $\mu\text{g}/\text{ml}$ )									
		Medida DÍA 0	Promed DIA 0	Medida DÍA 1	Promed DIA 1	Medida DÍA 7	Promed DIA 7	Medida DÍA 14	Promed DIA 14	Medida DÍA 30	Promed DIA 30
10	0,5	0,496	0,478	0,457	0,474	0,469	0,471	0,469	0,471	0,462	0,457
		0,561		0,490		0,472		0,472			
		0,442		-		-		-			
		0,414		-		-		-			
50	2,5	2,229	2,321	2,309	2,309	2,035	2,249	2,015	2,213	2,151	2,167
		2,313		-		2,441		2,264			
		2,336		-		2,272		2,358			
		2,407		-		-		2,216			
100	5	4,635	4,564	4,385	4,385	-	4,383	4,200	4,431	4,195	4,490
		4,620		-		4,472		4,472			
		4,513		-		4,142		4,460			
		4,486		-		4,527		4,590			

(-) Dato no válido

Para comprobar si afecta el tiempo de almacenamiento del analito en los filtros a la estabilidad se aplica un análisis de la varianza ANOVA de un factor, obteniéndose los siguientes resultados.

Tabla 8.6. ANOVA un factor a la estabilidad del analito en el filtro en el almacenamiento

## ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
conc10	Inter-grupos	,001	4	,000	,212	,928
	Intra-grupos	,017	15	,001		
	Total	,018	19			
con50	Inter-grupos	,073	4	,018	1,416	,277
	Intra-grupos	,194	15	,013		
	Total	,267	19			
con100	Inter-grupos	,094	4	,024	,405	,802
	Intra-grupos	,873	15	,058		
	Total	,967	19			

La F teórica (4,16) para los tres casos es 3,515, la cual es siempre superior a las F experimentales. Esto indica que el almacenamiento no afecta en ninguno de los casos a la estabilidad del analito en los filtros. Este resultado también se aprecia gráficamente en la Figura 8.2, en la cual se muestra la evolución de la estabilidad del analito en el almacenamiento calculado.

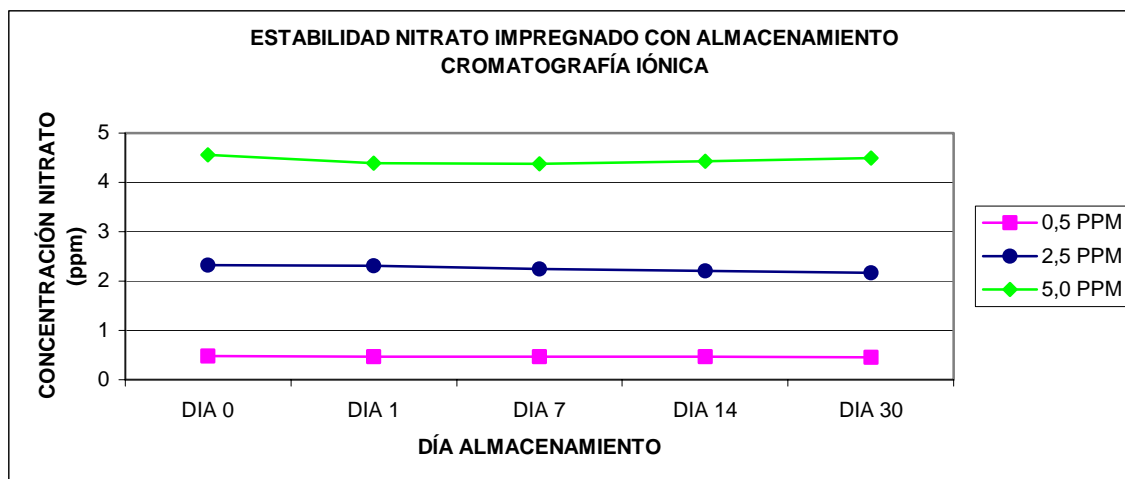


Figura 8.2. Evolución de la estabilidad del analito en el almacenamiento.

De la observación de la Figura 8.2 se aprecia como la evolución de las concentraciones de nitrato a lo largo de los distintos días de almacenamiento de los filtros impregnados se mantiene prácticamente constante. Sólo en el caso del filtro impregnado con 2,5 ppm se observa un ligero descenso a lo largo de los 30 días de almacenamiento. Sin embargo, la prueba del ANOVA nos indica que este descenso no es significativo.

#### 8.1.1.2.3. Estabilidad de las soluciones extraídas

La estabilidad de las soluciones extraídas es la capacidad de mantener el analito tras un periodo de tiempo bajo unas determinadas condiciones ambientales en la solución de extracción.

Para analizar la estabilidad de las soluciones extraídas se van a impregnar un número determinado de filtros y se va a estudiar la estabilidad del extracto tras un tiempo determinado. Se va a analizar la estabilidad del extracto con la dependencia de la concentración del analito en el filtro y con el tiempo de almacenamiento del extracto.

Para analizar la estabilidad de las soluciones extraídas con la concentración se impregnan 4 filtros para cada uno de los tres niveles de concentración escogidos. Estos filtros se analizan los días 0 - 1- 7 desde que se ha extraído el analito. Los filtros, desde que se extraen hasta que se miden, se almacenan en el refrigerador.

Los resultados de la estabilidad de los filtros se muestran en la Tabla 8.7.

**Tabla 8.7. Estabilidad del analito en la solución extraída. Método Ogawa**

Conc. Ozono equivalente (µg/m³)	Conc. Nitrato impregnada (µg/ml)	Conc. Nitrato(µg/ml)					
		Medida DÍA 0	Promedio DIA 0	Medida DÍA 1	Promedio DIA 1	Medida DÍA 7	Promedio DIA 7
10	0,5	0,41	0,472	0,45	0,466	0,42	0,430
		0,53		0,52		0,45	
		0,46		0,38		0,43	
		0,49		0,52		0,43	
50	2,5	1,94	2,049	1,89	2,020	2,03	2,154
		2,20		2,20		2,33	
		1,98		1,92		2,10	
		2,08		2,07		2,15	
100	5	3,80	4,078	3,83	4,075	4,08	4,361
		4,26		4,29		4,41	
		4,21		4,10		4,49	
		4,04		4,08		4,46	

Para comprobar si afecta el tiempo de almacenamiento del analito en la solución extraída se aplica un análisis de la varianza ANOVA de un factor, obteniéndose los siguientes resultados.

**Tabla 8.8. ANOVA un factor a la estabilidad del analito en el filtro en el almacenamiento**

**ANOVA**

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
CONC10	Inter-grupos	,004	2	,002	,791	,483
	Intra-grupos	,022	9	,002		
	Total	,025	11			
CONC50	Inter-grupos	,039	2	,019	1,147	,360
	Intra-grupos	,151	9	,017		
	Total	,190	11			
CONC100	Inter-grupos	,215	2	,107	2,809	,113
	Intra-grupos	,344	9	,038		
	Total	,559	11			

La F teórica (2,9) para los tres casos es 4,256, la cual es siempre superior a las F experimentales. Esto indica que el almacenamiento no afecta en ninguno de los casos a la estabilidad del analito en el extracto durante los 7 días estudiados. Este resultado también se aprecia gráficamente en la Figura 8.3, la cual muestra la evolución de la estabilidad del analito en la solución extraída.



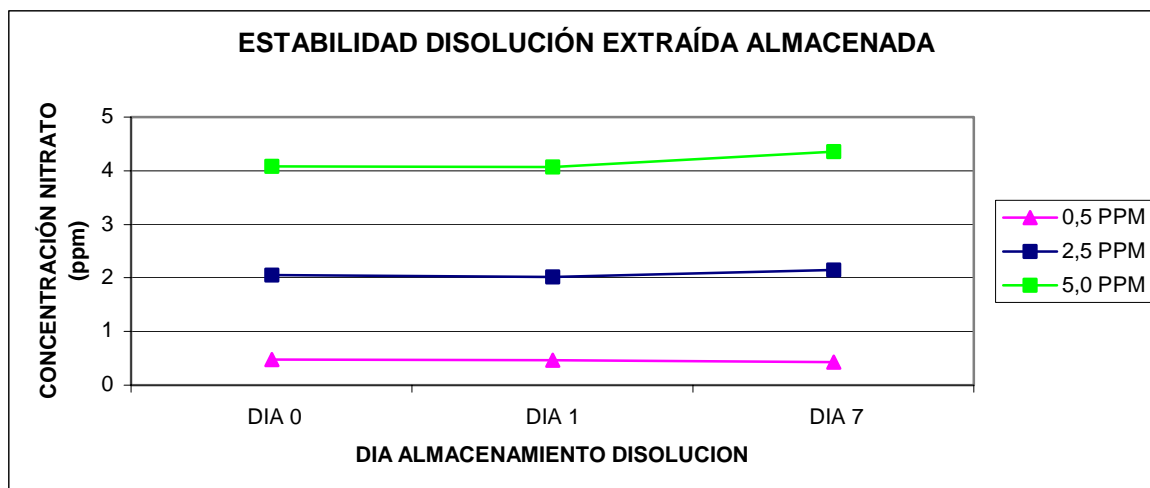


Figura 8.3. Evolución de la estabilidad del analito en el almacenamiento.

Observando la Figura 8.3 se aprecia como las medidas realizadas a la disolución el día 7 del almacenamiento de las misma, se ven ligeramente afectadas por el paso del tiempo, sin embargo, estadísticamente no hay diferencias entre las medidas.

#### 8.1.1.2.4. Estabilidad del filtro previo al muestreo

El medio de muestreo, en este caso el filtro, debe ser estudiado para evaluar la formación de artefactos o la recogida de interferencias o la pérdida de la eficiencia de muestreo durante su almacenamiento previo al uso. El análisis de blancos de laboratorio puede dar una información de si el medio de muestreo contribuye con artefactos o desviaciones al resultado del análisis. Para evitar el posible efecto se procede a analizar un blanco de laboratorio en cada campaña de muestreo. El valor del blanco se sustraerá de la lectura analítica del lote de muestras correspondientes a dicho lote de análisis. El valor de los blancos de laboratorio debe estar dentro de los márgenes de error experimental.

La evolución de los blancos de laboratorio a lo largo de las distintas campañas se muestra en la Figura 8.4.

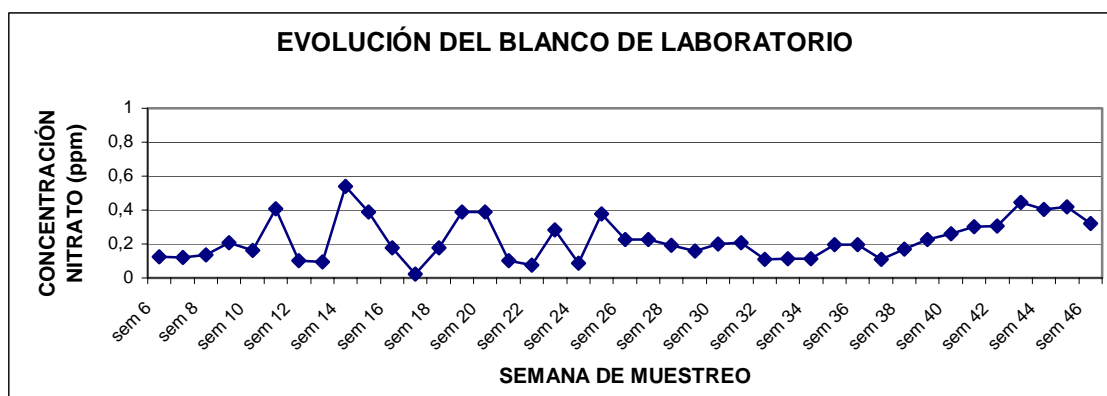


Figura 8.4. Evolución de la concentración de nitrato de los blancos de laboratorio

El promedio de los blancos de laboratorio es de una concentración de nitrato de 0,23 ppm, con una desviación estándar de los blancos de 0,15 ppm de nitrato.

8.1.1.2.5. Desviación, precisión y exactitud8.1.1.2.5.1. *Desviación*

El término desviación se refiere a la diferencia, error o sesgo, entre la media del conjunto de resultados y un valor,  $\mu$ , que se acepta como verdadero o correcto para la cantidad medida.

$$(8.1) \quad E = \bar{X} - \mu$$

donde  $E$  es la desviación cometida (ppm),  $\bar{X}$  es el valor promedio medido (ppm) y  $\mu$  es el valor de concentración conocida del patrón (ppm).

El error es por exceso cuando  $E$  es positivo y por defecto en caso contrario. La desviación puede medirse también en términos relativos.

$$(8.2) \quad Er = \frac{\bar{X} - \mu}{\mu} * 100$$

donde  $Er$  es la desviación relativa (%),  $\bar{X}$  es el valor promedio medido (ppm) y  $\mu$  es el valor de concentración conocida del patrón (ppm).

Para el estudio de la desviación del método de determinación de nitratos por cromatografía iónica se analizan cuatro réplicas de patrones a distintas concentraciones de nitrato. En la Tabla 8.9 se muestran los resultados de desviación obtenidos con el cromatógrafo iónico para medir nitratos.

Tabla 8.9. Desviación de la cromatografía iónica para medir nitratos. Método Ogawa

Conc. Ozono equivalente ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Conc. Nitrato patrón ( $\mu\text{g}/\text{ml}$ )	Conc. Nitrato Medida ( $\mu\text{g}/\text{ml}$ )	Conc. Nitrato Promedio ( $\mu\text{g}/\text{ml}$ )	DESVIACIÓN Er (%)
10	0.5	0,496	0,478	4,3
		0,561		
		0,442		
		0,414		
50	2.5	2,229	2,321	7,1
		2,313		
		2,336		
		2,407		
100	5	4,635	4,564	8,7
		4,620		
		4,513		
		4,486		

El error promedio cometido es del 6, 7%  $\pm$  2%. Se aprecia que el error cometido es mayor conforme aumenta la concentración de nitrato.

8.1.1.2.5.2. *Precisión*

El término precisión se refiere a la repetibilidad o reproducibilidad de un conjunto de medidas replicadas, esto es, el grado de dispersión de las medidas individuales en torno a su media. La precisión refleja la capacidad de un método de repetir o reproducir los resultados analíticos ofrecidos. El parámetro más útil para establecer la precisión de un método de análisis es la desviación estándar. La desviación estándar puede expresarse también en forma relativa, en tantos por ciento o en partes por mil:

$$(8.3) \quad DSR = \frac{s}{\bar{X}} * 100$$

donde *DSR* es la desviación estándar relativa (%), *s* es la desviación estándar de la medida (ppm) y  $\bar{X}$  es el valor promedio medido (ppm).

La desviación estándar relativa o coeficiente de variación es una medida más apropiada de la precisión que la desviación estándar, especialmente para fines comparativos.

Para el estudio de la precisión del método de determinación de nitratos por cromatografía iónica se analizan cuatro réplicas de patrones a distintas concentraciones de nitrato. En la Tabla 8.10. se muestran los resultados de precisión obtenidos con el cromatógrafo iónico para medir nitratos.

Tabla 8.10. Precisión de la cromatografía iónica para medir nitratos. Método Ogawa

Conc. Ozono equivalente (µg/m³)	Conc. Nitrato patrón (µg/ml)	Conc. Nitrato Medida (µg/ml)	Conc. Nitrato Promedio (µg/ml)	PRECISIÓN DSR (%)
10	0,5	0,496	0,478	13,0
		0,561		
		0,442		
		0,414		
50	2,5	2,229	2,321	2,9
		2,313		
		2,336		
		2,407		
100	5,0	4,635	4,564	1,5
		4,620		
		4,513		
		4,486		

La precisión promedio es  $5,8\% \pm 6,3\%$ . Se aprecia que la exactitud es mayor conforme aumenta la concentración de nitrato, al contrario de lo que sucedía con la desviación.

#### 8.1.1.2.5.3. Exactitud

Se define el término Exactitud como la capacidad que tiene un determinado método de determinar la concentración verdadera de un analito. Aunque la Exactitud describe la proximidad del resultado de una medida al valor verdadero, se suele expresar como la discrepancia relativa de una medida realizada a su valor verdadero. La exactitud de un método se puede definir como el máximo error teórico, expresado como proporción o porcentaje de la cantidad que está siendo medida sin tener en cuenta la dirección del error, que alcanza un método con una probabilidad de 0.95. La Exactitud se ha calculado conforme a lo dispuesto en la Norma UNE-EN 482:1994. La fórmula mediante la cual se calcula es:

$$(8.4) \quad \text{Exactitud} = \frac{|\bar{X} - X_{ref}| + 2s}{X_{ref}} .100$$

donde  $\bar{X}$  es el valor medio de los resultados de un número *n* de mediciones repetidas,  $X_{ref}$  es el valor de referencia verdadero o aceptado de la concentración y *s* es la desviación típica de las mediciones.

El criterio establecido por NIOSH exige que para que un método pueda ser validado la exactitud del método debe ser inferior a 25% con un nivel de confianza del 95% (Bartley, 2001; Kennedy et al., 1998). La norma europea establecida por el Comité Europeo de Normalización (CEN) para validar un método establece un límite combinado de incertidumbre alrededor del 30% (CEN), el cual es más permisivo que el límite impuesto por el NIOSH.

En la Tabla 8.11. se muestran los resultados de exactitud obtenidos con el cromatógrafo iónico para medir nitratos.

Tabla 8.11. Exactitud de la cromatografía iónica para medir nitratos. Método Ogawa

Conc. Ozono equivalente ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Conc. Nitrato patrón ( $\mu\text{g}/\text{ml}$ )	EXACTITUD (%)
10	0,5	30,3
50	2,5	13,0
100	5,0	11,7

La exactitud promedio es  $18\% \pm 10\%$ . Cabe resaltar que a bajas concentraciones el valor de la exactitud es muy elevado 30%, sin embargo, en concentraciones superiores, este valor disminuye hasta alcanzar un valor promedio del 12% de exactitud a partir de concentraciones de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  de ozono equivalente. Tan solo a concentraciones bajas, el valor de la exactitud es superior al límite de 25% establecido por NIOSH, aunque no es superior al límite establecido por el CEN.

### 8.1.1.3. Validación del método de medida en campo

Para validar el método Ogawa para medir ozono en campo se van a estudiar tres aspectos importantes:

- selectividad del método,
- coeficiente de captación
- desviación, precisión y exactitud.

#### 8.1.1.3.1. Selectividad

La selectividad de la reacción del ozono con el nitrito es muy buena en las condiciones ambientales en las que se realiza el presente estudio. Existen algunos contaminantes ambientales que pueden afectar negativamente el presente método de determinación de ozono, tales como el ácido nítrico (Koutrakis et al., 1993) y el nitrato de peroxiacetilo (PAN) (Finlayson-Pitts and Pitts, 1986). Sin embargo, todas estas interferencias son insignificantes teniendo en cuenta las concentraciones ambientales de dichos contaminantes en el área de estudio. La corrección realizada con los blancos de las muestras tiene en cuenta cualquier interferencia que pueda ocasionar el oxígeno, el cual es un oxidante débil, o la formación de nitrato debido al envejecimiento de las muestras (Koutrakis et al., 1993).

#### 8.1.1.3.2. Determinación del coeficiente de captación

En los estudios de campo, el coeficiente de captación de los captadores pasivos depende de algunos parámetros meteorológicos, tales como la velocidad del viento, la temperatura, la humedad relativa (Brown, 2000; Tang and Lau, 2000) y los niveles de radiación (Krupa and Legge, 2000). A su vez, también se ve influenciado por la variación en la concentración del contaminante que se está midiendo (Zhou and Smith, 1997) y por la interferencia con otros contaminantes existentes en la zona de estudio (Krupa and Legge, 2000). Por lo tanto, el coeficiente de captación teórico  $S_{teor}$  puede ser ligeramente diferente del

coeficiente de captación efectivo aplicable al estudio,  $S_{\text{efectivo}}$ . Para conocer el coeficiente de captación efectivo del captador pasivo Ogawa, se ha realizado una calibración del mismo, colocándolos cada periodo de muestreo junto a un analizador de referencia por fotometría de UV propiedad de la Conselleria de Medio Ambiente de la Generalitat Valenciana. El número de emplazamientos ha ido incrementándose a lo largo de las distintas campañas de muestreo tal y como refleja la siguiente tabla.

Tabla 8.12. Distribución de las estaciones de referencia en las distintas campañas de muestreo

ESTACIÓN	VERANO 2001	INVIERNO 2002	VERANO 2002	VERANO 2003
ERMITA	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
GRAO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
PENYETA			SÍ	SÍ
VILAFRANCA			SÍ	SÍ
BURRIANA				SÍ
CASTELLÓN				SÍ
ALCORA				SÍ

En cada periodo de muestreo, se calcula el coeficiente de captación individual,  $S_{\text{indiv}}$ , en cada estación de referencia conforme a la siguiente ecuación:

$$(8.5) \quad S_{\text{indiv}} = \frac{M_{\text{NO}_3^-} * V_{\text{extracción}} * \left( \frac{PM_{\text{O}_3}}{PM_{\text{NO}_3^-}} \right)}{C_{\text{O}_3\text{-Ref}} * t} \cdot 10^6$$

donde  $S_{\text{indiv}}$  ( $\text{cm}^3/\text{min}$ ) es el coeficiente de captación individual,  $M_{\text{NO}_3^-}$  ( $\mu\text{g}/\text{ml}$ ) es la masa de nitrato que ha reaccionado con el ozono ambiental y que ha sido analizada en el cromatógrafo iónico,  $V_{\text{extracción}}$  (ml) es el volumen de extracción del nitrato empleado en el análisis,  $PM_{\text{O}_3}$  ( $\mu\text{g}/\mu\text{mol}$ ) es el peso molecular del ozono,  $PM_{\text{NO}_3^-}$  ( $\mu\text{g}/\mu\text{mol}$ ) es el peso molecular del nitrato,  $C_{\text{O}_3\text{-Ref}}$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) es la concentración de referencia obtenida en el analizador por fotometría UV y  $t$  (min) es el tiempo que el captador pasivo ha estado expuesto en el punto de muestreo.

Los datos correspondientes al coeficiente de captación individual  $S_{\text{indiv}}$  ( $\text{cm}^3/\text{min}$ ) calculados para las diferentes campañas y las distintas estaciones de referencia se muestran en las Tabla 8.13 a Tabla 8.19.

Los valores de concentración de nitrato son el promedio de las dos medidas realizadas en el mismo punto.

## 8.- PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Tabla 8.13. Cálculo de coeficientes de captación individuales: Ermita. Método Ogawa.

Semana	Periodo de muestreo	Concentración nitrato ( $\mu\text{g/ml}$ )	Concentración real Consellería ( $\mu\text{g/m}^3$ )	Tiempo muestreado (min)	S individual ( $\text{cm}^3/\text{min}$ )
CAMPAÑA ESTIVAL 2001					
6	11/07/01 al 17/07/01	1,16	40,1	8596	26,06
7	17/07/01 al 24/07/01	2,87	45,5	10077	24,22
8	24/07/01 al 01/08/01	3,83	47,6	11543	27,03
9	01/08/01 al 07/08/01	2,09	33,8	8602	27,88
10	07/08/01 al 14/08/01	3,28	48,3	10085	26,12
11	14/08/01 al 20/08/01	1,81	42,8	9300	17,65
12	20/08/01 al 27/08/01	2,33	30,9	10109	28,84
13	27/08/01 al 03/09/01	3,57	56,3	10034	24,47
14	03/09/01 al 10/09/01	1,55	39,4	10013	15,30
15	10/09/01 al 19/09/01	2,18	39,5	12442	17,22
16	19/09/01 al 01/10/01	3,95	33,7	17855	25,44
CAMPAÑA INVERNAL 2002					
17	12/02/02 al 19/02/02	0,93	15,5	10099	23,22
18	19/02/02 al 26/02/02	1,38	37,2	10041	14,31
19	26/02/02 al 09/03/02	2,30	35,3	16061	15,70
20	09/03/02 al 23/03/02	2,09	37,9	20460	10,46
CAMPAÑA ESTIVAL 2002					
21	21/06/02 al 02/07/02	3,02	63,0	8197	22,65
22	02/07/02 al 09/07/02	3,13	51,3	10120	23,40
23	09/07/02 al 16/07/02	3,27	57,1	10080	22,01
24	16/07/02 al 23/07/02	3,48	58,3	10068	22,96
25	23/07/02 al 30/07/02	2,94	49,6	10072	22,85
26	30/07/02 al 06/08/02	2,61	40,5	10157	24,59
27	06/08/02 al 13/08/02	2,32	42,7	9988	21,10
28	13/08/02 al 20/08/02	2,41	42,8	10109	21,63
29	20/08/02 al 27/08/02	2,81	48,9	10081	22,11
30	27/08/02 al 03/09/02	2,97	44,9	10058	25,46
31	03/09/02 al 10/09/02	2,73	48,9	10152	21,36
32	10/09/02 al 17/09/02	3,23	48,9	10081	24,94
33	17/09/02 al 23/09/02	2,04	44,9	10058	24,61
34	23/09/02 al 30/10/02	2,74	48,9	10152	23,96
CAMPAÑA ESTIVAL 2003					
35	09/06/03 al 23/06/03	1,31	50,1	20495	24,71
36	23/07/03 al 29/07/03	0,50	29,0	8495	39,95
37	29/07/03 al 05/08/03	0,75	40,7	10035	35,86
38	05/08/03 al 12/08/03	0,80	52,7	10170	29,11
39	12/08/03 al 17/08/03	0,45	56,6	7463	20,65
40	17/08/03 al 26/08/03	0,77	41,4	12667	28,44
41	26/08/03 al 02/09/03	0,69	51,7	10045	25,96
42	02/09/03 al 09/09/03	0,83	52,4	10145	30,56
43	09/09/03 al 17/09/03	1,93	51,0	11535	63,50
44	17/09/03 al 23/09/03	0,64	45,4	9055	30,37
45	23/09/03 al 29/09/03	0,61	34,3	9645	35,78
46	29/09/03 al 06/10/03	0,53	37,6	8795	31,27

Tabla 8.14. Cálculo de coeficientes de captación individuales: Grao. Método Ogawa.

Semana	Periodo de muestreo	Concentración nitrato ( $\mu\text{g/ml}$ )	Concentración real Consellería ( $\mu\text{g/m}^3$ )	Tiempo muestreado (min)	S individual ( $\text{cm}^3/\text{min}$ )
CAMPAÑA ESTIVAL 2001					
6	11/07/01 al 17/07/01	1,18	37,7	8587	28,34
7	17/07/01 al 24/07/01	3,23	43,0	10778	26,95
8	24/07/01 al 01/08/01	4,46	45,8	10845	34,75
9	01/08/01 al 07/08/01	2,50	30,4	9290	34,31
10	07/08/01 al 14/08/01	3,82	38,5	10095	38,03
11	14/08/01 al 20/08/01	2,18	45,9	9320	19,74
12	20/08/01 al 27/08/01	2,93	32,9	10105	34,22
13	27/08/01 al 03/09/01	EN EL SUELO			
14	03/09/01 al 10/09/01	1,68	53,2	10010	12,26
15	10/09/01 al 19/09/01	2,65	51,6	12440	16,01
16	19/09/01 al 01/10/01	3,83	48,1	17855	17,27
CAMPAÑA INVERNAL 2002					
17	12/02/02 al 19/02/02	1,15	13,4	10087	33,03
18	19/02/02 al 26/02/02	1,55	20,5	10041	29,16
19	26/02/02 al 09/03/02	3,15	47,3	16033	16,08
20	09/03/02 al 23/03/02	4,33	52,3	20450	15,69
CAMPAÑA ESTIVAL 2002					
21	21/06/02 al 02/07/02	NO HAY DATOS ANALIZADOR AUTOMÁTICO			
22	02/07/02 al 09/07/02	3,75	65,5	10110	21,96
23	09/07/02 al 16/07/02	3,67	71,4	10051	19,79
24	16/07/02 al 23/07/02	3,68	69,5	10089	20,37
25	23/07/02 al 30/07/02	2,82	62,5	10060	17,41
26	30/07/02 al 06/08/02	1,98	55,6	10165	13,59
27	06/08/02 al 13/08/02	2,48	59,0	9975	16,37
28	13/08/02 al 20/08/02	2,33	55,5	10018	16,26
29	20/08/02 al 27/08/02	3,00	62,5	10092	18,41
30	27/08/02 al 03/09/02	2,90	58,9	10095	18,95
31	03/09/02 al 10/09/02	3,17	61,3	10115	19,78
32	10/09/02 al 17/09/02	3,19	67,6	10032	18,23
33	17/09/02 al 23/09/02	2,40	49,4	9238	20,39
34	23/09/02 al 30/10/02	3,21	44,1	10060	28,11
CAMPAÑA ESTIVAL 2003					
35	09/06/03 al 23/06/03	1,58	59,7	20655	24,79
36	23/07/03 al 29/07/03	0,95	41,4	8485	52,32
37	29/07/03 al 05/08/03	CAPTADOR DESAPARECIDO			
38	05/08/03 al 12/08/03	0,74	46,6	10120	30,26
39	12/08/03 al 17/08/03	0,51	59,4	7475	22,33
40	17/08/03 al 26/08/03	0,83	48,0	12670	26,41
41	26/08/03 al 02/09/03	0,84	62,0	10035	26,19
42	02/09/03 al 09/09/03	1,03	50,7	10145	38,73
43	09/09/03 al 17/09/03	1,65	54,8	11550	50,44
44	17/09/03 al 23/09/03	0,63	49,1	9045	27,55
45	23/09/03 al 29/09/03	0,80	38,4	9645	41,66

Tabla 8.15. Cálculo de coeficientes de captación individuales: Penyeta. Método Ogawa.

Semana	Periodo de muestreo	Concentración nitrato ( $\mu\text{g/ml}$ )	Concentración real Consellería ( $\mu\text{g/m}^3$ )	Tiempo muestreado (min)	S individual ( $\text{cm}^3/\text{min}$ )
CAMPAÑA ESTIVAL 2002					
21	21/06/02 al 02/07/02	NO HAY DATOS ANALIZADOR AUTOMÁTICO			
22	02/07/02 al 09/07/02	4,11	67,9	10105	23,18
23	09/07/02 al 16/07/02	4,28	75,2	10129	21,75
24	16/07/02 al 23/07/02	5,04	88,3	9970	22,16
25	23/07/02 al 30/07/02	3,77	72,9	10080	19,89
26	30/07/02 al 06/08/02	NO HAY DATOS ANALIZADOR AUTOMÁTICO			
27	06/08/02 al 13/08/02	5,23	62,9	9942	32,36
28	13/08/02 al 20/08/02	3,31	59,8	10190	21,07
29	20/08/02 al 27/08/02	4,35	80,7	10035	20,83
30	27/08/02 al 03/09/02	4,88	81,6	10060	23,06
31	03/09/02 al 10/09/02	4,20	79,5	10110	20,27
32	10/09/02 al 17/09/02	3,94	68,4	10045	22,22
33	17/09/02 al 23/09/02	2,31	63,7	10542	13,34
34	23/09/02 al 30/10/02	NO SE COLOCA			
CAMPAÑA ESTIVAL 2003					
35	09/06/03 al 23/06/03	NO HAY DATOS ANALIZADOR AUTOMÁTICO			
36	23/07/03 al 29/07/03	0,80	56,3	8480	32,77
37	29/07/03 al 05/08/03	0,99	68,8	10035	27,89
38	05/08/03 al 12/08/03	1,06	98,6	10160	20,55
39	12/08/03 al 17/08/03	0,82	97,7	8635	18,90
40	17/08/03 al 26/08/03	0,77	67,1	11530	19,31
41	26/08/03 al 02/09/03	0,92	86,6	10020	20,71
42	02/09/03 al 09/09/03	1,19	71,1	10175	31,87

Tabla 8.16. Cálculo de coeficientes de captación individuales: Vilafranca. Método Ogawa.

Semana	Periodo de muestreo	Concentración nitrato ( $\mu\text{g/ml}$ )	Concentración real Consellería ( $\mu\text{g/m}^3$ )	Tiempo muestreado (min)	S individual ( $\text{cm}^3/\text{min}$ )
CAMPAÑA ESTIVAL 2002					
21	21/06/02 al 02/07/02	5,79	99,5	12067	18,68
22	02/07/02 al 09/07/02	3,88	73,2	9588	21,43
23	09/07/02 al 16/07/02	4,69	88,5	10067	20,40
24	16/07/02 al 23/07/02	5,75	113,5	10088	19,46
25	23/07/02 al 30/07/02	3,60	86,9	8913	18,01
26	30/07/02 al 06/08/02	4,77	79,9	11662	19,82
27	06/08/02 al 13/08/02	3,64	76,7	9635	19,10
28	13/08/02 al 20/08/02	4,80	97,4	10088	18,93
29	20/08/02 al 27/08/02	3,99	84,5	10022	18,26
30	27/08/02 al 03/09/02	4,40	85,7	10120	19,66
31	03/09/02 al 10/09/02	3,85	81,5	10055	18,18
32	10/09/02 al 17/09/02	3,64	75,8	10155	18,36
33	17/09/02 al 23/09/02	3,49	75,7	8877	20,13
34	23/09/02 al 30/10/02	6,10	86,8	11218	24,25
CAMPAÑA ESTIVAL 2003					
35	09/06/03 al 23/06/03	0,86	97,58	5555	30,96
36	23/07/03 al 29/07/03	NO HAY DATO ESTACIÓN REFERENCIA			
37	29/07/03 al 05/08/03	NO HAY DATO ESTACIÓN REFERENCIA			



## 8.- PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Tabla 8.16 Cont.

Semana	Periodo de muestreo	Concentración nitrato ( $\mu\text{g/ml}$ )	Concentración real Consellería ( $\mu\text{g/m}^3$ )	Tiempo muestreado (min)	S individual ( $\text{cm}^3/\text{min}$ )
CAMPAÑA ESTIVAL 2002					
38	05/08/03 al 12/08/03	1,43	110,82	10080	24,92
39	12/08/03 al 17/08/03	1,23	82,75	10070	28,64
40	17/08/03 al 26/08/03	0,30	84,63	20110	3,43
41	26/08/03 al 02/09/03	NO HAY DATO ESTACIÓN REFERENCIA			
42	02/09/03 al 09/09/03	1,88	72,50	11805	42,54
43	09/09/03 al 17/09/03	0,99	84,61	12855	17,71
44	17/09/03 al 23/09/03	0,91	54,99	10095	31,89
45	23/09/03 al 29/09/03	0,59	68,82	8615	19,54
46	29/09/03 al 06/10/03	NO HAY DATO ESTACIÓN REFERENCIA			

Tabla 8.17. Cálculo de coeficientes de captación individuales: Burriana. Método Ogawa.

Semana	Periodo de muestreo	Concentración nitrato ( $\mu\text{g/ml}$ )	Concentración real Consellería ( $\mu\text{g/m}^3$ )	Tiempo muestreado (min)	S individual ( $\text{cm}^3/\text{min}$ )
CAMPAÑA ESTIVAL 2003					
35	09/06/03 al 23/06/03	1,60	58,2	21540	24,66
36	23/07/03 al 29/07/03	0,72	60,7	8650	26,37
37	29/07/03 al 05/08/03	0,62	50,8	8640	27,10
38	05/08/03 al 12/08/03	1,02	77,9	11955	21,26
39	12/08/03 al 17/08/03	0,86	65,6	6938	36,71
40	17/08/03 al 26/08/03	0,82	53,8	12697	23,23
41	26/08/03 al 02/09/03	1,09	73,7	12960	22,05
42	02/09/03 al 09/09/03	0,37	46,3	5362	29,02
43	09/09/03 al 17/09/03	1,32	62,3	11948	34,40
44	17/09/03 al 23/09/03	0,86	53,8	14385	21,51
45	23/09/03 al 29/09/03	CAPTADOR DESAPARECIDO			
46	29/09/03 al 06/10/03	0,60	37,0	19910	15,68

Tabla 8.18. Cálculo de coeficientes de captación individuales: Castellón. Método Ogawa.

Semana	Periodo de muestreo	Concentración nitrato ( $\mu\text{g/ml}$ )	Concentración real Consellería ( $\mu\text{g/m}^3$ )	Tiempo muestreado (min)	S individual ( $\text{cm}^3/\text{min}$ )
CAMPAÑA ESTIVAL 2003					
35	09/06/03 al 23/06/03	NO SE COLOCA			
36	23/07/03 al 29/07/03	0,92	56,4	9355	33,71
37	29/07/03 al 05/08/03	0,75	44,2	10030	32,71
38	05/08/03 al 12/08/03	0,75	40,9	10180	34,97
39	12/08/03 al 17/08/03	1,06	66,2	7810	39,60
40	17/08/03 al 26/08/03	1,40	37,7	12320	58,23
41	26/08/03 al 02/09/03	0,72	53,1	10045	26,30
42	02/09/03 al 09/09/03	0,76	46,0	10110	31,54
43	09/09/03 al 17/09/03	1,00	48,3	11535	34,78
44	17/09/03 al 23/09/03	0,74	43,5	9310	35,48
45	23/09/03 al 29/09/03	0,71	33,2	9420	44,03
46	29/09/03 al 06/10/03	0,67	30,0	8650	49,96

Tabla 8.19. Cálculo de coeficientes de captación individuales: Alcora. Método Ogawa.

Semana	Periodo de muestreo	Concentración nitrato ( $\mu\text{g/ml}$ )	Concentración real Consellería ( $\mu\text{g/m}^3$ )	Tiempo muestreado (min)	S individual ( $\text{cm}^3/\text{min}$ )
CAMPAÑA ESTIVAL 2003					
35	09/06/03 al 23/06/03	NO SE COLOCA			
36	23/07/03 al 29/07/03	0,87	64,8	9807	26,63
37	29/07/03 al 05/08/03	0,67	62,5	8288	25,34
38	05/08/03 al 12/08/03	1,28	86,4	12104	23,79
39	12/08/03 al 17/08/03	1,08	79,8	8247	31,96
40	17/08/03 al 26/08/03	1,00	60,4	8658	37,03
41	26/08/03 al 02/09/03	0,91	69,7	11227	22,64
42	02/09/03 al 09/09/03	0,99	62,8	10415	29,29
43	09/09/03 al 17/09/03	1,27	51,5	9790	49,00
44	17/09/03 al 23/09/03	0,76	60,6	11775	20,87
45	23/09/03 al 29/09/03	0,70	44,0	8385	36,95
46	29/09/03 al 06/10/03	0,51	44,9	10135	22,09

Los valores del coeficiente de captación individual en cada temporada de muestreo así como globalmente se representan en las Figura 8.5 a Figura 8.9.

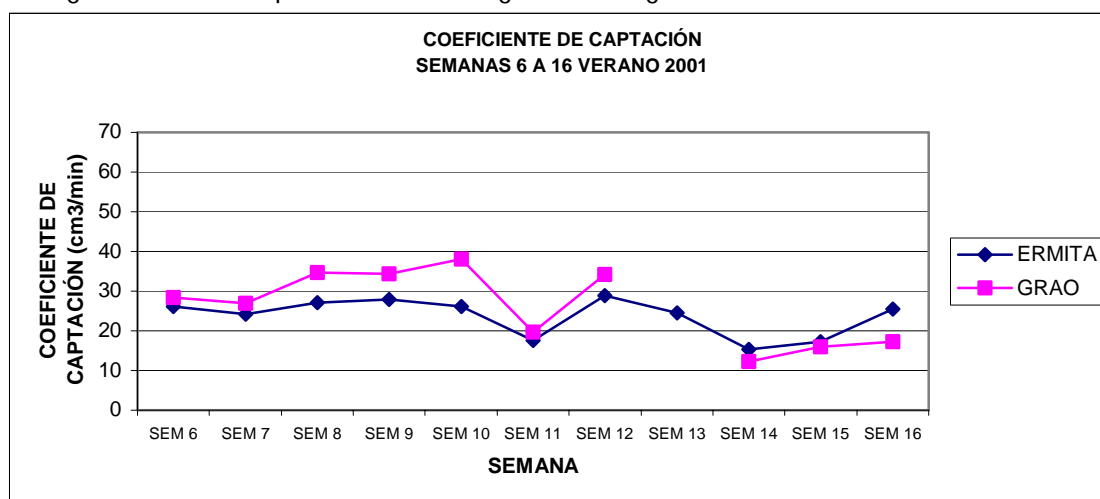


Figura 8.5. Variación del coeficiente de captación individual. Campaña Verano 2001.

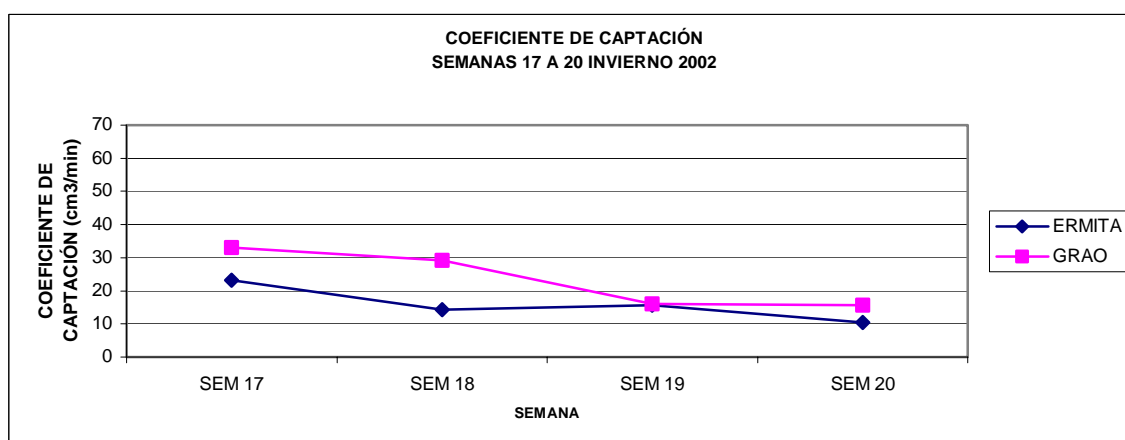


Figura 8.6. Variación del coeficiente de captación individual. Campaña Invierno 2002

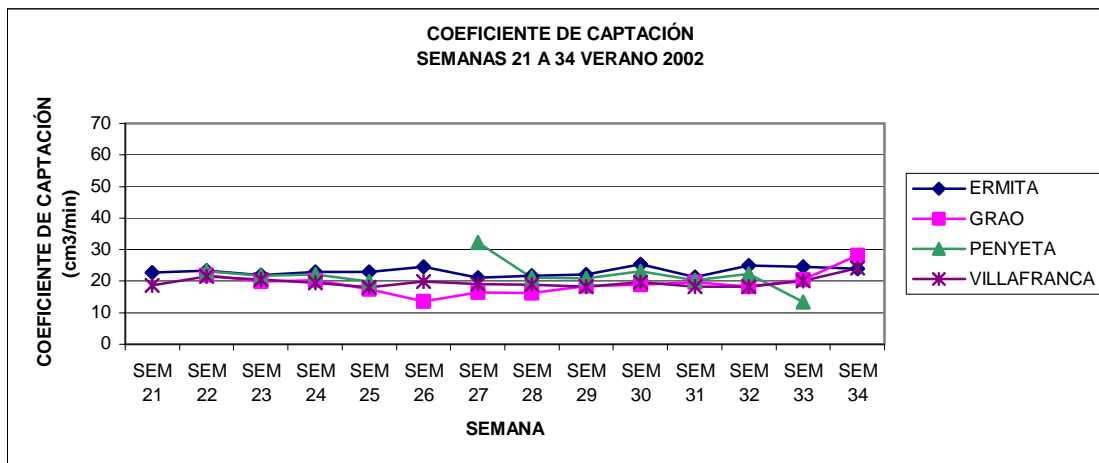


Figura 8.7. Variación del coeficiente de captación individual. Campaña Verano 2002

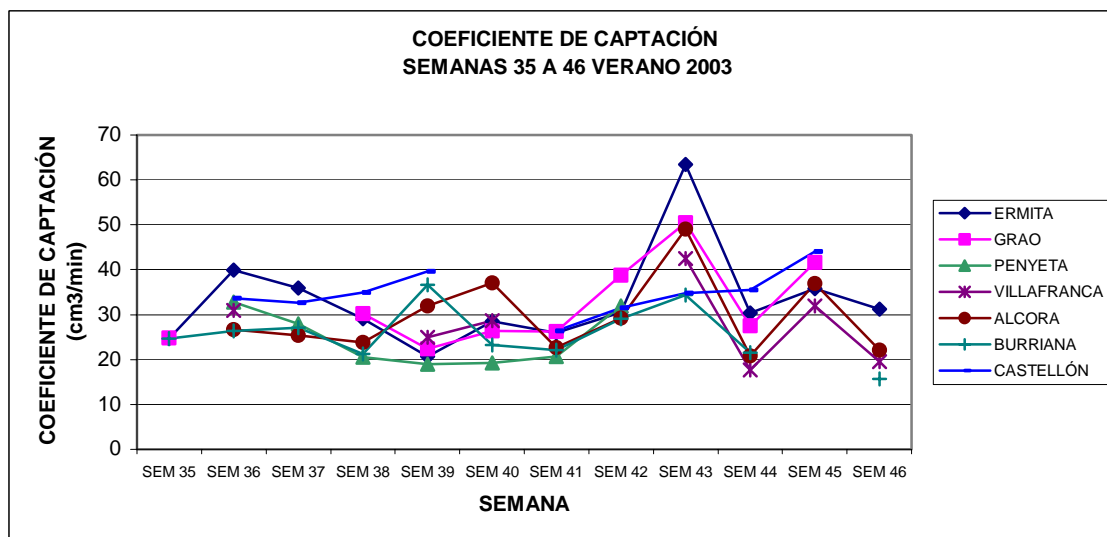


Figura 8.8. Variación del coeficiente de captación individual. Campaña Verano 2003

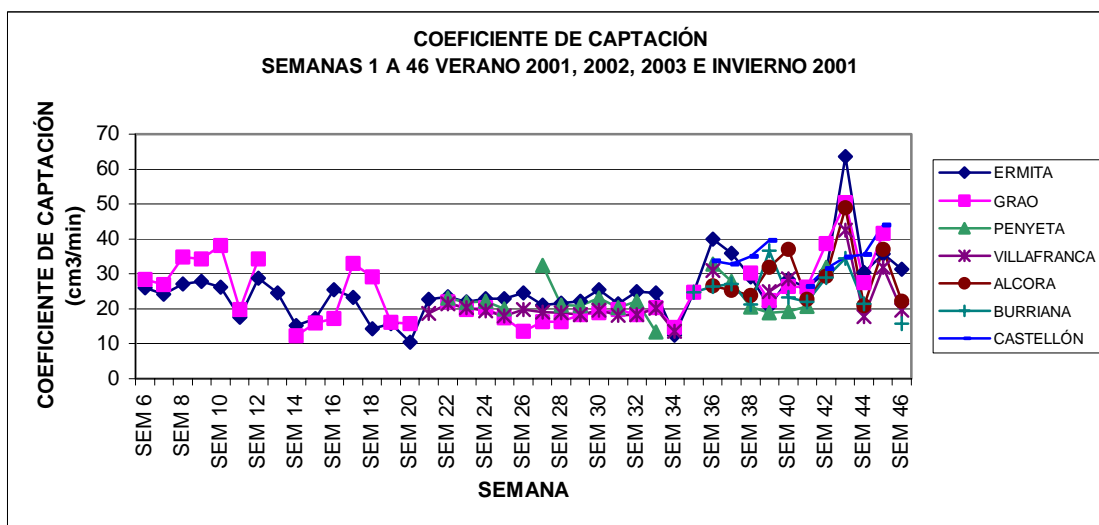


Figura 8.9. Variación del coeficiente de captación individual. Todas las campañas

De las anteriores tablas se pueden obtener los valores promedios del coeficiente de captación individual de cada una de las campañas de muestreo con sus respectivas desviaciones típicas. Los datos se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 8.20. Promedios del coeficiente de captación individual y desviación estándar.

CAMPAÑA DE MUESTREO	PROMEDIO COEFICIENTE CAPTACIÓN INDIVIDUAL (cm <sup>3</sup> /min)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR (cm <sup>3</sup> /min)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR RELATIVA (%)
VERANO 2001	23,57	7,83	33,2
INVIERNO 2002	21,00	5,33	25,4
VERANO 2002	20,24	3,45	17,0
VERANO 2003	29,90	8,57	28,7
TODAS LAS CAMPAÑAS	25,02	8,31	33,2

El valor del coeficiente de captación teórico según Koutrakis y colaboradores (Koutrakis et al., 1993) es de 24,5 cm<sup>3</sup>/min muy similar al valor promedio de los coeficientes de captación individuales de todas las campañas obtenido en el presente estudio, el cual es de 25,02 ± 8,31 cm<sup>3</sup>/min. El valor del mismo coeficiente de captación efectivo en los estudios realizados en la comunidad autónoma de Madrid por Galán Madruga y colaboradores (Galan Madruga et al., 2001) es de 18,12 cm<sup>3</sup>/min, el cual es muy próximo a los valores promedios de las campañas Verano 2001, Invierno 2002 y Verano 2002. Por el contrario, el valor obtenido en la campaña Verano 2003 está muy por encima del valor teórico propuesto por los dos investigadores anteriormente citados.

La Tabla 8.20 muestra que la variación del coeficiente de captación se sitúa en torno al 30% de promedio. De la observación de las distintas gráficas anteriores donde se presentan los coeficientes de captación individuales, y conforme a lo explicado al principio de este capítulo, se aprecia en el presente estudio que el coeficiente de captación efectivo no presenta un valor constante, variando de unas semanas a otras.

#### 8.1.1.3.2.1. Estudio de la variación del coeficiente de captación

En el presente apartado se va a realizar un estudio de la variación de los valores de captación individual con respecto a las distintas variables meteorológicas y niveles de contaminantes recogidos en las estaciones de referencia propiedad de la Conselleria de Medi Ambient.

##### 8.1.1.3.2.1.1. Efecto de la meteorología en el coeficiente de captación

Para estudiar el efecto de la meteorología en el coeficiente de captación se ha calculado una matriz de correlación entre las distintas variables meteorológicas y el coeficiente de captación individual. La matriz de correlación obtenida se presenta en la Tabla 8.21.

Tabla 8.21. Matriz de correlaciones coeficiente de captación individual con variables meteorológicas.

		Correlaciones						
		Sindiv	velocida	direccio	temperat	h.relati	presion	radiacio
Sindiv	Correlación de Pearson	1	-,095	-,108	,118	,031	,242**	-,033
	Sig. (bilateral)		,287	,223	,167	,717	,003	,709
	N	151	128	128	139	139	150	128
velocida	Correlación de Pearson	-,095	1	,530**	-,452**	-,155	-,638**	-,127
	Sig. (bilateral)	,287		,000	,000	,072	,000	,142
	N	128	136	136	136	136	136	136
direccio	Correlación de Pearson	-,108	,530**	1	-,440**	-,220*	-,314**	-,242**
	Sig. (bilateral)	,223	,000		,000	,010	,000	,005
	N	128	136	136	136	136	136	136
temperat	Correlación de Pearson	,118	-,452**	-,440**	1	,222**	,527**	,505**
	Sig. (bilateral)	,167	,000	,000		,007	,000	,000
	N	139	136	136	147	147	147	136
h.relati	Correlación de Pearson	,031	-,155	-,220*	,222**	1	,267**	-,191*
	Sig. (bilateral)	,717	,072	,010	,007		,001	,026
	N	139	136	136	147	147	147	136
presion	Correlación de Pearson	,242**	-,638**	-,314**	,527**	,267**	1	,100
	Sig. (bilateral)	,003	,000	,000	,000	,001		,249
	N	150	136	136	147	147	158	136
radiacio	Correlación de Pearson	-,033	-,127	-,242**	,505**	-,191*	,100	1
	Sig. (bilateral)	,709	,142	,005	,000	,026	,249	
	N	128	136	136	136	136	136	136

\*\* La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

\* La correlación es significante al nivel 0,05 (bilateral).

Donde  $S_{indiv}$  es el coeficiente de captación individual ( $\text{cm}^3/\text{min}$ ),  $velocida$  es la velocidad del viento (m/s),  $direccio$  es la dirección del viento (grados),  $temperat$  es la temperatura ambiente ( $^{\circ}\text{C}$ ),  $h.relativ$  es la humedad relativa (%),  $presion$  es la presión atmosférica (bars) y  $radiacio$  es la radiación solar ( $\text{W}/\text{m}^2$ ).

De la observación de la matriz de correlación se puede concluir que el coeficiente de captación depende de la Presión.

#### 8.1.1.3.2.1.2. Efecto de los niveles de contaminantes en el coeficiente de captación

Para estudiar el efecto de los niveles de contaminantes en el coeficiente de captación se ha calculado la matriz de correlación entre los distintos niveles registrados de contaminantes medidos en las estaciones de referencia y el coeficiente de captación individual. La matriz de correlación obtenida se muestra en la Tabla 8.22. El significado de los distintos símbolos empleados en dicha matriz de correlación se presenta a continuación.

**Tabla 8.22.** Matriz de correlaciones  $S$  individual con niveles de contaminantes

		Correlaciones										
		Sindiv	so2	pst	co	no	no2	nox	o3	hct	ch4	hnm
Sindiv	Correlación de Pearson	1	-,060	,198*	,054	,365**	,435**	,461**	-,306**	,072	-,004	,318
	Sig. (bilateral)		,465	,017	,581	,000	,000	,000	,000	,681	,980	,314
N		151	150	144	108	147	147	125	150	35	35	12
so2	Correlación de Pearson	-,060	1	-,174*	,132	,237**	,314**	,287**	,177*	-,140	-,154	,524
	Sig. (bilateral)	,465		,032	,164	,003	,000	,001	,027	,423	,378	,080
N		150	158	152	112	155	155	132	156	35	35	12
pst	Correlación de Pearson	,198*	-,174*	1	,099	,370**	,256**	,329**	-,604**	,529**	,536**	,388
	Sig. (bilateral)	,017	,032		,311	,000	,002	,000	,000	,002	,002	,342
N		144	152	152	107	149	149	126	150	31	31	8
co	Correlación de Pearson	,054	,132	,099	1	,368**	,248**	,271*	-,294**	-,385*	-,365*	,465
	Sig. (bilateral)	,581	,164	,311		,000	,009	,011	,002	,023	,031	,128
N		108	112	107	112	109	109	87	112	35	35	12
no	Correlación de Pearson	,365**	,237**	,370**	,368**	1	,779**	,931**	-,473**	-,106	-,202	,608*
	Sig. (bilateral)	,000	,003	,000	,000		,000	,000	,000	,556	,259	,036
N		147	155	149	109	155	155	132	153	33	33	12
no2	Correlación de Pearson	,435**	,314**	,256**	,248**	,779**	1	,975**	-,311**	-,028	-,122	-,019
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,002	,009	,000		,000	,000	,876	,498	,952
N		147	155	149	109	155	155	132	153	33	33	12
nox	Correlación de Pearson	,461**	,287**	,329**	,271*	,931**	,975**	1	-,412**	-,051	-,149	,247
	Sig. (bilateral)	,000	,001	,000	,011	,000	,000		,000	,778	,407	,439
N		125	132	126	87	132	132	132	130	33	33	12
o3	Correlación de Pearson	-,306**	,177*	-,604**	-,294**	-,473**	-,311**	-,412**	1	,434**	,426*	-,156
	Sig. (bilateral)	,000	,027	,000	,002	,000	,000	,000		,009	,011	,628
N		150	156	150	112	153	153	130	156	35	35	12
hct	Correlación de Pearson	,072	-,140	,529**	-,385*	-,106	-,028	-,051	,434**	1	,991**	,999**
	Sig. (bilateral)	,681	,423	,002	,023	,556	,876	,778	,009		,000	,000
N		35	35	31	35	33	33	33	35	35	35	12
ch4	Correlación de Pearson	-,004	-,154	,536**	-,365*	-,202	-,122	-,149	,426*	,991**	1	1,000**
	Sig. (bilateral)	,980	,378	,002	,031	,259	,498	,407	,011	,000		,000
N		35	35	31	35	33	33	33	35	35	35	12
hnm	Correlación de Pearson	,318	,524	,388	,465	,608*	-,019	,247	-,156	,999**	1,000**	1
	Sig. (bilateral)	,314	,080	,342	,128	,036	,952	,439	,628	,000	,000	
N		12	12	8	12	12	12	12	12	12	12	12

\*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

\*\*. La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Donde  $S_{indiv}$  es el coeficiente de captación individual ( $\text{cm}^3/\text{min}$ ),  $SO_2$  es el nivel de dióxido de azufre en el ambiente ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ),  $PST$  es las Partículas en suspensión Totales ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ),  $CO$  es el nivel de monóxido de carbono ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ),  $NO$  es el nivel de monóxido de nitrógeno ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ),  $NO_2$  es el nivel de dióxido de nitrógeno ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ),  $NO_x$  es el nivel de óxidos de nitrógeno ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ),  $O_3$  es el nivel de ozono ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ),  $HCT$  es el nivel de hidrocarburos totales ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ),  $CH_4$  es el nivel de metano en ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ),  $HMM$  es el nivel de hidrocarburos no metánicos ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ).

De la observación de la Tabla 8.22 se puede concluir que el coeficiente de captación individual está correlacionado con el nivel de Partículas Sólidas Totales (PST) con una significatividad bilateral del 95% de confianza,  $NO$ ,  $NO_2$ ,  $NO_x$ ,  $O_3$  y Presión con una significatividad bilateral del 99% de confianza. En la Tabla 8.23 se muestra los coeficientes de correlación de Pearson, la significancia bilateral y el número de casos considerados para el análisis de la correlación entre los coeficientes de captación y las variables significativas identificadas extraídas de la anterior matriz de correlación.

**Tabla 8.23.** Variables correlacionadas con coeficiente de captación individual

DESCRIPTIVOS ESTADÍSTICOS	Presión	PST	NO	NO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	O <sub>3</sub>
Correlación de Pearson (R)	0.242	0.198	0.365	0.435	0.461	-0.306
Significatividad (bilateral)	0.003	0.017	0.000	0.000	0.000	0.000
Numero de casos	150	144	147	147	125	150

### 8.1.1.3.2.1.3. Estimación del modelo matemático

Teniendo en cuenta la dependencia del coeficiente de captación con las variables mostradas en la Tabla 8.23, se pretende encontrar el modelo matemático que mejor describa la variación del coeficiente de captación.

En la Figura 8.10 se muestra la variación del coeficiente de captación con las variables con las que correlaciona.

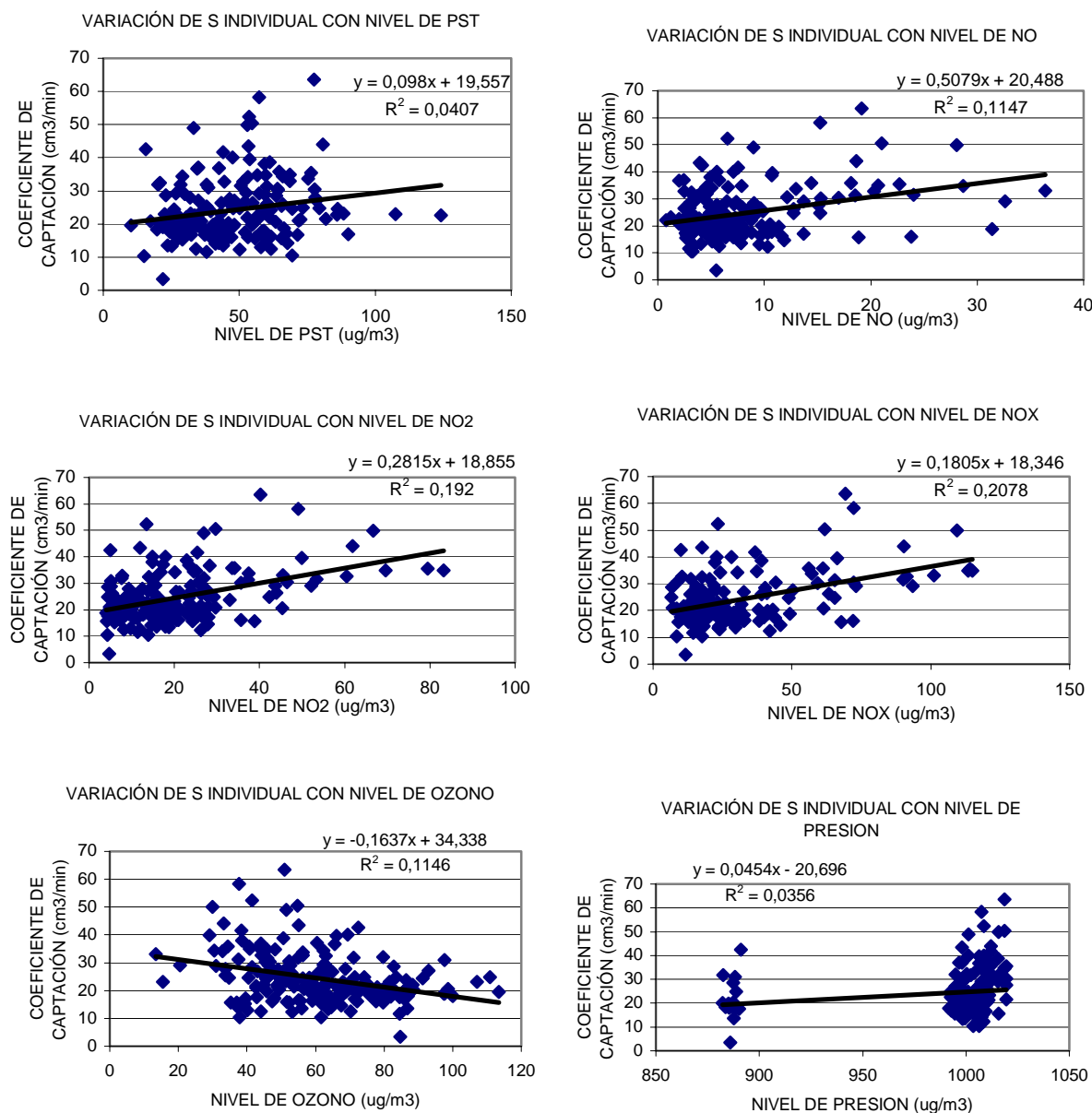


Figura 8.10. Variación del Coeficiente de captación con las variables correlacionadas

Para simplificar el análisis matemático, vamos a empezar el modelo con la combinación de la primera variable que más influye en el coeficiente de captación, NO<sub>x</sub>, con las restantes: partículas suspensión totales (PST), NO, NO<sub>2</sub>, ozono y Presión.

Se han obtenido los modelos que relacionan el coeficiente de captación efectivo con las variables mencionadas mediante el paquete estadístico SPSS 10.0 para Windows® (Surfer) por

regresión lineal con el método "Introducir" considerando las variables independientemente y por parejas. Los descriptivos estadísticos significativos para la decisión del modelo más adecuado se exponen en la Tabla 8.24.

Tabla 8.24. Descriptivos estadísticos de los modelos matemáticos.

VARIABLES INTRODUCIDAS EN EL MODELO	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> corregido	s <sup>2</sup>	F
NO <sub>x</sub>	0,213	0,207	73	33
NO <sub>x</sub> – PST	0,236	0,222	73	17
NO <sub>x</sub> – NO	0,213	0,200	74	16
NO <sub>x</sub> – NO <sub>2</sub>	0,214	0,201	74	16
NO <sub>x</sub> – O <sub>3</sub>	<b>0,247</b>	<b>0,235</b>	71	<b>20</b>
NO <sub>x</sub> – Presión	0,223	0,210	73	17

El descriptivo *coeficiente de determinación* ( $R^2$ ), generalmente tomado como porcentaje ( $100R^2$ ) es indicativo del porcentaje de respuesta que es capaz de estimar el modelo. Cuanto mayor sea  $R^2$ , mejor ajustado está el modelo y mejor el modelo explica las variaciones de los datos. Cuando se quiere comparar modelos de tamaños diferentes (diversos números de variables independientes y/o diferente tamaño de muestra), se utiliza el *coeficiente de determinación corregido* ( $R^2$  corregido), puesto que el coeficiente de determinación usual, tiende a crecer con el número de variables independientes. El descriptivo *residual de la media cuadrática* ( $s^2$ ) es una estimación de la varianza de la regresión. Cuanto más pequeño es este valor, mejor es el ajuste del modelo. Finalmente, el descriptivo  $F$  nos indica si el valor del coeficiente de Pearson ( $R$ ) es significativamente distinto de cero. El valor de  $F$  debe sobrepasar un mínimo teórico tabulado en función del número de variables a considerar y el número de grados de libertad del modelo (Draper and Smith, 1966).

Analizando los distintos descriptivos estadísticos mostrados en la tabla podemos llegar a las siguientes conclusiones:

- El modelo que mejor coeficiente de determinación ( $R^2$ ) y mejor coeficiente de determinación corregido ( $R^2$  corregido) presenta es el modelo que considera NO<sub>x</sub> con Ozono ( $R^2 = 0,247$ ) al igual que el modelo que considera las variables NO<sub>x</sub> con PST (0,236).
- El modelo que mejores datos obtiene del residual de la media cuadrática ( $s^2$ ) es el que considera NO<sub>x</sub> con Ozono con un valor de 71 seguido por el modelo que considera NO<sub>x</sub> con PST y con el modelo NO<sub>x</sub> con Presión con un valor de 73.
- Finalmente, el modelo que mayor estadístico  $F$  obtiene es el que sólo considera NO<sub>x</sub> con Ozono.

En un segundo intento de refinar el modelo matemático, vamos a probar las combinaciones de NO<sub>x</sub> con Ozono con el resto de variables influyentes en el coeficiente de captación efectivo. Los resultados se presentan en la Tabla 8.25

Tabla 8.25. Descriptivos estadísticos de los modelos matemáticos.

VARIABLES INTRODUCIDAS EN EL MODELO	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> corregido	s <sup>2</sup>	F
NO <sub>x</sub>	0,213	0,207	73	33
NO <sub>x</sub> – O <sub>3</sub>	0,247	0,235	71	20
NO <sub>x</sub> – O <sub>3</sub> – PST	0,252	0,233	72	12
NO <sub>x</sub> – O <sub>3</sub> – Presión	0,248	0,229	71	13
NO <sub>x</sub> – O <sub>3</sub> – NO <sub>2</sub>	<b>0,256</b>	<b>0,238</b>	70	13
NO <sub>x</sub> – O <sub>3</sub> – NO	0,252	0,234	71	13



De la observación de las Tabla 8.24 y Tabla 8.25 apreciamos que el modelo que mejor resultados proporciona en cuanto a  $R^2$ ,  $R^2$  corregido,  $s^2$  y F es el que correlaciona las variables es el modelo que combina  $\text{NO}_x$ ,  $\text{O}_3$  y  $\text{NO}_2$ . Este modelo explica el 25,6% de la variación del coeficiente de captación mediante la variación de los niveles de diversos contaminantes. Por otro lado, el modelo que mejores resultados obtiene sin considerar el ozono como variable de entrada es el que considera el  $\text{NO}_x$  y las Partículas Suspensión Totales. Dicho modelo explica el 23,6 % de la variación del coeficiente de captación efectivo. Teniendo en cuenta que el primer modelo sólo explica un 2% adicional de la variación del coeficiente de captación y que el segundo modelo no considera el ozono (contaminante a determinar) como entrada en el modelo, proponemos como modelo matemático que describe la variación del coeficiente de captación aquel que considera las variables  $\text{NO}_x$  y PST. Este modelo se describe mediante la siguiente ecuación:

$$S_{\text{indiv}} = 16,336 + 0,163 (\text{NO}_x) + 0,062 (\text{PST})$$

$$R = 0,485$$

$$R^2 = 0,236$$

$$\text{Error Típico de la estimación} = 8,58 (\text{cm}^3/\text{min})$$

donde  $S_{\text{indiv}}$  = coeficiente de captación individual ( $\text{cm}^3/\text{min}$ )  
 $\text{NO}_2$  = nivel de ozono en el ambiente ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )  
 PST = nivel de Partículas Suspensión Total ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

En la Figura 8.11 se muestran los valores de  $S_{\text{indiv}}$  calculados empíricamente y los  $S_{\text{indiv}}$  estimados mediante el modelo matemático escogido. Se aprecia que el modelo se ajusta aceptablemente a los datos experimentales.

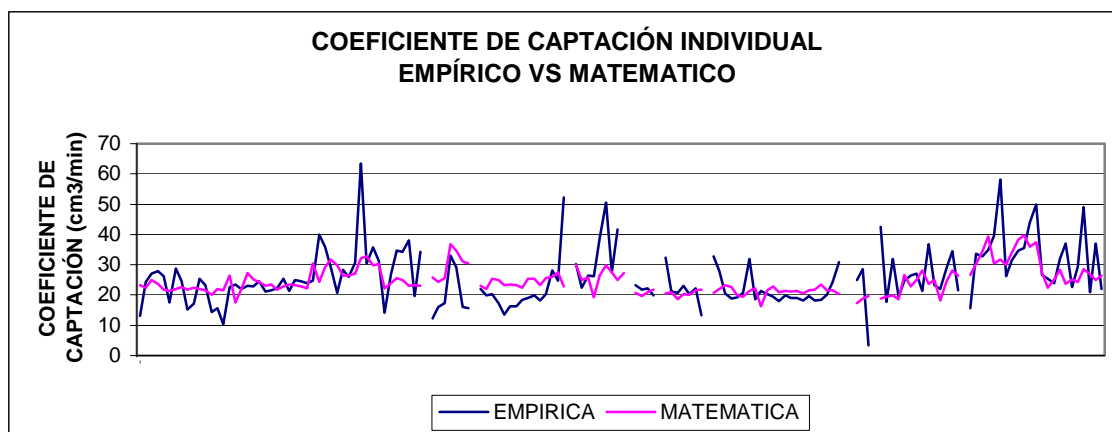


Figura 8.11. Valores del coeficiente de captación individual empírico vs calculado según modelo

En la figura 7.12. se representan los valores de los residuales calculados según la siguiente fórmula:

$$(8.6) \quad \text{Residual} = S_{\text{indiv-empírico}} - S_{\text{indiv-matemático}}$$

Los valores de los residuales se representan en la siguiente figura.

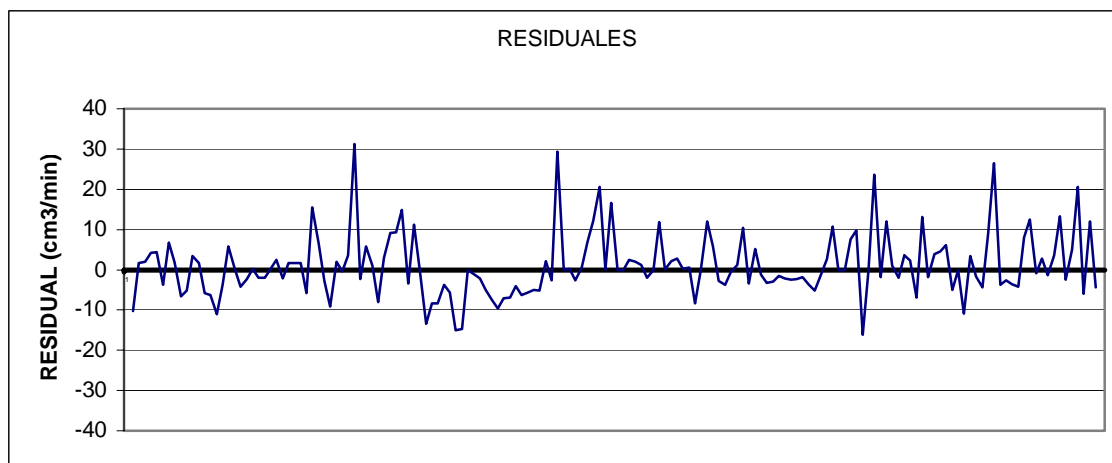


Figura 8.12. Variación de los residuales

Del presente estudio se desprende que los valores del coeficiente de captación dependen de los niveles de determinadas variables, no presentando un valor constante. De entre todos los contaminantes de los que depende se ha obtenido un modelo matemático que explica el 24% de la variación del coeficiente de captación. Considerando como variables de entrada el  $\text{NO}_x$  y las partículas en suspensión totales.

#### 8.1.1.3.2.2. Cálculo del coeficiente de captación efectivo

Teniendo en cuenta que se ha demostrado que el valor del coeficiente de captación se ve influenciado por determinadas variables, para la obtención de los valores de concentración se calcula un valor de coeficiente de captación efectivo según los siguientes métodos propuestos:

- **MÉTODO 1:** Se calcula el coeficiente de captación efectivo que se ha de aplicar en cada periodo de muestreo,  $S_{\text{efectivo},1}$ , promediando los distintos valores de coeficiente de captación individual calculados en cada estación de referencia, aplicando la siguiente ecuación:

$$(8.7) \quad S_{\text{efectivo},1} = \frac{\sum S_{\text{indiv}}}{n}$$

donde  $S_{\text{efectivo},1}$  ( $\text{cm}^3/\text{min}$ ) es el coeficiente de captación efectivo aplicable a un determinado periodo de muestreo,  $S_{\text{indiv}}$  ( $\text{cm}^3/\text{min}$ ) es el coeficiente de captación individual correspondiente a cada estación de referencia y  $n$  es el número de estaciones de referencia aplicables a cada periodo de muestreo.

Los valores de los coeficientes de captación individuales y efectivos calculados se muestran en la Tabla 8.26 junto con el valor de la correspondiente desviación estándar.

Tabla 8.26. Cálculo del coeficiente de captación efectivo y desviación estándar. Método 1.

PERIODO MUESTREO	S INDIVIDUAL (cm <sup>3</sup> /min)						S EFECTIVO-1 (cm <sup>3</sup> /min)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	
	ERM	GRA	PEÑ	VLF	ALC	BUR			CAS
VERANO 2001									
6	26,06	28,34						27,2	0,81
7	24,22	26,95						25,58	1,93
8	27,03	34,75						30,89	5,45
9	27,88	34,31						31,09	4,55
10	26,12	38,03						32,07	8,42
11	17,65	19,74						18,69	1,48
12	28,84	34,22						31,53	3,81
13	24,47	&						24,47	-
14	15,30	12,26						13,78	2,15
15	17,22	16,01						16,62	0,86
16	25,44	17,27						21,35	5,78
INVIERNO 2002									
17	23,22	33,03						28,13	6,94
18	14,31	29,16						21,74	10,50
19	15,70	16,08						15,89	0,26
20	10,46	15,69						13,08	3,69
VERANO 2002									
21	22,65	-	-	18,68				20,67	2,81
22	23,40	21,96	23,18	21,43				22,49	0,95
23	22,01	19,79	21,75	20,40				20,99	1,07
24	22,96	20,37	22,16	19,46				21,24	1,60
25	22,85	17,41	19,89	18,01				19,54	2,44
26	24,59	13,59	-	19,82				19,34	5,52
27	21,10	16,37	32,36	19,10				22,23	7,02
28	21,63	16,26	21,07	18,93				19,47	2,44
29	22,11	18,41	20,83	18,26				19,90	1,88
30	25,46	18,95	23,06	19,66				21,78	3,04
31	21,36	19,78	20,27	18,18				19,90	1,32
32	24,94	18,23	22,22	18,36				20,94	3,25
33	24,61	20,39	13,35	20,13				19,62	4,66
34	23,96	28,11	-	24,25				25,44	1,09
VERANO 2003									
35	24,71	24,79	*	*	*	24,66	*	24,72	0,07
36	39,95	52,32	32,77	30,96	26,63	26,37	33,71	31,73	5,06
37	35,86	#	27,89	-	25,34	27,10	32,71	29,78	4,36
38	29,11	30,26	20,55	-	23,79	21,26	34,97	26,66	5,70
39	20,65	22,33	18,90	24,92	31,96	36,71	39,60	27,87	8,21
40	28,44	26,41	19,31	28,64	37,03	23,23	58,23	27,18	5,98
41	25,96	26,19	20,71	3,43	22,64	22,05	26,30	23,98	2,47
42	30,56	38,73	31,87	-	29,29	29,02	31,54	31,84	3,57
43	63,50	50,44	*	42,54	49,00	34,40	34,78	45,78	11,02
44	30,37	27,55	*	17,71	20,87	21,51	35,48	25,58	6,72
45	35,78	41,66	*	31,89	36,95	#	44,03	38,06	4,82
46	31,27	&	*	19,54	22,09	15,68	49,96	22,14	6,63

(gris) No hay captador en dicha estación de referencia

(&) Captador encontrado en el suelo

(\*) No se coloca captador pasivo

(#) Captador desaparecido

(-) No se dispone de datos de referencia

- **MÉTODO 2:** Se calcula el coeficiente de captación efectivo que se ha de aplicar en cada periodo de muestreo y en cada punto,  $S_{efectivo,2}$ , a partir del modelo matemático. Los valores de los coeficientes de captación individuales y efectivos calculados se muestran en la Tabla 8.27 junto con el valor de la correspondiente desviación estándar.

Tabla 8.27. Cálculo del coeficiente de captación efectivo. Método 2.

PERIODO MUESTREO	S EFECTIVO-2 (cm <sup>3</sup> /min)						
	ERM	GRA	PEÑ	VLf	ALC	BUR	CAS
VERANO 2001							
6	23	22					
7	22	24					
8	25	26					
9	24	25					
10	22	23					
11	21	23					
12	22	23					
13	23	&					
14	22	26					
15	22	24					
16	22	26					
INVIERNO 2002							
17	22	37					
18	20	35					
19	22	31					
20	22	30					
VERANO 2002							
21	26	-	-	22			
22	18	23	21	16			
23	22	22	20	22			
24	27	25	21	23			
25	25	25	22	21			
26	24	23	-	21			
27	23	23	20	21			
28	24	23	21	21			
29	22	22	19	20			
30	23	25	20	22			
31	23	25	20	22			
32	23	23	22	24			
33	23	26	22	22			
34	22	26	.	22			
VERANO 2003							
35	31	27	*	*	*		*
36	24	23	21	20	28	23	30
37	29	#	22	-	23	25	34
38	32	30	23	-	25	28	39
39	30	25	23	17	28	24	30
40	26	26	20	19	24	25	32
41	26	19	20	20	25	18	30
42	27	27	21	-	24	25	34
43	32	30	*	19	28	28	38
44	33	27	*	19	27	27	40
45	30	25	*	20	25	#	36
46	30	&	*	19	26	27	37

(gris) No hay captador en dicha estación de referencia

(&) Captador encontrado en el suelo

(\*) No se coloca captador pasivo

(#) Captador desaparecido

(-) No se dispone de datos de referencia

- **MÉTODO 3:** Se aplica el valor del coeficiente de captación propuesto por los investigadores que desarrollaron el captador pasivos: 24,5 cm<sup>3</sup>/min (Koutrakis et al., 1993)

El coeficiente de captación efectivo obtenido por los tres métodos para cada periodo de muestreo se va a emplear en el cálculo de las concentraciones medidas cada semana en cada punto de muestreo según la siguiente ecuación:

$$(8.8) \quad C_{O_3} = \frac{M_{NO_3^-} * V_{extraccion} * \left( \frac{PM_{O_3}}{PM_{NO_3^-}} \right)}{S_{efectivo} * t} * 10^6$$

donde,  $C_{O_3}$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) es la concentración de ozono obtenida con el captador pasivo Ogawa,  $M_{NO_3^-}$  ( $\mu\text{g}/\text{ml}$ ) es la masa de nitrato que ha reaccionado con el ozono ambiental y que ha sido analizada en el cromatógrafo iónico,  $V_{extracción}$  (ml) es el volumen de extracción del nitrato empleado en el análisis,  $PM_{O_3}$  ( $\mu\text{g}/\mu\text{mol}$ ) es el peso molecular del ozono,  $PM_{NO_3^-}$  ( $\mu\text{g}/\mu\text{mol}$ ) es el peso molecular del nitrato,  $S_{efectivo}$  ( $\text{cm}^3/\text{min}$ ) es el coeficiente de captación efectivo correspondiente a dicho periodo de muestreo (según los tres métodos) y  $t$  (min) es el tiempo que el captador pasivo ha estado expuesto en el punto de muestreo.

Se van a utilizar los coeficientes de captación obtenidos por los tres métodos para calcular la desviación de los captadores pasivos. En vista de los resultados obtenidos se determinará cuál de los tres métodos es el más adecuado para estimar los valores de concentración de ozono en el área de estudio.

### 8.1.1.3.3. Desviación, precisión y exactitud

#### 8.1.1.3.3.1. *Desviación*

La desviación es la diferencia entre el valor esperado y el valor real. La desviación de los captadores pasivos se calcula a partir de la diferencia entre los valores dados por los captadores pasivos (X) y el valor considerado correcto proporcionado por el analizador de referencia ( $\mu$ ), dividido por éste último y multiplicado por cien, tal y como se muestra en la Ecuación ( 8.2 ).

Los valores concentración estimada se calculan según la Ecuación ( 8.8 ) a partir de los datos de nitrato promedio y tiempo muestreado que se muestran en las Tabla 8.13 a Tabla 8.19. y los valores del coeficiente de captación efectivo calculados por los tres métodos propuestos. Los resultados de desviación obtenidos se muestran en la Tabla 8.28 a Tabla 8.34.

Tabla 8.28. Cálculo de la desviación: Ermita. Método Ogawa

Semana	Periodo de muestreo	Concentración pasivos - X ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			Concentración real - $\mu$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Desviación relativa - Er (%)		
		Método 1	Método 2	Método 3		Método 1	Método 2	Método 3
CAMPAÑA ESTIVAL 2001								
6	11/07/01 al 17/07/01	38,4	29,4	27,6	40,1	-4,2	26,8	31,3
7	17/07/01 al 24/07/01	43,1	64,8	58,1	45,5	-5,3	-42,2	-27,7
8	24/07/01 al 01/08/01	41,7	66,5	67,9	47,6	-12,5	-39,7	-42,5
9	01/08/01 al 07/08/01	30,3	50,6	49,6	33,7	-10,3	-50,1	-47,0
10	07/08/01 al 14/08/01	39,3	74,0	66,5	48,2	-18,5	-53,4	-37,7
11	14/08/01 al 20/08/01	40,4	46,5	39,9	42,8	-5,6	-8,6	7,0
12	20/08/01 al 27/08/01	28,3	52,4	47,0	30,9	-8,5	-69,4	-52,1
13	27/08/01 al 03/09/01	56,3	77,3	72,6	56,2	0,0	-37,4	-29,0
14	03/09/01 al 10/09/01	43,7	35,4	31,8	39,3	11,0	10,2	19,3
15	10/09/01 al 19/09/01	41,0	40,0	35,9	39,5	3,7	-1,1	9,2
16	19/09/01 al 01/10/01	40,1	50,3	45,1	33,6	19,1	-49,4	-34,1
CAMPAÑA INVERNAL 2002								
17	12/02/02 al 19/02/02	12,8	21,1	19,0	15,5	-17,4	-36,3	-22,4
18	19/02/02 al 26/02/02	24,5	34,4	28,1	37,2	-34,2	7,6	24,5
19	26/02/02 al 09/03/02	34,9	32,6	29,3	35,3	-1,2	7,8	17,2
20	09/03/02 al 23/03/02	30,4	23,3	20,9	37,9	-20,0	38,6	44,8

## 8.- PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Tabla 8.28 Cont

Semana	Periodo de muestreo	Concentración pasivos - X ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			Concentración real - $\mu$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Desviación relativa - Er (%)		
		Método 1	Método 2	Método 3		Método 1	Método 2	Método 3
CAMPAÑA ESTIVAL 2002								
21	21/06/02 al 02/07/02	69,1	70,9	75,3	63,0	9,7	-12,6	-19,5
22	02/07/02 al 09/07/02	53,4	86,1	63,3	51,3	4,0	-67,8	-23,3
23	09/07/02 al 16/07/02	59,9	73,8	66,3	57,1	4,9	-29,3	-16,1
24	16/07/02 al 23/07/02	63,0	64,0	70,6	58,3	8,1	-9,8	-21,0
25	23/07/02 al 30/07/02	58,0	58,6	59,8	49,6	16,9	-18,1	-20,5
26	30/07/02 al 06/08/02	51,5	53,6	52,5	40,5	27,2	-32,4	-29,7
27	06/08/02 al 13/08/02	40,6	50,7	47,6	42,7	-4,9	-18,7	-11,4
28	13/08/02 al 20/08/02	47,5	49,8	48,8	42,8	11,1	-16,4	-14,0
29	20/08/02 al 27/08/02	54,4	63,5	57,0	48,9	11,1	-29,9	-16,6
30	27/08/02 al 03/09/02	52,6	64,3	60,4	44,9	17,1	-43,2	-34,4
31	03/09/02 al 10/09/02	52,5	58,7	55,1	48,9	7,3	-19,9	-12,6
32	10/09/02 al 17/09/02	59,4	69,8	65,6	48,9	21,5	-42,8	-34,1
33	17/09/02 al 23/09/02	40,2	44,2	41,5	44,9	-10,6	1,5	7,5
34	23/09/02 al 30/10/02	42,2	61,5	55,2	48,9	-13,7	-25,7	-12,8
CAMPAÑA ESTIVAL 2003								
35	09/06/03 al 23/06/03	50,0	51,5	65,2	50,1	-0,1	-2,9	-30,2
36	23/07/03 al 29/07/03	36,5	62,4	61,1	29,0	26,0	-115,2	-110,8
37	29/07/03 al 05/08/03	49,0	64,9	76,9	40,7	20,3	-59,6	-88,9
38	05/08/03 al 12/08/03	57,5	61,9	80,9	52,7	9,2	-17,5	-53,5
39	12/08/03 al 17/08/03	42,0	50,4	61,7	56,6	-25,8	11,0	-8,9
40	17/08/03 al 26/08/03	43,3	58,5	62,1	41,4	4,7	-41,4	-50,0
41	26/08/03 al 02/09/03	56,0	66,7	70,8	51,7	8,3	-29,1	-37,0
42	02/09/03 al 09/09/03	50,3	76,6	84,4	52,4	-4,0	-46,1	-61,0
43	09/09/03 al 17/09/03	70,7	130,7	170,7	51,0	38,7	-156,3	-234,8
44	17/09/03 al 23/09/03	53,9	54,0	72,7	45,4	18,7	-18,9	-60,1
45	23/09/03 al 29/09/03	32,3	53,0	64,9	34,3	-5,8	-54,4	-89,1
46	29/09/03 al 06/10/03	53,1	50,6	62,0	37,6	41,1	-34,6	-64,8

Tabla 8.29. Cálculo de la desviación: Grao. Método Ogawa

Semana	Periodo de muestreo	Concentración pasivos - X ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			Concentración real - $\mu$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Desviación relativa - Er (%)		
		Método 1	Método 2	Método 3		Método 1	Método 2	Método 3
CAMPAÑA ESTIVAL 2001								
6	11/07/01 al 17/07/01	39,2	31,3	28,1	37,6	4,2	16,8	25,3
7	17/07/01 al 24/07/01	45,4	62,5	61,2	43,0	5,4	-45,0	-42,1
8	24/07/01 al 01/08/01	51,6	79,1	84,0	45,8	12,5	-72,6	-83,2
9	01/08/01 al 07/08/01	33,6	53,9	55,0	30,4	10,4	-77,3	-80,9
10	07/08/01 al 14/08/01	45,7	82,3	77,3	38,5	18,6	-113,6	-100,5
11	14/08/01 al 20/08/01	48,5	50,9	47,8	45,8	5,6	-10,9	-4,1
12	20/08/01 al 27/08/01	35,7	63,2	59,4	32,8	8,6	-92,2	-80,5
13	27/08/01 al 03/09/01	EN EL SUELO						
14	03/09/01 al 10/09/01	47,3	32,4	34,4	53,1	-11,0	39,1	35,3
15	10/09/01 al 19/09/01	49,7	44,5	43,6	51,6	-3,7	13,8	15,6
16	19/09/01 al 01/10/01	38,9	41,3	43,8	48,0	-19,1	14,2	9,0

## 8.- PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Tabla 8.29 Cont.

Semana	Periodo de muestreo	Concentración pasivos - X ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			Concentración real - $\mu$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Desviación relativa - Er (%)		
		Método 1	Método 2	Método 3		Método 1	Método 2	Método 3
CAMPAÑA INVERNAL 2002								
17	12/02/02 al 19/02/02	15,8	15,5	23,4	13,4	17,4	-15,3	-74,2
18	19/02/02 al 26/02/02	27,5	22,1	31,5	20,4	34,2	-7,6	-53,8
19	26/02/02 al 09/03/02	47,9	31,7	40,1	47,4	1,2	33,0	15,2
20	09/03/02 al 23/03/02	62,8	35,3	43,3	52,3	20,0	32,5	17,3
CAMPAÑA ESTIVAL 2002								
21	21/06/02 al 02/07/02	NO HAY DATOS ANALIZADOR AUTOMÁTICO						
22	02/07/02 al 09/07/02	64,0	80,8	75,8	65,5	-2,4	-23,3	-15,8
23	09/07/02 al 16/07/02	67,4	83,0	74,5	71,4	-5,7	-16,3	-4,4
24	16/07/02 al 23/07/02	66,6	73,1	74,6	69,5	-4,1	-5,2	-7,4
25	23/07/02 al 30/07/02	55,7	56,2	57,3	62,5	-10,9	10,1	8,2
26	30/07/02 al 06/08/02	39,1	42,5	39,9	55,6	-29,7	23,6	28,3
27	06/08/02 al 13/08/02	43,5	54,2	50,9	59,0	-26,4	8,1	13,7
28	13/08/02 al 20/08/02	46,3	50,6	47,5	55,5	-16,6	8,8	14,4
29	20/08/02 al 27/08/02	57,8	67,6	60,7	62,5	-7,5	-8,1	2,9
30	27/08/02 al 03/09/02	51,2	57,6	58,8	58,9	-13,1	2,2	0,2
31	03/09/02 al 10/09/02	61,0	62,7	64,0	61,3	-0,5	-2,2	-4,3
32	10/09/02 al 17/09/02	58,8	69,2	65,0	67,6	-12,9	-2,4	3,9
33	17/09/02 al 23/09/02	51,4	50,1	53,1	49,4	4,0	-1,3	-7,6
34	23/09/02 al 30/10/02	48,7	32,1	34,0	44,1	10,4	27,3	22,8
CAMPAÑA ESTIVAL 2003								
35	09/06/03 al 23/06/03	59,9	70,8	78,1	59,7	0,3	-18,6	-30,7
36	23/07/03 al 29/07/03	DATO NO VÁLIDO						
37	29/07/03 al 05/08/03	CAPTADOR DESAPARECIDO						
38	05/08/03 al 12/08/03	53,1	60,9	74,6	46,6	13,9	-30,8	-60,1
39	12/08/03 al 17/08/03	47,4	68,2	69,6	59,4	-20,2	-14,9	-17,2
40	17/08/03 al 26/08/03	46,7	63,0	66,8	48,0	-2,8	-31,2	-39,3
41	26/08/03 al 02/09/03	67,6	110,1	85,4	62,0	9,0	-77,6	-37,8
42	02/09/03 al 09/09/03	61,7	94,0	103,6	50,7	21,7	-85,4	-104,3
43	09/09/03 al 17/09/03	60,4	119,0	145,8	54,8	10,2	-117,2	-166,0
44	17/09/03 al 23/09/03	52,7	64,5	71,1	49,1	7,3	-31,3	-44,8
45	23/09/03 al 29/09/03	42,2	82,9	84,6	38,4	9,8	-116,0	-120,4

Tabla 8.30. Cálculo de la desviación: Penyeta. Método Ogawa

Semana	Periodo de muestreo	Concentración pasivos - X ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			Concentración real - $\mu$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Desviación relativa - Er (%)		
		Método 1	Método 2	Método 3		Método 1	Método 2	Método 3
CAMPAÑA ESTIVAL 2002								
21	21/06/02 al 02/07/02	NO HAY DATOS ANALIZADOR AUTOMÁTICO						
22	02/07/02 al 09/07/02	70,1	96,9	83,1	67,9	3,2	-42,7	-22,3
23	09/07/02 al 16/07/02	78,0	105,7	86,3	75,2	3,7	-40,5	-14,7
24	16/07/02 al 23/07/02	92,2	120,4	103,2	88,3	4,4	-36,4	-16,9
25	23/07/02 al 30/07/02	74,2	85,1	76,4	72,9	1,8	-16,8	-4,8
26	30/07/02 al 06/08/02	NO HAY DATOS ANALIZADOR AUTOMÁTICO						
27	06/08/02 al 13/08/02	91,7	131,6	107,4	62,9	45,7	-109,2	-70,8
28	13/08/02 al 20/08/02	64,8	77,6	66,5	59,8	8,3	-29,7	-11,2
29	20/08/02 al 27/08/02	84,5	114,3	88,6	80,7	4,6	-41,6	-9,8
30	27/08/02 al 03/09/02	86,4	121,5	99,2	81,6	5,8	-48,9	-21,5
31	03/09/02 al 10/09/02	80,9	104,0	84,9	79,5	1,8	-30,8	-6,8
32	10/09/02 al 17/09/02	72,6	89,2	80,1	68,4	6,1	-30,4	-17,1
33	17/09/02 al 23/09/02	43,3	49,9	44,8	63,7	-32,0	21,7	29,7
34	23/09/02 al 30/10/02	NO SE COLOCA						
CAMPAÑA ESTIVAL 2003								
35	09/06/03 al 23/06/03	NO HAY DATOS ANALIZADOR AUTOMÁTICO						
36	23/07/03 al 29/07/03	58,2	113,6	97,3	56,3	3,4	-101,7	-72,9
37	29/07/03 al 05/08/03	64,4	112,7	101,2	68,8	-6,3	-63,8	-47,1
38	05/08/03 al 12/08/03	76,0	113,7	106,8	98,6	-23,0	-15,3	-8,3
39	12/08/03 al 17/08/03	66,3	103,7	97,4	97,7	-32,2	-6,2	0,3
40	17/08/03 al 26/08/03	47,7	83,7	68,3	67,1	-28,9	-24,7	-1,8
41	26/08/03 al 02/09/03	74,8	115,9	94,6	86,6	-13,6	-33,8	-9,2
42	02/09/03 al 09/09/03	71,2	139,3	119,4	71,1	0,1	-96,0	-68,0

Tabla 8.31. Cálculo de la desviación: Vilafranca. Método Ogawa

Semana	Periodo de muestreo	Concentración pasivos - X ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			Concentración real - $\mu$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Desviación relativa - Er (%)		
		Método 1	Método 2	Método 3		Método 1	Método 2	Método 3
CAMPAÑA ESTIVAL 2002								
21	21/06/02 al 02/07/02	89,9	109,1	98,0	99,5	-9,6	-9,7	1,5
22	02/07/02 al 09/07/02	69,7	126,6	82,7	73,2	-4,7	-73,0	-13,0
23	09/07/02 al 16/07/02	86,0	106,0	95,2	88,5	-2,8	-19,7	-7,5
24	16/07/02 al 23/07/02	104,0	124,1	116,5	113,5	-8,3	-9,3	-2,6
25	23/07/02 al 30/07/02	80,1	96,2	82,5	86,9	-7,9	-10,8	5,1
26	30/07/02 al 06/08/02	81,9	97,4	83,5	79,9	2,5	-22,0	-4,5
27	06/08/02 al 13/08/02	65,9	90,1	77,3	76,7	-14,0	-17,5	-0,7
28	13/08/02 al 20/08/02	94,7	113,4	97,2	97,4	-2,8	-16,4	0,2
29	20/08/02 al 27/08/02	77,6	99,7	81,4	84,5	-8,2	-18,0	3,7
30	27/08/02 al 03/09/02	77,3	98,9	88,8	85,7	-9,8	-15,4	-3,6
31	03/09/02 al 10/09/02	74,5	87,0	78,2	81,5	-8,6	-6,8	4,1
32	10/09/02 al 17/09/02	66,4	74,8	73,3	75,8	-12,4	1,3	3,3
33	17/09/02 al 23/09/02	77,6	89,4	80,3	75,7	2,5	-18,1	-6,1
34	23/09/02 al 30/10/02	82,8	69,0	62,0	86,8	-4,6	20,5	28,6



Tabla 8.31. Cont

Semana	Periodo de muestreo	Concentración pasivos - X ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			Concentración real - $\mu$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Desviación relativa - Er (%)		
		Método 1	Método 2	Método 3		Método 1	Método 2	Método 3
CAMPAÑA ESTIVAL 2003								
35	09/06/03 al 23/06/03	122,2	39,0	159,3	97,5	25,2	60,0	-63,2
36	23/07/03 al 29/07/03	NO HAY DATO ESTACIÓN REFERENCIA						
37	29/07/03 al 05/08/03	NO HAY DATO ESTACIÓN REFERENCIA						
38	05/08/03 al 12/08/03	103,7	42,0	145,7	110,8	-6,5	62,1	-31,4
39	12/08/03 al 17/08/03	85,0	32,2	124,9	82,75	2,8	61,1	-51,0
40	17/08/03 al 26/08/03	DATO NO VÁLIDO						
41	26/08/03 al 02/09/03	NO HAY DATO ESTACIÓN REFERENCIA						
42	02/09/03 al 09/09/03	96,9	41,9	162,6	72,5	33,6	42,2	-124,3
43	09/09/03 al 17/09/03	32,7	20,4	79,0	84,6	-61,3	75,9	6,7
44	17/09/03 al 23/09/03	68,6	22,7	92,5	54,9	24,7	58,8	-68,2
45	23/09/03 al 29/09/03	35,4	18,3	70,9	68,8	-48,6	73,4	-3,1
46	29/09/03 al 06/10/03	NO HAY DATO ESTACIÓN REFERENCIA						

Tabla 8.32. Cálculo de la desviación: Burriana. Método Ogawa

Semana	Periodo de muestreo	Concentración pasivos - X ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			Concentración real - $\mu$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Desviación relativa Er (%)		
		Método 1	Método 2	Método 3		Método 1	Método 2	Método 3
CAMPAÑA ESTIVAL 2003								
35	09/06/03 al 23/06/03	58,2	90,5	84,9	58,2	-0,07	-49,1	-39,9
36	23/07/03 al 29/07/03	50,8	71,8	73,2	60,7	-16,4	-41,3	-44,1
37	29/07/03 al 05/08/03	46,6	76,2	87,1	50,8	-8,2	2,2	-11,8
38	05/08/03 al 12/08/03	61,9	129,1	126,5	77,9	-20,5	-96,8	-92,8
39	12/08/03 al 17/08/03	86,1	64,6	65,9	65,6	31,2	-20,0	-22,5
40	17/08/03 al 26/08/03	46,0	116,8	85,8	53,8	-14,5	-58,5	-16,4
41	26/08/03 al 02/09/03	67,9	69,0	70,4	73,7	-7,9	-49,0	-52,1
42	02/09/03 al 09/09/03	42,0	98,6	112,7	46,3	-9,4	-58,3	-81,0
43	09/09/03 al 17/09/03	46,7	55,4	61,0	62,3	-25,0	-2,9	-13,4
44	17/09/03 al 23/09/03	45,2	90,5	84,9	53,8	-15,9	-49,1	-39,9
45	23/09/03 al 29/09/03	CAPTADOR DESAPARECIDO						
46	29/09/03 al 06/10/03	26,3	27,9	30,8	37,0	-28,2	24,6	16,9

Tabla 8.33. Cálculo de la desviación: Castellón. Método Ogawa

Semana	Periodo de muestreo	Concentración pasivos - X ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			Concentración real - $\mu$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Desviación relativa - Er (%)		
		Método 1	Método 2	Método 3		Método 1	Método 2	Método 3
CAMPAÑA ESTIVAL 2003								
35	09/06/03 al 23/06/03	NO SE COLOCA						
36	23/07/03 al 29/07/03	60,0	82,0	100,4	56,4	6,4	-45,3	-77,9
37	29/07/03 al 05/08/03	48,6	55,0	76,3	44,2	10,0	-24,4	-72,6
38	05/08/03 al 12/08/03	53,5	47,2	75,2	40,9	30,8	-15,5	-83,8
39	12/08/03 al 17/08/03	94,3	113,1	138,5	66,2	42,4	-70,9	-109,2
40	17/08/03 al 26/08/03	DATO NO VÁLIDO						
41	26/08/03 al 02/09/03	57,9	59,7	73,1	53,1	9,0	-20,2	-66,8
42	02/09/03 al 09/09/03	45,7	55,3	76,7	46,0	-0,6	-18,1	-83,2
43	09/09/03 al 17/09/03	36,7	57,0	88,5	48,3	-24,1	-14,2	-86,5
44	17/09/03 al 23/09/03	60,1	49,7	81,1	43,5	38,3	-57,7	-131,7
45	23/09/03 al 29/09/03	38,3	52,3	76,9	33,2	15,4	-20,2	-66,8
46	29/09/03 al 06/10/03	DATO NO VÁLIDO						

Tabla 8.34. Cálculo de la desviación: Alcora. Método Ogawa

Semana	Periodo de muestreo	Concentración pasivos - X ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			Concentración real - $\mu$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Desviación relativa - Er (%)		
		Método 1	Método 2	Método 3		Método 1	Método 2	Método 3
CAMPAÑA ESTIVAL 2003								
35	09/06/03 al 23/06/03	NO SE COLOCA						
36	23/07/03 al 29/07/03	54,4	79,7	91,0	64,8	-16,0	-22,9	-40,5
37	29/07/03 al 05/08/03	53,2	88,9	83,5	62,5	-14,9	-42,3	-33,6
38	05/08/03 al 12/08/03	77,1	106,2	108,4	86,4	-10,7	-23,0	-25,5
39	12/08/03 al 17/08/03	91,5	117,6	134,4	79,8	14,6	-47,3	-68,4
40	17/08/03 al 26/08/03	82,3	120,3	117,9	60,4	36,2	-99,2	-95,1
41	26/08/03 al 02/09/03	65,8	81,5	83,2	69,7	-5,6	-16,9	-19,3
42	02/09/03 al 09/09/03	57,8	99,0	97,0	62,8	-8,0	-57,7	-54,5
43	09/09/03 al 17/09/03	55,2	116,5	133,1	51,5	7,1	-126,1	-158,4
44	17/09/03 al 23/09/03	49,4	60,5	66,6	60,6	-18,5	0,2	-10,0
45	23/09/03 al 29/09/03	42,8	84,1	85,8	44,0	-2,8	-91,1	-95,0
46	29/09/03 al 06/10/03	44,8	49,2	52,3	44,9	-0,3	-9,7	-16,4

Los resultados de desviación entre el método de referencia y el método de medición pasivo Ogawa se resumen en las Tabla 8.35 a Tabla 8.37.

Tabla 8.35. Resultados desviación,  $S_{\text{efectivo},1}$ . Método Ogawa

PUNTO DE REFERENCIA	DESVIACIÓN RELATIVA Er (%) - Método 1 ( $S_{\text{efectivo},1}$ )				
	VERANO 2001	INVIERNO 2002	VERANO 2002	VERANO 2003	TOTAL
ERMITA	9,0	18,2	15,2	16,9	14,8
GRAO	9,9	18,2	10,9	19,5	14,6
PENYETA	X	X	10,7	15,4	13,1
VILAFRANCA	X	X	6,7	29,0	17,9
BURRIANA	X	X	X	16,2	16,2
CASTELLÓN	X	X	X	19,7	19,7
ALCORA	X	X	X	12,2	12,2
TODOS	9,5	18,2	10,9	18,4	15,2

Tabla 8.36. Resultados desviación,  $S_{\text{efectivo},2}$ . Método Ogawa

PUNTO DE REFERENCIA	DESVIACIÓN RELATIVA Er (%) - Método 2 ( $S_{\text{efectivo},2}$ )				
	VERANO 2001	INVIERNO 2002	VERANO 2002	VERANO 2003	TOTAL
ERMITA	35,3	22,6	27,8	31,6	29,3
GRAO	42,4	22,1	10,7	60,5	33,9
PENYETA	X	X	34,0	40,0	37,0
VILAFRANCA	X	X	18,5	66,1	42,3
BURRIANA	X	X	X	40,3	40,3
CASTELLÓN	X	X	X	35,3	35,3
ALCORA	X	X	X	41,0	41,0
TODOS	38,9	22,4	22,8	45,0	35,2

Tabla 8.37. Resultados desviación,  $S_{\text{efectivo},3}$ . Método Ogawa

PUNTO DE REFERENCIA	DESVIACIÓN RELATIVA $E_r$ (%) – Método 3 ( $S_{\text{efectivo},1}$ )				TOTAL
	VERANO 2001	INVIERNO 2002	VERANO 2002	VERANO 2003	
ERMITA	30,6	27,2	20,7	54,4	33,2
GRAO	41,8	40,1	10,3	63,8	39,0
PENYETA	X	X	20,5	2,7	11,6
VILAFRANCA	X	X	6,0	53,7	29,9
BURRIANA	X	X	X	38,3	38,3
CASTELLÓN	X	X	X	72,6	72,6
ALCORA	X	X	X	45,8	45,8
TODOS	36,2	33,7	14,4	47,3	35,2

En la Figura 8.13 se presenta la comparación de las desviaciones presentadas por los tres métodos propuestos para calcular el coeficiente de captación aplicable para el cálculo de la concentración de ozono mediante el captador pasivo Ogawa.

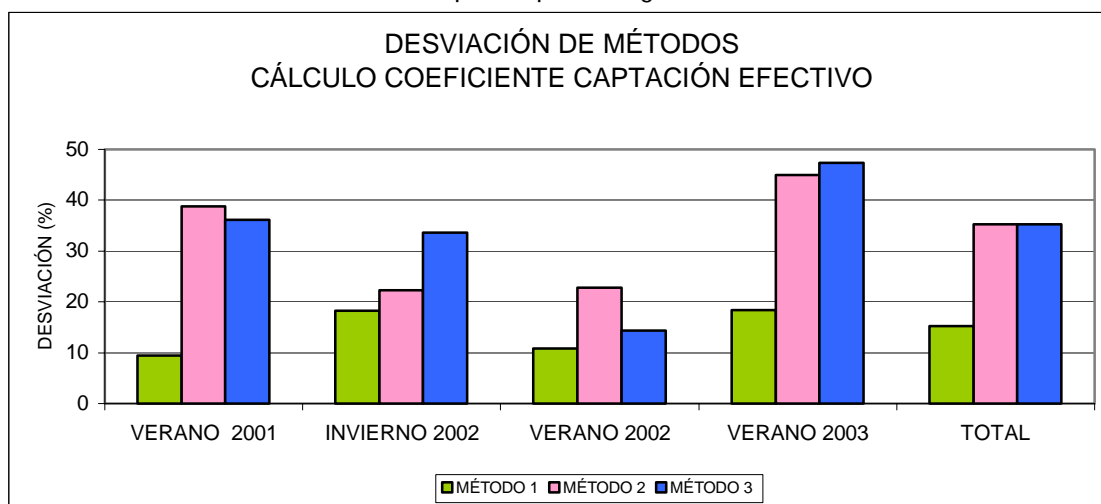


Figura 8.13. Comparación desviación producida por los tres métodos de cálculo del coeficiente de captación efectivo

La Figura 8.13 muestra claramente que el método más apropiado para calcular el coeficiente de captación efectivo es el Método 1 el cual propone promediar los coeficientes de captación obtenidos en las estaciones de referencia y aplicar dicho coeficiente promedio a la totalidad de los puntos de muestreo. De este modo es esperable una desviación promedio de un  $15\% \pm 6\%$ , la cual es mucho mejor que las desviaciones promedio resultante del Método 2 ( $35\% \pm 15\%$ ) y Método 3 ( $35\% \pm 21\%$ ).

Analizando las desviaciones obtenidas en el Método 1 se aprecia que las mayores desviaciones se alcanzan en la campaña de invierno 2002. Atendiendo a los puntos de referencia, Castellón es el punto que mayor desviación presenta con un 14% de desviación, seguido por Burriana con un 10% de desviación.

#### 8.1.1.3.3.2. Precisión

El término precisión se refiere a la repetibilidad o reproducibilidad de un conjunto de medidas replicadas, esto es, el grado de dispersión de las medidas individuales en torno a su

media. El parámetro más útil para establecer la precisión de un método de análisis es la desviación estándar relativa

Para el estudio de la precisión del método de determinación del ozono troposférico se han colocado parejas de captadores conjuntamente en varias estaciones de referencia de la Conselleria de Medi Ambient. En las Tabla 8.38 a Tabla 8.42 se presentan los resultados obtenidos.

Tabla 8.38. Cálculo de la precisión y exactitud: Ermita. Método Ogawa

Semana	Concentración nitrato ( $\mu\text{g/ml}$ )	Concentración nitrato BIS ( $\mu\text{g/ml}$ )	Concentración nitrato promedio ( $\mu\text{g/ml}$ )	Precisión (%)	Exactitud (%)
CAMPAÑA ESTIVAL 2001					
6	1,025	1,297	1,161	16,5	5,2
7	2,912	2,83	2,871	2,0	5,5
8	3,925	3,753	3,839	3,1	12,9
10	3,309	3,258	3,284	1,0	18,6
11	1,675	1,956	1,816	10,9	6,5
12	2,282	2,377	2,330	2,8	8,8
13	3,905	3,234	3,570	13,2	1,9
14	1,381	1,734	1,558	16,0	12,5
15	2,121	2,254	2,188	4,2	4,3
CAMPAÑA INVERNAL 2002					
17	0,929	1,008	0,939	5,9	18,1
18	1,664	1,454	1,381	10,7	34,9
19	2,378	2,225	2,302	4,7	1,7
20	NO SE COLOCA DUPLICADO				
CAMPAÑA ESTIVAL 2002					
21	2,999	3,049	3,024	1,2	9,8
22	3,193	3,080	3,137	2,5	4,4
23	ERROR EN BIS				
24	3,484	3,477	3,481	0,1	8,1
25	3,222	2,675	2,949	13,1	18,5
26	2,530	2,698	2,614	4,5	27,7
27	2,294	2,362	2,328	2,1	5,1
28	2,398	2,436	2,417	1,1	11,1
29	2,712	2,922	2,817	5,3	11,8
30	3,077	2,873	2,975	4,8	17,8
31	2,824	2,654	2,739	4,4	7,8
32	3,215	3,263	3,239	1,0	21,6
33	2,135	1,959	2,047	6,1	11,0
34	NO SE COLOCA DUPLICADO				
CAMPAÑA ESTIVAL 2003					
35	1,329	1,291	1,310	2,1	0,3
36 -43	NO SE COLOCA DUPLICADO				
43	2,433	1,427	1,930	36,9	41,4
44	0,633	0,657	0,645	2,6	18,8
45	0,626	0,599	0,613	3,1	5,9
46	0,533	0,535	0,534	0,3	41,2

Tabla 8.39. Cálculo de la precisión y exactitud: Grao. Método Ogawa

Semana	Concentración nitrato ( $\mu\text{g/ml}$ )	Concentración nitrato BIS ( $\mu\text{g/ml}$ )	Concentración nitrato promedio ( $\mu\text{g/ml}$ )	Precisión (%)	Exactitud (%)
CAMPAÑA ESTIVAL 2001					
6	1,184	2,504	1,844	50,62	9,2
7	3,291	3,173	3,232	2,58	5,9
8	4,22	4,704	4,462	7,67	14,2
9	2,521	2,489	2,505	0,90	10,7
10	3,872	3,773	3,823	1,83	19,1
11	2,213	2,149	2,181	2,07	6,1
12	2,681	3,196	2,939	12,39	11,1
14	1,688	1,686	1,687	0,08	10,9
15	2,522	2,789	2,656	7,11	4,4
CAMPAÑA INVERNAL 2002					
17	1,233	1,138	1,156	1,07	18,9
18	1,725	1,732	1,550	8,30	34,8
19-20	NO SE COLOCA DUPLICADO				
CAMPAÑA ESTIVAL 2002					
21	0,146	0,038	0,092	83,0	NO DATO REFERENCIA
22	3,528	3,986	3,757	8,6	3,3
23	NO SE COLOCA DUPLICADO				
24	3,872	3,506	3,689	7,0	4,9
25	2,800	2,853	2,827	1,3	11,0
26	1,983	1,989	1,986	0,2	29,7
27	2,510	2,467	2,489	1,2	26,4
28	2,378	2,288	2,333	2,7	16,8
29	2,982	3,017	3,000	0,8	7,6
30	2,953	2,864	2,909	2,2	13,3
31	3,240	3,100	3,170	3,1	0,8
32	3,292	3,093	3,193	4,4	13,4
33	2,421	2,389	2,405	0,9	4,1
34	3,347	3,231	3,289	2,5	8,3
CAMPAÑA ESTIVAL 2003					
35	1,517	1,640	1,579	5,5	0,6
36-43	NO SE COLOCA DUPLICADO				
43	1,175	2,126	1,651	40,7	12,7
44	0,675	0,589	0,632	9,6	7,6
45	0,848	0,745	0,797	9,1	10,3
46	NO SE COLOCA DUPLICADO				

## 8.- PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Tabla 8.40. Cálculo de la precisión y exactitud: Vilafranca. Método Ogawa

Semana	Concentración nitrato ( $\mu\text{g/ml}$ )	Concentración nitrato BIS ( $\mu\text{g/ml}$ )	Concentración nitrato promedio ( $\mu\text{g/ml}$ )	Precisión (%)	Exactitud (%)
CAMPAÑA ESTIVAL 2002					
21	NO SE COLOCA DUPLICADO				
22	3,572	4,197	3,885	11,4	5,9
23	ERROR EN BIS				
24	5,645	5,871	5,758	2,8	8,6
25	3,547	3,659	3,603	2,2	8,0
26	4,717	4,829	4,773	1,7	2,7
27	3,788	3,507	3,648	5,4	14,6
28	4,852	4,755	4,804	1,4	2,9
29	4,337	3,655	3,996	12,1	9,3
30	4,341	4,466	4,404	2,0	10,0
31	3,790	3,911	3,851	2,2	8,8
32	3,624	3,672	3,648	0,9	12,5
33	3,782	3,202	3,492	11,7	3,6
34	6,388	5,955	6,172	5,0	0,8
CAMPAÑA ESTIVAL 2003					
35	NO SE COLOCA DUPLICADO				
36	0,858	0,876	0,867	1,5	NODATO REFERENCIA
37	11,881	12,070	11,976	1,1	
38	12,641	11,389	12,015	7,4	
39	1,405	1,472	1,439	3,3	2,8
40	1,317	1,149	1,233	9,6	NO DATO REFERENCIA
41	0,296	0,307	0,302	2,6	
42-43	NO SE COLOCA DUPLICADO				
44	0,917	1,073	0,995	11,1	61,6
45	0,870	0,959	0,915	6,9	25,4
46	0,506	0,691	0,599	21,9	48,7

Tabla 8.41. Cálculo de la precisión y exactitud: Burriana. Método Ogawa

Semana	Concentración nitrato ( $\mu\text{g/ml}$ )	Concentración nitrato BIS ( $\mu\text{g/ml}$ )	Concentración nitrato promedio ( $\mu\text{g/ml}$ )	Precisión (%)	Exactitud (%)
CAMPAÑA ESTIVAL 2003					
35	1,664	1,531	1,598	5,9	0,3
36	0,493	0,938	0,716	44,0	17,3
37	NO SE COLOCA DUPLICADO				
38	0,978	1,069	1,024	6,3	20,7
39	0,946	0,779	0,863	13,7	31,6
40	0,774	0,867	0,821	8,0	14,7
41	1,044	1,134	1,089	5,8	8,0
42	0,371	0,373	0,372	0,4	9,3
43	1,364	1,281	1,323	4,4	25,2
44	0,847	0,873	0,860	2,1	16,0
45	CAPTADOR DESAPARECIDO				
46	0,595	0,599	0,597	0,5	28,9

Tabla 8.42. Cálculo de la precisión y exactitud: Castellón. Método Ogawa

Semana	Concentración nitrato ( $\mu\text{g/ml}$ )	Concentración nitrato BIS ( $\mu\text{g/ml}$ )	Concentración nitrato promedio ( $\mu\text{g/ml}$ )	Precisión (%)	Exactitud (%)
CAMPAÑA ESTIVAL 2003					
35	NO SE COLOCA DUPLICADO				
36	0,935	0,902	0,919	2,5	6,5
37	0,754	0,746	0,750	0,8	9,9
38	0,759	0,945	0,852	15,4	31,4
39	1,257	0,857	1,057	26,8	43,3
40	1,000	1,793	1,397	40,2	DATO NO VALIDO
41	0,675	0,774	0,725	9,7	9,3
42	0,754	0,761	0,758	0,7	0,7
43	1,057	0,944	1,001	8,0	24,3
44	0,714	0,770	0,742	5,3	38,3
45	0,568	0,857	0,713	28,7	16,6
46	0,504	0,835	0,670	35,0	DATO NO VALIDO

Los resultados de precisión del Método Ogawa se resumen en la Tabla 8.43.

Tabla 8.43. Resultados Precisión. Método Ogawa

PUNTO DE REFERENCIA	PRECISIÓN DSR (%)				
	VERANO 2001	INVIERNO 2002	VERANO 2002	VERANO 2003	TOTAL
ERMITA	7,5	7,1	3,9	9,0	6,9
GRAO	9,5	4,7	2,9*	16,3	8,4
VILAFRANCA	X	X	4,9	7,3	6,1
BURRIANA	X	X	X	9,1	9,1
CASTELLÓN	X	X	X	15,7	15,7
TODOS	8,5	5,9	3,9	11,5	8,2

(\*) Calculado despreciando el valor de la semana 21 puesto que da error de precisión muy elevado, superior al 80%.

Se aprecia que en general los resultados de precisión obtenidos en la campaña de muestreo estival del año 2003 son peores a los obtenidos en otras campañas de muestreo, siendo la campaña del verano 2002 las que da valores mejores de precisión con DSR del 4%. El punto de referencia que peor precisión presenta en la campaña de muestreo de 2003 es el Grao. Globalmente, el resultado de precisión obtenido se sitúa entorno al  $8\% \pm 4\%$ .

#### 8.1.1.3.3.3. Exactitud

La exactitud es la diferencia del valor estimado por el captador y el valor verdadero. La exactitud es una función que depende de los valores de la desviación y de la precisión. La exactitud se calcula conforme a lo especificado en el punto 8.1.1.2.5.3.

Los valores de exactitud semanales se muestran en la Tabla 8.38 a Tabla 8.42. En la Tabla 8.44 se muestran los resultados de exactitud obtenidos mediante el Método 1 de cálculo del coeficiente de captación efectivo promedio.

Tabla 8.44. Resultados Exactitud, Método 1  $S_{\text{efectivo},1}$ . Método Ogawa

PUNTO DE REFERENCIA	EXACTITUD (%) – Método 1, $S_{\text{efectivo},1}$				
	VERANO 2001	INVIERNO 2002	VERANO 2002	VERANO 2003	TOTAL
ERMITA	8,5	18,3	13	21,5	15,3
GRAO	10,2	26,9	11,6	7,8	14,1
VILAFRANCA	X	X	7,3	29,3	18,3
BURRIANA	X	X	X	17,2	17,2
CASTELLÓN	X	X	X	20,1	20,1
TODOS	9,4	22,6	10,6	19,2	16,0

El criterio establecido por NIOSH exige que para que un método pueda ser validado la exactitud del método debe ser inferior a 25% con un nivel de confianza del 95% (Bartley, 2001; Kennedy et al., 1998). La norma europea CEN 838 establecida por el Comité Europeo de Normalización (CEN) para validar un método establece un límite combinado de incertidumbre alrededor del 30% (CEN), el cual es más permisivo que el límite impuesto por el NIOSH. Observando la Tabla 8.44, se aprecia que globalmente la exactitud del método es de  $16\% \pm 7\%$ . Atendiendo a dichos valores, vemos que globalmente en todas las campañas y en todos los puntos de referencia se cumple el límite establecido por el CEN y por el NIOSH. Sin embargo, en algunas campañas, como es el caso de la campaña de Invierno de 2002 y de verano de 2003 los valores de exactitud están por encima del valor de referencia del 25%.

#### 8.1.1.4. Comparación de los resultados obtenidos mediante el método Ogawa con el método de referencia

A fin de estudiar la correlación de los sistemas pasivos con el método de referencia se comparan los valores obtenidos mediante el método de referencia (valores cedidos por la Conselleria de Medio Ambiente de la Generalitat Valenciana) y los resultados obtenidos al analizar los filtros muestreados considerando el coeficiente de captación efectivo de referencia obtenido con el Método 1 y reflejado en la Tabla 8.26

##### 8.1.1.4.1. Evolución de los niveles medidos mediante ambos métodos

###### 8.1.1.4.1.1. *Comparación de resultados en estaciones de referencia*

Para realizar la comparación entre el método de referencia y el método de medición pasivo Ogawa se han representado los datos obtenidos con los captadores pasivos Ogawa con los coeficientes de captación calculados según el Método 1 (valores promedios de estaciones de referencia) junto con los datos medidos en las estaciones de referencia, resultados reflejados en la Tabla 8.28 a Tabla 8.34 para observar si los niveles medidos por ambos métodos siguen las mismas tendencias y dan valores análogos. Dichas representaciones se muestran en la Figura 8.14 a Figura 8.20.



8.- PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

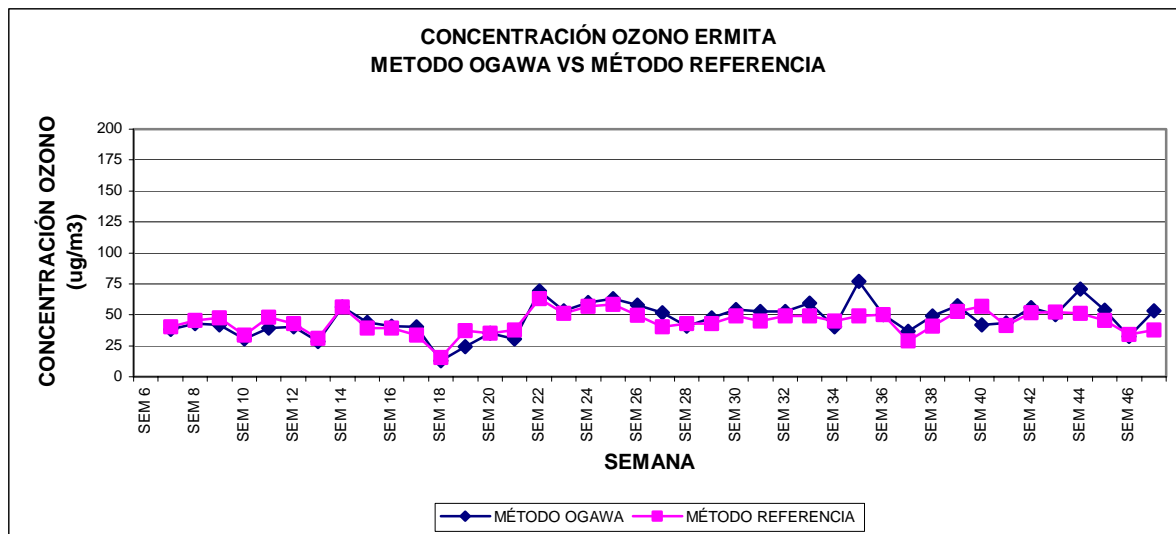


Figura 8.14. Variación de la concentración medida con el Método Pasivo Ogawa y de Referencia: Ermita

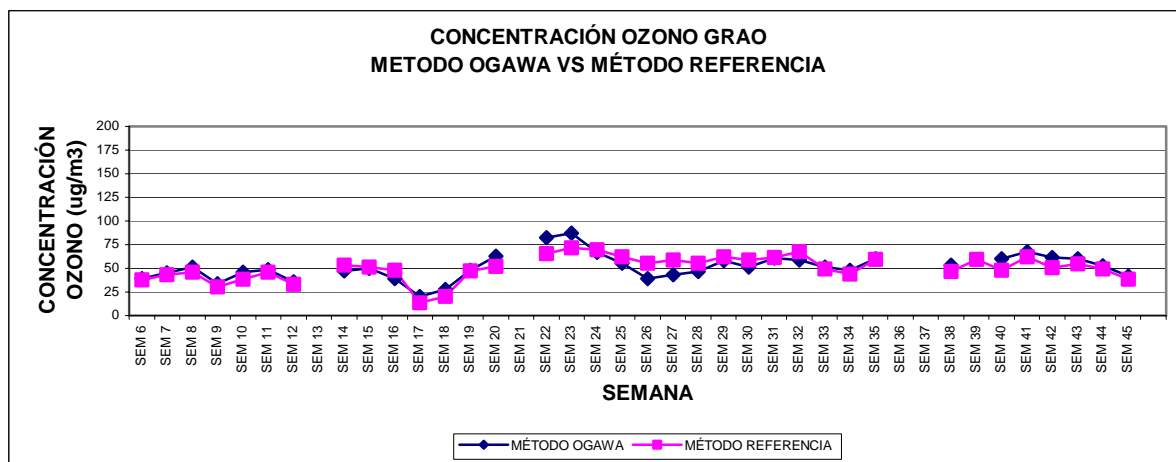


Figura 8.15. Variación de la concentración medida con el Método Pasivo Ogawa y de Referencia: Grao

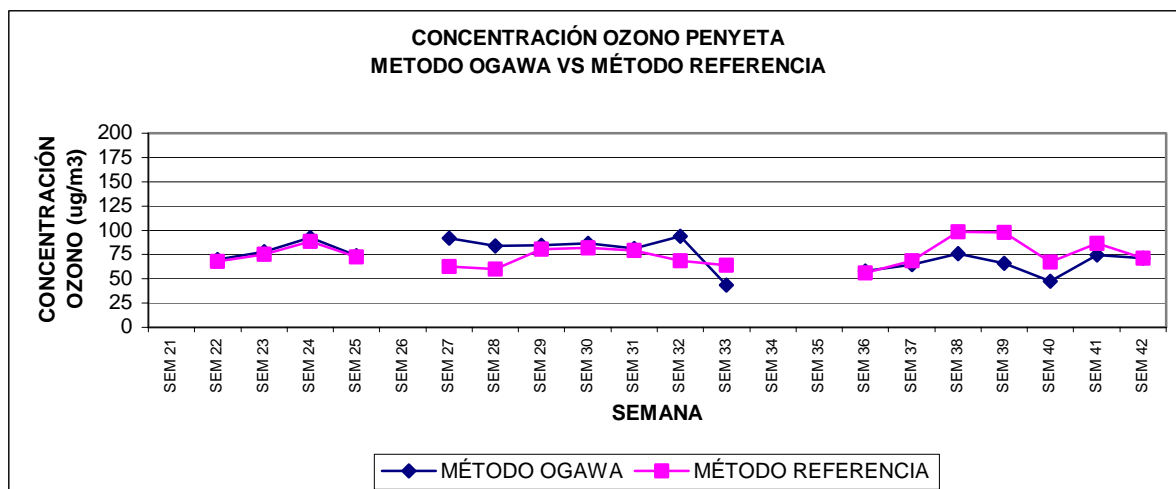


Figura 8.16. Variación de la concentración medida con el Método Pasivo Ogawa y de Referencia: Penyeta

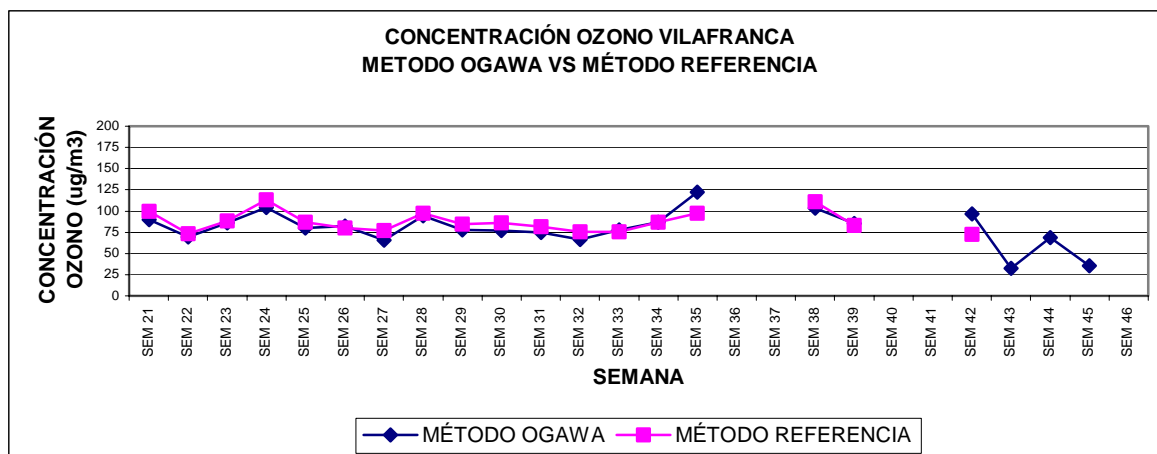


Figura 8.17. Variación de la concentración medida con el Método Pasivo Ogawa y de Referencia: Vilafranca

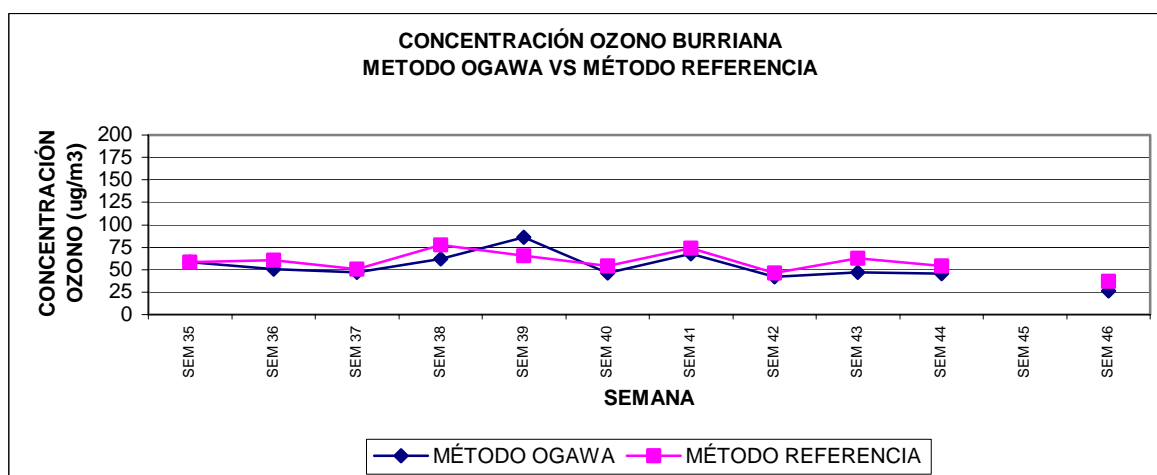


Figura 8.18. Variación de la concentración medida con el Método Pasivo Ogawa y de Referencia: Burriana

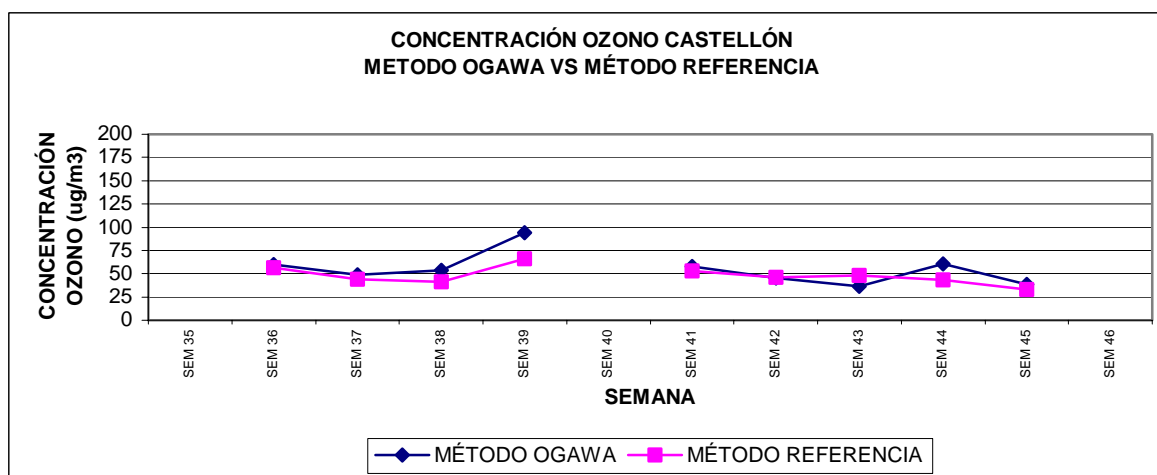


Figura 8.19. Variación de la concentración medida con el Método Pasivo Ogawa y de Referencia: Castellón

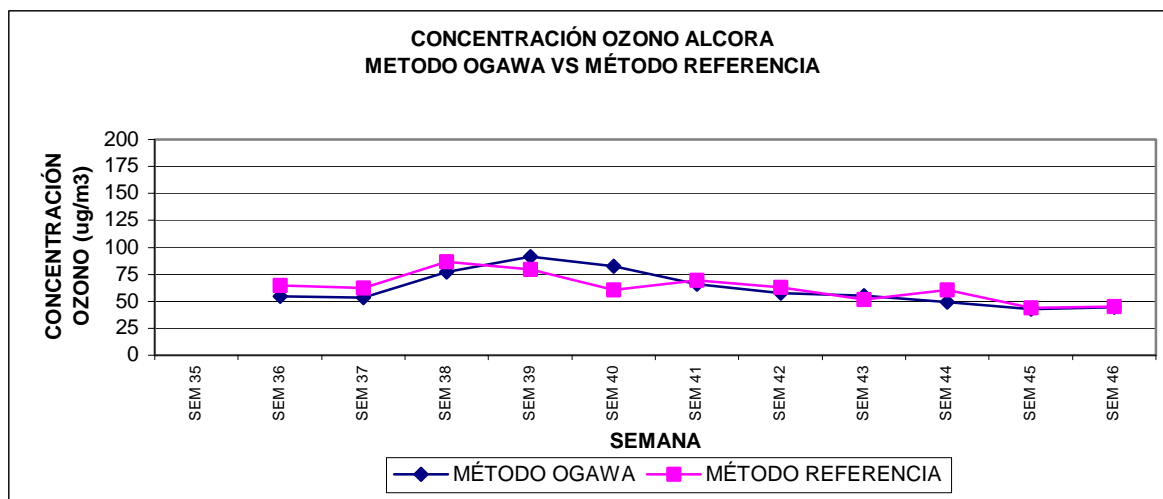


Figura 8.20. Variación de la concentración medida con el Método Pasivo Ogawa y de Referencia: Alcora

De la observación de las Figura 8.14 a Figura 8.20 se aprecia en todas ellas los datos de concentración medidos con el método Ogawa son prácticamente coincidentes con los datos de concentración medidos con el método de referencia (analizador de ozono por fotometría UV).

#### 8.1.1.4.1.2. Comparación de resultados en estaciones de contraste

En el punto 8.1.1.4.1.1 se ha comparado los resultados obtenidos en aquellas estaciones de referencia que se han utilizado para realizar el cálculo del coeficiente de captación efectivo. Con el fin de estudiar el comportamiento de los captadores pasivos en otros puntos diferentes a los puntos de referencia, se han definido unas estaciones de contraste en las cuales también existen analizadores automáticos de referencia propiedad de la Generalitat Valenciana, pero cuyos datos no han sido utilizados para el estudio del coeficiente de captación efectivo.

Estas estaciones de contraste son Onda en todas las campañas de muestreo, Peñeta en las campañas de muestreo de Verano 2001 e Invierno 2002 y Castellón en todas las campañas de muestreo, excepto en la última.

Para realizar la comparación entre el método de referencia y el método de medición pasivo Ogawa se han representado los datos obtenidos con los captadores pasivos Ogawa con los coeficientes de captación calculados según el Método 1 (valores promedios de estaciones de referencia) junto con los datos medidos en las estaciones de contraste. Dichos resultados se presentan en la Tabla 8.45.

Tabla 8.45. Valores medidos en estaciones de contraste. Método Ogawa y Método Referencia

PERIODO MUESTREO	CONCENTRACIÓN DE OZONO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )					
	ONDA OGAWA	ONDA REFERENCIA	CASTELLÓN OGAWA	CASTELLÓN REFERENCIA	PENYETA OGAWA	PENYETA REFERENCIA
6	35	68	46	63	47	62
7	63	81	57	57	57	67
8	59	91	66	60	72	91
9	40	85	38	62	42	67
10	37	68	48	67	43	63
11	52	75	60	70	70	79
12	47	83	33	72	42	62
13	56	89	63	55	66	85
14	67	71	58	61	75	70
15	47	68	59	63	59	65
16	42	66	35	71	48	67
17	25	56	13	21	-	53
18	37	62	25	30	40	62
19	48	61	-	29	51	55
20	70	68	-	39	84	60
21	77	85	81	65		
22	54	72	61	64		
23	68	86	58	67		
24	84	100	71	70		
25	74	82	57	73		
26	58	66	51	56		
27	51	64	48	52		
28	64	78	61	47		
29	61	80	62	55		
30	73	81	62	53		
31	69	79	60	57		
32	56	72	62	57		
33	55	64	44	42		
34	61	83	45	55		
36	46	71				
37	-	83				
38	83	107				
39	71	93				
40	46	74				
41	65	84				
42	39	62				
43	42	69				
44	39	87				
45	40	55				
46	28	68				

(gris) No se considera estación de contraste

(-) No se dispone de dato

Para observar si los niveles medidos por ambos métodos siguen las mismas tendencias y dan valores análogos se han representado los valores de ozono medidos por ambos métodos en las estaciones de contraste en la Figura 8.21 a Figura 8.23

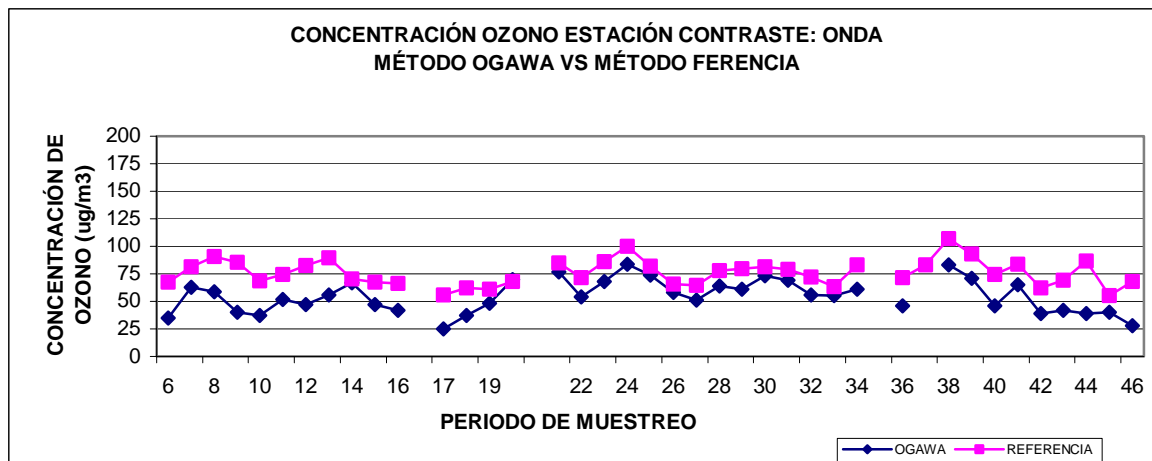


Figura 8.21. Variación de la concentración medida con el Método Pasivo Ogawa y de Referencia: Onda

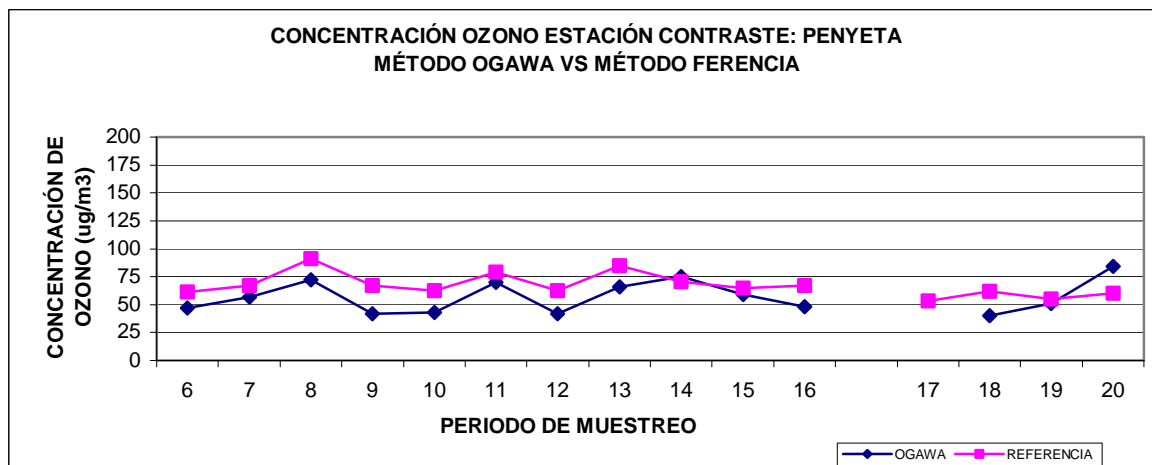


Figura 8.22. Variación de la concentración medida con el Método Pasivo Ogawa y de Referencia: Penyeta

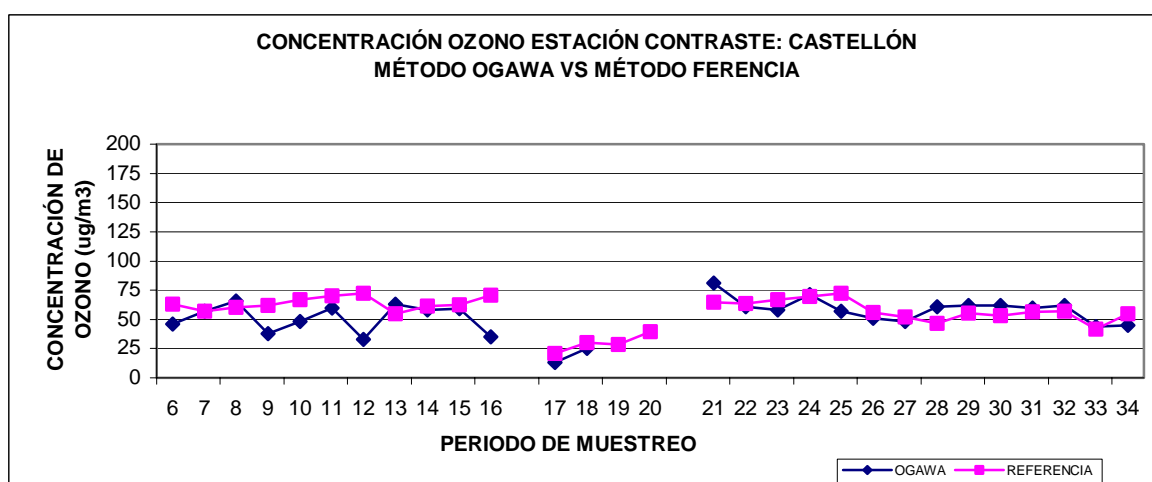


Figura 8.23. Variación de la concentración medida con el Método Pasivo Ogawa y de Referencia: Castellón

Observamos que en las estaciones de contraste los niveles de ozono medidos con el método pasivo Ogawa también siguen las mismas tendencias que los valores registrados con el

analizador de referencia. En general, el método Ogawa suele dar resultados ligeramente inferiores a los niveles medidos con el método de referencia.

#### 8.1.1.4.2. Correlación entre ambos métodos

Para comparar la bondad de los datos medidos mediante el método Ogawa se ha realizado una correlación de las concentraciones medidas con dicho método con los valores de concentración medidos con el método de referencia.

##### 8.1.1.4.2.1. *Comparación de resultados en estaciones de referencia*

En las Figura 8.24 y Figura 8.25 se representan las rectas de correlación obtenidas para el conjunto de todos los datos (Verano 2001, 2002, 2003 e invierno 2002) y en cada estación de referencia, así como las rectas obtenidas en cada campaña de muestreo.

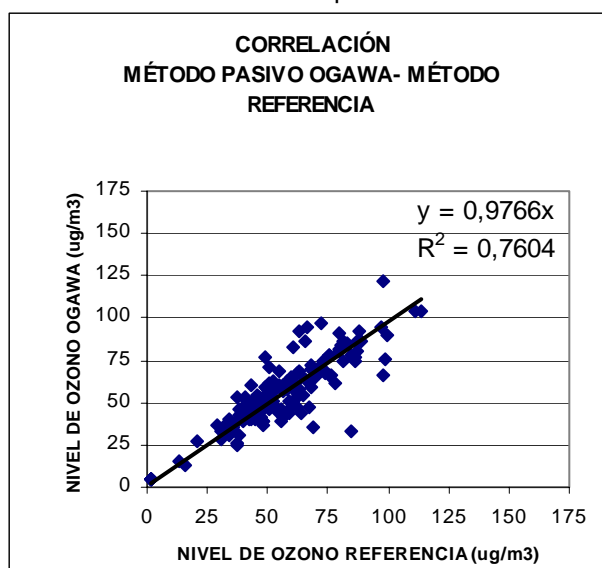
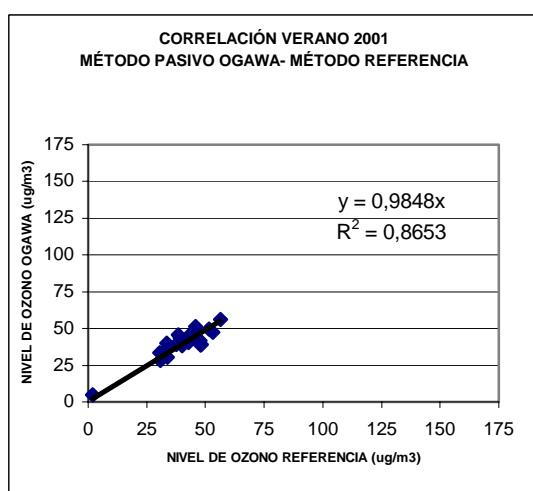
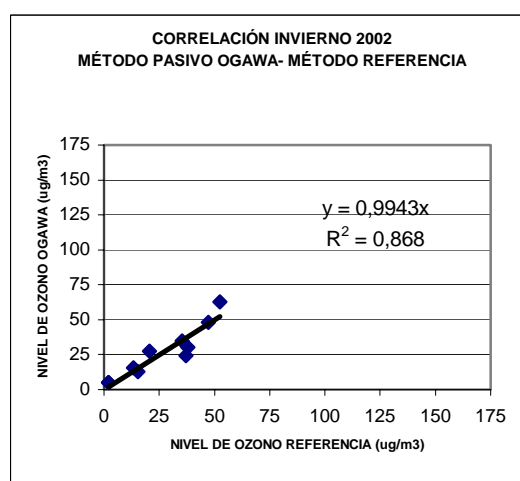


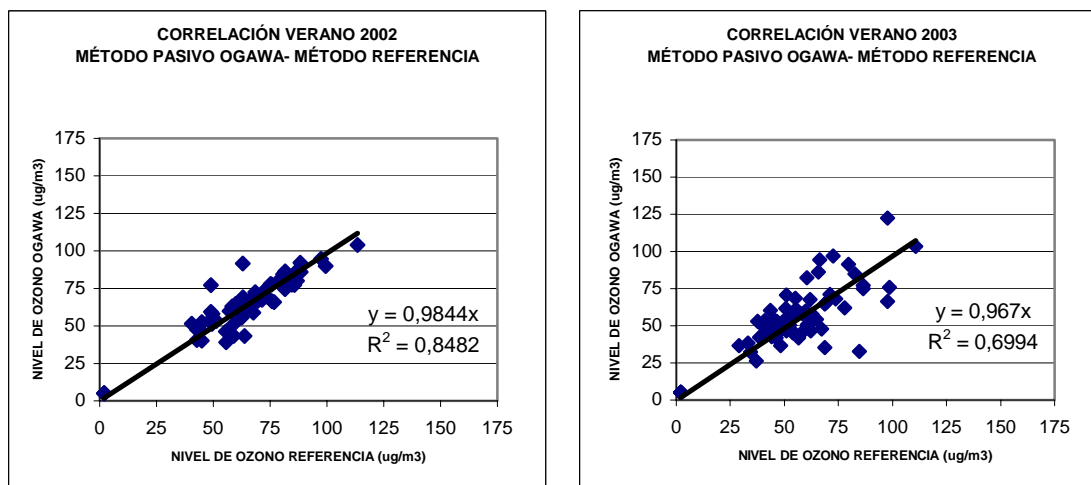
Figura 8.24. Comparación concentraciones obtenidas método pasivo Ogawa y método de referencia. Todas las campañas (Verano 2001-2002-2003 e invierno 2002)



a) Verano 2001



b) Invierno 2002



c) Verano 2002

d) Verano 2003

Figura 8.25. Comparación concentraciones obtenidas método pasivo Ogawa y método de referencia. Verano 2001

8.1.1.4.2.2. Comparación de resultados en estaciones de contraste

En las Figura 8.26 y Figura 8.27 se representan las rectas de correlación obtenidas para el conjunto de todos los datos (Verano 2001, 2002, 2003 e invierno 2002) y en cada estación de referencia, así como las rectas obtenidas en cada campaña de muestreo.

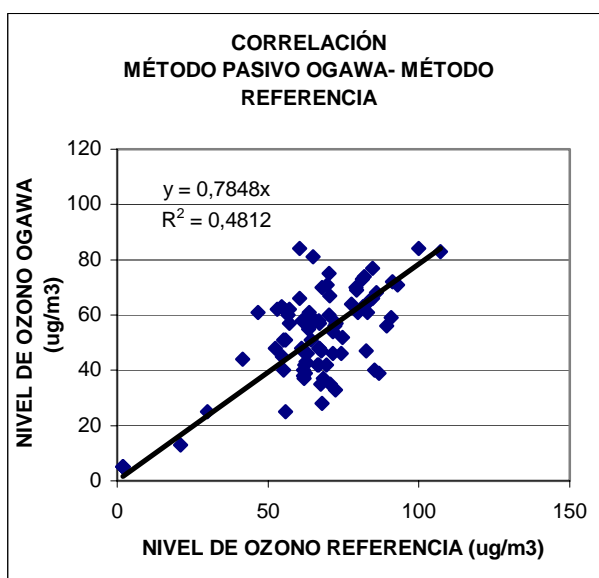


Figura 8.26. Comparación concentraciones obtenidas en estaciones de contraste. Método pasivo Ogawa y método de referencia. Todas las campañas (Verano 2001-2002-2003 e invierno 2002)

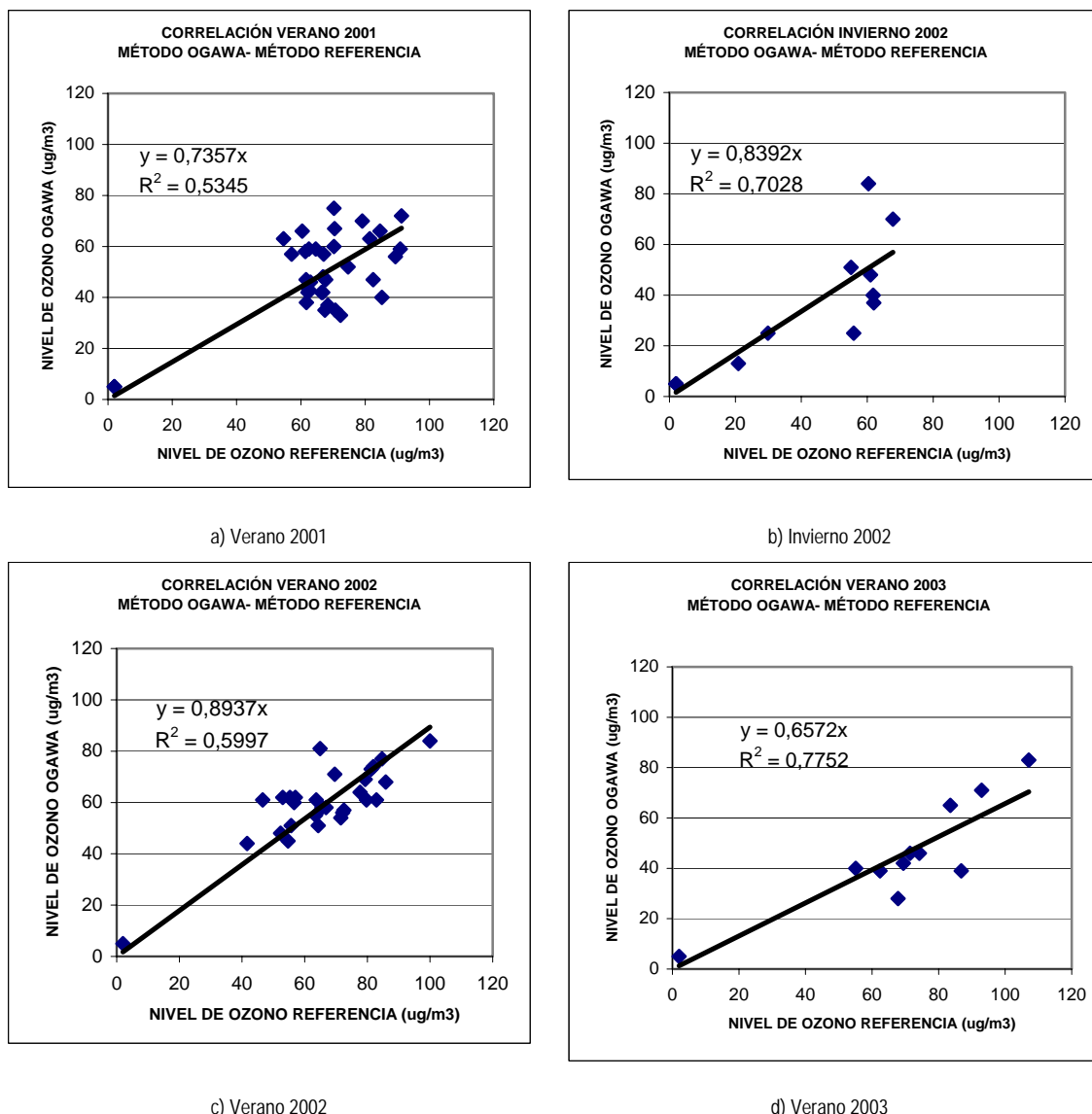


Figura 8.27. Comparación concentraciones obtenidas en estaciones de contraste. Método pasivo Ogawa y método de referencia. Campañas individuales

8.1.1.4.2.3. Resumen de resultados

A continuación se presenta resumidas todas las rectas de correlación entre las concentraciones obtenidas mediante el método pasivo Ogawa y el método de referencia a lo largo de las distintas campañas de muestreo tanto en las estaciones de referencia como en las estaciones de contraste.

Tabla 8.46. Resumen de rectas de correlación. Estaciones de referencia. Método Ogawa

CAMPAÑA	RECTA CORRELACIÓN	R <sup>2</sup>	ERROR ESTIMACIÓN (µg/m <sup>3</sup> )	Significativo (p<)
TODAS	$C_{Ogawa} = 0,9766^* C_{ref}$	0,7604	10,4	0,000
VERANO 2001	$C_{Ogawa} = 0,9848^* C_{ref}$	0,8653	4,4	0,000
INVIERNO 2002	$C_{Ogawa} = 0,9943^* C_{ref}$	0,8680	7,4	0,000
VERANO 2002	$C_{Ogawa} = 0,9844^* C_{ref}$	0,8482	8,5	0,000
VERANO 2003	$C_{Ogawa} = 0,9670^* C_{ref}$	0,6994	12,6	0,000

donde,



donde,

$C_{ogawa}$  = concentración ozono medida con método pasivo Ogawa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

$C_{ref}$  = concentración ozono medida con método Referencia ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

**Tabla 8.47. Resumen de rectas de correlación. Estaciones de contraste. Método Ogawa**

CAMPAÑA	RECTA CORRELACIÓN	R <sup>2</sup>	ERROR ESTIMACIÓN ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Significativo (p<)
TODAS	$C_{Ogawa} = 0,7848^* C_{ref}$	0,4812	12,5	0,000
VERANO 2001	$C_{Ogawa} = 0,7357^* C_{ref}$	0,4345	11,7	0,000
INVIERNO 2002	$C_{Ogawa} = 0,9392^* C_{ref}$	0,7028	14,9	0,001
VERANO 2002	$C_{Ogawa} = 0,8937^* C_{ref}$	0,5997	8,3	0,000
VERANO 2003	$C_{Ogawa} = 0,6572^* C_{ref}$	0,7752	10,6	0,000

donde,

$C_{ogawa}$  = concentración ozono medida con método pasivo Ogawa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

$C_{ref}$  = concentración ozono medida con método Referencia ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Analizando la Tabla 8.46 y Tabla 8.47 y las Figura 8.24 a Figura 8.27 se observa que la recta de correlación obtenida con los datos recogidos en todas las campañas presenta un coeficiente de determinación de 0,78 en el caso de las estaciones de referencia y un valor de 0,48 en el caso de las estaciones de contraste. En ambos casos la correlación es significativamente positiva con una probabilidad  $p < 0,000$  y unos errores asociados a estimación de  $10,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en el caso de las estaciones de referencia y de  $12,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en las estaciones de contraste.

Atendiendo al valor de la pendiente, se aprecia que el método Ogawa siempre da valores inferiores al método de referencia. En el caso de los niveles registrados en las estaciones de referencia, ambos valores son muy similares, puesto que la pendiente es de 0,98. Sin embargo, en el caso de las estaciones de contraste la pendiente de la recta es de 0,78 en el caso global y presenta valores tan bajos como 0,65 en la campaña de verano 2003. Esto implica que en las estaciones de contraste se infravaloren los niveles de ozono medido con el captador pasivo Ogawa.

De la observación de las Figura 8.14 a Figura 8.23 donde se representan los valores obtenidos mediante el método pasivo Ogawa y el método de referencia, así como de la información extraída de las Figura 8.24 a Figura 8.27, donde se representa la correlación entre ambos métodos, se puede concluir que los resultados obtenidos por ambos métodos son comparables entre si, siguen generalmente las mismas tendencias, el error asociado a la medida con los sistemas pasivos es de  $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$  respecto al método de referencia y los valores medidos con el método Ogawa son generalmente inferiores a los valores medidos con el método de referencia.

## 8.1.2. MÉTODO DE MEDIDA DE OZONO RADIELLO

### 8.1.2.1. Validación de la técnica de análisis

Se pretende validar la conveniencia de usar la espectrofotometría UV para la determinación de las concentraciones de 4-piridilaldehído a las condiciones de trabajo.

#### 8.1.2.1.1. Capacidad de la técnica analítica

Se preparan disoluciones de 4-piridilaldehído con tres concentraciones diferentes equivalentes a la cantidad de 4-piridilaldehído que se obtendría para concentraciones ambientales de ozono aproximadas de 280  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 140  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , considerando el coeficiente de captación promedio de 35  $\text{cm}^3/\text{min}$  calculado en el trabajo de investigación realizado para obtener la suficiencia investigadora (Delgado Saborit, 2003), una semana de muestreo y un volumen de extracción de 5 ml de agua destilada. Se realizan cuatro réplicas para cada concentración.

Se realiza un calibrado del espectrofotómetro UV con patrones de 4-piridilaldehído equivalentes a una masa de ozono de 1,22  $\mu\text{g}$ , 2,44  $\mu\text{g}$ , 6,09  $\mu\text{g}$ , 12,19  $\mu\text{g}$  y 24,38  $\mu\text{g}$ , obteniéndose la siguiente recta de calibrado:

$$M_{O_3} = 9,7542 * (A) + 0,3842$$

$$R^2 = 0,9985$$

Donde  $M_{O_3}$  es la masa de ozono correspondiente a la cantidad de 4-piridilaldehído medida en el espectrofotómetro UV,  $A$  es la absorción medida en el espectrofotómetro UV y  $R^2$  es el coeficiente de determinación de la recta.

Los valores de masa equivalente de ozono de las muestras impregnadas de 4-piridilaldehído obtenidos con el espectrofotómetro UV se muestran en la Tabla 8.48.

Tabla 8.48. Resultados de la capacidad de la técnica analítica. Método Radiello

Conc. ozono equivalente ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Masa Ozono equivalente impregnada ( $\mu\text{g}$ )	Masa Ozono equivalente medida ( $\mu\text{g}$ )	Masa Ozono equivalente promedio ( $\mu\text{g}$ )	Número muestras	Desviación Estándar SD	Coficiente de Variación CV (%)
16,5	5,9	3,63	3,56	4	0,07	2,1
		3,54				
		3,48				
		3,62				
49,7	17,6	8,32	8,42	4	0,26	3,1
		8,32				
		8,80				
		8,23				
99,5	35,1	15,34	15,72	4	0,78	4,6
		16,78				
		15,48				
		15,29				
TOTAL				16	0,68	3,2

De la Tabla 8.48 se deduce que el error cometido promedio es del 3,2%.

#### 8.1.2.1.2. Intervalo de trabajo

La capacidad de cuantificación de la técnica analítica se examina dibujando una curva concentración – respuesta utilizando patrones que cubran el intervalo de masa de ozono equivalente de interés (1,1 a 24,4  $\mu\text{g}$  de ozono).

Para ello, con el espectrofotómetro UV calibrado, se analizan patrones con concentraciones crecientes. El límite máximo de trabajo se determina localizando el primer patrón cuya medida se desvíe más de un 10% de la concentración nominal. Una vez localizado dicho patrón, el límite máximo de trabajo se sitúa en el patrón de concentración mayor inmediatamente inferior al patrón que presenta más del 10% de desviación de acuerdo con lo descrito en el Protocolo de Evaluación de Métodos Inorgánicos (OSHA).

Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 8.49.

**Tabla 8.49. Cálculo del límite superior de trabajo. Método Radiello**

Masa equivalente de ozono patrón ( $\mu\text{g}$ )	Masa equivalente de ozono medida ( $\mu\text{g}$ )	Desviación (%)
1,11	1,69	-36,28
2,03	2,47	-13,24
6,10	5,75	7,96
12,19	11,80	3,86
24,38	24,61	-1,15

El límite de trabajo inferior se obtiene en el apartado 8.1.2.1.3 Límites de detección analíticos. De la Tabla 8.49 se deduce que el intervalo de trabajo de concentraciones en las cuales trabajamos se debe limitar a masa equivalente de ozono superiores a 6,10 $\mu\text{g}$ .

#### 8.1.2.1.3. Límites de detección analíticos

El Límite de Detección Cualitativo se define como la masa de analito que produce una señal tres veces superior a la desviación estándar de la medida de la señal del blanco. El Límite de Detección Cuantitativo se define como la masa de analito que produce una señal diez veces superior a la desviación estándar de la medida de la señal del blanco.

Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 8.50

**Tabla 8.50. Cálculo de los límites de detección analíticos. Método Radiello**

Número de análisis	Masa equivalente de ozono Blanco ( $\mu\text{g/ml}$ )	Desviación Estándar SD
1	0,59	0,014
2	0,58	
3	0,60	
4	0,58	

Teniendo en cuenta los datos de la Desviación Estándar obtenida se obtiene un Límite de Detección Cualitativo de 0,04  $\mu\text{g}$  y un Límite de Detección Cuantitativo de 0,10  $\mu\text{g}$ . Sin embargo, al analizar el intervalo de trabajo observamos cómo el límite inferior de trabajo (6,10 $\mu\text{g}$ ) es superior al Límite de Detección Cuantitativo. Por lo tanto 6,10  $\mu\text{g}$  será el límite inferior de trabajo.

#### 8.1.2.1.4. Sensibilidad

La sensibilidad del método es la pendiente de la recta de calibrado concentración – respuesta. La sensibilidad de la recta de calibrado del espectrofotómetro UV para medir la masa de ozono equivalente al 4-piridilaldehído es de 9,8524  $\mu\text{g/abs}$ . El coeficiente de determinación es de 0,9979.

### 8.1.2.2. Validación del método de medida en el laboratorio

#### 8.1.2.2.1. Factor de recuperación del analito de los filtros

El factor de recuperación mide la capacidad de recuperar un analito del filtro. La eficiencia de recuperación viene dada por el cociente entre la cantidad de analito recuperado del filtro y la cantidad de analito depositado en el filtro. El factor de recuperación del analito debe ser como mínimo 75% o superior (Kennedy et al., 1995). En la Tabla 8.51 se presentan los valores del factor de recuperación obtenidos.

Tabla 8.51. Factor de recuperación del analito de los filtros. Método Radiello

Conc. ozono equivalente (µg/m³)	Masa Ozono equivalente impregnada (µg)	Masa Ozono equivalente medida (µg)	Masa Ozono equivalente promedio (µg)	Factor de recuperación (%)
16,5	5,9	3,45	3,39	71,3
		3,36		
		3,30		
		3,44		
49,7	17,6	8,27	7,59	57,7
		8,27		
		5,68		
		8,17		
99,5	35,1	15,46	15,85	51,8
		16,93		
		15,60		
		15,41		
TOTAL				60,3

El factor de recuperación promedio es de 60 % ± 10%, lo que significa que un 30% ±10% de la cantidad de 4-piridilaldehído que ha reaccionado no se recupera del filtro. Este factor de recuperación no cumple con el límite establecido del 75%, siendo mayor la recuperación producida a menores concentraciones. Representando las concentraciones equivalentes de ozono frente al factor de recuperación se aprecia que se ajusta a una curva logarítmica decreciente tal y como muestra la Figura 8.28.

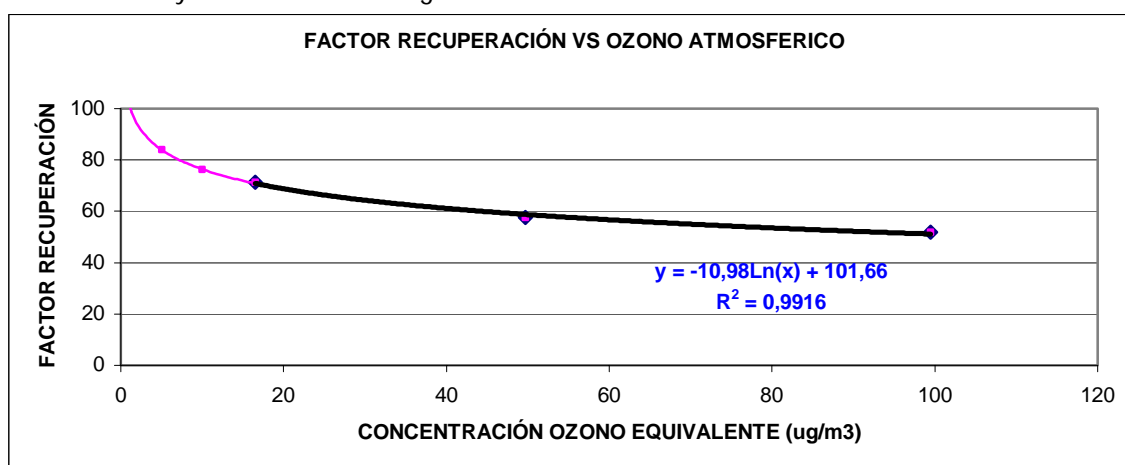


Figura 8.28. Factor de recuperación vs concentración de ozono equivalente

8.1.2.2.2. Estabilidad de almacenamiento del analito en los filtros

La estabilidad de almacenamiento del analito en los filtros es la capacidad de recuperar el analito tras un periodo de tiempo bajo unas determinadas condiciones ambientales (Kennedy et al., 1995). Para analizar la estabilidad del analito con la concentración se impregnan 20 filtros para cada uno de los tres niveles de concentración escogidos. Estos filtros se analizan los días 0 - 1- 7 - 14 - 30 desde que se han impregnado los filtros. Los filtros, desde que se impregnan hasta que se miden, se almacenan en un lugar seco, oscuro y refrigerado. Los resultados de la estabilidad de los filtros se muestran en la Tabla 8.52.

Tabla 8.52. Estabilidad de almacenamiento del analito en los filtros. Método Radiello

Conc. ozono equivalente ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Masa Ozono equivalente impregnada ( $\mu\text{g}$ )	Masa Ozono equivalente medida ( $\mu\text{g}$ )									
		Medida DÍA 0	Promed DÍA 0	Medida DÍA 1	Promed DÍA 1	Medida DÍA 7	Promed DÍA 7	Medida DÍA 14	Promed DÍA 14	Medida DÍA 30	Promed DÍA 30
16,5	5,9	3,45	3,39	4,07	3,92	4,00	3,98	3,95	4,15	3,50	3,64
		3,36		3,70		3,98		4,33		3,61	
		3,30		3,72		3,58		4,04		3,66	
		3,44		4,20		4,34		4,29		3,77	
49,7	17,6	8,27	7,59	10,30	9,78	8,79	8,95	11,12	10,42	8,41	8,85
		8,27		9,64		8,82		10,10		8,93	
		5,68		9,22		9,32		9,55		9,01	
		8,17		9,97		8,87		10,91		9,05	
99,5	35,1	15,46	15,85	19,16	18,50	17,40	17,44	16,85	18,35	14,62	15,83
		16,93		17,57		17,35		19,87		15,66	
		15,60		18,21		17,34		17,93		16,27	
		15,41		19,06		17,68		18,76		16,79	

Para comprobar si afecta el tiempo de almacenamiento del analito en la solución extraída se aplica un análisis de la varianza ANOVA de un factor, obteniéndose los siguientes resultados.

Tabla 8.53. ANOVA un factor a la estabilidad del analito en el filtro en el almacenamiento

## ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
con15	Inter-grupos	1,465	4	,366	8,637	,001
	Intra-grupos	,636	15	,042		
	Total	2,101	19			
con50	Inter-grupos	18,195	4	4,549	8,990	,001
	Intra-grupos	7,590	15	,506		
	Total	25,784	19			
con100	Inter-grupos	27,051	4	6,763	9,338	,001
	Intra-grupos	10,863	15	,724		
	Total	37,914	19			

La F teórica (4,16) para los tres casos es 3,515, la cual es siempre inferior a las F experimentales. Esto indica que el almacenamiento afecta a la estabilidad del analito en los filtros. Este resultado también se aprecia gráficamente en la Figura 8.29 se muestra la evolución de la estabilidad del analito en el almacenamiento calculado.

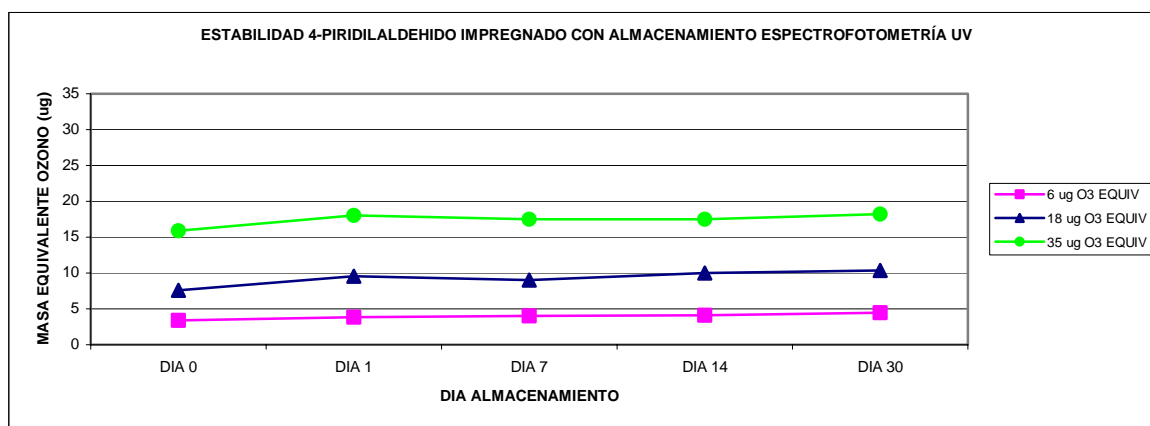


Figura 8.29. Evolución de la estabilidad del analito en el almacenamiento

En la Figura 8.29 se observa que la concentración de los filtros analizados después del día 0 es ligeramente superior a la concentración medida en el propio día en el que se impregnaron los filtros. Tras el día 1, las concentraciones se mantienen aceptablemente estables, pero significativamente diferentes al día 0.

#### 8.1.2.2.3. Estabilidad de las soluciones extraídas

La estabilidad de las soluciones extraídas es la capacidad de mantener el analito tras un periodo de tiempo bajo unas determinadas condiciones ambientales en la solución de extracción. Los resultados de la estabilidad de los filtros se muestran en la Tabla 8.54.

Tabla 8.54. Estabilidad del analito en la solución extraída. Método Radiello

Conc. ozono equivalente (µg/m³)	Masa Ozono equivalente impregnada (µg)	Masa Ozono equivalente medida (µg)					
		Medida DÍA 0	Promedio DÍA 0	Medida DÍA 1	Promedio DÍA 1	Medida DÍA 7	Promedio DÍA 7
16,5	5,9	4,16	4,17	3,30	3,16	2,42	2,43
		4,33		3,26		2,48	
		4,13		3,10		2,51	
		4,07		3,00		2,33	
49,7	17,6	10,57	10,13	9,02	8,54	6,85	7,39
		9,63		8,02		7,80	
		9,54		8,02		8,04	
		10,76		9,10		6,86	
99,5	35,1	19,61	18,18	16,93	15,60	13,03	13,61
		17,62		15,03		14,68	
		17,28		14,79		13,81	
		18,20		15,66		12,93	

Para comprobar si afecta el tiempo de almacenamiento del analito en la solución extraída se aplica un análisis de la varianza ANOVA de un factor, obteniéndose los siguientes resultados.

Tabla 8.55. ANOVA un factor a la estabilidad del analito en el filtro en el almacenamiento

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
CONC15	Inter-grupos	6,089	2	3,045	238,530	,000
	Intra-grupos	,115	9	,013		
	Total	6,204	11			
CONC50	Inter-grupos	15,113	2	7,556	19,790	,001
	Intra-grupos	3,436	9	,382		
	Total	18,549	11			
CONC100	Inter-grupos	41,907	2	20,953	23,853	,000
	Intra-grupos	7,906	9	,878		
	Total	49,813	11			

La F teórica (2,9) para los tres casos es 4,256, la cual es siempre inferior a las F experimentales. Esto indica que el almacenamiento sí afecta en todos los casos a la estabilidad del analito en el extracto durante los 7 días estudiados. Este resultado también se aprecia gráficamente en Figura 8.30 se muestra la evolución de la estabilidad del analito en la solución extraída.

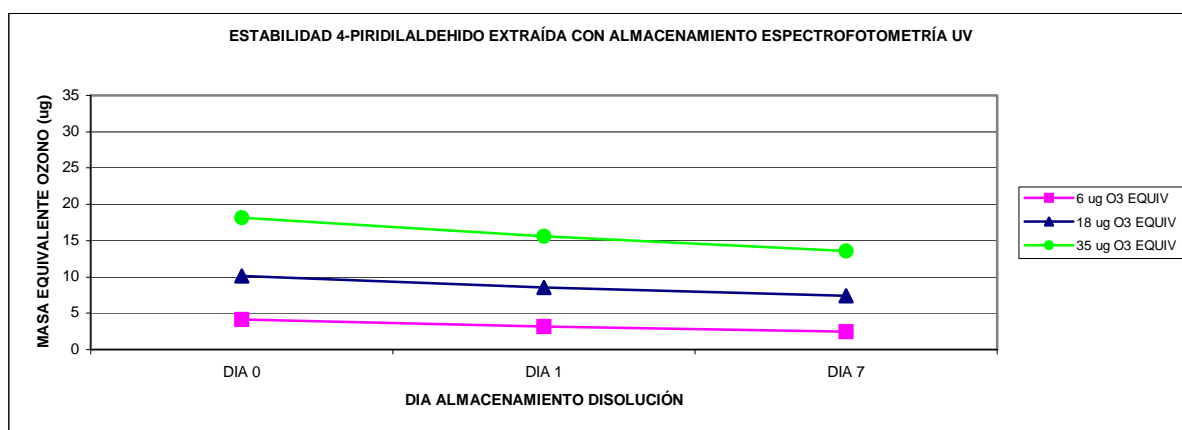


Figura 8.30. Evolución de la estabilidad del analito en el almacenamiento.

En la Figura 8.30 se aprecia claramente cómo la masa de ozono equivalente disminuye conforme la disolución extraída se envejece. En la Figura 8.31 se muestra la correlación entre las masas obtenidas de solución extraídas el día 0 y las extraídas los días 1 y 7.

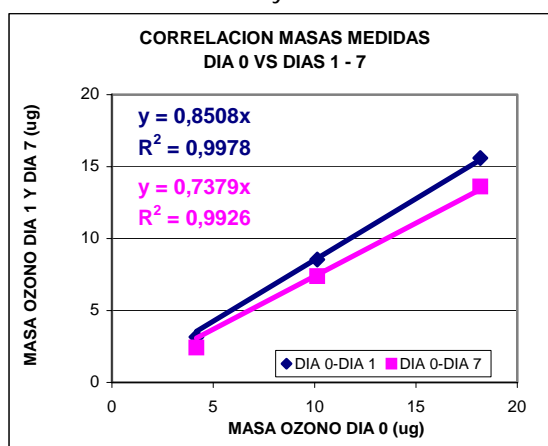


Figura 8.31. Correlación masas de ozono equivalente medidas el Día 0 con las soluciones envejecidas 1 y 7 días.

Observando la Figura 8.31 se aprecia que las rectas de correlación obtenidas tienen ambas un alto coeficiente de determinación. También se observa que tras 1 día de almacenamiento de la disolución extraída la señal medida es el 85% de la señal inicial (Día 0), siendo un 74% inferior tras una semana de almacenamiento.

#### 8.1.2.2.4. Estabilidad del filtro previo al muestreo

El análisis de blancos de laboratorio puede dar una información de si el medio de muestreo contribuye con artefactos o desviaciones al resultado del análisis. Para evitar el posible efecto se procede a analizar un blanco de laboratorio en cada campaña de muestreo. El valor del blanco se sustraerá de la lectura analítica del lote de muestras correspondientes a dicho lote de análisis. El valor de los blancos de laboratorio debe estar dentro de los márgenes de error experimental.

La evolución de los blancos de laboratorio a lo largo de las distintas campañas se muestra en la Figura 8.32.

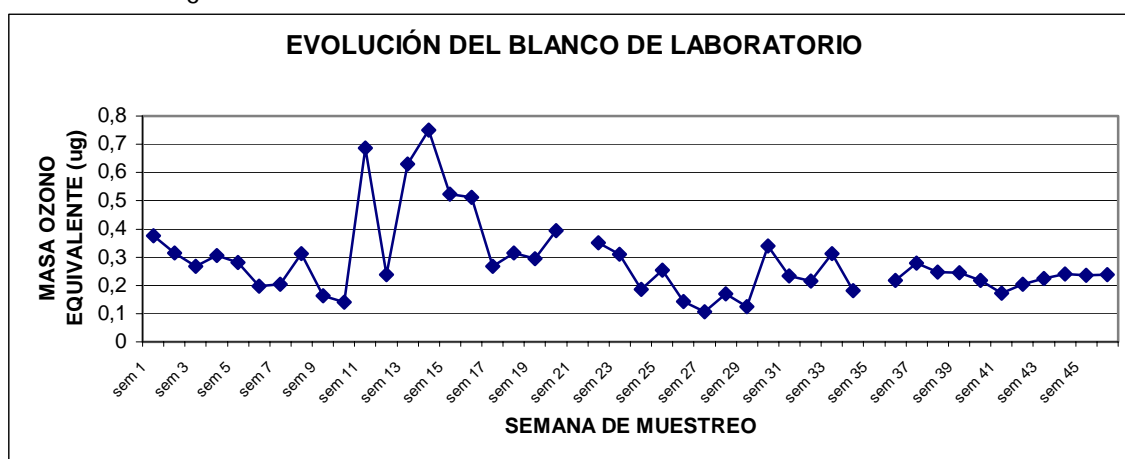


Figura 8.32. Evolución de la concentración de 4-piridilaldehído de los blancos de laboratorio

El promedio de los blancos de laboratorio es de  $0,31\mu\text{g}$  de ozono equivalente, con una desviación estándar de los blancos de  $0,15\mu\text{g}$  de ozono equivalente. También se aprecia como los blancos se mantienen aproximadamente estables excepto las semanas 12 a 16 en las cuales la masa de ozono equivalente de los blancos asciende hasta casi el doble.

#### 8.1.2.2.5. Desviación, precisión y exactitud

##### 8.1.2.2.5.1. *Desviación*

Para el estudio de la desviación del método de determinación de 4-piridilaldehído se analizan cuatro réplicas de patrones a distintas concentraciones de 4-piridilaldehído equivalentes a distintas masas de ozono. En la Tabla 8.56 se muestran los resultados de precisión obtenidos con el espectrofotómetro UV.



**Tabla 8.56. Desviación de la espectrofotometría UV. Método Radiello O3**

Conc. Ozono equivalente ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Masa Ozono equivalente impregnada ( $\mu\text{g}$ )	Masa Ozono equivalente medida ( $\mu\text{g}$ )	Masa Ozono equivalente medida Promedio ( $\mu\text{g}/\text{ml}$ )	DESVIACIÓN Er (%)
16,5	5,9	4,16	4,17	-28,72
		4,33		
		4,13		
		4,07		
49,7	17,6	10,57	10,13	-42,28
		9,63		
		9,54		
		10,76		
99,5	35,1	19,61	18,18	-48,21
		17,62		
		17,28		
		18,20		

El error promedio cometido es del  $40\% \pm 10\%$ . Se aprecia que el error cometido es muy elevado. Esto es consecuencia a que el factor de recuperación es muy bajo, del 60% aproximadamente, lo cual hace que exista mucha diferencia entre la masa patrón y la masa analizada.

#### 8.1.2.2.5.2. Precisión

Para el estudio de la precisión del método de determinación de masa equivalente de ozono por espectrofotometría UV-Visible se analizan cuatro réplicas de patrones de 4-piridilaldehído equivalentes a distintas masas de ozono. En la Tabla 8.57. se muestran los resultados de precisión obtenidos con el espectrofotómetro UV.

**Tabla 8.57. Precisión de la espectrofotómetro UV. Método Radiello O3**

Conc. Ozono equivalente ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Masa Ozono equivalente impregnada ( $\mu\text{g}$ )	Masa Ozono equivalente medida ( $\mu\text{g}$ )	Masa Ozono equivalente medida Promedio ( $\mu\text{g}/\text{ml}$ )	PRECISIÓN DSR (%)
16,5	5,9	4,16	4,17	2,67
		4,33		
		4,13		
		4,07		
49,7	17,6	10,57	10,13	6,21
		9,63		
		9,54		
		10,76		
99,5	35,1	19,61	18,18	5,65
		17,62		
		17,28		
		18,20		

La precisión promedio es  $5\% \pm 2\%$ . Se aprecia que el valor de precisión es mejor a bajas concentraciones.

#### 8.1.2.2.5.3. Exactitud

Para el estudio de la exactitud del método de determinación de 4-piridilaldehído equivalentes a distintas masas de ozono por espectrofotometría de UV-Visible se analizan cuatro

réplicas de patrones a distintas concentraciones. En la Tabla 8.58. se muestran los resultados de exactitud obtenidos con el espectrofotómetro UV.

**Tabla 8.58. Exactitud de la espectrofotometría UV. Método Radiello O3**

Conc. Ozono equivalente ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Masa Ozono equivalente impregnada ( $\mu\text{g}$ )	EXACTITUD (%)
16,5	5,9	32,5
49,7	17,6	49,5
99,5	35,1	54,1

La exactitud promedio es  $45\% \pm 11\%$ . El resultado tan elevado es debido a que como ya se ha indicado el factor de recuperación es bajo por lo que existe mucha diferencia entre las masas de ozono equivalente impregnadas en los filtros y las medidas en el espectrofotómetro UV.

### 8.1.2.3. Validación del método de medida en campo

Para validar el método Radiello para medir ozono en campo se van a estudiar tres aspectos importantes:

- selectividad del método
- coeficiente de captación
- desviación, precisión y exactitud.

#### 8.1.2.3.1. Selectividad

La selectividad de la reacción del ozono con el 4,4-dipiridiletieno es buena para las condiciones ambientales en las cuales se ha realizado el estudio. De acuerdo con los investigadores que desarrollaron el captador pasivo, no se espera ninguna interferencia con óxidos de nitrógeno ni con compuestos orgánicos (Bernard et al., 1999; R&P-Co, 2001). Además, las partículas en suspensión no pueden difundir a través del tubo cilíndrico difusor (R&P-Co, 2001) por lo que tampoco éstas interfieren en el método de medida Radiello.

#### 8.1.2.3.2. Determinación del coeficiente de captación

En los estudios de campo, el coeficiente de captación de los captadores pasivos depende de algunos parámetros meteorológicos, tales como la velocidad del viento, la temperatura, la humedad relativa (Brown, 2000; Tang and Lau, 2000) y los niveles de radiación (Krupa and Legge, 2000). A su vez, el coeficiente de captación también se ve influenciado por la variación en la concentración del contaminante que se está midiendo (Zhou and Smith, 1997) y por la interferencia con otros contaminantes existentes en la zona de estudio (Krupa and Legge, 2000). Por lo tanto, el coeficiente de captación teórico  $S_{teor}$  puede ser ligeramente diferente del coeficiente de captación efectivo aplicable al estudio,  $S_{efec}$ . Para conocer el coeficiente de captación efectivo del captador pasivo Radiello, se ha realizado una calibración del mismo, colocándolos cada periodo de muestreo junto a un analizador de referencia por fotometría de UV propiedad de la Conselleria de Medio Ambiente de la Generalitat Valenciana. El número de emplazamientos ha ido incrementándose a lo largo de las distintas campañas de muestreo tal y como refleja la siguiente tabla.

Tabla 8.59. Distribución de las estaciones de referencia en las distintas campañas de muestreo

ESTACIÓN	VERANO 2001	INVIERNO 2002	VERANO 2002	VERANO 2003
ERMITA	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
GRAO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
PENYETA			SÍ	SÍ
VILAFRANCA			SÍ	SÍ
BURRIANA				SÍ
CASTELLÓN				SÍ
ALCORA				SÍ

En cada periodo de muestreo, se calcula el coeficiente de captación individual,  $S_{indiv}$ , en cada estación de referencia conforme a la siguiente ecuación:

$$(8.9) \quad S_{indiv} = \frac{M_{O_3}}{C_{O_3-Ref} * t} 10^6$$

donde  $S_{indiv}$  (cm<sup>3</sup>/min) es el coeficiente de captación individual,  $M_{O_3}$  (µg) es la masa de ozono equivalente a la concentración de 4-piridilaldehído medida en el espectrofotómetro UV,  $C_{O_3-Ref}$  (µg/m<sup>3</sup>) es la concentración de referencia obtenida en el analizador por espectrofotometría UV y  $t$  (min) es el tiempo que el captador pasivo ha estado expuesto en el punto de muestreo.

Los datos correspondientes al coeficiente de captación individual  $S_{indiv}$  (cm<sup>3</sup>/min) calculados para las diferentes campañas y las diferentes estaciones de referencia se muestran en las Tabla 8.60 a Tabla 8.66. Los valores de masa de ozono son el promedio de las dos medidas realizadas en el mismo punto.

Tabla 8.60. Cálculo de coeficientes de captación individuales: Ermita. Método Radiello O<sub>3</sub>.

Semana	Periodo de muestreo	Masa de ozono (µg)	Concentración real Conselleria (µg/m <sup>3</sup> )	Tiempo muestreado (min)	S individual (cm <sup>3</sup> /min)
CAMPAÑA ESTIVAL 2001					
1	23/05/01 al 30/05/01	DESAPARECIDO			
2	30/05/01 al 06/06/01	15,44	58,55	10083	26,2
3	20/06/01 al 26/06/01	12,03	56,49	10078	21,1
4	26/06/01 al 03/07/01	15,34	55,95	10110	27,1
5	03/07/01 al 11/07/01	19,03	55,95	11589	29,3
6	11/07/01 al 17/07/01	11,86	40,14	8600	34,4
7	17/07/01 al 24/07/01	15,10	45,54	10079	32,9
8	24/07/01 al 01/08/01	17,67	47,63	11543	32,1
9	01/08/01 al 07/08/01	11,98	33,76	8602	41,3
10	07/08/01 al 14/08/01	20,22	48,26	10085	41,6
11	14/08/01 al 20/08/01	13,57	42,84	9300	34,1
12	20/08/01 al 27/08/01	14,42	30,94	10109	46,1
13	27/08/01 al 03/09/01	16,69	56,29	10034	29,6
14	03/09/01 al 10/09/01	14,81	39,37	10013	37,6
15	10/09/01 al 19/09/01	17,08	39,52	12442	34,7
16	19/09/01 al 01/10/01	19,46	33,66	17855	32,4
CAMPAÑA INVERNAL 2002					
17	12/02/02 al 19/02/02	6,26	15,5	10099	40,0
18	19/02/02 al 26/02/02	8,70	37,2	10041	23,3
19	26/02/02 al 09/03/02	15,93	35,3	16061	28,1
20	09/03/02 al 23/03/02	NO SE COLOCA			

## 8.- PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Tabla 8.60. Cont.

Semana	Periodo de muestreo	Masa de ozono ( $\mu\text{g}$ )	Concentración real Consellería ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Tiempo muestreado (min)	S individual ( $\text{cm}^3/\text{min}$ )
CAMPAÑA ESTIVAL 2002					
21	21/06/02 al 02/07/02	NO HAY DATOS DE REFERENCIA			
22	02/07/02 al 09/07/02	12,53	51,3	10120	24,2
23	09/07/02 al 16/07/02	12,52	57,1	10080	21,8
24	16/07/02 al 23/07/02	14,97	58,3	10068	25,5
25	23/07/02 al 30/07/02	12,82	49,6	10072	25,7
26	30/07/02 al 06/08/02	10,61	40,5	10157	25,8
27	06/08/02 al 13/08/02	10,97	42,7	9988	25,7
28	13/08/02 al 20/08/02	12,80	42,8	10109	29,6
29	20/08/02 al 27/08/02	11,62	48,9	10081	23,6
30	27/08/02 al 03/09/02	12,39	44,9	10058	13,7
31	03/09/02 al 10/09/02	11,84	48,9	10152	23,8
32	10/09/02 al 17/09/02	14,28	48,9	10081	28,4
33	17/09/02 al 23/09/02	8,55	44,9	10058	26,6
34	23/09/02 al 30/10/02	12,35	48,9	10152	28,1
CAMPAÑA ESTIVAL 2003					
35	09/06/03 al 23/06/03	NO SE COLOCA			
36	23/07/03 al 29/07/03	14,60	29,0	8495	59,2
37	29/07/03 al 05/08/03	17,26	40,7	10035	42,3
38	05/08/03 al 12/08/03	20,98	52,7	10170	39,2
39	12/08/03 al 17/08/03	16,98	56,6	7463	40,2
40	17/08/03 al 26/08/03	24,23	41,4	12667	46,2
41	26/08/03 al 02/09/03	17,13	51,7	10045	33,0
42	02/09/03 al 09/09/03	15,90	52,4	10145	29,9
43	09/09/03 al 17/09/03	22,46	51,0	11535	38,2
44	17/09/03 al 23/09/03	16,72	45,4	9055	40,7
45	23/09/03 al 29/09/03	13,61	34,3	9645	41,1
46	29/09/03 al 06/10/03	12,87	37,6	8795	38,9

Tabla 8.61. Cálculo de coeficientes de captación individuales: Grao. Método Radiello O<sub>3</sub>.

Semana	Periodo de muestreo	Masa de ozono ( $\mu\text{g}$ )	Concentración real Consellería ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Tiempo muestreado (min)	S individual ( $\text{cm}^3/\text{min}$ )
CAMPAÑA ESTIVAL 2001					
1	23/05/01 al 30/05/01	15,23	46,61	10090	32,4
2	30/05/01 al 06/06/01	20,46	47,13	10084	43,0
3	20/06/01 al 26/06/01	15,91	46,61	10071	33,9
4	26/06/01 al 03/07/01	16,64	44,39	10100	37,1
5	03/07/01 al 11/07/01	20,67	48,39	11585	36,9
6	11/07/01 al 17/07/01	13,35	37,66	8640	41,0
7	17/07/01 al 24/07/01	15,22	43,08	10447	33,8
8	24/07/01 al 01/08/01	22,61	45,84	11182	44,1
9	01/08/01 al 07/08/01	16,82	30,43	9290	59,5
10	07/08/01 al 14/08/01	23,00	38,55	10095	59,1
11	14/08/01 al 20/08/01	17,65	45,88	9320	41,3
12	20/08/01 al 27/08/01	14,73	32,90	10105	44,3
13	27/08/01 al 03/09/01	18,74	69,88	10040	26,7

## 8.- PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Tabla 8.61. Cont.

Semana	Periodo de muestreo	Masa de ozono ( $\mu\text{g}$ )	Concentración real Consellería ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Tiempo muestreado (min)	S individual ( $\text{cm}^3/\text{min}$ )
14	03/09/01 al 10/09/01	15,85	53,20	10010	29,7
15	10/09/01 al 19/09/01	16,47	51,62	12440	25,6
16	19/09/01 al 01/10/01	21,51	48,09	17855	25,1
CAMPAÑA INVERNAL 2002					
17	12/02/02 al 19/02/02	7,68	13,43	10087	56,7
18	19/02/02 al 26/02/02	10,46	20,49	10041	50,9
19	26/02/02 al 09/03/02	14,09	47,34	16033	18,6
20	09/03/02 al 23/03/02	NO SE COLOCA			
CAMPAÑA ESTIVAL 2002					
21	21/06/02 al 02/07/02	NO HAY DATOS ANALIZADOR AUTOMÁTICO			
22	02/07/02 al 09/07/02	13,66	65,5	10110	20,6
23	09/07/02 al 16/07/02	15,45	71,4	10051	21,5
24	16/07/02 al 23/07/02	17,25	69,5	10089	24,6
25	23/07/02 al 30/07/02	13,52	62,5	10060	21,5
26	30/07/02 al 06/08/02	9,23	55,6	10165	16,3
27	06/08/02 al 13/08/02	12,86	59,0	9975	21,9
28	13/08/02 al 20/08/02	13,59	55,5	10018	24,5
29	20/08/02 al 27/08/02	12,78	62,5	10092	20,3
30	27/08/02 al 03/09/02	12,25	58,9	10095	20,6
31	03/09/02 al 10/09/02	12,23	61,3	10115	19,7
32	10/09/02 al 17/09/02	13,85	67,6	10032	10,2
33	17/09/02 al 23/09/02	9,98	49,4	9238	21,9
34	23/09/02 al 30/10/02	12,74	44,1	19298	28,1
CAMPAÑA ESTIVAL 2003					
35	09/06/03 al 23/06/03	NO SE COLOCA			
36	23/07/03 al 29/07/03	15,36	41,4	8485	43,7
37	29/07/03 al 05/08/03	19,04	33,1	10080	57,0
38	05/08/03 al 12/08/03	20,01	46,6	10120	42,4
39	12/08/03 al 17/08/03	16,52	59,4	7475	37,2
40	17/08/03 al 26/08/03	24,77	48,0	12670	40,7
41	26/08/03 al 02/09/03	19,68	62,0	10035	31,6
42	02/09/03 al 09/09/03	19,52	50,7	10145	38,0
43	09/09/03 al 17/09/03	25,25	54,8	11550	39,9
44	17/09/03 al 23/09/03	14,76	49,1	9045	33,2
45	23/09/03 al 29/09/03	14,59	38,4	9645	39,4

Tabla 8.62. Cálculo de coeficientes de captación individuales: Penyeta. Método Radiello O<sub>3</sub>.

Semana	Periodo de muestreo	Masa de ozono (µg)	Concentración real Conselleria (µg/m <sup>3</sup> )	Tiempo muestreado (min)	S individual (cm <sup>3</sup> /min)
CAMPAÑA ESTIVAL 2002					
21	21/06/02 al 02/07/02	NO HAY DATOS ANALIZADOR AUTOMÁTICO			
22	02/07/02 al 09/07/02	15,35	67,97	10105	22,4
23	09/07/02 al 16/07/02	16,09	75,61	10129	21,0
24	16/07/02 al 23/07/02	21,63	88,36	9970	24,6
25	23/07/02 al 30/07/02	19,09	72,95	10080	26,0
26	30/07/02 al 06/08/02	15,30	60,75	10203	24,7
27	06/08/02 al 13/08/02	16,14	62,97	9942	25,8
28	13/08/02 al 20/08/02	17,45	59,84	10190	28,6
29	20/08/02 al 27/08/02	19,27	80,70	10035	23,8
30	27/08/02 al 03/09/02	19,47	81,57	10060	23,7
31	03/09/02 al 10/09/02	17,66	79,46	10110	22,0
32	10/09/02 al 17/09/02	17,23	68,37	10045	25,1
33	17/09/02 al 23/09/02	13,58	63,67	10542	20,2
34	23/09/02 al 30/10/02	18,36	84,03	19298	22,9
CAMPAÑA ESTIVAL 2003					
35	09/06/03 al 23/06/03	NO HAY DATOS ANALIZADOR AUTOMÁTICO			
36	23/07/03 al 29/07/03	20,67	56,3	8480	43,3
37	29/07/03 al 05/08/03	24,29	68,8	10035	35,2
38	05/08/03 al 12/08/03	28,79	98,6	10160	28,7
39	12/08/03 al 17/08/03	DESAPARECIDO			
40	17/08/03 al 26/08/03	28,03	67,1	11530	36,2
41	26/08/03 al 02/09/03	27,28	86,6	10020	31,4
42	02/09/03 al 09/09/03	19,67	71,1	10175	27,2

Tabla 8.63. Cálculo de coeficientes de captación individuales: Vilafranca. Método Radiello O<sub>3</sub>.

Semana	Periodo de muestreo	Masa de ozono (µg)	Concentración real Conselleria (µg/m <sup>3</sup> )	Tiempo muestreado (min)	S individual (cm <sup>3</sup> /min)
CAMPAÑA ESTIVAL 2002					
21	21/06/02 al 02/07/02	NO SE COLOCA			
22	02/07/02 al 09/07/02	12,46	73,2	9588	17,8
23	09/07/02 al 16/07/02	15,88	88,5	10067	17,8
24	16/07/02 al 23/07/02	23,61	113,5	10088	20,6
25	23/07/02 al 30/07/02	15,69	86,9	8913	20,3
26	30/07/02 al 06/08/02	7,26	79,9	11662	7,8
27	06/08/02 al 13/08/02	15,25	76,7	9635	20,6
28	13/08/02 al 20/08/02	21,29	97,4	10088	21,7
29	20/08/02 al 27/08/02	8,56	84,5	10022	10,1
30	27/08/02 al 03/09/02	15,74	85,7	10120	18,2
31	03/09/02 al 10/09/02	14,92	81,5	10055	18,2
32	10/09/02 al 17/09/02	9,82	75,8	10155	12,8
33	17/09/02 al 23/09/02	13,32	75,7	8877	19,8
34	23/09/02 al 30/10/02	21,52	86,8	20095	22,1
CAMPAÑA ESTIVAL 2003					
35	09/06/03 al 23/06/03	25,96	97,58	5555	32,9
36	23/07/03 al 29/07/03	NO HAY DATO ESTACIÓN REFERENCIA			
37	29/07/03 al 05/08/03	NO HAY DATO ESTACIÓN REFERENCIA			

Tabla 8.63. Cont.

Semana	Periodo de muestreo	Masa de ozono ( $\mu\text{g}$ )	Concentración real Conselleria ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Tiempo muestreado (min)	S individual ( $\text{cm}^3/\text{min}$ )
38	05/08/03 al 12/08/03	29,15	110,82	10080	26,1
39	12/08/03 al 17/08/03	26,37	82,75	10070	31,6
40	17/08/03 al 26/08/03	32,09	84,63	20110	18,9
41	26/08/03 al 02/09/03	NO HAY DATO ESTACIÓN REFERENCIA			
42	02/09/03 al 09/09/03	26,08	72,50	11805	30,5
43	09/09/03 al 17/09/03	29,50	84,61	12855	27,1
44	17/09/03 al 23/09/03	15,88	54,99	10095	28,6
45	23/09/03 al 29/09/03	20,65	68,82	8615	34,8
46	29/09/03 al 06/10/03	NO HAY DATO ESTACIÓN REFERENCIA			

Tabla 8.64. Cálculo de coeficientes de captación individuales: Burriana. Método Radiello O<sub>3</sub>.

Semana	Periodo de muestreo	Masa de ozono ( $\mu\text{g}$ )	Concentración real Conselleria ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Tiempo muestreado (min)	S individual ( $\text{cm}^3/\text{min}$ )
CAMPAÑA ESTIVAL 2003					
35	09/06/03 al 23/06/03	NO SE COLOCA			
36	23/07/03 al 29/07/03	17,60	60,7	8650	33,5
37	29/07/03 al 05/08/03	14,32	50,8	8640	32,6
38	05/08/03 al 12/08/03	25,79	77,9	11955	27,7
39	12/08/03 al 17/08/03	14,81	65,6	6938	32,6
40	17/08/03 al 26/08/03	21,78	53,8	12697	31,9
41	26/08/03 al 02/09/03	27,63	73,7	12960	28,9
42	02/09/03 al 09/09/03	8,69	46,3	5362	35,0
43	09/09/03 al 17/09/03	25,32	62,3	11948	34,0
44	17/09/03 al 23/09/03	25,33	53,8	14385	32,7
45	23/09/03 al 29/09/03	23,47	42,20	12975	42,9
46	29/09/03 al 06/10/03	13,74	37,0	19910	18,6

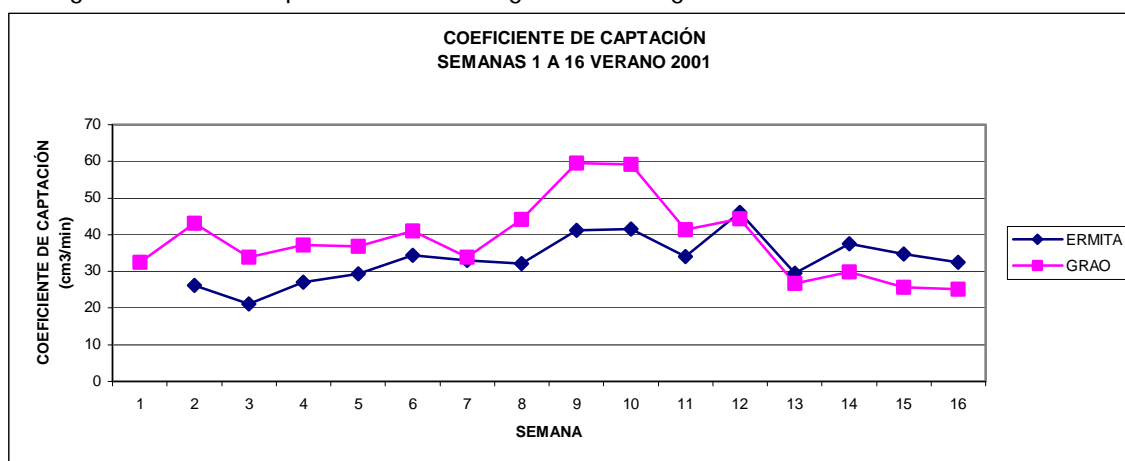
Tabla 8.65. Cálculo de coeficientes de captación individuales: Castellón. Método Radiello O<sub>3</sub>.

Semana	Periodo de muestreo	Masa de ozono ( $\mu\text{g}$ )	Concentración real Conselleria ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Tiempo muestreado (min)	S individual ( $\text{cm}^3/\text{min}$ )
CAMPAÑA ESTIVAL 2003					
35	09/06/03 al 23/06/03	NO SE COLOCA			
36	23/07/03 al 29/07/03	18,54	56,4	9355	35,1
37	29/07/03 al 05/08/03	18,84	44,2	10030	42,5
38	05/08/03 al 12/08/03	18,61	40,9	10180	44,7
39	12/08/03 al 17/08/03	18,40	66,2	7810	35,6
40	17/08/03 al 26/08/03	21,71	37,7	12320	46,8
41	26/08/03 al 02/09/03	20,90	53,1	10045	39,2
42	02/09/03 al 09/09/03	18,34	46,0	10110	39,5
43	09/09/03 al 17/09/03	21,24	48,3	11535	38,1
44	17/09/03 al 23/09/03	16,97	43,5	9310	41,9
45	23/09/03 al 29/09/03	13,22	33,2	9420	42,2
46	29/09/03 al 06/10/03	11,96	30,0	8650	46,1

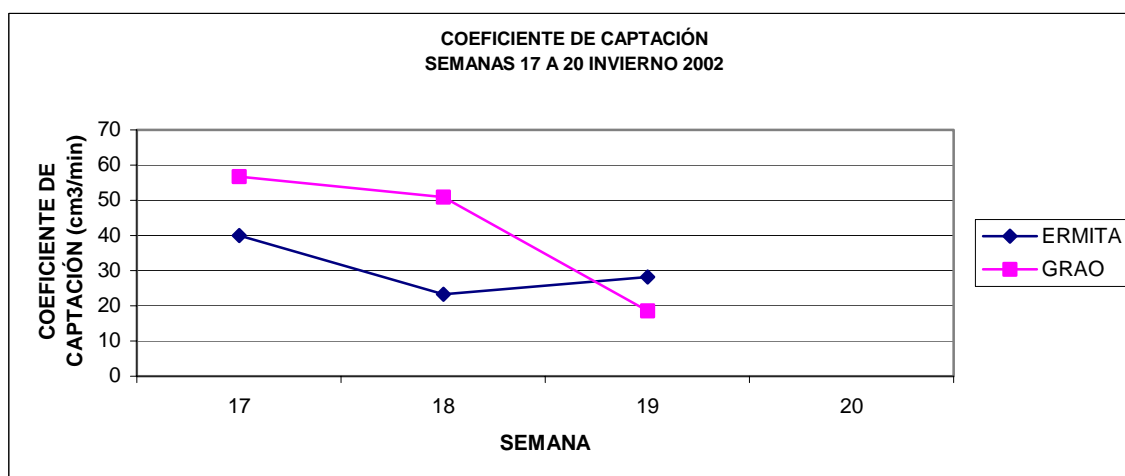
**Tabla 8.66. Cálculo de coeficientes de captación individuales: Alcora. Método Radiello O<sub>3</sub>.**

Semana	Periodo de muestreo	Masa de ozono (µg)	Concentración real Consellería (µg/m <sup>3</sup> )	Tiempo muestreado (min)	S individual (cm <sup>3</sup> /min)
CAMPAÑA ESTIVAL 2003					
35	09/06/03 al 23/06/03	NO SE COLOCA			
36	23/07/03 al 29/07/03	21,35	64,8	9807	33,6
37	29/07/03 al 05/08/03	18,87	62,5	8288	36,4
38	05/08/03 al 12/08/03	29,13	86,4	12104	27,8
39	12/08/03 al 17/08/03	22,02	79,8	8247	33,5
40	17/08/03 al 26/08/03	19,96	60,4	8658	38,2
41	26/08/03 al 02/09/03	24,03	69,7	11227	30,7
42	02/09/03 al 09/09/03	21,61	62,8	10415	33,0
43	09/09/03 al 17/09/03	20,16	51,5	9790	40,0
44	17/09/03 al 23/09/03	28,38	60,6	11775	39,8
45	23/09/03 al 29/09/03	14,69	44,0	8385	39,8
46	29/09/03 al 06/10/03	15,20	44,9	10135	33,4

Los valores del coeficiente de captación individual en cada temporada de muestreo, así como globalmente, se representan en las Figura 8.33 a Figura 8.37.



*Figura 8.33. Variación del coeficiente de captación individual. Campaña Verano 2001.*



*Figura 8.34. Variación del coeficiente de captación individual. Campaña Invierno 2002*



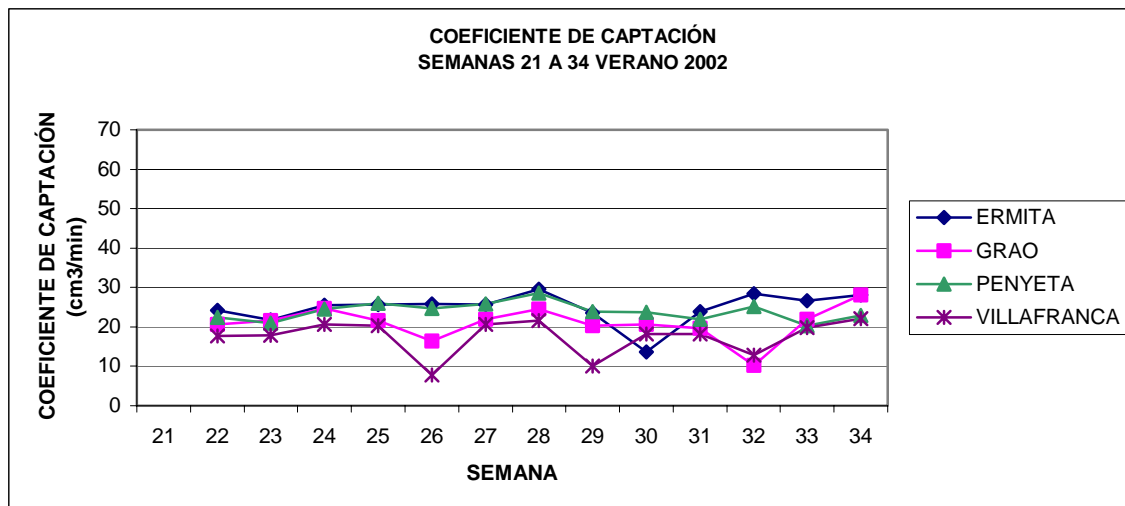


Figura 8.35. Variación del coeficiente de captación individual. Campaña Verano 2002

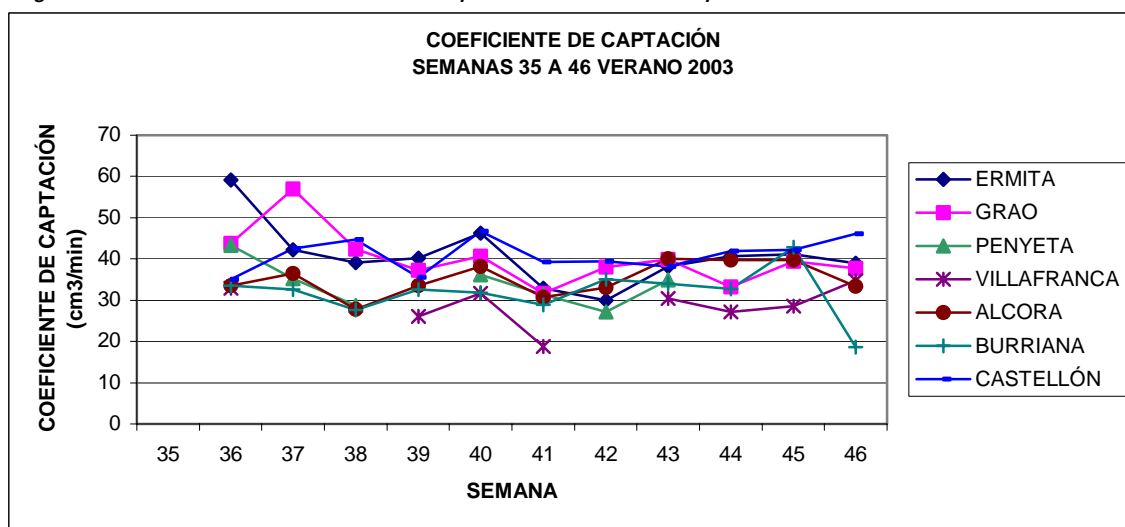


Figura 8.36. Variación del coeficiente de captación individual. Campaña Verano 2003

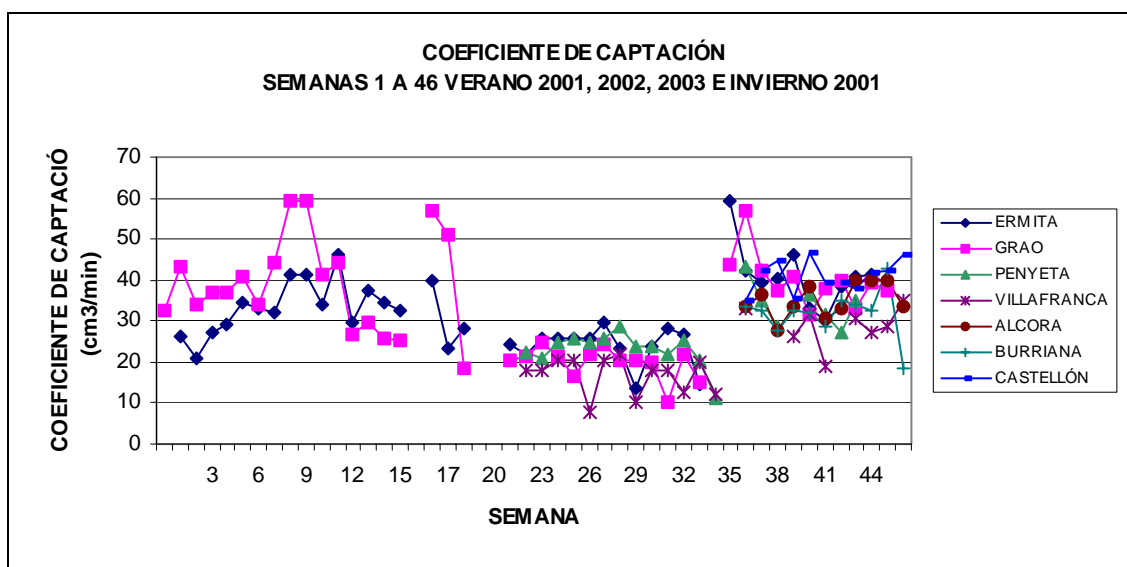


Figura 8.37. Variación del coeficiente de captación individual. Todas las campañas

De las anteriores tablas se pueden obtener los valores promedios del coeficiente de captación individual de cada una de las campañas de muestreo con sus respectivas desviaciones típicas. Los datos se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 8.67. Promedios del coeficiente de captación individual y desviación estándar.**

CAMPAÑA DE MUESTREO	PROMEDIO COEFICIENTE CAPTACIÓN INDIVIDUAL (cm <sup>3</sup> /min)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR (cm <sup>3</sup> /min)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR RELATIVA (%)
VERANO 2001	35,9	8,9	24,8
INVIERNO 2002	36,3	15,5	42,7
VERANO 2002	21,7	4,7	21,6
VERANO 2003	36,4	7,0	19,2
TODAS LAS CAMPAÑAS	31,2	10,2	32,7

El valor del coeficiente de captación teórico según el suministrador de los captadores es de 24,5 cm<sup>3</sup>/min (R&P-Co, 2002), el que es inferior al valor promedio del coeficiente de captación de todas las campañas obtenido en el presente estudio que es de 31,2 ± 10,2 cm<sup>3</sup>/min.

De la observación de las distintas gráficas anteriores donde se presentan los coeficientes de captación individuales, y conforme a lo explicado al principio de este epígrafe, se aprecia en el presente estudio que el coeficiente de captación efectivo no presenta un valor constante, variando de unas semanas a otras.

#### 8.1.2.3.2.1. Estudio de la variación del coeficiente de captación

En este apartado se va a llevar a cabo un estudio de la variación de los valores de captación individual con respecto a las distintas variables meteorológicas y niveles de contaminantes recogidos en las estaciones de referencia propiedad de la Conselleria de Medi Ambient.

##### 8.1.2.3.2.1.1. Efecto de la meteorología en el coeficiente de captación

Para estudiar el efecto de la meteorología en el coeficiente de captación se ha obtenido una matriz de correlación entre las distintas variables meteorológicas y el coeficiente de captación individual. La matriz de correlación obtenida se presenta a continuación en la Tabla 8.68.

Tabla 8.68. Matriz de correlaciones coeficiente de captación individual con variables meteorológicas.

		Correlaciones						
		Sindiv	velocida	direccio	temperat	h.relati	presion	radiacio
Sindiv	Correlación de Pearson	1	-,263**	-,163	,183*	,145	,396**	,054
	Sig. (bilateral)		,002	,069	,028	,082	,000	,538
	N	157	134	125	145	145	156	134
velocida	Correlación de Pearson	-,263**	1	,530**	-,455**	-,148	-,638**	-,177*
	Sig. (bilateral)	,002		,000	,000	,076	,000	,034
	N	134	145	136	145	145	144	145
direccio	Correlación de Pearson	-,163	,530**	1	-,440**	-,220*	-,324**	-,242**
	Sig. (bilateral)	,069	,000		,000	,010	,000	,005
	N	125	136	136	136	136	135	136
temperat	Correlación de Pearson	,183*	-,455**	-,440**	1	,208**	,536**	,492**
	Sig. (bilateral)	,028	,000	,000		,009	,000	,000
	N	145	145	136	156	156	155	145
h.relati	Correlación de Pearson	,145	-,148	-,220*	,208**	1	,266**	-,175*
	Sig. (bilateral)	,082	,076	,010	,009		,001	,035
	N	145	145	136	156	156	155	145
presion	Correlación de Pearson	,396**	-,638**	-,324**	,536**	,266**	1	,149
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000	,000	,001		,075
	N	156	144	135	155	155	167	144
radiacio	Correlación de Pearson	,054	-,177*	-,242**	,492**	-,175*	,149	1
	Sig. (bilateral)	,538	,034	,005	,000	,035	,075	
	N	134	145	136	145	145	144	145

\*\* . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

\* . La correlación es significante al nivel 0,05 (bilateral).

Donde  $S_{indiv}$  es el coeficiente de captación individual ( $\text{cm}^3/\text{min}$ ),  $velocida$  es la velocidad del viento ( $\text{m/s}$ ),  $direccio$  es la dirección del viento (grados),  $temperat$  es la temperatura ambiente ( $^{\circ}\text{C}$ ),  $h.relativ$  es la humedad relativa (%),  $presion$  es la presión atmosférica (bars) y  $radiacio$  es la radiación solar ( $\text{W/m}^2$ ).

De la observación de la matriz de correlación se puede concluir que el coeficiente de captación depende de la velocidad del viento y la presión con una significatividad bilateral del 99% de confianza y de la temperatura con una significatividad bilateral del 95% de confianza. En la Tabla 8.69 se muestran los coeficientes de correlación de Pearson, la significancia bilateral y el número de casos considerados para el análisis de la correlación entre los coeficientes de captación y las variables significativas identificadas extraídas de la anterior matriz de correlación.

Tabla 8.69. Variables correlacionadas con coeficiente de captación individual

DESCRIPTIVOS ESTADÍSTICOS	Velocidad Viento	Temperatura	Presión
Correlación de Pearson (R)	-0,263	0,183	0,396
Significatividad (bilateral)	0,002	0,028	0,000
Numero de casos	134	145	156

## 8.1.2.3.2.1.2. Efecto de los niveles de contaminantes en el coeficiente de captación

Para estudiar el efecto de los niveles de contaminantes en el coeficiente de captación se ha calculado la matriz de correlación entre los distintos niveles registrados de contaminantes medidos en las estaciones de referencia y el coeficiente de captación individual. La matriz de correlación obtenida se muestra en la Tabla 8.70. El significado de los distintos símbolos empleados en dicha matriz de correlación se indica a continuación.

**Tabla 8.70.** Matriz de correlaciones  $S_{indiv}$  con niveles de contaminantes

		Correlaciones										
		$S_{indiv}$	so2	pst	co	no	no2	nox	o3	hct	ch4	hnm
$S_{indiv}$	Correlación de Pearson	1	-,147	,363**	,210*	,371**	,396**	,426**	-,591**	-,347*	-,413*	-,299
	Sig. (bilateral)		,067	,000	,024	,000	,000	,000	,000	,038	,017	,372
	N	157	156	151	115	153	153	131	155	36	33	11
so2	Correlación de Pearson	-,147	1	-,194*	,053	,236**	,313**	,287**	,191*	-,142	-,154	,524
	Sig. (bilateral)	,067		,014	,563	,002	,000	,001	,014	,397	,378	,080
	N	156	167	161	121	164	164	141	165	38	35	12
pst	Correlación de Pearson	,363**	-,194*	1	,086	,359**	,233**	,311**	-,603**	,515**	,536**	,388
	Sig. (bilateral)	,000	,014		,357	,000	,003	,000	,000	,002	,002	,342
	N	151	161	161	116	158	158	135	159	34	31	8
co	Correlación de Pearson	,210*	,053	,086	1	,298**	,210*	,219*	-,277**	-,384*	-,365*	,465
	Sig. (bilateral)	,024	,563	,357		,001	,022	,032	,002	,017	,031	,128
	N	115	121	116	121	118	118	96	121	38	35	12
no	Correlación de Pearson	,371**	,236**	,359**	,298**	1	,772**	,928**	-,461**	-,107	-,202	,608*
	Sig. (bilateral)	,000	,002	,000	,001		,000	,000	,000	,533	,259	,036
	N	153	164	158	118	164	164	141	162	36	33	12
no2	Correlación de Pearson	,396**	,313**	,233**	,210*	,772**	1	,974**	-,304**	-,022	-,122	-,019
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,003	,022	,000		,000	,000	,901	,498	,952
	N	153	164	158	118	164	164	141	162	36	33	12
nox	Correlación de Pearson	,426**	,287**	,311**	,219*	,928**	,974**	1	-,403**	-,048	-,149	,247
	Sig. (bilateral)	,000	,001	,000	,032	,000	,000		,000	,781	,407	,439
	N	131	141	135	96	141	141	141	139	36	33	12
o3	Correlación de Pearson	-,591**	,191*	-,603**	-,277**	-,461**	-,304**	-,403**	1	,399*	,426*	-,156
	Sig. (bilateral)	,000	,014	,000	,002	,000	,000	,000		,013	,011	,628
	N	155	165	159	121	162	162	139	165	38	35	12
hct	Correlación de Pearson	-,347*	-,142	,515**	-,384*	-,107	-,022	-,048	,399*	1	,991**	,999**
	Sig. (bilateral)	,038	,397	,002	,017	,533	,901	,781	,013		,000	,000
	N	36	38	34	38	36	36	36	38	38	35	12
ch4	Correlación de Pearson	-,413*	-,154	,536**	-,365*	-,202	-,122	-,149	,426*	,991**	1	1,000**
	Sig. (bilateral)	,017	,378	,002	,031	,259	,498	,407	,011	,000		,000
	N	33	35	31	35	33	33	33	35	35	35	12
hnm	Correlación de Pearson	-,299	,524	,388	,465	,608*	-,019	,247	-,156	,999**	1,000**	1
	Sig. (bilateral)	,372	,080	,342	,128	,036	,952	,439	,628	,000	,000	
	N	11	12	8	12	12	12	12	12	12	12	12

\*\* - La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

\* - La correlación es significante al nivel 0,05 (bilateral).

Donde  $S_{indiv}$  es el coeficiente de captación individual ( $\text{cm}^3/\text{min}$ ),  $SO_2$  es el nivel de dióxido de azufre en el ambiente ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ),  $PST$  es las Partículas en suspensión Totales ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ),  $CO$  es el nivel de monóxido de carbono ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ),  $NO$  es el nivel de monóxido de nitrógeno ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ),  $NO_2$  es el nivel de dióxido de nitrógeno ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ),  $NO_x$  es el nivel de óxidos de nitrógeno ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ),  $O_3$  es el nivel de ozono ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ),  $HCT$  es el nivel de hidrocarburos totales ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ),  $CH_4$  es el nivel de metano en ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ),  $HNM$  es el nivel de hidrocarburos no metánicos ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ).

De la observación de la Tabla 8.70 se puede concluir que el coeficiente de captación individual está correlacionado con el nivel de  $CO$ , Hidrocarburos totales ( $HCT$ ) y metano con una significatividad bilateral del 95% de confianza, y con el nivel de Partículas Sólidas Totales ( $PST$ ),  $NO$ ,  $NO_2$ ,  $NO_x$  y  $O_3$  con una significatividad bilateral del 99% de confianza. En la Tabla 8.71 se muestra los coeficientes de correlación de Pearson, la significancia bilateral y el número de casos considerados para el análisis de la correlación entre los coeficientes de captación y las variables significativas identificadas extraídas de la anterior matriz de correlación.

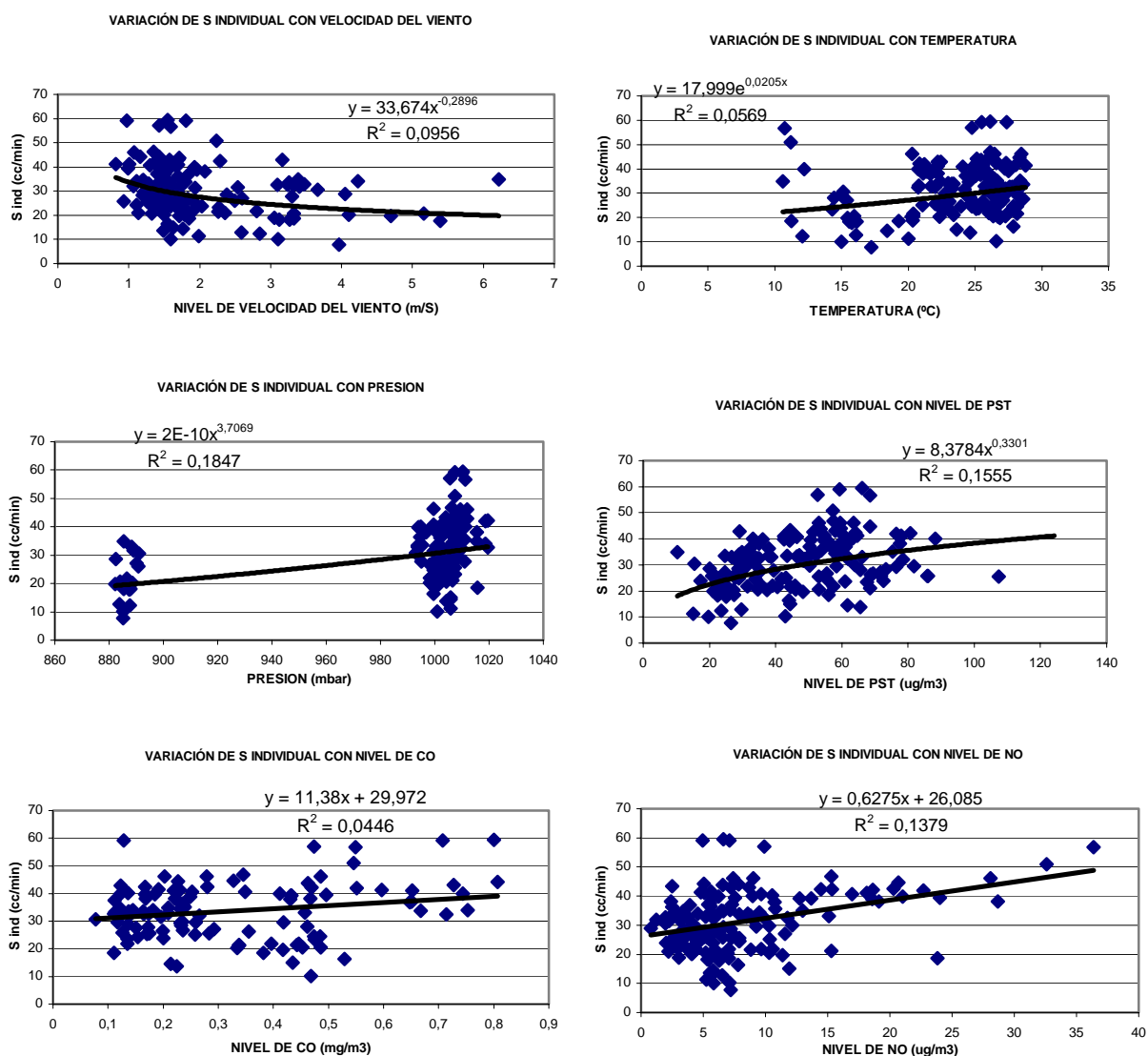
Tabla 8.71. Variables correlacionadas con coeficiente de captación individual

DESCRIPTIVOS ESTADÍSTICOS	PST	CO	NO	NO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	O <sub>3</sub>	HCT	CH <sub>4</sub>
Correlación de Pearson (R)	0,363	0,210	0,371	0,396	0,426	-0,591	-0,347	-0,413
Significatividad (bilateral)	0,000	0,024	0,000	0,000	0,000	0,000	0,038	0,017
Numero de casos	151	115	153	153	131	155	36	33

8.1.2.3.2.1.3. Estimación del modelo matemático

Teniendo en cuenta esta dependencia del coeficiente de captación con dichas variables, se pretende encontrar el modelo matemático que mejor describa la variación del coeficiente de captación.

En la Figura 8.38 se muestra la variación del coeficiente de captación con las variables con las que correlaciona.



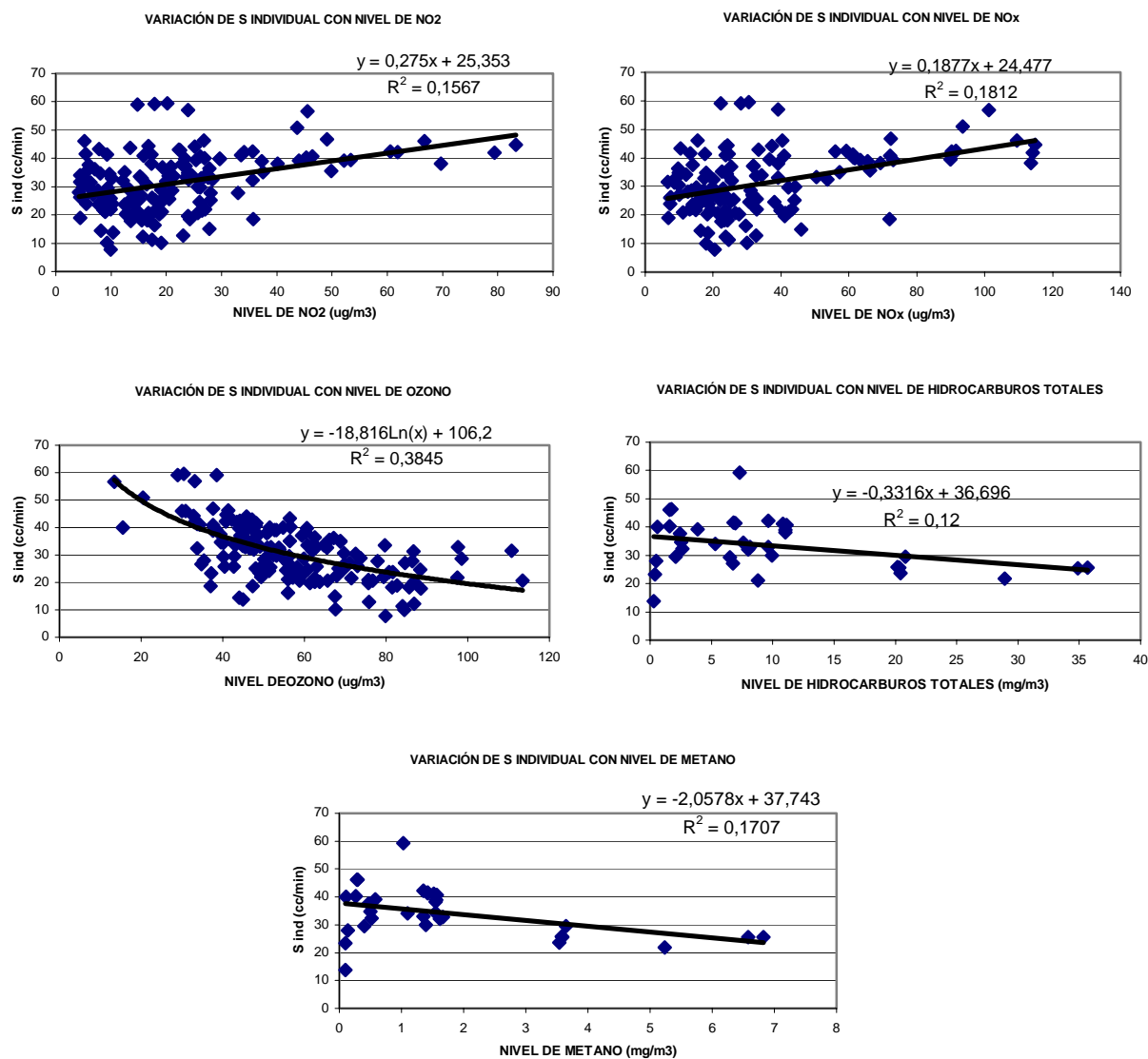


Figura 8.38. Variación del Coeficiente de captación con las variables correlacionadas

En vista de la Figura 8.38 se aprecia que algunas variables no presentan una dependencia lineal con el coeficiente de captación. Para simplificar el análisis matemático se va a linealizar dichas variables definiendo unas nuevas variables modificadas. Las variables simples, sus correspondientes variables modificadas y sus respectivos coeficientes de correlación ( $R^2$ ) se presentan en la Tabla 8.72. En dicha tabla, se muestran en celdas grises las variables que se van a considerar para realizar el análisis matemático teniendo en cuenta aquellas que presentan el coeficiente de determinación superior.

Tabla 8.72. Transformación de variables simples en variables modificadas.

VARIABLE SIMPLE	R2	VARIABLE MODIFICADA	R2
Velocidad	0,069	(Velocidad) <sup>-0,2896</sup>	0,092
Temperatura	0,033	EXP(0,0205*Temperatura)	0,034
Presión	0,157	(Presión) <sup>3,7069</sup>	0,160
PST	0,132	(PST) <sup>-0,3301</sup>	0,111
CO	0,044	-	-
NO	0,138	-	-
NO2	0,157	-	-
NOx	0,181	-	-
Ozono	0,349	Ln(Ozono)	<b>0,384</b>
HCT	0,120	-	-
CH4	0,170	-	-

Para simplificar el análisis matemático, vamos a empezar el modelo con la combinación de la primera variable que más influye en el coeficiente de captación, el logaritmo neperiano de la concentración de ozono, con las restantes.

Se han obtenido los modelos que relacionan el coeficiente de captación efectivo con las variables mencionadas mediante el paquete estadístico SPSS 10.0 para Windows® (Surfer) por regresión lineal con el método "Introducir" considerando las variables por parejas. Los descriptivos estadísticos significativos para la decisión del modelo más adecuado se exponen en la Tabla 8.73.

Tabla 8.73. Descriptivos estadísticos de los modelos matemáticos.

VARIABLES INTRODUCIDAS EN EL MODELO	R2	R2 corregido	s2	F
Ln(Ozono) - (Velocidad) <sup>-0,2896</sup>	0,392	0,383	68	42
Ln(Ozono) - EXP(0,0205*Temperatura)	0,446	0,438	63	56
Ln(Ozono) - (Presión) <sup>3,7069</sup>	0,392	0,384	65	48
Ln(Ozono) - PST	0,385	0,377	64	46
Ln(Ozono) - CO	0,298	0,285	70	23
Ln(Ozono) - NO	0,410	0,402	64	51
Ln(Ozono) - NO2	0,452	0,445	<b>59</b>	<b>61</b>
Ln(Ozono) - NOx	<b>0,483</b>	<b>0,475</b>	63	59
Ln(Ozono) - HCT	0,227	0,180	64	5
Ln(Ozono) - CH4	0,236	0,185	64	5

Analizando los distintos descriptivos estadísticos mostrados en la tabla podemos llegar a las siguientes conclusiones:

- El modelo que mejor coeficiente de determinación ( $R^2$ ) y mejor coeficiente de determinación corregido ( $R^2$  corregido) presenta es el modelo que considera el ozono y el  $NO_x$  ( $R^2 = 0.483$ ).
- El modelo que mejor datos obtiene del residual de la media cuadrática ( $s^2$ ) es el que considera el ozono y el  $NO_2$  con un valor de 59.
- Finalmente, el modelo que mayor estadístico F obtiene es el ozono y el  $NO_2$ .

Concluimos que el modelo matemático que mejor describe la variación del coeficiente de captación es el que considera las variables el ozono y el  $NO_x$ . En un segundo intento de refinar el modelo matemático, vamos a probar las combinaciones del ozono y el  $NO_x$  con el resto de variables influyentes en el coeficiente de captación efectivo. Los resultados se presentan en la Tabla 8.74

**Tabla 8.74. Descriptivos estadísticos de los modelos matemáticos.**

VARIABLES INTRODUCIDAS EN EL MODELO	R2	R2 corregido	s2	F
Ln(Ozono) - NOx - (Velocidad) <sup>-0,2896</sup>	0,447	0,433	67	30
Ln(Ozono) - NOx - EXP(0,0205*Temperatura)	0,505	0,493	60	42
Ln(Ozono) - NOx - (Presión) <sup>3,7069</sup>	0,483	0,471	63	39
Ln(Ozono) - NOx - PST	0,493	0,480	60	39
Ln(Ozono) - NOx - CO	0,505	0,488	59	29
Ln(Ozono) - NOx - NO	0,515	0,504	59	44
Ln(Ozono) - NOx - NO2	<b>0,523</b>	<b>0,512</b>	58	<b>46</b>
Ln(Ozono) - NOx - HCT	0,504	0,455	<b>43</b>	10
Ln(Ozono) - NOx - CH4	0,502	0,447	<b>43</b>	9

Analizando los distintos descriptivos estadísticos mostrados en la tabla podemos llegar a las siguientes conclusiones:

- El modelo que mejor coeficiente de determinación (R<sup>2</sup>) y mejor coeficiente de determinación corregido (R<sup>2</sup> corregido) presenta es el modelo que considera el ozono, el NO<sub>2</sub> y el NOx (R<sup>2</sup> = 0,523 y R<sup>2</sup> corregida= 0,512).
- El modelo que mejor datos obtiene del residual de la media cuadrática (s<sup>2</sup>) es el que considera el ozono, el NO<sub>x</sub> y el HCT/CH<sub>4</sub> con un valor de 43.
- Finalmente, el modelo que mayor estadístico F obtiene es el que considera la variable el ozono, el NO<sub>2</sub> y el NOx.

De este segundo afinamiento obtendríamos el modelo *Ozono-NO<sub>x</sub>-NO<sub>2</sub>* como descriptivo de la variación del coeficiente de captación efectivo. Si comparamos el modelo obtenido en el primer paso (*Ozono-NO<sub>x</sub>*) con el segundo apreciamos que con el segundo se produce un aumento del coeficiente de determinación, desde 0,483 a 0,523, explicando el nuevo modelo un 4 % más de la variación; el residual de la media cuadrática se reduce también desde 62 a 58 con una consiguiente reducción de F desde 59 a 46. De todo ello concluimos que el modelo matemático que mejor describe la variación del coeficiente de captación de forma más adecuada es el que considera las variables *Ozono-NO<sub>x</sub>-NO<sub>2</sub>*. Este modelo se describe mediante la siguiente ecuación:

$$S_{indiv} = - 120,87 - 23,013 \cdot \ln(O_3) - 0,357 \cdot (NO_x) + 0,653 \cdot (NO_2)$$

$$R = 0,723$$

$$R^2 = 0,523$$

$$\text{Error Típico de la estimación} = 7,64 \text{ (cm}^3\text{/min)}$$

donde  $S_{indiv}$  = coeficiente de captación individual (cm<sup>3</sup>/min)

$O_3$  = ozono (µg/m<sup>3</sup>)

$NO_x$  = nivel de NO<sub>x</sub> en la atmósfera (µg/m<sup>3</sup>)

$NO_2$  = nivel de NO<sub>2</sub> en la atmósfera (µg/m<sup>3</sup>)

En la Figura 8.39 se muestran los valores de  $S_{indiv}$  calculados y los  $S_{indiv}$  estimados mediante el modelo matemático escogido. Solo se representan los valores de coeficiente de captación estimado matemáticamente donde existían valores para las tres variables de entrada



del modelo (*Ozono-NO<sub>x</sub>-NO<sub>2</sub>*). Se aprecia que el modelo se ajusta aceptablemente a los datos experimentales.

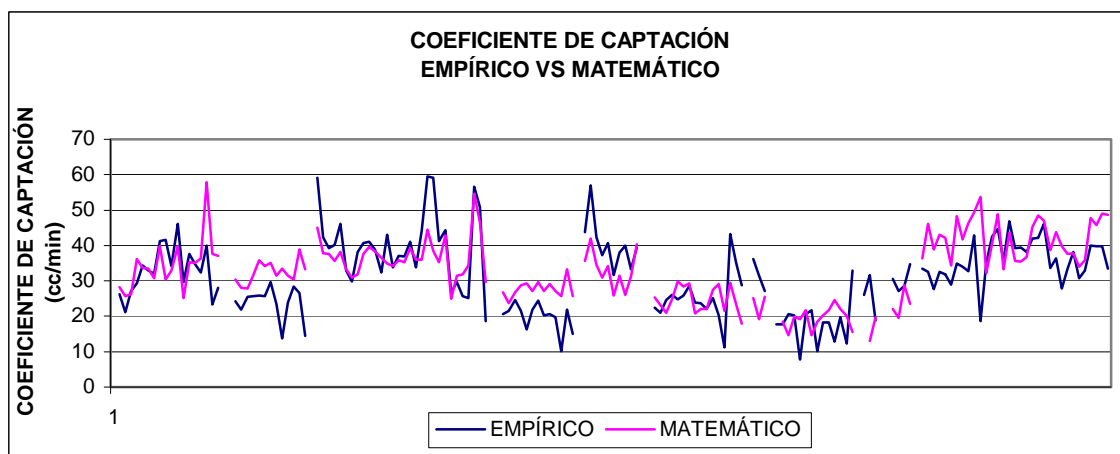


Figura 8.39. Valores del coeficiente de captación individual calculados y estimados según modelo

En la Figura 8.40. se representan los valores de los residuales calculados según la siguiente fórmula:

$$(8.10) \text{ Residual} = S_{\text{indiv-empírico}} - S_{\text{indiv-matemático}}$$

Los valores de los residuales se representan en la siguiente figura.

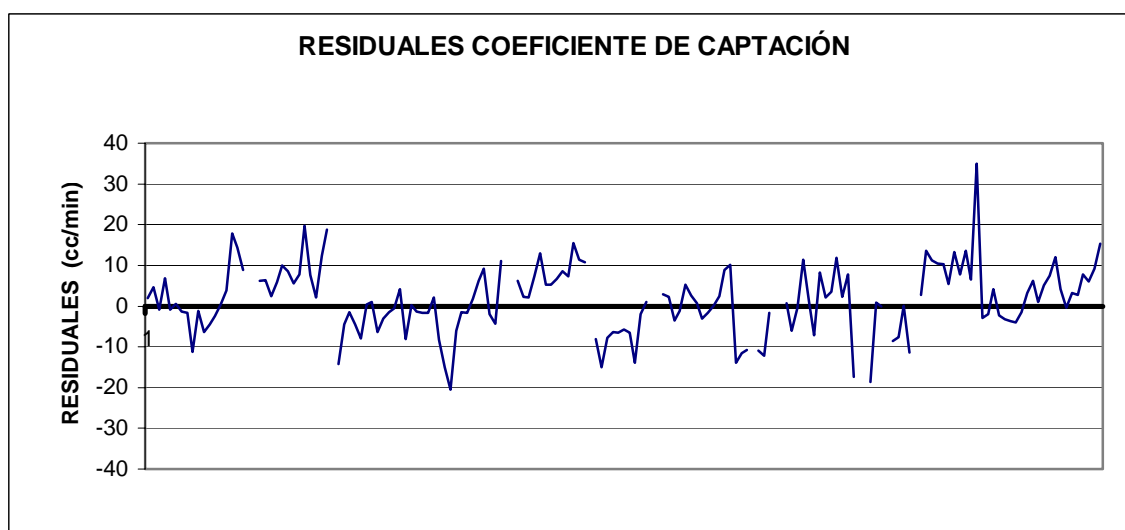


Figura 8.40. Variación de los residuales

De la observación de la Figura 8.40 se deduce que casi el 100% de los residuales está dentro del intervalo  $\pm 20 \text{ cm}^3/\text{min}$  y que aproximadamente un 75% de los residuales es inferior a  $\pm 10 \text{ cm}^3/\text{min}$ .

Del presente estudio se desprende que los valores del coeficiente de captación de los captadores Radiello para medir ozono dependen de los niveles de determinados contaminantes, no presentando un valor constante. De entre todos los contaminantes de los que depende se ha obtenido un modelo matemático que explica una parte de la variación del coeficiente de captación, concretamente el 52% considerando como variables de entrada:  $\text{O}_3$ ,  $\text{NO}_2$  y  $\text{NO}_x$ .

8.1.2.3.2.2. *Cálculo del coeficiente de captación efectivo*

Teniendo en cuenta que se ha demostrado que el valor del coeficiente de captación se ve influenciado por determinados variables, para la obtención de los valores de concentración se calcula un valor de coeficiente de captación efectivo según los siguientes métodos:

- **MÉTODO 1:** Se calcula el coeficiente de captación efectivo que se ha de aplicar en cada periodo de muestreo,  $S_{efectivo,1}$ , promediando los distintos valores de coeficiente de captación individual calculados en cada estación de referencia, aplicando la siguiente ecuación:

$$(8.11) \quad S_{efectivo,1} = \frac{\sum S_{indiv}}{n}$$

donde  $S_{efectivo,1}$  (cm<sup>3</sup>/min) es el coeficiente de captación efectivo aplicable a un determinado periodo de muestreo,  $S_{indiv}$  (cm<sup>3</sup>/min) es el coeficiente de captación individual correspondiente a cada estación de referencia y  $n$  es el número de estaciones de referencia aplicables a cada periodo de muestreo.

Los valores de los coeficientes de captación individuales y efectivos calculados se muestran en la Tabla 8.75 junto con el valor de la correspondiente desviación estándar.

Tabla 8.75. Cálculo del coeficiente de captación efectivo y desviación estándar. Método 1.

PERIODO MUESTREO	S INDIVIDUAL (cm3/min)						S EFECTIVO-1 (cm³/min)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
	ERM	GRA	PEÑ	VLF	ALC	BUR		
VERANO 2001								
1	#	32,4					32,4	-
2	26,2	43,0					34,6	11,9
3	21,1	33,9					27,5	9,1
4	27,1	37,1					32,1	7,1
5	29,3	36,9					33,1	5,4
6	34,4	41,0					37,7	4,7
7	32,9	33,8					33,4	0,6
8	32,1	44,1					38,1	8,5
9	41,3	59,5					50,4	12,9
10	41,6	59,1					50,4	12,4
11	34,1	41,3					37,7	5,1
12	46,1	44,3					45,2	1,3
13	29,6	26,7					28,2	2,1
14	37,6	29,7					33,7	5,6
15	34,7	25,6					30,2	6,4
16	32,4	25,1					28,8	5,2
INVIERNO 2002								
17	40,0	56,7					48,4	11,8
18	23,3	50,9					37,1	19,5
19	28,1	18,6					23,4	6,7
20	*	*					-	-
VERANO 2002								
21	-	-	*	*			-	-
22	24,2	20,6	22,4	17,8			21,3	2,7
23	21,8	21,5	21,0	17,8			20,5	1,8
24	25,5	24,6	24,6	20,6			23,8	2,2
25	25,7	21,5	26,0	20,3			23,4	2,9
26	25,8	16,3	24,7	7,8			18,7	8,4
27	25,7	21,9	25,8	20,6			23,5	2,7
28	29,6	24,5	28,6	21,7			26,1	3,7
29	23,6	20,3	23,8	10,1			19,5	6,4
30	13,7	20,6	23,7	18,2			19,1	4,2
31	23,8	19,7	22,0	18,2			20,9	2,5
32	28,4	10,2	25,1	12,8			19,1	9,0
33	26,6	21,9	20,2	19,8			22,1	3,1
34	28,1	28,1	22,9	22,1			25,3	1,8

Tabla 8.75. Cont.

PERIODO MUESTREO	S INDIVIDUAL (cm <sup>3</sup> /min)							S EFECTIVO-1 (cm <sup>3</sup> /min)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
	ERM	GRA	PEÑ	VLF	ALC	BUR	CAS		
VERANO 2003									
35	*	*	*	*	*	*	*	-	-
36	59,2	43,7	43,3	32,9	33,6	33,5	35,1	40,2	9,6
37	42,3	57,0	35,2	-	36,4	32,6	42,5	41,0	8,8
38	39,2	42,4	28,7	26,1	27,8	27,7	44,7	33,8	8,0
39	40,2	37,2	&	31,6	33,5	32,6	35,6	35,1	3,2
40	46,2	40,7	36,2	18,9	38,2	31,9	46,8	37,0	9,6
41	33,0	31,6	31,4	-	30,7	28,9	39,2	32,5	3,6
42	29,9	38,0	27,2	-	33,0	35,0	39,5	33,8	4,7
43	38,2	39,9	*	30,5	40,0	34,0	38,1	36,8	3,8
44	40,7	33,2	*	27,1	39,8	32,7	41,9	35,9	5,8
45	41,1	39,4	*	28,6	39,8	42,9	42,2	39,0	5,3
46	38,9	&	*	34,8	33,4	18,6	46,1	34,4	10,1

(gris) No hay captador en dicha estación de referencia

(&) Captador encontrado en el suelo

(\*) No se coloca captador pasivo

(#) Captador desaparecido

(-) No se dispone de datos de referencia

- **MÉTODO 2:** Se calcula el coeficiente de captación efectivo que se ha de aplicar en cada periodo de muestreo y en cada punto,  $S_{efectivo,2}$ , a partir del modelo matemático. Los valores de los coeficientes de captación efectivos calculados se muestran en la Tabla 8.76 .

Tabla 8.76. Cálculo del coeficiente de captación efectivo. Método 2.

PERIODO MUESTREO	S EFECTIVO-2 (cm <sup>3</sup> /min)						
	ERM	GRA	PEÑ	VLF	ALC	BUR	CAS
VERANO 2001							
1	-	A*Ln(O <sub>3</sub> )+125,0					
2	A*Ln(O <sub>3</sub> )+121,0	A*Ln(O <sub>3</sub> )+123,6					
3	A*Ln(O <sub>3</sub> )+118,3	A*Ln(O <sub>3</sub> )+122,5					
4	A*Ln(O <sub>3</sub> )+118,9	A*Ln(O <sub>3</sub> )+123,1					
5	A*Ln(O <sub>3</sub> )+121,2	A*Ln(O <sub>3</sub> )+124,5					
6	A*Ln(O <sub>3</sub> )+118,6	A*Ln(O <sub>3</sub> )+122,8					
7	A*Ln(O <sub>3</sub> )+121,3	A*Ln(O <sub>3</sub> )+122,5					
8	A*Ln(O <sub>3</sub> )+119,7	A*Ln(O <sub>3</sub> )+123,9					
9	A*Ln(O <sub>3</sub> )+120,7	A*Ln(O <sub>3</sub> )+123,2					
10	A*Ln(O <sub>3</sub> )+119,6	A*Ln(O <sub>3</sub> )+122,6					
11	A*Ln(O <sub>3</sub> )+119,4	A*Ln(O <sub>3</sub> )+123,3					
12	A*Ln(O <sub>3</sub> )+118,7	A*Ln(O <sub>3</sub> )+123,2					
13	A*Ln(O <sub>3</sub> )+117,9	A*Ln(O <sub>3</sub> )+122,8					
14	A*Ln(O <sub>3</sub> )+119,8	A*Ln(O <sub>3</sub> )+122,9					
15	A*Ln(O <sub>3</sub> )+119,7	A*Ln(O <sub>3</sub> )+122,6					
16	A*Ln(O <sub>3</sub> )+117,2	A*Ln(O <sub>3</sub> )+123,4					
INVIERNO 2002							
17	-	A*Ln(O <sub>3</sub> )+114,5					
18	-	A*Ln(O <sub>3</sub> )+116,0					
19	A*Ln(O <sub>3</sub> )+119,1	A*Ln(O <sub>3</sub> )+118,5					
20	A*Ln(O <sub>3</sub> )+120,6	A*Ln(O <sub>3</sub> )+122,1					
VERANO 2002							
21	A*Ln(O <sub>3</sub> )+121,5	-	-	A*Ln(O <sub>3</sub> )+123,4			
22	A*Ln(O <sub>3</sub> )+120,9	A*Ln(O <sub>3</sub> )+123,1	A*Ln(O <sub>3</sub> )+122,3	-			
23	A*Ln(O <sub>3</sub> )+121,2	A*Ln(O <sub>3</sub> )+122,0	A*Ln(O <sub>3</sub> )+122,8	A*Ln(O <sub>3</sub> )+121,7			
24	A*Ln(O <sub>3</sub> )+121,4	A*Ln(O <sub>3</sub> )+124,3	A*Ln(O <sub>3</sub> )+124,2	A*Ln(O <sub>3</sub> )+123,5			
25	A*Ln(O <sub>3</sub> )+121,4	A*Ln(O <sub>3</sub> )+123,9	A*Ln(O <sub>3</sub> )+123,6	A*Ln(O <sub>3</sub> )+122,6			
26	A*Ln(O <sub>3</sub> )+121,0	A*Ln(O <sub>3</sub> )+121,9	A*Ln(O <sub>3</sub> )+124,4	A*Ln(O <sub>3</sub> )+120,0			
27	A*Ln(O <sub>3</sub> )+120,7	A*Ln(O <sub>3</sub> )+121,0	A*Ln(O <sub>3</sub> )+123,7	A*Ln(O <sub>3</sub> )+121,6			

Tabla 8.76. Cont.

PERIODO MUESTREO	S <sub>EFFECTIVO-2</sub> (cm <sup>3</sup> /min)						
	ERM	GRA	PEÑ	VLF	ALC	BUR	CAS
28	A*Ln(O <sub>3</sub> )+121,6	A*Ln(O <sub>3</sub> )+122,1	A*Ln(O <sub>3</sub> )+123,5	A*Ln(O <sub>3</sub> )+119,9			
29	A*Ln(O <sub>3</sub> )+120,9	A*Ln(O <sub>3</sub> )+122,2	A*Ln(O <sub>3</sub> )+121,8	A*Ln(O <sub>3</sub> )+120,5			
30	A*Ln(O <sub>3</sub> )+121,1	A*Ln(O <sub>3</sub> )+122,9	A*Ln(O <sub>3</sub> )+123,4	A*Ln(O <sub>3</sub> )+122,7			
31	A*Ln(O <sub>3</sub> )+120,9	A*Ln(O <sub>3</sub> )+121,8	A*Ln(O <sub>3</sub> )+122,7	A*Ln(O <sub>3</sub> )+123,0			
32	A*Ln(O <sub>3</sub> )+120,6	A*Ln(O <sub>3</sub> )+122,7	A*Ln(O <sub>3</sub> )+124,7	A*Ln(O <sub>3</sub> )+124,2			
33	A*Ln(O <sub>3</sub> )+120,5	A*Ln(O <sub>3</sub> )+123,1	A*Ln(O <sub>3</sub> )+124,6	A*Ln(O <sub>3</sub> )+121,7			
34	A*Ln(O <sub>3</sub> )+120,4	A*Ln(O <sub>3</sub> )+122,6	A*Ln(O <sub>3</sub> )+123,4	A*Ln(O <sub>3</sub> )+122,7			
VERANO 2003							
35	A*Ln(O <sub>3</sub> )+125,1	A*Ln(O <sub>3</sub> )+122,6	*	*	*	*	*
36	A*Ln(O <sub>3</sub> )+122,5	A*Ln(O <sub>3</sub> )+121,3	A*Ln(O <sub>3</sub> )+122,2	A*Ln(O <sub>3</sub> )+121,0	A*Ln(O <sub>3</sub> )+134,7	A*Ln(O <sub>3</sub> )+136,2	A*Ln(O <sub>3</sub> )+124,9
37	A*Ln(O <sub>3</sub> )+123,1	A*Ln(O <sub>3</sub> )+122,6	A*Ln(O <sub>3</sub> )+120,9	A*Ln(O <sub>3</sub> )+120,0	A*Ln(O <sub>3</sub> )+139,0	A*Ln(O <sub>3</sub> )+130,8	A*Ln(O <sub>3</sub> )+127,7
38	A*Ln(O <sub>3</sub> )+128,9	A*Ln(O <sub>3</sub> )+123,0	A*Ln(O <sub>3</sub> )+123,5	A*Ln(O <sub>3</sub> )+121,4	A*Ln(O <sub>3</sub> )+142,4	A*Ln(O <sub>3</sub> )+136,5	A*Ln(O <sub>3</sub> )+134,2
39	A*Ln(O <sub>3</sub> )+128,5	A*Ln(O <sub>3</sub> )+124,9	A*Ln(O <sub>3</sub> )+123,0	A*Ln(O <sub>3</sub> )+121,3	A*Ln(O <sub>3</sub> )+138,5	A*Ln(O <sub>3</sub> )+139,2	A*Ln(O <sub>3</sub> )+129,8
40	A*Ln(O <sub>3</sub> )+123,9	A*Ln(O <sub>3</sub> )+123,3	A*Ln(O <sub>3</sub> )+122,0	A*Ln(O <sub>3</sub> )+121,4	A*Ln(O <sub>3</sub> )+132,2	A*Ln(O <sub>3</sub> )+139,4	A*Ln(O <sub>3</sub> )+127,1
41	A*Ln(O <sub>3</sub> )+124,2	#	A*Ln(O <sub>3</sub> )+121,9	A*Ln(O <sub>3</sub> )+119,9	A*Ln(O <sub>3</sub> )+131,6	A*Ln(O <sub>3</sub> )+133,9	A*Ln(O <sub>3</sub> )+127,0
42	A*Ln(O <sub>3</sub> )+121,9	A*Ln(O <sub>3</sub> )+121,8	A*Ln(O <sub>3</sub> )+123,6	-	A*Ln(O <sub>3</sub> )+131,0	A*Ln(O <sub>3</sub> )+133,3	A*Ln(O <sub>3</sub> )+123,6
43	A*Ln(O <sub>3</sub> )+122,4	A*Ln(O <sub>3</sub> )+118,2	*	A*Ln(O <sub>3</sub> )+120,6	A*Ln(O <sub>3</sub> )+138,4	A*Ln(O <sub>3</sub> )+136,5	A*Ln(O <sub>3</sub> )+125,8
44	A*Ln(O <sub>3</sub> )+125,4	A*Ln(O <sub>3</sub> )+120,9	*	A*Ln(O <sub>3</sub> )+121,7	A*Ln(O <sub>3</sub> )+140,2	A*Ln(O <sub>3</sub> )+136,9	A*Ln(O <sub>3</sub> )+132,0
45	A*Ln(O <sub>3</sub> )+120,9	A*Ln(O <sub>3</sub> )+124,3	*	A*Ln(O <sub>3</sub> )+120,9	A*Ln(O <sub>3</sub> )+136,2	A*Ln(O <sub>3</sub> )+138,0	A*Ln(O <sub>3</sub> )+129,1
46	A*Ln(O <sub>3</sub> )+121,9	A*Ln(O <sub>3</sub> )+120,7	*	A*Ln(O <sub>3</sub> )+120,9	A*Ln(O <sub>3</sub> )+136,3	A*Ln(O <sub>3</sub> )+135,6	A*Ln(O <sub>3</sub> )+125,3

(gris) No hay captador en dicha estación de referencia

(&) Captador encontrado en el suelo

(\*) No se coloca captador pasivo

(#) Captador desaparecido

(-) No se dispone de datos de referencia

donde A = -23,013

- **MÉTODO 3:** Se aplica el valor del coeficiente de captación corregido propuesto por los investigadores que desarrollaron el captador pasivo.

$$(8.12) S_{Efectivo-3} = S_{teorico} \left( \frac{T}{298} \right)^{1,5} \quad (\text{Fondazione-Salvatore-Maugeri})$$

donde S<sub>Efectivo-3</sub> es el coeficiente de captación individual medido en cm<sup>3</sup>/min, S<sub>teor</sub> es el coeficiente de captación teórico establecido por los investigadores que desarrollaron el captador Radiello cuyo valor es 24,57 cm<sup>3</sup>/min, T es la temperatura promedio en grados Kelvin.

Los valores del coeficiente de captación efectivo calculados por el presente método se presentan en la Tabla 8.77. En el caso de Alcora se ha tomado el coeficiente de captación teórico propuesto por la Fondazione Salvatore Maugeri pues no hay datos de temperatura.

Tabla 8.77. Cálculo del coeficiente de captación efectivo. Método 3.

PERIODO MUESTREO	S EFECTIVO-3 (cm <sup>3</sup> /min)						
	ERM	GRA	PEÑ	VLF	ALC	BUR	CAS
VERANO 2001							
1	-	24,04					
2	24,57	24,23					
3	24,74	24,37					
4	24,83	24,49					
5	24,85	24,51					
6	24,78	24,46					
7	24,66	24,35					
8	24,96	24,59					
9	25,04	24,71					
10	24,95	24,63					
11	24,98	24,64					
12	25,00	24,69					
13	24,95	24,65					
14	24,62	24,32					
15	24,51	24,20					
16	24,36	24,09					
INVIERNO 2002							
17	23,00	22,83					
18	23,26	22,88					
19	23,27	22,89					
20	23,80	23,08					
VERANO 2002							
21	24,59	-	-	-			
22	24,68	24,85	24,35	23,74			
23	24,70	24,87	24,37	23,44			
24	24,79	24,93	24,54	24,00			
25	24,79	24,96	24,55	23,99			
26	24,76	24,92	24,44	23,62			
27	24,53	24,76	24,26	23,46			
28	24,79	24,96	24,50	24,00			
29	24,58	24,78	24,28	23,34			
30	24,52	24,74	24,30	23,48			
31	24,60	24,80	24,35	23,41			
32	24,52	24,77	24,23	23,47			
33	24,33	24,77	24,24	23,40			
34	23,76	24,40	23,96	22,99			
VERANO 2003							
35	24,73	24,52	*	24,16	*	*	*
36	24,86	24,63	24,75	-	24,54	24,80	24,99
37	24,77	24,54	24,77	24,22	24,54	25,01	24,86
38	24,88	24,58	24,99	24,32	24,54	24,89	24,98
39	24,84	24,57	24,98	24,35	24,54	25,02	24,71
40	24,75	24,55	24,74	24,00	24,54	24,92	24,71
41	24,73	24,50	24,67	23,73	24,54	24,85	24,68
42	24,29	24,16	24,27	-	24,54	24,74	24,12
43	24,22	24,05	*	23,36	24,54	24,25	24,09
44	24,21	24,05	*	23,39	24,54	24,32	24,10
45	24,22	24,08	*	23,35	24,54	24,20	24,06
46	24,12	23,97	*	22,81	24,54	24,26	23,99

(gris) No se considera punto de referencia

(\*) No se coloca captador pasivo

(-) No se dispone de datos de referencia

El coeficiente de captación efectivo obtenido por los tres métodos para cada periodo de muestreo se va a emplear en el cálculo de las concentraciones medidas cada semana en cada punto de muestreo según la siguiente ecuación:

$$(8.13) \quad C_{O_3} = \frac{M_{O_3}}{S_{efectivo} * t} * 10^6$$

donde,  $C_{O_3}$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) es la concentración de ozono obtenida con el captador pasivo Radiello,  $M_{O_3}$  ( $\mu\text{g}$ ) es la masa de ozono equivalente a la concentración de 4-piridilaldehído medida en el espectrofotómetro UV,  $S_{efectivo}$  ( $\text{cm}^3/\text{min}$ ) es el coeficiente de captación efectivo correspondiente a dicho periodo de muestreo (según los tres métodos) y  $t$  (min) es el tiempo que el captador pasivo ha estado expuesto en el punto de muestreo.

En el caso del cálculo realizado para la obtención de la concentración de ozono según el Método 2 se va a resolver la ecuación resultante por el Método de Newton, considerando como valor de partida de ozono igual a 50, el valor de  $h$  igual a 0,01, el valor del *error* igual a 0,1 y el número de iteraciones igual a 100.

Se va a utilizar los coeficientes de captación obtenidos por los tres métodos para calcular la concentración proporcionada por los captadores pasivos y calcular su respectiva desviación de los analizadores de referencia. En vista de los resultados obtenidos se determinará cuál de los tres métodos es el más adecuado para estimar los valores de concentración de ozono en el área de estudio.

#### 8.1.2.3.3. Desviación, precisión y exactitud

##### 8.1.2.3.3.1. *Desviación*

Los valores de concentración estimada se calculan según la Ecuación ( 8.13 ) a partir de los datos de masa de ozono equivalente promedio y tiempo muestreado que se muestran en las Tabla 8.60 a Tabla 8.66. y los valores del coeficiente de captación efectivo calculados por los tres métodos propuestos. Los resultados de desviación, obtenidos conforme a lo especificado en el punto 8.1.1.2.5.1., se muestran en la Tabla 8.78 a Tabla 8.84.

Tabla 8.78. Cálculo de la desviación: Ermita. Método Radiello O3

Semana	Periodo de muestreo	Concentración pasivos - X ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			Concentración real - $\mu$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Desviación relativa - Er (%)		
		Método 1	Método 2	Método 3		Método 1	Método 2	Método 3
CAMPAÑA ESTIVAL 2001								
1	23/05/01 al 30/05/01	NO SE COLCOA						
2	30/05/01 al 06/06/01	44,3	48,0	62,3	58,55	24,4	18,0	-6,5
3	20/06/01 al 26/06/01	43,4	29,6	48,3	56,49	23,1	47,6	14,5
4	26/06/01 al 03/07/01	47,3	Ecuación sin solución	61,1	55,95	15,5	-	-9,2
5	03/07/01 al 11/07/01	49,6		66,1	55,95	11,3		-18,1
6	11/07/01 al 17/07/01	36,6	43,2	55,7	40,14	8,8	-7,6	-38,7
7	17/07/01 al 24/07/01	44,9	43,4	60,8	45,54	1,4	4,7	-33,5
8	24/07/01 al 01/08/01	40,2	61,0	61,3	47,63	15,6	-28,1	-28,8
9	01/08/01 al 07/08/01	27,6	37,1	55,6	33,76	18,1	-9,9	-64,7
10	07/08/01 al 14/08/01	39,8	Sin solución	80,4	48,26	17,5	-	-66,6
11	14/08/01 al 20/08/01	38,7	48,7	58,4	42,84	9,6	-13,7	-36,4
12	20/08/01 al 27/08/01	31,6	48,9	57,1	30,94	-2,0	-58,0	-84,5
13	27/08/01 al 03/09/01	59,0	Sin solución	66,7	56,29	-4,8	-	-18,4
14	03/09/01 al 10/09/01	43,9	48,8	60,1	39,37	-11,5	-24,0	-52,7
15	10/09/01 al 19/09/01	45,5	38,5	56,0	39,52	-15,1	2,6	-41,8
16	19/09/01 al 01/10/01	37,9	Sin solución	44,8	33,66	-12,5	-	-33,0

## 8.- PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Tabla 8.78 Cont.

Semana	Periodo de muestreo	Concentración pasivos - X ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			Concentración real - $\mu$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Desviación relativa - Er (%)		
		Método 1	Método 2	Método 3		Método 1	Método 2	Método 3
CAMPAÑA INVERNAL 2002								
17	12/02/02 al 19/02/02	12,8	Sin solución	27,0	15,5	17,3	-	-74,1
18	19/02/02 al 26/02/02	23,4		37,3	37,2	37,2		-0,2
19	26/02/02 al 09/03/02	42,4	19,6	42,6	35,3	-20,0	44,5	-20,7
20	09/03/02 al 23/03/02	NO SE COLOCA						
CAMPAÑA ESTIVAL 2002								
21	21/06/02 al 02/07/02	NO HAY DATOS DE REFERENCIA						
22	02/07/02 al 09/07/02	58,2	28,0	50,2	51,3	-13,4	45,4	2,1
23	09/07/02 al 16/07/02	60,6	27,8	50,3	57,1	-6,2	51,3	11,9
24	16/07/02 al 23/07/02	62,5	42,1	60,0	58,3	-7,2	27,8	-2,9
25	23/07/02 al 30/07/02	54,4	29,0	51,4	49,6	-9,7	41,5	-3,6
26	30/07/02 al 06/08/02	55,9	Sin solución	42,2	40,5	-38,0	-	-4,2
27	06/08/02 al 13/08/02	46,8		44,8	42,7	-9,5		-4,9
28	13/08/02 al 20/08/02	48,5	28,4	51,1	42,8	-13,4	33,6	-19,4
29	20/08/02 al 27/08/02	59,1	24,3	46,9	48,9	-20,9	50,3	4,1
30	27/08/02 al 03/09/02	64,5	27,5	50,3	44,9	-43,7	38,8	-11,9
31	03/09/02 al 10/09/02	55,8	24,8	47,4	48,9	-14,2	49,3	3,0
32	10/09/02 al 17/09/02	74,2	39,2	57,8	48,9	-51,8	19,8	-18,2
33	17/09/02 al 23/09/02	38,5	Sin solución	35,0	44,9	14,3	-	22,1
34	23/09/02 al 30/10/02	48,1	27,7	51,2	48,9	-87,2	43,4	-4,8
CAMPAÑA ESTIVAL 2003								
35	09/06/03 al 23/06/03	NO SE COLOCA						
36	23/07/03 al 29/07/03	42,8	Sin solución	69,1	29,0	-47,4	-	-138,4
37	29/07/03 al 05/08/03	42,0	65,1	69,4	40,7	-3,1	-60,0	-70,6
38	05/08/03 al 12/08/03	61,0	58,0	82,9	52,7	-15,8	-10,1	-57,3
39	12/08/03 al 17/08/03	64,8	58,5	91,6	56,6	-14,5	-3,4	-61,8
40	17/08/03 al 26/08/03	51,7	Sin solución	77,3	41,4	-24,9	-	-86,7
41	26/08/03 al 02/09/03	52,5	49,7	69,0	51,7	-1,5	3,9	-33,4
42	02/09/03 al 09/09/03	46,4	47,2	64,5	52,4	11,5	9,9	-23,1
43	09/09/03 al 17/09/03	52,9	Sin solución	80,4	51,0	-3,7	-	-57,6
44	17/09/03 al 23/09/03	51,4	57,2	76,3	45,4	-13,3	-26,0	-68,0
45	23/09/03 al 29/09/03	36,2	37,9	58,3	34,3	-5,5	-10,5	-69,9
46	29/09/03 al 06/10/03	42,5	38,8	60,7	37,6	-13,1	-3,2	-61,4

Tabla 8.79. Cálculo de la desviación: Grao. Método Radiello O3

Semana	Periodo de muestreo	Concentración pasivos - X ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			Concentración real - $\mu$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Desviación relativa - Er (%)		
		Método 1	Método 2	Método 3		Método 1	Método 2	Método 3
CAMPAÑA ESTIVAL 2001								
1	23/05/01 al 30/05/01	46,6	34,9	62,8	46,61	0,0	25,1	-34,7
2	30/05/01 al 06/06/01	58,7	37,6	83,8	47,13	-24,5	20,2	-77,7
3	20/06/01 al 26/06/01	57,5	Sin solución	64,8	46,61	-23,3	-	-39,1
4	26/06/01 al 03/07/01	51,3	43,7	67,3	44,39	-15,6	1,6	-51,6
5	03/07/01 al 11/07/01	53,9	44,1	72,8	48,39	-11,4	8,9	-50,5
6	11/07/01 al 17/07/01	41,0	Sin solución	63,2	37,66	-8,9	-	-67,8
7	17/07/01 al 24/07/01	43,6	43,0	59,9	43,08	-1,3	0,2	-38,9

## 8.- PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Tabla 8.79. Cont.

Semana	Periodo de muestreo	Concentración pasivos - X ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			Concentración real - $\mu$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Desviación relativa - Er (%)		
		Método 1	Método 2	Método 3		Método 1	Método 2	Método 3
8	24/07/01 al 01/08/01	53,1	34,2	82,2	45,84	-15,8	25,4	-79,4
9	01/08/01 al 07/08/01	35,9	Sin solución	73,3	30,43	-18,1	-	-140,8
10	07/08/01 al 14/08/01	45,2		92,5	38,55	-17,3		-140,0
11	14/08/01 al 20/08/01	50,2		76,9	45,88	-9,5		-67,6
12	20/08/01 al 27/08/01	32,3		59,1	32,9	2,0		-79,5
13	27/08/01 al 03/09/01	66,2	36,4	75,7	69,88	5,3	47,9	-8,4
14	03/09/01 al 10/09/01	47,0		65,1	53,2	11,7	-	-22,4
15	10/09/01 al 19/09/01	43,8	45,7	54,7	51,62	15,1	11,5	-6,0
16	19/09/01 al 01/10/01	41,8	28,7	50,0	48,1	13,0	-	-4,0
CAMPAÑA INVERNAL 2002								
17	12/02/02 al 19/02/02	15,7	Ecuación sin solución	33,4	13,4	-17,1	-	-148,4
18	19/02/02 al 26/02/02	28,1		45,6	20,4	-37,2	-	-122,4
19	26/02/02 al 09/03/02	37,6		38,4	47,4	20,7	-	18,9
20	09/03/02 al 23/03/02	NO SE COLOCA						
CAMPAÑA ESTIVAL 2002								
21	21/06/02 al 02/07/02	NO HAY DATOS ANALIZADOR AUTOMÁTICO						
22	02/07/02 al 09/07/02	63,5	30,3	54,4	65,5	3,1	53,7	16,9
23	09/07/02 al 16/07/02	75,0	44,2	61,8	71,4	-5,1	38,1	13,4
24	16/07/02 al 23/07/02	71,9	49,7	68,6	69,5	-3,4	28,5	1,3
25	23/07/02 al 30/07/02	57,5	29,0	53,9	62,5	8,1	53,6	13,8
26	30/07/02 al 06/08/02	48,6	Sin solución	36,5	55,6	12,6	-	34,4
27	06/08/02 al 13/08/02	54,9	30,4	52,1	59,0	7,0	48,5	11,7
28	13/08/02 al 20/08/02	52,0	32,1	54,4	55,5	6,3	42,2	2,0
29	20/08/02 al 27/08/02	64,9	27,6	51,1	62,5	-3,9	55,8	18,2
30	27/08/02 al 03/09/02	63,5	24,7	49,0	58,9	-7,9	58,1	16,7
31	03/09/02 al 10/09/02	57,9	25,7	48,8	61,3	5,6	58,1	20,4
32	10/09/02 al 17/09/02	72,3	32,3	55,8	67,6	-7,0	52,2	17,5
33	17/09/02 al 23/09/02	48,9	Sin solución	43,6	49,4	1,0	-	11,7
34	23/09/02 al 30/10/02	50,1		51,9	44,1	-13,6		-17,8
CAMPAÑA ESTIVAL 2003								
35	09/06/03 al 23/06/03	NO SE COLOCA						
36	23/07/03 al 29/07/03	45,0	Sin solución	73,5	41,4	-8,8	-	-77,5
37	29/07/03 al 05/08/03	46,1		77,0	33,1	-39,2		-132,5
38	05/08/03 al 12/08/03	58,5		80,4	46,6	-25,5		-72,6
39	12/08/03 al 17/08/03	63,0		89,9	59,4	-6,0		-51,4
40	17/08/03 al 26/08/03	52,8		79,6	48,0	-10,1		-65,9
41	26/08/03 al 02/09/03	60,3		80,0	62,0	2,7		-29,1
42	02/09/03 al 09/09/03	56,9		79,6	50,7	-12,3		-57,1
43	09/09/03 al 17/09/03	59,4		90,9	54,8	-8,4		-65,9
44	17/09/03 al 23/09/03	45,5		43,6	67,9	49,1		7,4
45	23/09/03 al 29/09/03	38,8	47,5	62,8	38,4	-1,0	-23,7	-63,6



Tabla 8.80. Cálculo de la desviación: Penyeta. Método Radiello O3

Semana	Periodo de muestreo	Concentración pasivos - X ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			Concentración real - $\mu$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Desviación relativa - Er (%)		
		Método 1	Método 2	Método 3		Método 1	Método 2	Método 3
CAMPAÑA ESTIVAL 2002								
21	21/06/02 al 02/07/02	NO HAY DATOS ANALIZADOR AUTOMÁTICO						
22	02/07/02 al 09/07/02	71,3	41,6	62,4	67,97	-4,9	38,8	8,2
23	09/07/02 al 16/07/02	77,5	45,4	65,2	75,61	-2,5	40,0	13,8
24	16/07/02 al 23/07/02	91,2	Sin solución	88,4	88,36	-3,2		-0,1
25	23/07/02 al 30/07/02	81,0		77,2	72,95	-11,0		-5,8
26	30/07/02 al 06/08/02	80,2	35,5	61,4	60,75	-32,1	41,6	-1,1
27	06/08/02 al 13/08/02	69,1	45,0	67,0	62,97	-9,8	28,5	-6,3
28	13/08/02 al 20/08/02	65,6	54,1	69,9	59,84	-9,7	9,6	-16,8
29	20/08/02 al 27/08/02	98,5	Sin solución	79,1	80,7	-22,1		2,0
30	27/08/02 al 03/09/02	101,4		79,7	81,57	-24,3		2,3
31	03/09/02 al 10/09/02	83,6	71,0	71,7	79,46	-5,2	10,6	9,7
32	10/09/02 al 17/09/02	89,8	48,5	70,8	68,37	-31,4	29,1	-3,6
33	17/09/02 al 23/09/02	58,3	25,9	53,1	63,67	8,4	59,3	16,5
34	23/09/02 al 30/10/02	NO SE COLOCA						
CAMPAÑA ESTIVAL 2003								
35	09/06/03 al 23/06/03	NO HAY DATOS ANALIZADOR AUTOMÁTICO						
36	23/07/03 al 29/07/03	60,6	Sin solución	98,5	56,3	-7,7	-	-74,9
37	29/07/03 al 05/08/03	59,0		97,7	68,8	-3,0		-70,5
38	05/08/03 al 12/08/03	83,8		113,4	98,6	-43,8		-94,5
39	12/08/03 al 17/08/03	NO HAY DATOS ANALIZADOR AUTOMÁTICO						
40	17/08/03 al 26/08/03	65,7	Sin solución	98,3	67,1	2,1	-	-46,4
41	26/08/03 al 02/09/03	83,8		110,4	86,6	-23,0		-62,1
42	02/09/03 al 09/09/03	57,2		79,7	71,1	17,2		-15,3

Tabla 8.81. Cálculo de la desviación: Vilafranca. Método Radiello O3

Semana	Periodo de muestreo	Concentración pasivos - X ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			Concentración real - $\mu$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Desviación relativa - Er (%)		
		Método 1	Método 2	Método 3		Método 1	Método 2	Método 3
CAMPAÑA ESTIVAL 2002								
21	21/06/02 al 02/07/02	NO SE COLOCA CAPTADOR						
22	02/07/02 al 09/07/02	61,0	27,6	54,7	73,2	16,6	62,3	25,2
23	09/07/02 al 16/07/02	77,0	49,3	67,3	88,5	13,0	44,3	23,9
24	16/07/02 al 23/07/02	98,3	Sin solución	97,5	113,5	13,3		14,1
25	23/07/02 al 30/07/02	75,3		73,4	86,9	13,4		15,5
26	30/07/02 al 06/08/02	33,3		26,4	79,9	58,3		67,0
27	06/08/02 al 13/08/02	67,4	50,5	67,5	76,7	12,2	34,2	12,0
28	13/08/02 al 20/08/02	80,9	Sin solución	87,9	97,4	17,0		9,7
29	20/08/02 al 27/08/02	43,8		36,6	84,5	48,1		56,7
30	27/08/02 al 03/09/02	81,5	43,1	66,3	85,7	4,9	49,7	22,7
31	03/09/02 al 10/09/02	71,0	37,5	63,4	81,5	12,9	54,0	22,2
32	10/09/02 al 17/09/02	50,7	Sin solución	41,2	75,8	33,1		45,6
33	17/09/02 al 23/09/02	67,9	42,2	64,1	75,7	10,3	44,3	15,3
34	23/09/02 al 30/10/02	75,8	Sin solución	83,5	86,8	12,6		3,8

8.- PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Tabla 8.81. Cont.

Semana	Periodo de muestreo	Concentración pasivos - X ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			Concentración real - $\mu$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Desviación relativa - Er (%)		
		Método 1	Método 2	Método 3		Método 1	Método 2	Método 3
CAMPAÑA ESTIVAL 2003								
35	09/06/03 al 23/06/03	85,6	Sin solución	118,9	97,5	12,3	-	-21,9
36	23/07/03 al 29/07/03	NO HAY DATO ESTACIÓN REFERENCIA						
37	29/07/03 al 05/08/03	NO HAY DATO ESTACIÓN REFERENCIA						
38	05/08/03 al 12/08/03	85,6	Sin solución	118,9	110,82	22,8	-	-7,3
39	12/08/03 al 17/08/03	74,6		107,5	82,75	9,8		-30,0
40	17/08/03 al 26/08/03	43,1		66,5	84,63	49,0		21,4
41	26/08/03 al 02/09/03	NO HAY DATO ESTACIÓN REFERENCIA						
42	02/09/03 al 09/09/03	65,4	Sin solución	93,1	72,5	9,8	-	-28,4
43	09/09/03 al 17/09/03	62,4		98,3	84,6	26,3		-16,1
44	17/09/03 al 23/09/03	43,8	54,3	67,3	54,9	20,3	1,3	-22,3
45	23/09/03 al 29/09/03	61,5	Sin solución	102,7	68,8	10,7	-	-49,2
46	29/09/03 al 06/10/03	NO HAY DATO ESTACIÓN REFERENCIA						

Tabla 8.82. Cálculo de la desviación: Burriana. Método Radiello O3

Semana	Periodo de muestreo	Concentración pasivos - X ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			Concentración real - $\mu$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Desviación relativa Er (%)		
		Método 1	Método 2	Método 3		Método 1	Método 2	Método 3
CAMPAÑA ESTIVAL 2003								
35	09/06/03 al 23/06/03	NO SE COLOCA						
36	23/07/03 al 29/07/03	50,6	49,8	82,0	60,7	16,6	18,0	-35,2
37	29/07/03 al 05/08/03	40,4	27,5	66,3	50,8	20,4	45,9	-30,5
38	05/08/03 al 12/08/03	63,8	39,5	86,7	77,9	18,1	49,3	-11,3
39	12/08/03 al 17/08/03	60,8	38,6	85,3	65,6	7,3	41,2	-30,1
40	17/08/03 al 26/08/03	46,4	31,5	68,8	53,8	13,8	41,4	-27,9
41	26/08/03 al 02/09/03	65,6	48,5	85,8	73,7	11,0	34,2	-16,4
42	02/09/03 al 09/09/03	47,9	26,6	65,5	46,3	-3,6	42,5	-41,5
43	09/09/03 al 17/09/03	57,6	41,4	87,4	62,3	7,6	33,5	-40,3
44	17/09/03 al 23/09/03	49,0	29,2	72,4	53,8	8,8	45,7	-34,6
45	23/09/03 al 29/09/03	46,4	32,7	74,7	42,2	-9,9	22,5	-77,1
46	29/09/03 al 06/10/03	20,1	Sin solución	28,4	37,0	45,8	-	23,1

Tabla 8.83. Cálculo de la desviación: Castellón. Método Radiello O3

Semana	Periodo de muestreo	Concentración pasivos - X ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			Concentración real - $\mu$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Desviación relativa - Er (%)		
		Método 1	Método 2	Método 3		Método 1	Método 2	Método 3
CAMPAÑA ESTIVAL 2003								
35	09/06/03 al 23/06/03	NO SE COLOCA						
36	23/07/03 al 29/07/03	49,3	Sin solución	79,3	56,4	12,6	-	-40,6
37	29/07/03 al 05/08/03	45,8	49,6	75,6	44,2	-3,7	-12,2	-70,9
38	05/08/03 al 12/08/03	54,1	34,8	73,2	40,9	-32,2	14,9	-78,9
39	12/08/03 al 17/08/03	67,1	88,2	95,3	66,2	-1,4	-33,2	-44,0
40	17/08/03 al 26/08/03	47,6	44,1	71,3	37,7	-26,3	-17,0	-89,2
41	26/08/03 al 02/09/03	64,0	76,7	84,3	53,1	-20,6	-44,4	-58,8
42	02/09/03 al 09/09/03	53,7	72,5	75,2	46,0	-16,7	-57,6	-63,5
43	09/09/03 al 17/09/03	50,0	54,5	76,4	48,3	-3,6	-12,8	-58,3
44	17/09/03 al 23/09/03	50,8	37,5	75,6	43,5	-16,7	13,8	-73,9
45	23/09/03 al 29/09/03	36,0	25,9	58,3	33,2	-8,4	22,0	-75,7
46	29/09/03 al 06/10/03	40,2	28,8	57,6	30,0	-34,0	4,0	-92,1

Tabla 8.84. Cálculo de la desviación: Alcora. Método Radiello O3

Semana	Periodo de muestreo	Concentración pasivos - X ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			Concentración real - $\mu$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Desviación relativa - Er (%)		
		Método 1	Método 2	Método 3		Método 1	Método 2	Método 3
CAMPAÑA ESTIVAL 2003								
35	09/06/03 al 23/06/03	NO SE COLOCA						
36	23/07/03 al 29/07/03	54,2	47,5	88,7	64,8	16,4	26,7	-36,9
37	29/07/03 al 05/08/03	55,5	43,7	92,8	62,5	11,1	30,1	-48,4
38	05/08/03 al 12/08/03	71,2	43,2	98,1	86,4	17,6	50,0	-13,5
39	12/08/03 al 17/08/03	76,1	60,6	108,8	79,8	4,7	24,1	-36,3
40	17/08/03 al 26/08/03	62,3	61,8	93,9	60,4	-3,2	-2,3	-55,5
41	26/08/03 al 02/09/03	65,9	53,5	87,2	69,7	5,5	23,2	-25,1
42	02/09/03 al 09/09/03	61,4	51,5	84,6	62,8	2,2	18,0	-34,6
43	09/09/03 al 17/09/03	56,0	37,4	83,9	51,5	-8,7	27,4	-62,9
44	17/09/03 al 23/09/03	67,1	46,5	98,2	60,6	-10,8	23,3	-62,1
45	23/09/03 al 29/09/03	44,9	30,4	71,4	44,0	-2,1	30,9	-62,3
46	29/09/03 al 06/10/03	43,6	23,6	61,1	44,9	2,9	47,4	-36,1

Los resultados de desviación entre el método de referencia y el método de medición pasivo Radiello O<sub>3</sub> se resumen en las Tabla 8.85 a Tabla 8.87.

Tabla 8.85. Resultados desviación, S<sub>efectivo,1</sub>. Método Radiello O3

PUNTO DE REFERENCIA	DESVIACIÓN RELATIVA Er (%) – Método 1 (S <sub>efectivo,1</sub> )				
	VERANO 2001	INVIERNO 2002	VERANO 2002	VERANO 2003	TOTAL
ERMITA	12,7	21,8	25,3	14	18,5
GRAO	12,1	25	6,4	12,1	13,9
PENYETA	X	X	13,8	16,1	15,0
VILAFRANCA	X	X	20	20,1	20,1
BURRIANA	X	X	X	14,8	14,8
CASTELLÓN	X	X	X	16	16,0
ALCORA	X	X	X	41	41,0
TODOS	12,1	25,0	13,4	19,2	18,1

Tabla 8.86. Resultados desviación, S<sub>efectivo,2</sub>. Método Radiello O3

PUNTO DE REFERENCIA	DESVIACIÓN RELATIVA Er (%) – Método 2 (S <sub>efectivo,2</sub> )				
	VERANO 2001	INVIERNO 2002	VERANO 2002	VERANO 2003	TOTAL
ERMITA	9,8	44,5	40,1	15,9	27,6
GRAO	17,6	-	48,6	17,5	27,9
PENYETA	X	X	32,2	X	32,2
VILAFRANCA	X	X	48,1	1,3	24,7
BURRIANA	X	X	X	37,4	37,4
CASTELLÓN	X	X	X	23,2	23,2
ALCORA	X	X	X	27,6	27,6
TODOS	13,7	44,5	42,3	20,5	28,0

Tabla 8.87. Resultados desviación,  $S_{\text{efectivo},3}$ . Método Radiello O3

PUNTO DE REFERENCIA	DESVIACIÓN RELATIVA $E_r$ (%) – Método 3 ( $S_{\text{efectivo},1}$ )				
	VERANO 2001	INVIERNO 2002	VERANO 2002	VERANO 2003	TOTAL
ERMITA	36,5	31,7	8,7	66,2	35,8
GRAO	56,8	96,6	16,7	65,4	58,9
PENYETA	X	X	10,7	61,6	36,2
VILAFRANCA	X	X	28,9	24,6	26,8
BURRIANA	X	X	X	33,5	33,5
CASTELLÓN	X	X	X	67,8	67,8
ALCORA	X	X	X	48	48,0
TODOS	46,7	64,2	16,3	52,4	43,6

En la Figura 8.41 se presenta la comparación de las desviaciones presentadas por los tres métodos propuestos para calcular el coeficiente de captación aplicable para el cálculo de la concentración de ozono mediante el captador pasivo Radiello.

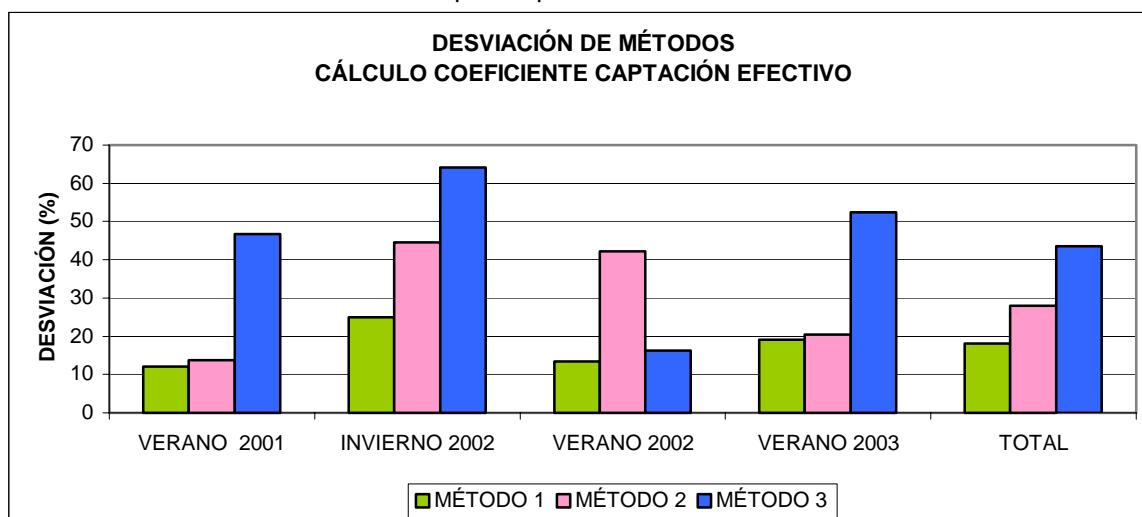


Figura 8.41. Comparación desviación producida por los tres métodos de cálculo del coeficiente de captación efectivo

La Figura 8.41 muestra claramente que el método más apropiado para calcular el coeficiente de captación efectivo es el Método 1 el cual propone promediar los coeficientes de captación obtenidos en las estaciones de referencia y aplicar dicho coeficiente promedio a la totalidad de los puntos de muestreo. De este modo es esperable una desviación promedio de un  $18\% \pm 8\%$ , que es mucho mejor que las desviaciones promedio resultante del Método 2 ( $28\% \pm 15\%$ ) y Método 3 ( $44\% \pm 25\%$ ). Cabe comentar que el Método 2 en algunas ocasiones obtiene una desviación promedio muy similar a la obtenida por el Método 1, como es el caso de la campaña de verano 2001 y 2003. Sin embargo este método, además de tener desviaciones más elevadas en otras campañas de muestreo, deja muchos resultados en blanco por no obtener solución la ecuación resultante de combinar el modelo matemático escogido y la Ecuación ( 8.13 ).

Analizando las desviaciones obtenidas en el Método 1 se aprecia que las mayores desviaciones se alcanzan en la campaña de invierno 2002. Atendiendo a los puntos de referencia, Alcora es el punto que mayor desviación presenta con un 41% de desviación.

## 8.- PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

## 8.1.2.3.3.2. Precisión

Para el estudio de la precisión del método de determinación del ozono troposférico se han colocado captadores duplicados en varias estaciones de referencia de la Conselleria de Medi Ambient. La precisión se calcula conforme a lo especificado en el punto 7.1.1.2.5.2. En las Tabla 8.88 a Tabla 8.92 se presentan los resultados obtenidos.

Tabla 8.88. Cálculo de la precisión y exactitud: Ermita. Método Radiello O3

Semana	Masa de ozono ( $\mu\text{g}$ )	Masa de ozono BIS ( $\mu\text{g}$ )	Masa de ozono Promedio ( $\mu\text{g}$ )	Precisión DSR (%)	Exactitud (%)
CAMPAÑA ESTIVAL 2001					
1	NO SE COLOCA DUPLICADO				
2	14,4	16,5	15,4	9,6	29,4
3	12,3	11,8	12,0	3,1	24,4
4	14,7	16,0	15,3	6,4	18,7
5	19,5	18,6	19,0	3,5	13,6
6	13,1	10,7	11,9	14,1	17,3
7	15,7	14,5	15,1	5,4	5,1
8	16,8	18,5	17,7	6,8	20,6
10	11,7	12,3	12,0	3,4	19,3
11	22,5	17,9	20,2	16,0	24,8
12	16,1	11,1	13,6	25,9	25,0
13	14,9	13,9	14,4	5,0	7,3
14	16,4	17,0	16,7	2,4	13,7
15	15,5	14,1	14,8	6,5	20,1
16	17,3	16,9	17,1	1,6	14,3
CAMPAÑA INVERNAL 2002					
17	5,6	6,8	6,2	12,9	28,4
18	7,9	9,5	8,7	13,5	43,2
19-20	NO SE COLOCA DUPLICADO				
CAMPAÑA ESTIVAL 2002					
21	13,2	11,9	12,5	7,2	NO DATO REFERENCIA
22	12,3	12,8	12,5	3,1	14,8
23	14,5	15,4	15,0	4,1	8,4
24	12,1	13,6	12,8	8,3	10,8
25	10,2	11,0	10,6	4,9	12,0
26	10,8	11,2	11,0	2,3	39,4
27	13,1	12,5	12,8	3,4	11,6
28	11,3	11,9	11,6	3,6	15,3
29	ERROR EN BIS	12,4	12,4	-	-
30	11,0	12,7	11,8	10,1	49,0
31	14,6	14,0	14,3	3,1	15,8
32	8,3	8,8	8,6	4,1	53,2
33	12,6	12,1	12,4	2,5	15,8
34	NO SE COLOCA DUPLICADO				
CAMPAÑA ESTIVAL 2003					
35-46	NO SE COLOCA DUPLICADO				

**Tabla 8.89. Cálculo de la precisión y exactitud: Grao. Método Radiello O3**

Semana	Masa de ozono (µg)	Masa de ozono BIS (µg)	Masa de ozono Promedio (µg)	Precisión DSR (%)	Exactitud (%)
CAMPAÑA ESTIVAL 2001					
6	13,3	13,4	13,4	0,8	9,2
7	15,8	14,7	15,2	5,2	4,8
8	22,2	23,0	22,6	2,6	18,3
9	12,5	21,2	16,8	36,4	58,4
10	23,3	22,7	23,0	1,9	19,5
11	17,3	18,0	17,7	2,7	11,6
12	13,3	16,2	14,7	13,7	14,3
14	19,2	18,3	18,7	3,6	14,0
15	15,7	16,0	15,9	1,4	16,0
CAMPAÑA INVERNAL 2002					
17	8,2	7,0	7,6	10,7	29,8
18-20	NO SE COLOCA DUPLICADO				
CAMPAÑA ESTIVAL 2002					
21	13,4	13,9	13,7	2,5	NO DATO REFERENCIA
22	15,5	15,5	15,5	0,0	3,1
23	17,5	17,0	17,3	2,1	6,0
24	14,6	12,5	13,5	11,0	7,7
25	8,5	9,9	9,2	10,5	11,2
26	13,0	12,8	12,9	1,0	13,1
27	14,7	12,5	13,6	11,2	12,2
28	13,9	11,7	12,8	12,0	11,9
29	12,2	12,3	12,2	0,1	4,1
30	12,3	12,2	12,2	0,6	8,0
31	ERROR EN BIS	13,9	13,9	-	-
32	9,9	10,0	10,0	0,8	7,2
33	11,3	14,2	12,7	16,3	9,3
34	NO SE COLOCA DUPLICADO				
CAMPAÑA ESTIVAL 2003					
35 -46	NO SE COLOCA DUPLICADO				

Tabla 8.90. Cálculo de la precisión y exactitud: Vilafranca. Método Radiello O3

Semana	Masa de ozono ( $\mu\text{g}$ )	Masa de ozono BIS ( $\mu\text{g}$ )	Masa de ozono Promedio ( $\mu\text{g}$ )	Precisión DSR (%)	Exactitud (%)
CAMPAÑA ESTIVAL 2002					
21	NO SE COLOCA DUPLICADO				
22	12,3	12,7	12,5	2,1	17,4
23	16,4	15,3	15,9	5,0	14,8
24	23,4	23,8	23,6	1,2	13,9
25	15,6	15,8	15,7	0,7	13,7
26	7,0	7,5	7,3	4,3	59,2
27	15,3	15,2	15,3	0,4	12,3
28	20,5	22,1	21,3	5,1	19,3
29	7,5	9,6	8,6	17,1	51,7
30	16,2	15,3	15,7	4,1	6,4
31	15,7	14,2	14,9	7,0	15,5
32	8,5	11,2	9,8	19,3	38,2
33	13,6	13,1	13,3	2,7	11,2
34	21,6	21,4	21,5	0,7	7,6
CAMPAÑA ESTIVAL 2003					
35	NO SE COLOCA DUPLICADO				
36	18,150	17,520	17,835	2,5	NO DATO REFERENCIA
37	25,160	26,770	25,965	4,4	
38	30,960	31,670	31,315	1,6	23,7
39	28,820	29,490	29,155	1,6	11,0
40	26,090	26,650	26,370	1,5	50,0
41	DESAPARECIDO				
42	32,430	31,760	32,095	1,5	11,1
43	25,190	26,970	26,080	4,8	29,2
44	30,240	28,770	29,505	3,5	24,0
45	15,720	16,040	15,880	1,4	11,3
46	20,290	21,010	20,650	2,5	NO DATO REFERENCIA

Tabla 8.91. Cálculo de la precisión y exactitud: Burriana. Método Radiello O3

Semana	Masa de ozono ( $\mu\text{g}$ )	Masa de ozono BIS ( $\mu\text{g}$ )	Masa de ozono Promedio ( $\mu\text{g}$ )	Precisión DSR (%)	Exactitud (%)
CAMPAÑA ESTIVAL 2003					
35	NO SE COLOCA DUPLICAD				
36	17,60	ERROR EN BIS	17,60	-	-
37	14,77	13,86	14,32	4,5	23,0
38	25,52	26,06	25,79	1,5	19,1
39	14,63	14,99	14,81	1,7	8,1
40	22,00	21,55	21,78	1,5	14,9
41	27,81	27,45	27,63	0,9	11,7
42	8,30	9,08	8,69	6,3	5,8
43	25,86	24,77	25,32	3,0	10,0
44	23,98	26,67	25,33	7,5	16,0
45	24,30	22,64	23,47	5,0	15,5
46	14,06	13,42	13,74	3,3	48,1

**Tabla 8.92. Cálculo de la precisión y exactitud: Castellón. Método Radiello O3**

Semana	Masa de ozono ( $\mu\text{g}$ )	Masa de ozono BIS ( $\mu\text{g}$ )	Masa de ozono Promedio ( $\mu\text{g}$ )	Precisión DSR (%)	Exactitud (%)
CAMPAÑA ESTIVAL 2003					
35	NO SE COLOCA DUPLICADO				
36	18,380	18,690	18,54	1,2	13,4
37	19,240	18,430	18,84	3,0	6,2
38	18,570	18,640	18,61	0,3	32,5
39	18,570	18,230	18,40	1,3	2,1
40	21,510	21,900	21,71	1,3	27,7
41	20,640	21,150	20,90	1,7	21,9
42	17,860	18,820	18,34	3,7	19,7
43	20,870	21,600	21,24	2,4	5,7
44	17,210	16,720	16,97	2,0	18,4
45	12,810	13,620	13,22	4,3	11,9
46	12,000	11,910	11,96	0,5	34,4

Los resultados de precisión del Método Radiello O3 se resumen en la Tabla 8.93.

**Tabla 8.93. Resultados Precisión. Método Radiello O3**

PUNTO DE REFERENCIA	PRECISIÓN DSR (%)				
	VERANO 2001	INVIERNO 2002	VERANO 2002	VERANO 2003	TOTAL
ERMITA	7,6	13,2	4,7	-	8,5
GRAO	8,2	10,7	5,7	-	8,2
VILAFRANCA	-	-	5,4	2,5	4,0
BURRIANA	-	-	-	3,5	3,5
CASTELLÓN	-	-	-	2,0	2,0
TODOS	7,9	12,0	5,3	2,7	6,4

La precisión global del método es  $6\% \pm 4\%$ . Se aprecia que en general los resultados de precisión obtenidos en la campaña de muestreo invernal del año 2001 son peores a los obtenidos en otras campañas de muestreo, siendo la campaña del verano 2003 las que da valores mejores de precisión con DSR del 3%. El punto de referencia que peor precisión presenta en la campaña de muestreo de 2003 es Castellón.

#### 8.1.2.3.3.3. Exactitud

La exactitud es la diferencia del valor estimado por el captador y el valor verdadero. La exactitud se calcula conforme a lo especificado en el punto 7.1.1.2.5.3. Los valores de exactitud semanales se muestran en la Tabla 8.88 a Tabla 8.92. En la Tabla 8.94 se muestran los resultados de exactitud promedios por estaciones de referencia y por campaña de muestreo.



**Tabla 8.94. Resultados Exactitud, Método 1 S<sub>efectivo,1</sub>. Método Radiello O<sub>3</sub>**

PUNTO DE REFERENCIA	EXACTITUD (%) – Método 1, S <sub>efectivo,1</sub>				
	VERANO 2001	INVIERNO 2002	VERANO 2002	VERANO 2003	TOTAL
ERMITA	18,1	35,8	22,4		25,4
GRAO	18,5	29,8	28		25,4
VILAFRANCA	X	X	21,6	22,8	22,2
BURRIANA	X	X	X	17,2	17,2
CASTELLÓN	X	X	X	17,6	17,6
TODOS	18,3	32,8	24,0	19,2	23,2

El criterio establecido por NIOSH exige que para que un método pueda ser validado la exactitud del método debe ser inferior a 25% con un nivel de confianza del 95% (Bartley, 2001; Kennedy et al., 1998). La norma europea CEN 838 establecida por el Comité Europeo de Normalización (CEN) para validar un método establece un límite combinado de incertidumbre alrededor del 30% (CEN), el cual es más permisivo que el límite impuesto por el NIOSH.

Observando la Tabla 8.94, se aprecia que globalmente la exactitud del método es de  $23\% \pm 6\%$ . Sin embargo, en algunas campañas, como es el caso de la campaña de Invierno de 2002 los valores de exactitud están por encima del valor de referencia del 25% propuesto por NIOSH y también por encima del valor límite propuesto del 30% por el CEN.

#### 8.1.2.4. Comparación de los resultados obtenidos mediante el método Radiello O<sub>3</sub> con el método de referencia

A fin de estudiar la correlación de los sistemas pasivos con el método de referencia se comparan los valores obtenidos mediante el método de referencia (valores cedidos por la Conselleria de Medio Ambiente de la Generalitat Valenciana) y los resultados obtenidos al analizar los filtros muestreados considerando el coeficiente de captación efectivo obtenido con el Método 1 y reflejados en la Tabla 8.75.

##### 8.1.2.4.1. Evolución de los niveles medidos mediante ambos métodos

###### 8.1.2.4.1.1. *Comparación de resultados en estaciones de referencia*

Para realizar la comparación entre el método de referencia y el método de medición pasivo Radiello se han representado los datos obtenidos con los captadores pasivos Radiello con los coeficientes de captación calculados según el Método 1 (valores promedios de estaciones de referencia) junto con los datos medidos en las estaciones de referencia. Dichos resultados se reflejan en la Tabla 8.78 a Tabla 8.84. Para observar si los niveles medidos por ambos métodos siguen las mismas tendencias y dan valores análogos los resultados se representan en las Figura 8.42 a Figura 8.48.

8.- PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

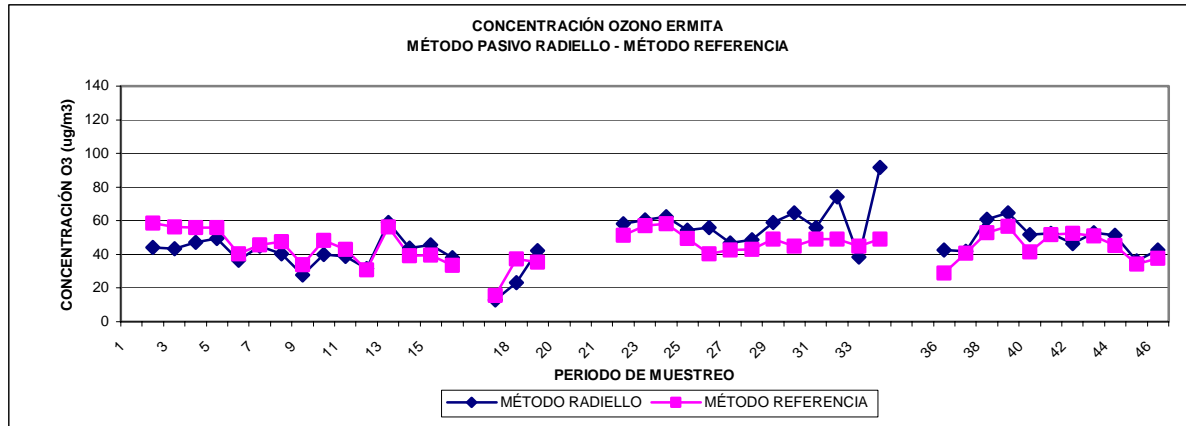


Figura 8.42. Variación de la concentración medida con el Método Pasivo Radiello y de Referencia: Ermita

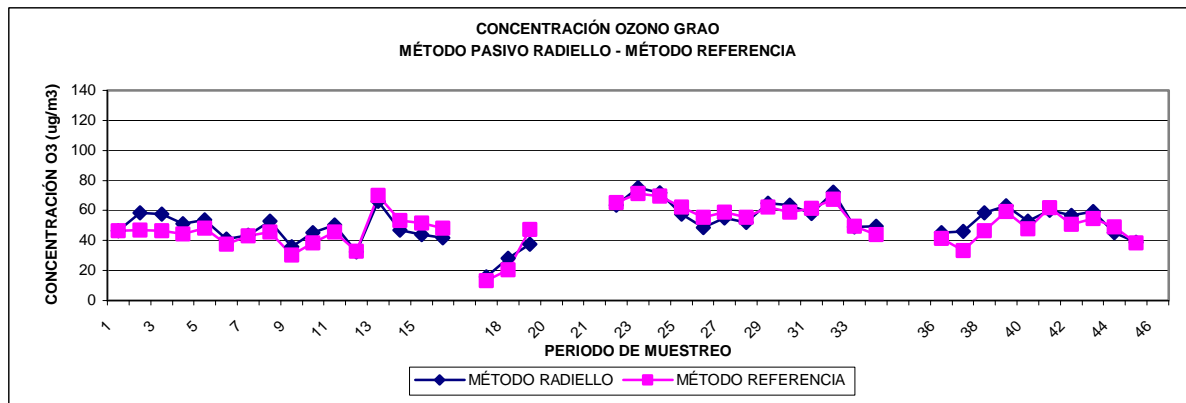


Figura 8.43. Variación de la concentración medida con el Método Pasivo Radiello y de Referencia: Grao

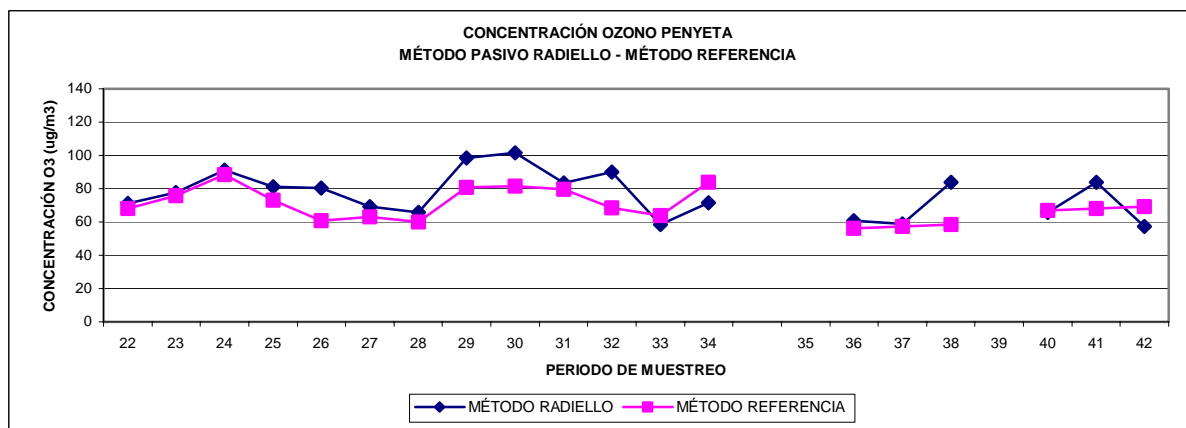


Figura 8.44. Variación de la concentración medida con el Método Pasivo Radiello y de Referencia: Penyeta

8.- PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

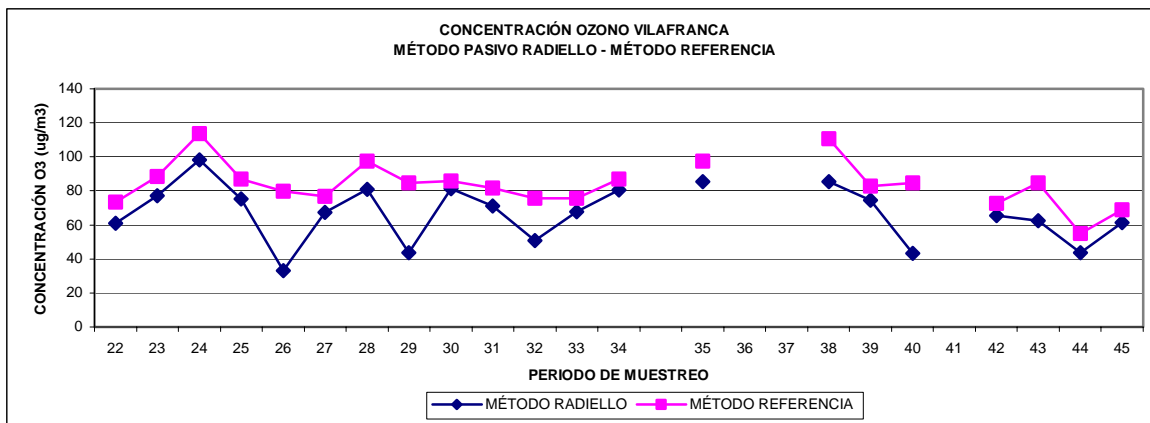


Figura 8.45. Variación de la concentración medida con el Método Pasivo Radiello y de Referencia: Vilafranca

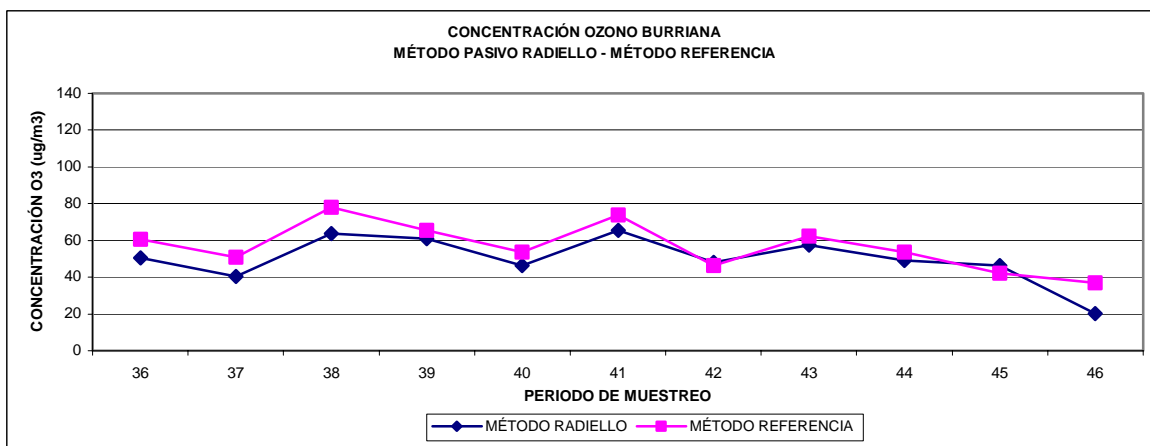


Figura 8.46. Variación de la concentración medida con el Método Pasivo Radiello y de Referencia: Burriana

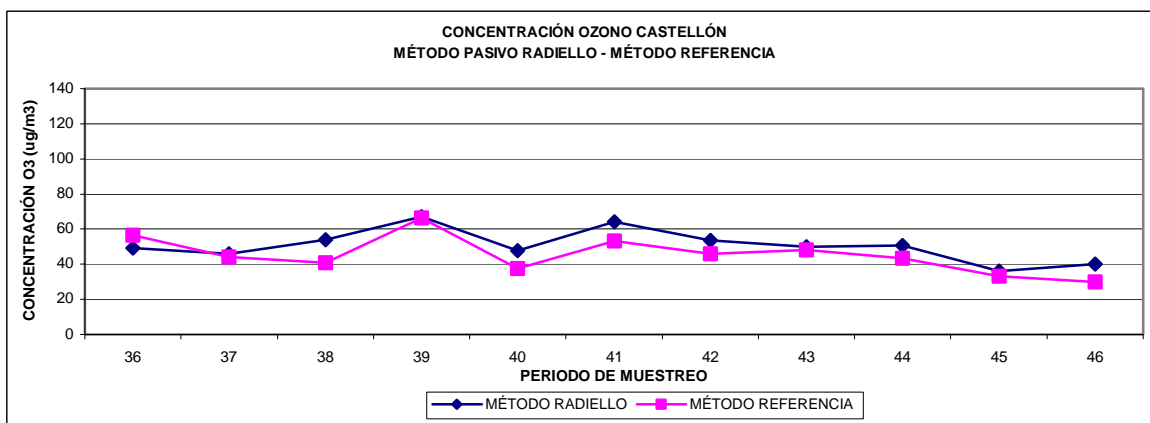


Figura 8.47. Variación de la concentración medida con el Método Pasivo Radiello y de Referencia: Castellón

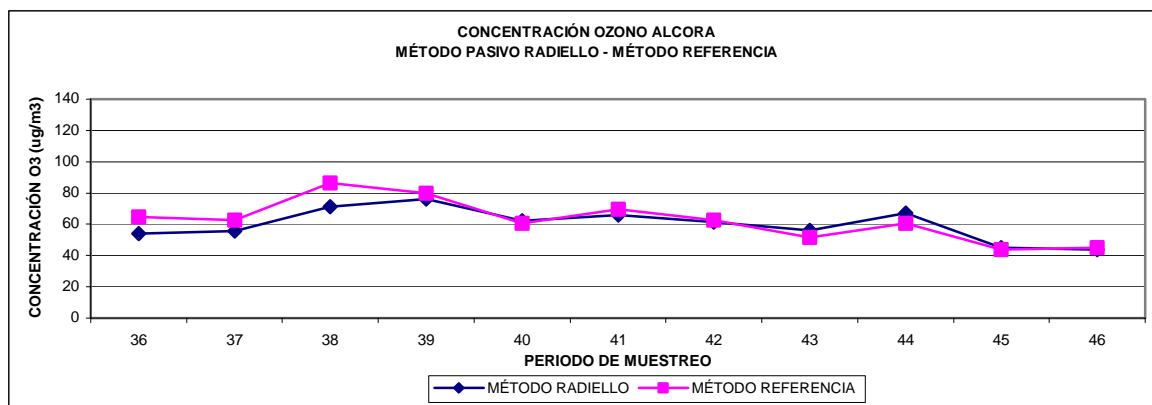


Figura 8.48. Variación de la concentración medida con el Método Pasivo Radiello y de Referencia: Alcora

De la observación de las Figura 8.42 a Figura 8.48 se aprecia en todas ellas que los datos de concentración de ozono medidos con el método Radiello son prácticamente coincidentes con los datos de concentración medidos con el método de referencia (analizador de ozono por fotometría UV). Se aprecia en algunos emplazamientos algunos datos divergentes como es el caso de Ermita, en la semana 34 y Vilafranca en las semanas 26, 29 y 40.

#### 8.1.2.4.1.2. Comparación de resultados en estaciones de contraste

En el punto 8.1.2.4.1.1 se ha comparado los resultados obtenidos en aquellas estaciones de referencia que se han utilizado para realizar el cálculo del coeficiente de captación efectivo. Con el fin de estudiar el comportamiento de los captadores pasivos en otros puntos diferentes a los puntos de referencia, se han definido unas estaciones de contraste en las cuales también existen analizadores automáticos de referencia propiedad de la Generalitat Valenciana, pero cuyos datos no han sido utilizados para el estudio del coeficiente de captación efectivo.

Estas estaciones de contraste son Onda en todas las campañas de muestreo, Penyeta en las campañas de muestreo de Verano 2001 e Invierno 2002 y Castellón en todas las campañas de muestreo, excepto en la última.

Para realizar la comparación entre el método de referencia y el método de medición pasivo Radiello se han representado los datos obtenidos con los captadores pasivos Radiello con los coeficientes de captación calculados según el Método 1 (valores promedios de estaciones de referencia) junto con los datos medidos en las estaciones de contraste. Dichos resultados se presentan en la Tabla 8.95.

Tabla 8.95. Valores medidos en estaciones de contraste. Método Radiello y Método Referencia

PERIODO MUESTREO	CONCENTRACIÓN DE OZONO (µg/m³)					
	ONDA RADIELLO	ONDA REFERENCIA	CASTELLÓN RADIELLO	CASTELLÓN REFERENCIA	PENYETA RADIELLO	PENYETA REFERENCIA
1	54	102	47	-	59	94
2	58	101	55	62	-	92
3	54	91	-	56	58	97
4	58	90	50	57	62	80
5	51	85	68	60	59,9	84,8
6			43	63	50	62
7			46	57	49	67
8			53	60	-	91
9			49	62	56	67

Tabla 8.95. cont.

PERIODO MUESTREO	CONCENTRACIÓN DE OZONO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )					
	ONDA RADIELLO	ONDA REFERENCIA	CASTELLÓN RADIELLO	CASTELLÓN REFERENCIA	PENYETA RADIELLO	PENYETA REFERENCIA
10			47	67	53	63
11			51	70	57	79
12			38	72	42	62
13			64	55	74	85
14			47	61	57	70
15			50	63	55	65
16			36	71	47	67
17	20	56	10	21	-	53
18	32	62	24	30	35	62
19	45	61	-	29	52	55
20	56	68	-	39	61	60
21	-	85	-	65		
22	64	72	59	64		
23	70	86	66	67		
24	89	100	73	70		
25	74	82	59	73		
26	73	66	62	56		
27	53	64	48	52		
28	66	78	55	47		
29	74	80	69	55		
30	81	81	70	53		
31	63	79	59	57		
32	67	72	76	57		
33	55	64	44	42		
34	62	83	51	55		
36	48	71				
37	50	83				
38	71	107				
39	71	93				
40	59	74				
41	66	84				
42	17	62				
43	58	69				
44	-	87				
45	37	55				
46	20	68				

(gris) No se considera estación de contraste

(-) No se dispone de dato

Para observar si los niveles medidos por ambos métodos siguen las mismas tendencias y dan valores análogos se han representado los valores de ozono medidos por ambos métodos en las estaciones de contraste en la Figura 8.49 a Figura 8.51

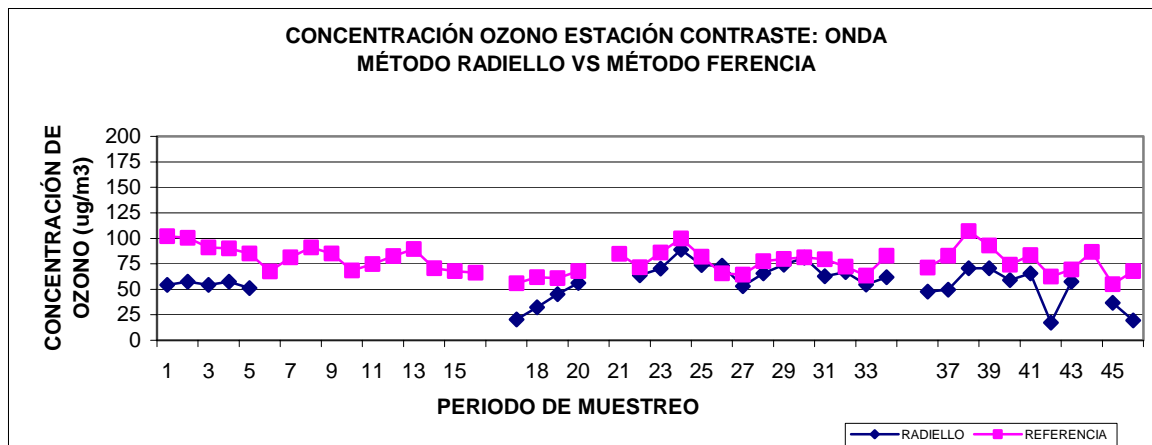


Figura 8.49. Variación de la concentración medida con el Método Pasivo Radiello y de Referencia: Onda

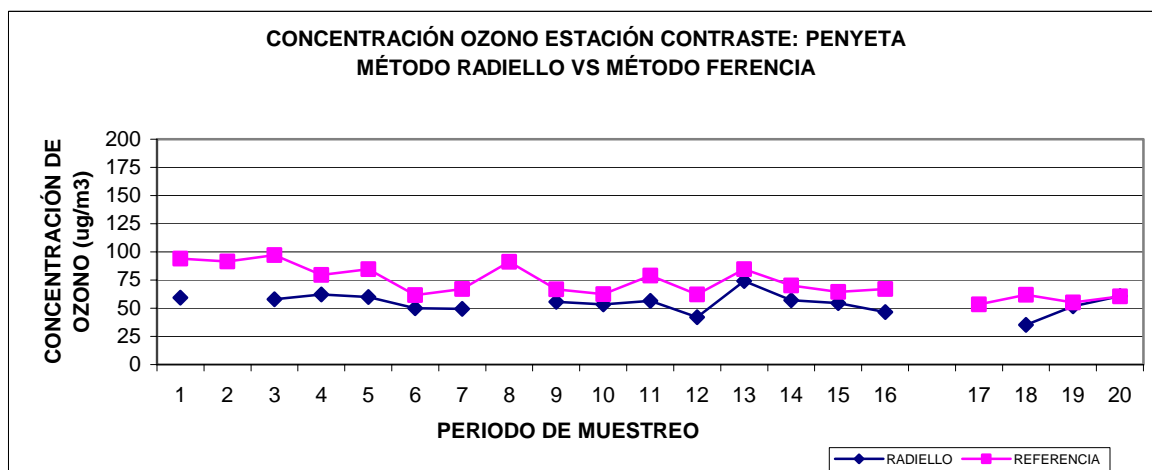


Figura 8.50. Variación de la concentración medida con el Método Pasivo Radiello y de Referencia: Penyeta

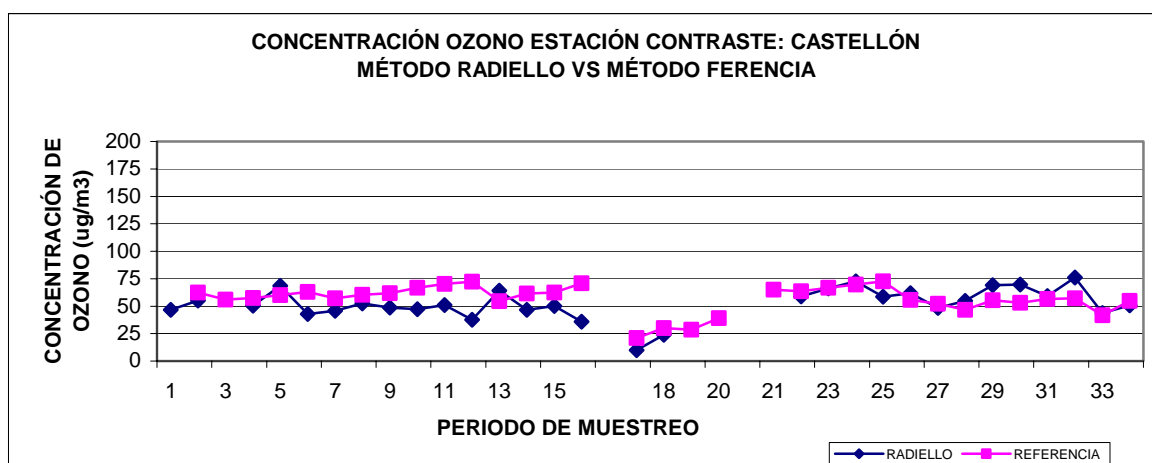


Figura 8.51. Variación de la concentración medida con el Método Pasivo Radiello y de Referencia: Castellón

Observamos que en las estaciones de contraste los niveles de ozono medidos con el método pasivo Radiello también siguen las mismas tendencias que los valores registrados con el

analizador de referencia. En general, el método Radiello suele dar resultados inferiores a los niveles medidos con el método de referencia.

#### 8.1.2.4.2. Correlación entre ambos métodos

Para comparar la bondad de los datos medidos mediante el método Radiello se ha realizado una correlación de las concentraciones medidas con dicho método con los valores de concentración medidos con el método de referencia.

##### 8.1.2.4.2.1. *Comparación de resultados en estaciones de referencia*

En las Figura 8.52 y Figura 8.53 se representan las rectas de correlación obtenidas para el conjunto de todos los datos (Verano 2001, 2002, 2003 e invierno 2002) y en cada estación de referencia, así como las rectas obtenidas en cada campaña de muestreo.

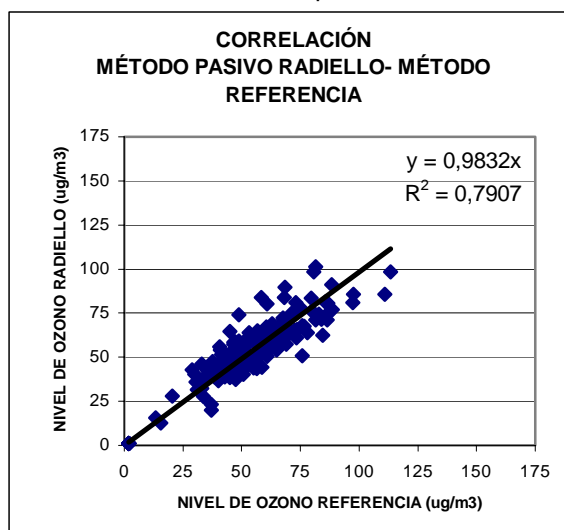
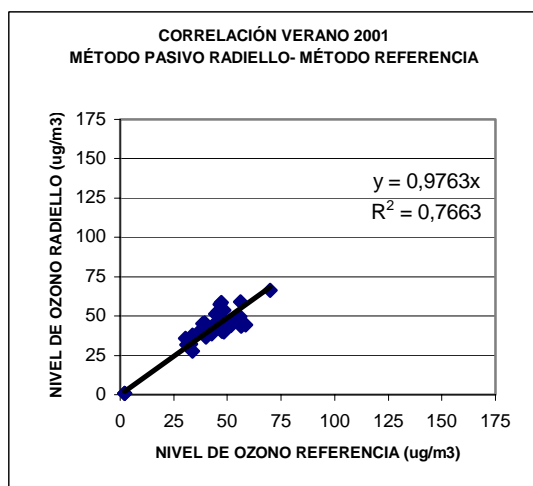
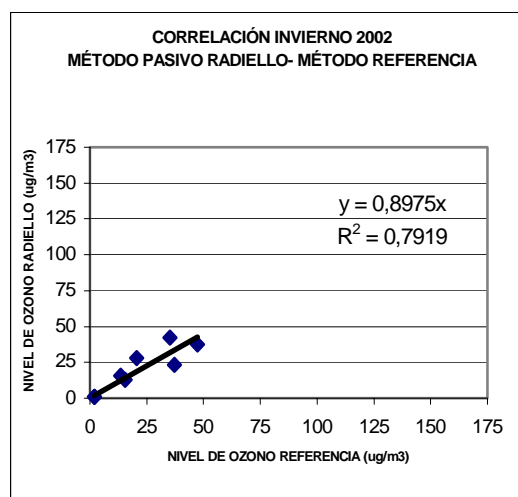


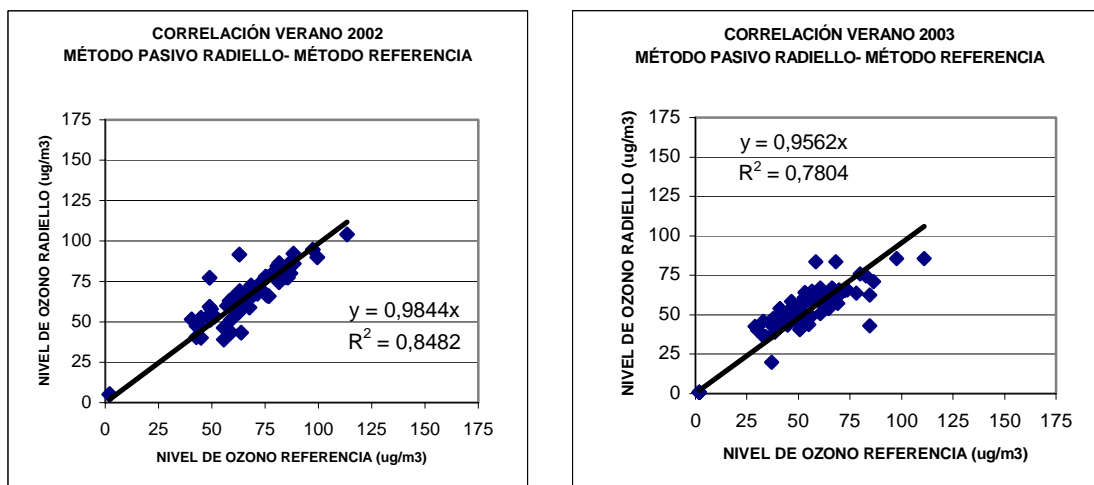
Figura 8.52. Comparación concentraciones obtenidas método pasivo Radiello y método de referencia. Todas las campañas (Verano 2001-2002-2003 e invierno 2002)



a) Verano 2001



b) Invierno 2002



c) Verano 2002

d) Verano 2003

Figura 8.53. Comparación concentraciones obtenidas método pasivo Radiello y método de referencia. Verano 2001

8.1.2.4.2.2. Comparación de resultados en estaciones de contraste

En las Figura 8.54 y Figura 8.55 se representan las rectas de correlación obtenidas para el conjunto de todos los datos (Verano 2001, 2002, 2003 e invierno 2002) y en cada estación de referencia, así como las rectas obtenidas en cada campaña de muestreo.

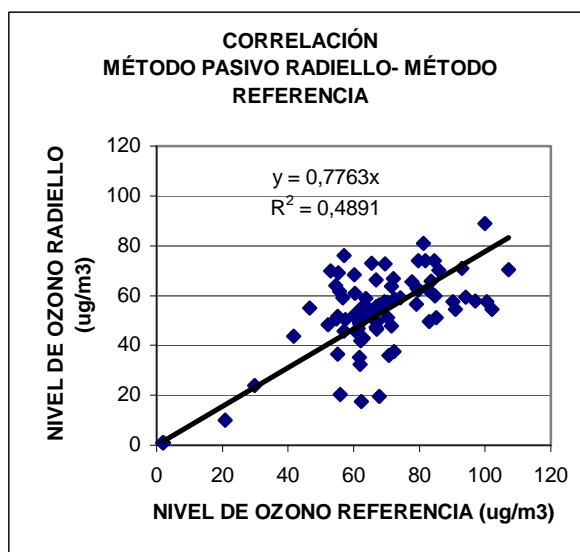


Figura 8.54. Comparación concentraciones obtenidas en estaciones de contraste. Método pasivo Radiello y método de referencia. Todas las campañas (Verano 2001-2002-2003 e invierno 2001)



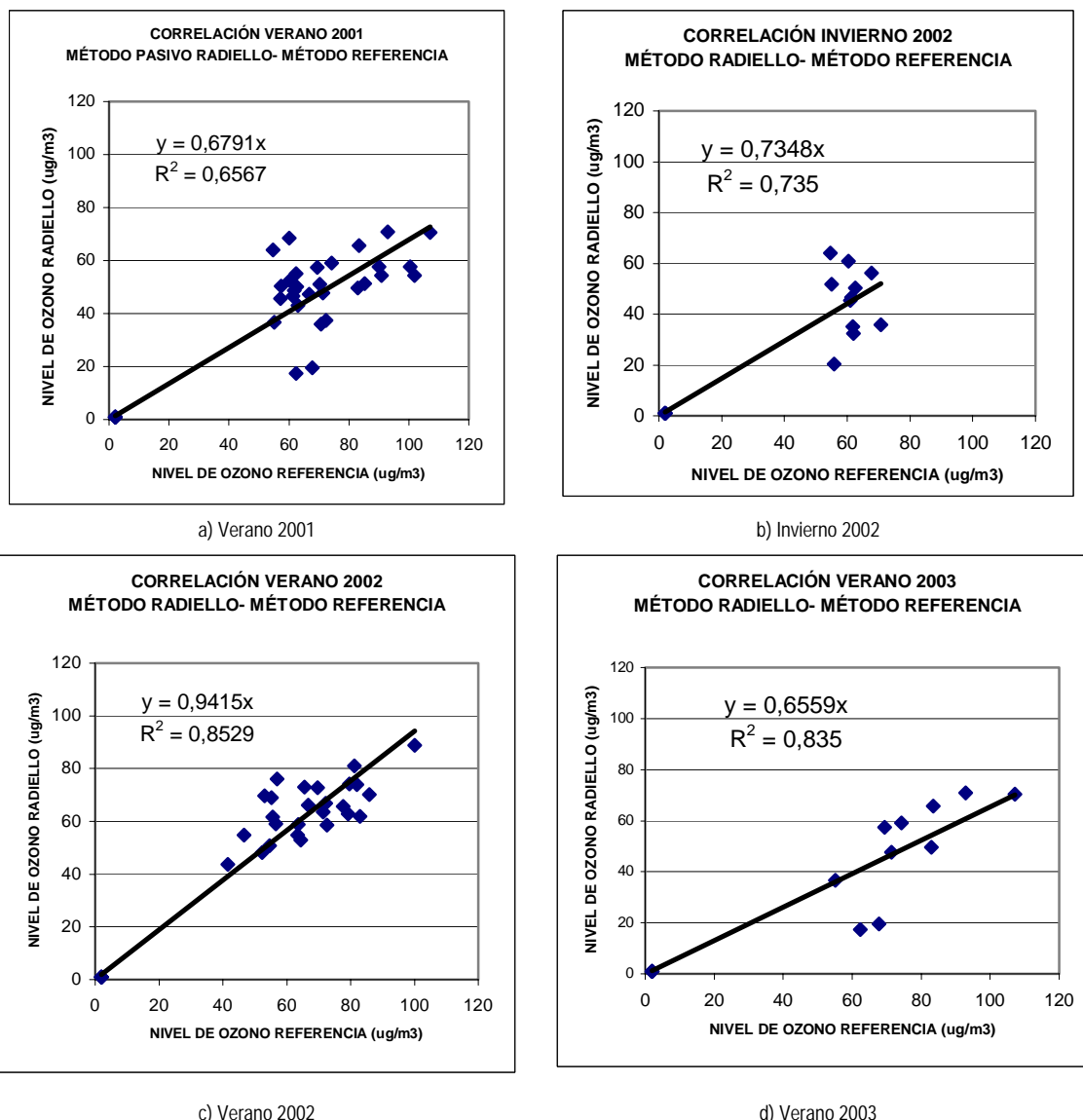


Figura 8.55. Comparación concentraciones obtenidas en estaciones de contraste. Método pasivo Radiello y método de referencia. Campañas individuales

#### 8.1.2.4.2.3. Resumen de resultados

A continuación se presenta resumidas todas las rectas de correlación entre las concentraciones obtenidas mediante el método pasivo Radiello y el método de referencia a lo largo de las distintas campañas de muestreo tanto en las estaciones de referencia como en las estaciones de contraste.

Tabla 8.96. Resumen de rectas de correlación. Estaciones de referencia. Método Radiello

CAMPAÑA	RECTA CORRELACIÓN	$R^2$	ERROR ESTIMACIÓN ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Significativo ( $p <$ )
TODAS	$C_{\text{Radiello}} = 0,9832 * C_{\text{ref}}$	0,7907	8,6	0,000
VERANO 2001	$C_{\text{Radiello}} = 0,9763 * C_{\text{ref}}$	0,7663	6,5	0,000
INVIERNO 2002	$C_{\text{Radiello}} = 0,8975 * C_{\text{ref}}$	0,7919	7,5	0,003
VERANO 2002	$C_{\text{Radiello}} = 0,9844 * C_{\text{ref}}$	0,8482	9,2	0,000
VERANO 2003	$C_{\text{Radiello}} = 0,9562 * C_{\text{ref}}$	0,7804	7,7	0,000

donde,

$C_{\text{Radiello}}$  = concentración ozono medida con método pasivo Radiello ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

$C_{\text{ref}}$  = concentración ozono medida con método Referencia ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

**Tabla 8.97. Resumen de rectas de correlación. Estaciones de contraste. Método Radiello**

CAMPAÑA	RECTA CORRELACIÓN	R <sup>2</sup>	ERROR ESTIMACIÓN ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Significativo (p<)
TODAS	$C_{\text{Radiello}} = 0,7763 * C_{\text{ref}}$	0,4891	12,8	0,000
VERANO 2001	$C_{\text{Radiello}} = 0,6791 * C_{\text{ref}}$	0,6567	11,9	0,000
INVIERNO 2002	$C_{\text{Radiello}} = 0,7348 * C_{\text{ref}}$	0,7350	12,5	0,000
VERANO 2002	$C_{\text{Radiello}} = 0,9415 * C_{\text{ref}}$	0,8529	9,1	0,000
VERANO 2003	$C_{\text{Radiello}} = 0,6559 * C_{\text{ref}}$	0,8350	11,8	0,000

donde,

$C_{\text{Radiello}}$  = concentración ozono medida con método pasivo Radiello ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

$C_{\text{ref}}$  = concentración ozono medida con método Referencia ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Analizando la Tabla 8.96 y Tabla 8.97 y las Figura 8.52 a Figura 8.55 se observa que la recta de correlación obtenida con los datos recogidos en todas las campañas presenta un coeficiente de determinación de 0,98 en el caso de las estaciones de referencia y un valor de 0,49 en el caso de las estaciones de contraste. En ambos casos la correlación es significativamente positiva con una probabilidad  $p < 0,000$  y unos errores asociados a estimación de  $8,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en el caso de las estaciones de referencia y de  $12,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en las estaciones de contraste.

Atendiendo al valor de la pendiente, se aprecia que el método Radiello siempre da valores inferiores al método de referencia. En el caso de los niveles registrados en las estaciones de referencia, ambos valores son muy similares, puesto que la pendiente es de 0,98. Sin embargo, en el caso de las estaciones de contraste la pendiente de la recta es de 0,78 en el caso global y presenta valores tan bajos como 0,66 en la campaña de verano 2003. Esto implica que en las estaciones de contraste se infravaloren los niveles de ozono medido con el captador pasivo Radiello.

De la observación de las Figura 8.42 a Figura 8.51 donde se representan los valores obtenidos mediante el método pasivo Radiello y el método de referencia, así como de la información extraída de las Figura 8.52 a Figura 8.55, donde se representa la correlación entre ambos métodos, se puede concluir que los resultados obtenidos por ambos métodos son comparables entre si, siguen generalmente las mismas tendencias, el error asociado a la medida con los sistemas pasivos es de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  respecto al método de referencia y los valores medidos con el método Radiello son generalmente inferiores a los valores medidos con el método de referencia.

### 8.1.3. MÉTODO DE MEDIDA DE NO<sub>2</sub> RADIELLO

#### 8.1.3.1. Validación de la técnica de análisis

Se pretende determinar si las técnicas de análisis empleadas, en este caso espectrofotometría UV-Visible y cromatografía iónica, son correctas y suficientes para la determinación de las concentraciones de nitrito extraídas de los filtros.

##### 8.1.3.1.1. Determinación de Nitritos por espectrofotometría UV-Visible

###### 8.1.3.1.1.1. *Capacidad de la técnica analítica*

En el presente ensayo se pretende comprobar la capacidad de la espectrofotometría UV-Visible para conocer las concentraciones de nitrito en una disolución en el rango de concentración de trabajo. El experimento se lleva a cabo midiendo disoluciones de nitrito patrón con el espectrofotómetro UV-Visible.

Se preparan disoluciones de nitrito con tres concentraciones diferentes equivalentes a la cantidad de nitrito que se obtendría para concentraciones ambientales de NO<sub>2</sub> aproximadas de 130 µg/m<sup>3</sup>, 60 µg/m<sup>3</sup> y 25 µg/m<sup>3</sup>, considerando el coeficiente de captación de 39 cm<sup>3</sup>/min calculado en el trabajo de investigación realizado para obtener la suficiencia investigadora (Delgado Saborit, 2003), una semana de muestreo y un volumen de extracción de 10 ml de agua destilada. Se realizan cuatro réplicas por cada concentración.

Se calibra el espectrofotómetro UV-Visible con patrones de 0,5, 1,0, 2,5, 5,0 y 10,0 ppm de nitrito. Se obtiene la siguiente recta de calibrado:

$$Q = 6.0757 * A$$

$$R^2 = 0.9949$$

Donde  $Q$  es la concentración de nitrito medido en ppm y  $A$  es la absorción y  $R^2$  es el coeficiente de determinación.

Los valores de concentración de las muestras impregnadas de nitrito obtenidos con el espectrofotómetro UV se muestran en la Tabla 8.98.

Tabla 8.98. Resultados de la capacidad de la técnica analítica. Método Radiello NO<sub>2</sub>

Conc. NO <sub>2</sub> equivalente (µg/m <sup>3</sup> )	Conc. Nitrito impregnada (µg/ml)	Conc. Nitrito medida (µg/ml)	Conc. Nitrito promedio (µg/ml)	Número muestras	Desviación Estándar SD	Coefficiente de Variación CV
25	1	1,007	0,99	4	0,01	1,30
		0,979				
		0,982				
		0,995				
60	2,5	2,577	2,56	4	0,02	0,78
		2,537				
		2,546				
		2,574				
130	5	5,179	5,12	4	0,06	1,20
		5,054				
		5,084				
		5,167				
TOTAL				16	0,03	1,09

De la Tabla 8.98 se deduce que el coeficiente de variación promedio de 1% es representativo de las tres concentraciones escogidas.

#### 8.1.3.1.1.2. Intervalo de trabajo

La capacidad de cuantificación de la técnica analítica se examina dibujando una curva concentración – respuesta utilizando patrones que cubran el intervalo de concentraciones de interés (0,5 a 10  $\mu\text{g/ml}$  de nitrito).

Para ello, con el espectrofotómetro UV-Visible calibrado, se analizan patrones con concentraciones crecientes. El límite máximo de trabajo se determina localizando el primer patrón cuya medida se desvíe más de un 10% de la concentración nominal. Una vez localizado dicho patrón, el límite máximo de trabajo se sitúa en el patrón de concentración mayor inmediatamente inferior al patrón que presenta más del 10% de desviación (OSHA).

Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 8.99.

Tabla 8.99. Cálculo del límite superior de trabajo, espectrofotómetro UV. Método Radiello  $\text{NO}_2$

Conc. Nitrito patrón ( $\mu\text{g/ml}$ )	Conc. Nitrito medida ( $\mu\text{g/ml}$ )	Desviación (%)
0,5	0,452	9,6
1,0	1,007	- 0,7
2,5	2,577	- 3,1
5,0	5,179	- 3,6
10	9,918	0,8

El límite de trabajo inferior se obtiene en el apartado 8.1.3.1.1.3 Límites de detección analíticos.

De la Tabla 8.99 se deduce que el intervalo de trabajo de concentraciones en las cuales trabajamos está dentro del intervalo de trabajo del espectrofotómetro UV.

#### 8.1.3.1.1.3. Límites de detección analíticos

El Límite de Detección Cualitativo se define como la masa de analito que produce una señal tres veces superior a la desviación estándar de la medida de la señal del blanco. El Límite de Detección Cuantitativo se define como la masa de analito que produce una señal diez veces superior a la desviación estándar de la medida de la señal del blanco.

Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 8.100.

Tabla 8.100. Cálculo de los límites de detección analíticos, espectrofotómetro UV. Método Radiello  $\text{NO}_2$

Número de análisis	Conc. Nitrito Blanco ( $\mu\text{g/ml}$ )	Desviación Estándar SD
1	- 0,102	0,003
2	- 0,108	
3	- 0,110	
4	- 0,108	

Teniendo en cuenta los datos de la Desviación Estándar obtenida se obtiene un Límite de Detección Cualitativo de  $0,01\mu\text{g/ml}$  y un Límite de Detección Cuantitativo de  $0,03\mu\text{g/ml}$ .

#### 8.1.3.1.1.4. *Sensibilidad*

La sensibilidad de la recta de calibrado del espectrofotómetro UV para medida de nitritos es de 6,0757 ppm/ABS. El error estándar relativo del espectrofotómetro es de 0,18 ppm, y el coeficiente de determinación es de 0,9949.

#### 8.1.3.1.2. Determinación de Nitritos por cromatografía iónica

##### 8.1.3.1.2.1. *Capacidad de la técnica analítica*

Para conocer las concentraciones de nitrito en una disolución. El experimento se lleva a analizando disoluciones patrón de nitrito por cromatografía iónica. Se realiza un calibrado del cromatógrafo con los mismos patrones de 0,5, 1,0, 2,5, 5,0 y 10,0 ppm de nitrito. Se obtiene la siguiente recta de calibrado:

$$Q = 0,00208923 * A$$

$$RSD = 5,637 \%$$

$$R^2 = 0,99942$$

Donde  $Q$  es la concentración de nitrito medido en ppm y  $A$  es el área de pico ( $cm^2$ ), RSD es la desviación estándar relativa (%) y  $R^2$  es el coeficiente de determinación.

Los valores de concentración de las muestras impregnadas de nitrito obtenidos con el cromatógrafo iónico se muestran en la Tabla 8.101.

Tabla 8.101. Resultados de la capacidad de la técnica analítica, cromatografía iónica. Método Radiello NO<sub>2</sub>

Conc. NO <sub>2</sub> equivalente (µg/m <sup>3</sup> )	Conc. Nitrito impregnada (µg/ml)	Conc. Nitrito medida (µg/ml)	Conc. Nitrito promedio (µg/ml)	Número muestras	Desviación Estándar SD	Coefficiente de Variación CV
25	1,0	0,914	0,906	4	0,01	0,98
		0,901				
		0,913				
		0,896				
60	2,5	2,317	2,315	4	0,08	3,47
		2,266				
		2,249				
		2,427				
130	5,0	4,694	4,761	4	0,05	1,01
		4,771				
		4,809				
		4,769				
TOTAL				16	0,05	1,82

De la Tabla 8.101 se deduce que el coeficiente de variación promedio es del 2% produciéndose un máximo de variación en concentraciones medias de NO<sub>2</sub>.

##### 8.1.3.1.2.2. *Intervalo de trabajo*

La capacidad de cuantificación de la técnica analítica se examina realizando una curva concentración – respuesta utilizando patrones que cubran el intervalo de concentraciones de interés (0,5 a 10,0 µg/ml de nitrito).

Para ello, con el cromatógrafo iónico calibrado, se analizan patrones con concentraciones crecientes. El límite máximo de trabajo se determina localizando el primer patrón cuya medida se desvíe más de un 10% de la concentración nominal. Una vez localizado

dicho patrón, el límite máximo de trabajo se sitúa en el patrón de concentración mayor inmediatamente inferior al patrón que presenta más del 10% de desviación (OSHA).

Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 8.102.

**Tabla 8.102. Cálculo del límite superior de trabajo, cromatografía iónica. Método Radiello NO<sub>2</sub>**

Conc. Nitrito patrón (µg/ml)	Conc. Nitrito medida (µg/ml)	Desviación (%)
0,5	0,452	9,6
1	1,007	- 0,7
2,5	2,577	- 3,1
5	5,179	- 3,6
10	9,918	0,8

El límite de trabajo inferior se obtiene en el apartado 8.1.3.1.2.3 Límites de detección analíticos.

De la Tabla 8.102 se deduce que el intervalo de trabajo de concentraciones en las cuales trabajamos está dentro del intervalo de trabajo del cromatógrafo iónico, produciéndose mayores desviaciones en concentraciones bajas de nitrito.

#### 8.1.3.1.2.3. Límites de detección analíticos

Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 8.103.

**Tabla 8.103. Cálculo de los límites de detección analíticos. Método Radiello NO<sub>2</sub>**

Número de análisis	Conc. Nitrito Blanco (µg/ml)	Desviación Estándar SD
1	- 0,102	0,003
2	- 0,108	
3	- 0,110	
4	- 0,108	

Teniendo en cuenta los datos de la Desviación Estándar obtenida se obtiene un Límite de Detección Cualitativo de 0,02ppm nitrito y un Límite de Detección Cuantitativo de 0,06ppm nitrito.

#### 8.1.3.1.2.4. Sensibilidad

La sensibilidad de la recta de calibrado del cromatógrafo iónico es de 0,0021 ppm/cm<sup>2</sup>. El error estándar relativo (RSD) del cromatógrafo iónico es de 5,64 % y el coeficiente de determinación es de 0,9994.

### 8.1.3.2. Validación del método de medida en el laboratorio

#### 8.1.3.2.1. Factor de recuperación del analito de los filtros

El factor de recuperación mide la capacidad de recuperar un analito del filtro. La eficiencia de recuperación viene dada por el cociente entre la cantidad de analito recuperado del filtro y la cantidad de analito depositado en el filtro. El factor de recuperación del analito debe ser como mínimo 75% o superior (Kennedy et al., 1995). En las Tabla 8.104 a Tabla 8.105 se presentan los valores del factor de recuperación obtenidos.

Tabla 8.104. Factor de recuperación del analito de los filtros. Espectrofotometría UV. Método Radiello NO<sub>2</sub>

Conc. NO <sub>2</sub> equivalente (µg/m <sup>3</sup> )	Conc. Nitrito impregnada (µg/ml)	Conc. Nitrito medida (µg/ml)	Conc. Nitrito promedio (µg/ml)	Índice de recuperación (%)
25	1,0	0,459	0,513	51,3
		0,559		
		0,488		
		0,547		
60	2,5	1,795	1,791	71,6
		1,840		
		1,686		
		1,843		
130	5,0	3,962	4,082	81,6
		4,122		
		4,083		
		4,163		
TOTAL				68,2

Tabla 8.105. Factor de recuperación del analito de los filtros. Cromatografía iónica. Método Radiello NO<sub>2</sub>

Conc. NO <sub>2</sub> equivalente (µg/m <sup>3</sup> )	Conc. Nitrito impregnada (µg/ml)	Conc. Nitrito medida (µg/ml)	Conc. Nitrito promedio (µg/ml)	Índice de recuperación (%)
25	1,0	0,449	0,495	49,5
		0,553		
		0,448		
		0,529		
60	2,5	1,529	1,549	62,0
		1,640		
		1,478		
		No dato		
130	5,0	3,993	3,923	78,5
		3,975		
		3,800		
		No dato		
TOTAL				63,3

En general, las concentraciones medidas con el cromatógrafo iónico son menores a las obtenidas con el espectrofotómetro UV.

El factor de recuperación promedio medido en el espectrofotómetro UV es de 68% ± 15%, lo cual significa que un 32% ± 15% de la cantidad de nitrito que ha reaccionado no se recupera del filtro. Cabe resaltar que el factor de recuperación desciende hasta un 51% en concentraciones de nitrito bajas (1 ppm) y asciende hasta una media de 72 y 82% para concentraciones de nitrito de 2,5 y 5 ppm.

Sin embargo, el factor de recuperación promedio medido en el cromatógrafo iónico es de 63% ± 15%, lo cual significa que un 37% ± 15% de la cantidad de nitrito que ha reaccionado no se recupera del filtro. Cabe resaltar que, al igual que sucedía en las medidas con el espectrofotómetro UV, el factor de recuperación desciende hasta un 50% en concentraciones de nitrito bajas (1 ppm) y asciende hasta una media de 62 y 78% para concentraciones de nitrito de 2,5 y 5 ppm. Este factor de recuperación no cumple con el límite establecido por el NIOSH del 75%.

Representando el factor de recuperación en función de la concentración de NO<sub>2</sub> atmosférica equivalente, se observa que se ajusta perfectamente a una curva logarítmica tal y como se aprecia en la Figura 8.56.

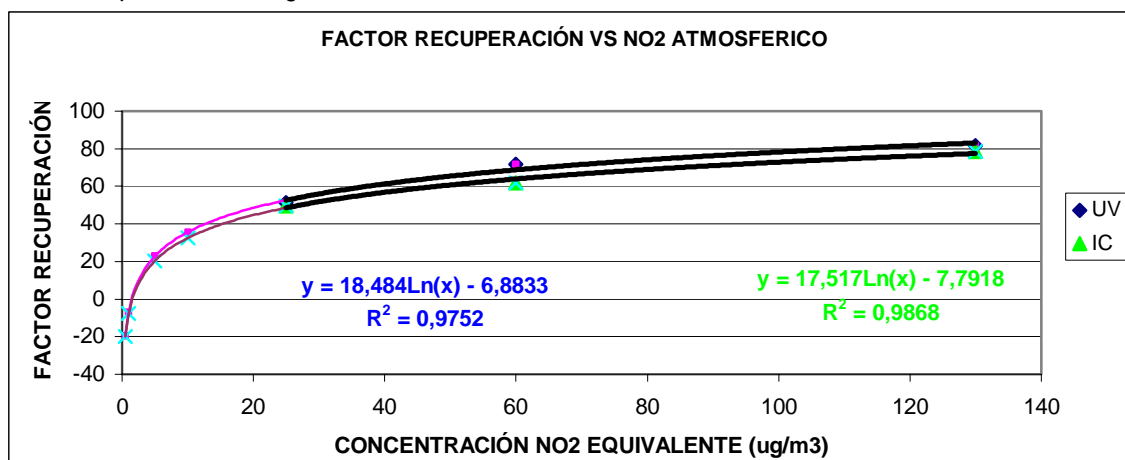


Figura 8.56. Factor de recuperación de nitrito en función de la concentración de NO<sub>2</sub> equivalente atmosférica. (Rombos azules son medidas en el espectrofotómetro UV y triángulos verdes son medidas en el cromatógrafo iónico)

#### 8.1.3.2.2. Estabilidad de almacenamiento del analito en los filtros

La estabilidad de almacenamiento del analito en los filtros es la capacidad de recuperar el analito tras un periodo de tiempo bajo unas determinadas condiciones ambientales (Kennedy et al., 1995). Para analizar la estabilidad del analito con la concentración se impregnan 20 filtros para cada uno de los tres niveles de concentración escogidos. Estos filtros se analizan los días 0 - 1- 7 - 14 - 30 desde que se han impregnado los filtros. Los filtros, desde que se impregnan hasta que se miden, se almacenan en un lugar seco, oscuro y refrigerado. Los resultados de la estabilidad de los filtros se muestran en la Tabla 8.106.

Tabla 8.106. Estabilidad de almacenamiento del analito en los filtros. Espectrofotometría UV. Método Radiello NO<sub>2</sub>

Conc. NO <sub>2</sub> equivalente (µg/m <sup>3</sup> )	Conc. Nitrito impregnada (µg/ml)	Conc. Nitrito (µg/ml)									
		Medida DÍA 0	Promed DÍA 0	Medida DÍA 1	Promed DÍA 1	Medida DÍA 7	Promed DÍA 7	Medida DÍA 14	Promed DÍA 14	Medida DÍA 30	Promed DÍA 30
25	1	0,46	0,51	0,37	0,45	0,37	0,44	0,44	0,43	0,42	0,45
		0,56		0,44		0,42		0,46			
		0,49		0,55		0,56		0,44		0,48	
		0,55		0,44		0,42		0,39		-	
60	2,5	1,80	1,79	1,68	1,66	2,00	1,89	1,73	1,78	1,91	1,79
		1,84		1,66		1,80		1,87		1,71	
		1,69		1,67		1,76		1,76		1,74	
		1,84		1,63		1,89		1,75		-	
130	5	3,96	4,08	3,80	4,02	4,39	4,26	4,09	4,13	4,03	4,11
		4,12		3,93		4,23		4,18		4,13	
		4,08		4,21		4,17		4,19		4,18	
		4,16		4,13		4,26		4,05		4,11	



Para comprobar si afecta el tiempo de almacenamiento del analito en la solución extraída se aplica un análisis de la varianza ANOVA de un factor, obteniéndose los siguientes resultados.

Tabla 8.107. ANOVA un factor a la estabilidad del analito en el filtro en el almacenamiento. Espectrofotometría UV

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
con25	Inter-grupos	,017	4	,004	1,238	,339
	Intra-grupos	,048	14	,003		
	Total	,065	18			
con60	Inter-grupos	17,590	4	4,398	985,172	,000
	Intra-grupos	,062	14	,004		
	Total	17,652	18			
con130	Inter-grupos	13,862	4	3,466	258,220	,000
	Intra-grupos	,188	14	,013		
	Total	14,050	18			

La F teórica (4,16) para los tres casos es 3,515, la cual es superior en el caso de la concentración de 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y es inferior en el resto de los casos a las F experimentales. Esto indica que el almacenamiento no afecta en el caso de concentraciones pequeñas, pero sí afecta a la estabilidad del analito en los filtros en los casos de elevadas concentraciones. Este resultado también se aprecia gráficamente en la Figura 8.57 donde se muestra la evolución de la estabilidad del analito en el almacenamiento calculado.

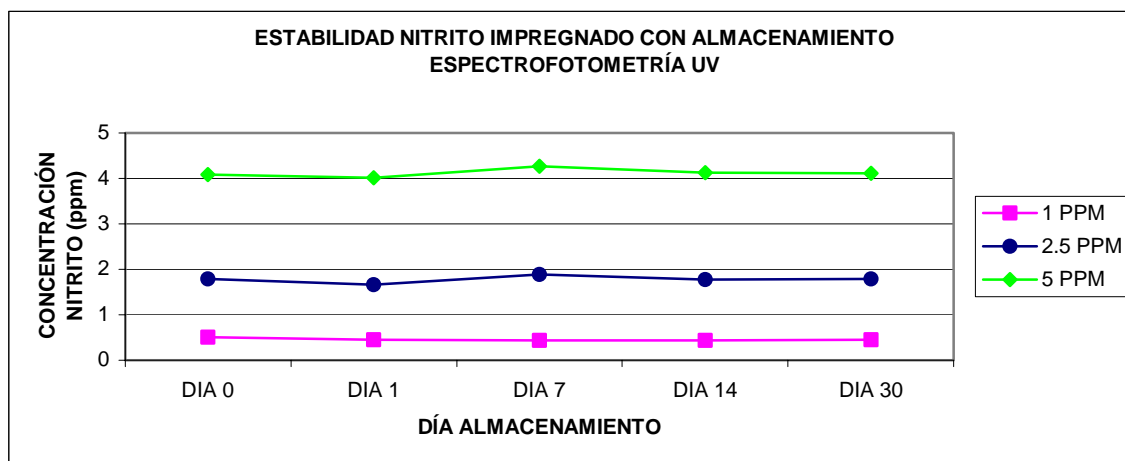


Figura 8.57. Evolución de la estabilidad del analito en el almacenamiento. Espectrofotometría UV

En la Figura 8.57 se observa que la concentración de los filtros analizados excepto en el caso de 1 ppm varía a lo largo de los distintos días de almacenamiento.

En el caso de los resultados obtenidos por cromatografía iónica se muestran en la Tabla 8.108 y en la Tabla 8.109 se muestra el ANOVA realizado.

Tabla 8.108. Estabilidad de almacenamiento del analito en los filtros. Cromatografía iónica. Método Radiello NO2

Conc. NO <sub>2</sub> equivalente (µg/m <sup>3</sup> )	Conc. Nitrito impregnada (µg/ml)	Conc. Nitrito(µg/ml)									
		Medida DÍA 0	Promed DÍA 0	Medida DÍA 1	Promed DÍA 1	Medida DÍA 7	Promed DÍA 7	Medida DÍA 14	Promed DÍA 14	Medida DÍA 30	Promed DÍA 30
25	1	0,45	0,49	0,42	0,44	0,41	0,44	0,51	0,50	0,49	0,47
		0,55		0,44		0,44		0,52		0,45	
		0,45		0,45		0,41		0,51		0,47	
		0,53		0,47		0,51		0,46		-	
60	2,5	1,53	1,55	1,55	1,59	2,00	1,76	1,60	1,58	1,61	1,66
		1,64		1,67		1,68		1,74		1,59	
		1,48		1,69		1,69		1,37		1,77	
		-		1,47		1,68		1,60		-	
130	5	3,99	3,92	3,92	3,92	3,68	3,91	3,72	3,84	3,86	3,85
		3,98		3,92		4,17		3,93		3,83	
		3,80		3,85		3,85		4,08		3,79	
		-		3,97		3,92		3,63		3,92	

Tabla 8.109. ANOVA un factor a la estabilidad del analito en el filtro en el almacenamiento. Cromatografía iónica

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
con25	Inter-grupos	,012	4	,003	2,110	,134
	Intra-grupos	,019	14	,001		
	Total	,031	18			
con60	Inter-grupos	,107	4	,027	1,656	,220
	Intra-grupos	,211	13	,016		
	Total	,318	17			
con130	Inter-grupos	3,191	4	,798	1,398	,285
	Intra-grupos	7,987	14	,571		
	Total	11,178	18			

La F teórica (4,16) para los tres casos es 3,515, la cual es superior a las F experimentales en todos los casos. Esto indica que el almacenamiento no afecta a la estabilidad del analito en los filtros. Este resultado también se aprecia gráficamente en la Figura 8.58 donde se muestra la evolución de la estabilidad del analito en el almacenamiento calculado.

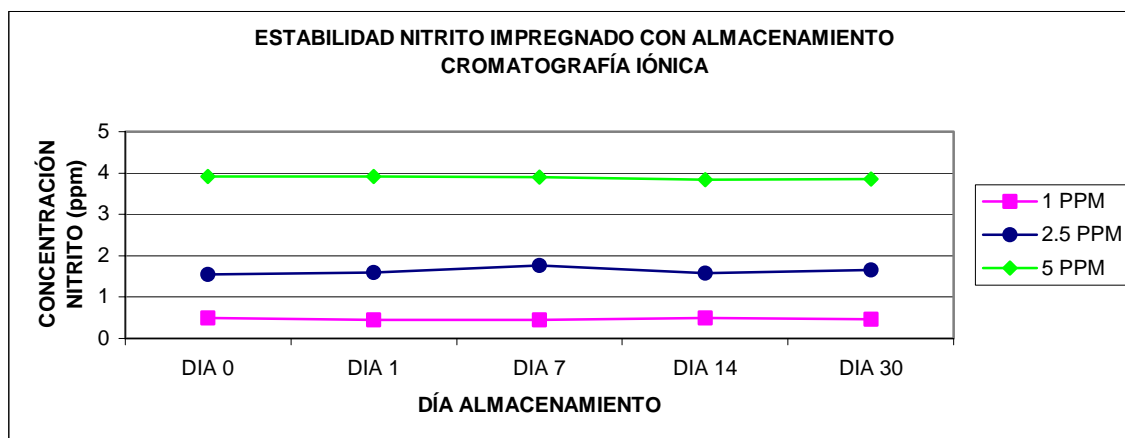


Figura 8.58. Evolución de la estabilidad del analito en el almacenamiento. Cromatografía iónica

Observando las Figura 8.57 y Figura 8.58 se aprecia como con el paso del tiempo, la cantidad de nitrito extraído de los filtros se mantiene significativamente estable.

#### 8.1.3.2.3. Estabilidad de las soluciones extraídas

La estabilidad de las soluciones extraídas es la capacidad de mantener el analito tras un periodo de tiempo bajo unas determinadas condiciones ambientales en la solución de extracción. Los resultados de la estabilidad de los filtros se muestran en la Tabla 8.110.

Tabla 8.110. Estabilidad del analito en la solución extraída. Espectrofotómetro UV. Método Radiello NO<sub>2</sub>

Conc. NO <sub>2</sub> equivalente (µg/m <sup>3</sup> )	Conc. Nitrito impregnada (µg/ml)	Conc. Nitrito(µg/ml)					
		Medida DÍA 0	Promedio DIA 0	Medida DÍA 1	Promedio DIA 1	Medida DÍA 7	Promedio DIA 7
25	1	0,459	0,513	0,396	0,436	0,446	0,559
		0,559		0,499		0,789	
		0,488		0,377		0,460	
		0,547		0,473		0,541	
60	2,5	1,795	1,791	1,732	1,728	1,755	1,734
		1,840		1,774		1,648	
		1,686		1,616		1,757	
		1,843		1,788		1,776	
130	5	3,962	4,083	3,946	4,082	3,759	3,900
		4,122		4,110		3,948	
		4,083		4,062		3,884	
		4,163		4,209		4,009	

Para comprobar si afecta el tiempo de almacenamiento del analito en la solución extraída se aplica un análisis de la varianza ANOVA de un factor, obteniéndose los siguientes resultados.

Tabla 8.111. ANOVA un factor a la estabilidad del analito en el filtro en el almacenamiento. Espectrofotometría UV-Vis

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
CONC25	Inter-grupos	,031	2	,015	1,489	,276
	Intra-grupos	,093	9	,010		
	Total	,124	11			
CONC60	Inter-grupos	,010	2	,005	,986	,410
	Intra-grupos	,045	9	,005		
	Total	,054	11			
CONC130	Inter-grupos	,088	2	,044	4,294	,049
	Intra-grupos	,093	9	,010		
	Total	,181	11			

La F teórica (2,9) para los tres casos es 4,256, la cual es siempre superior a las F experimentales excepto a altas concentraciones. Esto indica que el almacenamiento sí afecta en concentraciones elevadas, pero en concentraciones medias o bajas la estabilidad del analito en el extracto durante los 7 días estudiados no se ve alterada. Este resultado se aprecia gráficamente en la Figura 8.59 donde se muestra la evolución de la estabilidad del analito en la solución extraída.

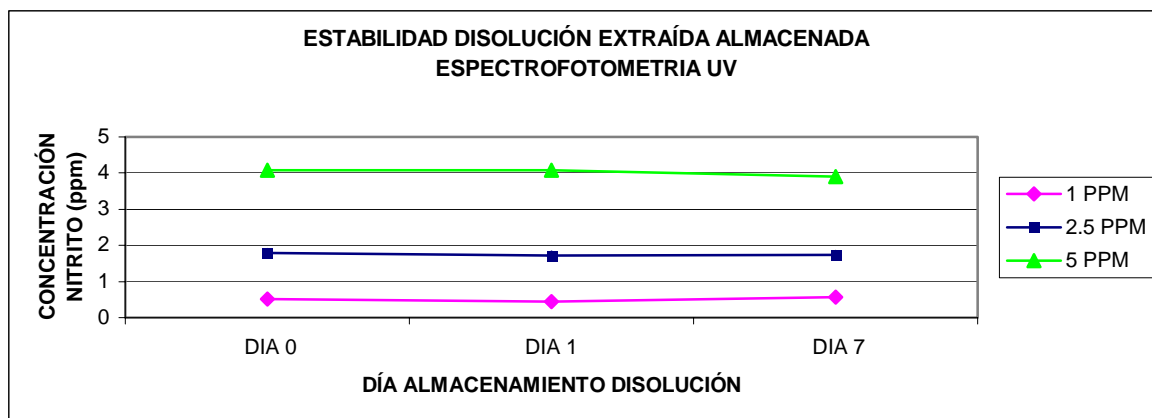


Figura 8.59. Evolución de la estabilidad del analito en el almacenamiento. Espectrofotometría UV

En la anterior figura parece que las concentraciones se comporten básicamente constantes, sin embargo estadísticamente a altas concentraciones sí que afecta el tiempo de almacenamiento.

En el caso de los resultados obtenidos por cromatografía iónica se muestran en la Tabla 8.112 y en la Tabla 8.113 se muestra el ANOVA realizado.

Tabla 8.112. Estabilidad del analito en la solución extraída. Cromatografía iónica. Método Radiello NO<sub>2</sub>

Conc. NO <sub>2</sub> equivalente (µg/m <sup>3</sup> )	Conc. Nitrito impregnada (µg/ml)	Conc. Nitrito(µg/ml)					
		Medida DÍA 0	Promedio DÍA 0	Medida DÍA 1	Promedio DÍA 1	Medida DÍA 7	Promedio DÍA 7
25	1	0,45	0,49	0,46	0,48	0,48	0,44
		0,55		0,50		0,44	
		0,45		0,44		0,36	
		0,53		0,51		0,50	
60	2,5	1,53	1,55	1,62	1,58	1,69	1,65
		1,64		1,64		1,80	
		1,48		1,66		1,45	
		-		1,42			
130	5	3,99	3,92	3,85	3,78	4,39	4,48
		3,98		3,85		4,64	
		3,80		3,70		4,02	
		-		3,72		4,89	

Para comprobar si afecta el tiempo de almacenamiento del analito en la solución extraída se aplica un análisis de la varianza ANOVA de un factor, obteniéndose los siguientes resultados.

Tabla 8.113. ANOVA un factor a la estabilidad del analito en el filtro en el almacenamiento. Cromatografía iónica

ANOVA						
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
CONC25	Inter-grupos	,014	2	,007	2,227	,164
	Intra-grupos	,029	9	,003		
	Total	,043	11			
CONC60	Inter-grupos	,036	2	,018	1,451	,290
	Intra-grupos	,098	8	,012		
	Total	,134	10			
CONC130	Inter-grupos	,433	2	,216	4,129	,053
	Intra-grupos	,472	9	,052		
	Total	,904	11			

La F teórica (2,9) para los tres casos es 4,256, la cual es siempre superior a las F experimentales. Esto indica que el almacenamiento no afecta en ningún caso a la estabilidad del analito en el extracto durante los 7 días estudiados. Este resultado también se aprecia gráficamente en Figura 8.60 se muestra la evolución de la estabilidad del analito en la solución extraída.

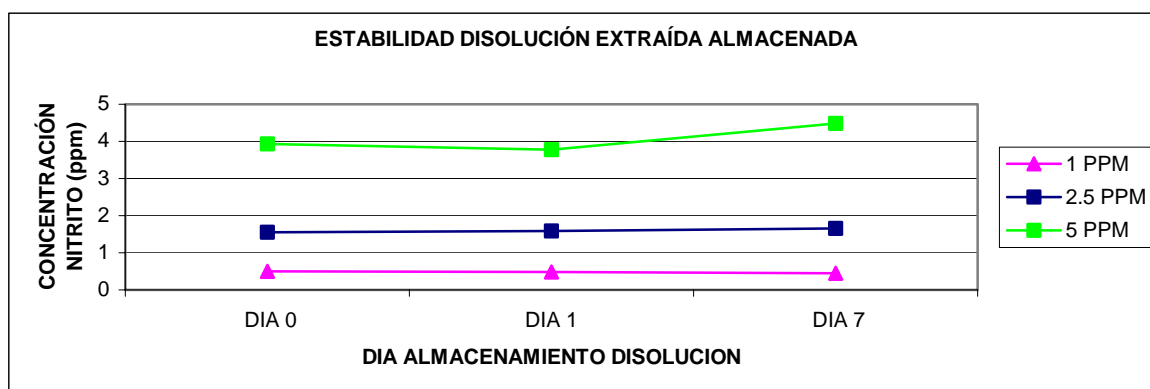


Figura 8.60. Evolución de la estabilidad del analito en el almacenamiento. Cromatografía iónica

Observando la Figura 8.60 se aprecia como con el paso del tiempo, la cantidad de nitrito extraído de los filtros se mantiene significativamente estable.

#### 8.1.3.2.4. Estabilidad del filtro previo al muestreo

El análisis de blancos de laboratorio puede dar una información de si el medio de muestreo contribuye con artefactos o desviaciones al resultado del análisis. Para evitar el posible efecto se procede a analizar un blanco de laboratorio en cada campaña de muestreo. El valor del blanco se sustraerá de la lectura analítica del lote de muestras correspondientes a dicho lote de análisis. El valor de los blancos de laboratorio debe estar dentro de los márgenes de error experimental.

La evolución de los blancos de laboratorio a lo largo de las distintas campañas se muestra en la Figura 8.61.

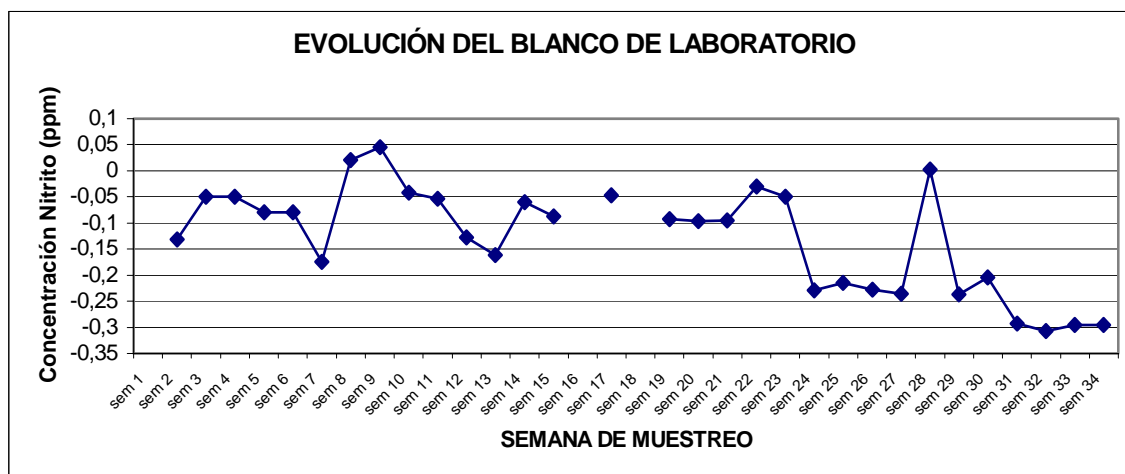


Figura 8.61. Evolución de la concentración de nitrito de los blancos de laboratorio

Los blancos de laboratorios de la campaña del verano de 2003 se sustituyen por blancos de campo. Por este motivo no se han representado las semanas 35 a 46 en la Figura 8.61. El promedio de los blancos de laboratorio es de una concentración de nitrito de 0,23 ppm, con una desviación estándar de los blancos de - 0,13 ppm de nitrito. Considerando que el Límite de Detección calculado es de 0,01, se puede considerar que el valor de los blancos está dentro del error experimental aceptable.

8.1.3.2.5. Desviación, precisión y exactitud

8.1.3.2.5.1. *Desviación*

Para el estudio de la desviación del método de determinación de nitritos se analizan cuatro réplicas de patrones a distintas concentraciones de nitrito. En la Tabla 8.114 y Tabla 8.115 se muestran los resultados de precisión obtenidos con el espectrofotómetro UV y cromatografía iónica para medir nitritos respectivamente.

Tabla 8.114. Desviación de la espectrofotometría UV para medir nitritos. Método Radiello NO2

Conc. NO <sub>2</sub> equivalente (µg/m <sup>3</sup> )	Conc. Nitrito patrón (µg/ml)	Conc. Nitrito Medida (µg/ml)	Conc. Nitrito Promedio (µg/ml)	DESVIACIÓN Er (%)
25	1,0	0,46	0,51	-48,70
		0,56		
		0,49		
		0,55		
60	2,5	1,80	1,79	-28,36
		1,84		
		1,69		
		1,84		
130	5,0	3,96	4,08	-18,36
		4,12		
		4,08		
		4,16		

Tabla 8.115. Desviación de la cromatografía iónica para medir nitritos. Método Radiello NO<sub>2</sub>

Conc. NO <sub>2</sub> equivalente (µg/m <sup>3</sup> )	Conc. Nitrito patrón (µg/ml)	Conc. Nitrito Medida (µg/ml)	Conc. Nitrito Promedio (µg/ml)	DESVIACIÓN Er (%)
25	1,0	0,45	0,49	-50,53
		0,55		
		0,45		
		0,53		
60	2,5	1,53	1,55	-38,04
		1,64		
		1,48		
		-		
130	5,0	3,99	3,92	-21,55
		3,98		
		3,80		
		-		

De la observación de la Tabla 8.114 y Tabla 8.115 se deduce que la desviación que se produce en el método de medida de cromatografía iónica ( $-37 \pm 15$  %) es ligeramente superior a la obtenida por el método de medida de la espectrofotometría UV ( $-32 \pm 15$  %). Los amplios valores alcanzados en la desviación son debidos al bajo factor de recuperación del nitrito del filtro.

Por otro lado, la desviación cometida a bajas concentraciones es superior a la cometida a altas concentraciones disminuyendo del 48-50 % a 25 µg/m<sup>3</sup> de NO<sub>2</sub> equivalente hasta un 18-21% de desviación en concentraciones de 130 µg/m<sup>3</sup> de NO<sub>2</sub> equivalente.

#### 8.1.3.2.5.2. Precisión

Para el estudio de la precisión del método de determinación de nitritos se analizan cuatro réplicas de patrones a distintas concentraciones de nitrito. En la Tabla 8.116. y Tabla 8.117 se muestran los resultados de precisión obtenidos con el espectrofotómetro UV y con el cromatógrafo iónico para medir nitritos respectivamente.

Tabla 8.116. Precisión de la espectrofotometría UV para medir nitritos. Método Radiello NO<sub>2</sub>

Conc. Nitrito equivalente (µg/m <sup>3</sup> )	Conc. Nitrito patrón (µg/ml)	Conc. Nitrito Medida (µg/ml)	Conc. Nitrito Promedio (µg/ml)	PRECISIÓN DSR (%)
25	1,0	0,46	0,51	9,29
		0,56		
		0,49		
		0,55		
60	2,5	1,80	1,79	4,10
		1,84		
		1,69		
		1,84		
130	5,0	3,96	4,08	2,12
		4,12		
		4,08		
		4,16		

**Tabla 8.117. Precisión de la cromatografía iónica para medir nitritos. Método Radiello NO2**

Conc. NO <sub>2</sub> equivalente (µg/m <sup>3</sup> )	Conc. Nitrito patrón (µg/ml)	Conc. Nitrito Medida (µg/ml)	Conc. Nitrito Promedio (µg/ml)	DESVIACIÓN Er (%)
25	1,0	0,45	0,49	10,97
		0,55		
		0,45		
		0,53		
60	2,5	1,53	1,55	5,35
		1,64		
		1,48		
		-		
130	5,0	3,99	3,92	2,72
		3,98		
		3,80		
		-		

De la lectura de la Tabla 8.116 y Tabla 8.117 se deduce que la precisión del método de medida de cromatografía iónica ( $6 \pm 4\%$ ) es ligeramente superior a la del método de medida de la espectrofotometría UV ( $5 \pm 4\%$ ).

Por otro lado, la precisión a bajas concentraciones es peor a la obtenida en elevadas concentraciones disminuyendo del 9-10 % a 25 µg/m<sup>3</sup> de NO<sub>2</sub> equivalente hasta un 2% de precisión en concentraciones de 130 µg/m<sup>3</sup> de NO<sub>2</sub> equivalente.

#### 8.1.3.2.5.3. Exactitud

Para el estudio de la exactitud del método de determinación de nitritos por espectrofotometría UV se analizan cuatro réplicas de patrones a distintas concentraciones de nitrito. En la Tabla 8.118 y Tabla 8.119 se muestran los resultados de exactitud obtenidos con el espectrofotómetro UV y el cromatógrafo iónico.

**Tabla 8.118. Exactitud del espectrofotómetro UV para medir nitritos. Método Radiello NO2**

Conc. NO <sub>2</sub> equivalente (µg/m <sup>3</sup> )	Conc. Nitrito patrón (µg/ml)	EXACTITUD (%)
25	1,0	58,2
60	2,5	34,2
130	5,0	21,8

**Tabla 8.119. Exactitud de la cromatografía iónica para medir nitritos. Método Radiello NO2**

Conc. NO <sub>2</sub> equivalente (µg/m <sup>3</sup> )	Conc. Nitrito patrón (µg/ml)	EXACTITUD (%)
25	1,0	61,4
60	2,5	44,7
130	5,0	25,8

De la lectura de la Tabla 8.118 y Tabla 8.119 se deduce que la exactitud del cromatógrafo iónico ( $44 \pm 18\%$ ) es ligeramente peor a la correspondiente al método de medida de la espectrofotometría UV ( $38 \pm 19\%$ ).

Por otro lado, la exactitud a bajas concentraciones es peor a la obtenida en altas concentraciones disminuyendo del 58-61 % a 25 µg/m<sup>3</sup> de NO<sub>2</sub> equivalente hasta un 21-25% de exactitud en concentraciones de 130 µg/m<sup>3</sup> de NO<sub>2</sub> equivalente.



Finalmente, se debe comentar que los valores de exactitud obtenidos son muy elevados debido al bajo factor de recuperación que hace que exista bastante diferencia entre la concentración impregnada y la concentración extraída y por lo tanto medida.

Una vez estudiadas ambas metodologías de análisis de nitrito, se ha decidido utilizar la espectrofotometría UV para realizar las medidas de nitrito por dos razones fundamentales. La primera es que proporciona resultados ligeramente mejores en cuanto a desviación, precisión y exactitud. La segunda razón es que el método de espectrofotometría UV es el método recomendado en el protocolo de Radiello por la Fundación Salvatore Maugeri (2000; Cocheo et al., 1999).

#### 8.1.3.3. Validación del método de medida en campo

Para validar el método Radiello para medir  $\text{NO}_2$  en campo se van a estudiar tres aspectos importantes:

- selectividad del método,
- coeficiente de captación
- desviación, precisión y exactitud.

##### 8.1.3.3.1. Selectividad

La selectividad de la quimiadsorción del  $\text{NO}_2$  en la TEA presenta cierta controversia. Existe una falta de especificidad de la TEA para el  $\text{NO}_2$  que puede causar ciertos problemas, puesto que el dióxido de azufre ( $\text{SO}_2$ ) también se quimiadsorbe en la TEA, acidificándola y reduciendo la eficiencia de captación (Cox, 2003; Ferm and Svanberg, 1998; Heal and Cape, 1997). Los niveles ambientales de ozono, NO (Varshney and Singh, 2003), PAN (Sickles and Michie, 1987; Varshney and Singh, 2003) y el  $\text{HNO}_2$  también presentan interferencias.

La reacción entre la TEA y el  $\text{NO}_2$  también se puede ver afectada por factores meteorológicos, tales como la temperatura, la velocidad del viento (Sickles and Michie, 1987; Varshney and Singh, 2003) y el grado de insolación. Esta última se sospecha que produce una pérdida de  $\text{NO}_2$  causada por la fotodegradación de la TEA en condiciones de excesiva luminosidad (Cox, 2003; Tang et al., 2001)

##### 8.1.3.3.2. Determinación del coeficiente de captación

En los estudios de campo, el coeficiente de captación de los captadores pasivos depende de algunos parámetros meteorológicos, tales como la velocidad del viento, la temperatura, la humedad relativa (Brown, 2000; Tang and Lau, 2000) y los niveles de radiación (Krupa and Legge, 2000). A su vez, también se ve influenciado por la variación en la concentración del contaminante que se está midiendo (Zhou and Smith, 1997) y por la interferencia con otros contaminantes existentes en la zona de estudio (Krupa and Legge, 2000). Por lo tanto, el coeficiente de captación teórico  $S_{teor}$  puede ser ligeramente diferente del coeficiente de captación efectivo aplicable al estudio,  $S_{efectivo}$ . Para conocer el coeficiente de captación efectivo del captador pasivo Radiello, se ha realizado una calibración del mismo, colocándolos cada periodo de muestreo junto a un analizador de referencia por fotometría de UV instalado por la Conselleria de Medio Ambiente de la Generalitat Valenciana. El número de emplazamientos ha ido incrementándose a lo largo de las distintas campañas de muestreo tal y como refleja la siguiente tabla.

Tabla 8.120. Distribución de las estaciones de referencia en las distintas campañas de muestreo

ESTACIÓN	VERANO 2001	INVIERNO 2002	VERANO 2002	VERANO 2003
ERMITA	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
GRAO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
PENYETA			SÍ	SÍ
VILAFRANCA			SÍ	SÍ
BURRIANA				SÍ
CASTELLÓN				SÍ
ALCORA				SÍ

En cada periodo de muestreo, se calcula el coeficiente de captación individual,  $S_{indiv}$ , en cada estación de referencia conforme a la siguiente ecuación:

$$(8.14) S_{indiv} = \frac{M_{NO_2} * V_{extracción} * \left( \frac{PM_{NO_2}}{PM_{NO_2^-}} \right)}{C_{NO_2 Ref} * t} 10^6$$

donde  $S_{indiv}$  (cm<sup>3</sup>/min) es el coeficiente de captación individual,  $M_{NO_2}$  (µg/ml) es la masa de nitrato que ha sido adsorbido en la trietanolamina (TEA),  $V_{extracción}$  (ml) es el volumen de extracción del nitrato empleado en el análisis,  $PM_{NO_2}$  (µg/µmol) es el peso molecular del dióxido de nitrógeno,  $PM_{NO_2^-}$  (µg/µmol) es el peso molecular del nitrato,  $C_{NO_2-Ref}$  (µg/m<sup>3</sup>) es la concentración de referencia obtenida en el analizador por quimioluminiscencia y  $t$  (min) es el tiempo que el captador pasivo ha estado expuesto en el punto de muestreo.

Los datos correspondientes al coeficiente de captación individual  $S_{indiv}$  (cm<sup>3</sup>/min) calculados para las diferentes campañas y las diferentes estaciones de referencia se muestran en las Tabla 8.121 a Tabla 8.127. Los valores de concentración de nitrato son el promedio de las dos medidas realizadas en el mismo punto.

Tabla 8.121. Cálculo de coeficientes de captación individuales: Ermita. Método Radiello NO2.

Semana	Periodo de muestreo	Concentración nitrato (µg/ml)	Concentración real Consellería (µg/m3)	Tiempo muestreado (min)	S individual (cm3/min)
CAMPAÑA ESTIVAL 2001					
1	23/05/01 al 30/05/01	2,21	5,63	10090	388,6
2	30/05/01 al 06/06/01	1,32	4,37	10083	299,0
3	20/06/01 al 26/06/01	4,06	19,18	10078	209,9
4	26/06/01 al 03/07/01	4,69	14,22	10110	326,0
5	03/07/01 al 11/07/01	5,02	13,08	11589	331,0
6	11/07/01 al 17/07/01	3,41	9,66	8600	410,1
7	17/07/01 al 24/07/01	5,21	10,14	10079	509,5
8	24/07/01 al 01/08/01	2,83	12,08	11543	202,8
9	01/08/01 al 07/08/01	3,21	9,31	8602	400,5
10	07/08/01 al 14/08/01	2,49	5,36	10085	460,1
11	14/08/01 al 20/08/01	3,62	4,42	9300	880,0
12	20/08/01 al 27/08/01	3,76	5,16	10109	720,3
13	27/08/01 al 03/09/01	2,60	6,20	10034	417,5
14	03/09/01 al 10/09/01	4,12	5,99	10013	686,5
15	10/09/01 al 19/09/01	2,43	8,04	12442	242,6
16	19/09/01 al 01/10/01	NO SE COLOCA CAPTADOR			
CAMPAÑA INVERNAL 2002					
17 -20	12/02/02 al 23/03/02	NO HAY DATOS DE REFERENCIA			

## 8.- PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Tabla 8.121. Cont.

Semana	Periodo de muestreo	Concentración nitrito ( $\mu\text{g/ml}$ )	Concentración real Consellería ( $\mu\text{g/m}^3$ )	Tiempo muestreado (min)	S individual ( $\text{cm}^3/\text{min}$ )
CAMPAÑA ESTIVAL 2002					
21	21/06/02 al 02/07/02	NO SE COLOCA CAPTADOR			
22	02/07/02 al 09/07/02	1,82	8,29	10120	216,5
23	09/07/02 al 16/07/02	3,14	8,60	10080	362,4
24	16/07/02 al 23/07/02	2,74	15,09	10068	180,2
25	23/07/02 al 30/07/02	2,44	13,64	10072	177,6
26	30/07/02 al 06/08/02	2,23	9,96	10157	220,7
27	06/08/02 al 13/08/02	2,31	8,80	9988	262,6
28	13/08/02 al 20/08/02	2,02	9,38	10109	213,4
29	20/08/02 al 27/08/02	2,47	7,71	10081	317,8
30	27/08/02 al 03/09/02	2,80	10,38	10058	268,7
31	03/09/02 al 10/09/02	2,97	10,25	10152	285,5
32	10/09/02 al 17/09/02	2,10	8,97	10081	233,9
33	17/09/02 al 23/09/02	2,38	8,48	10058	302,3
34	23/09/02 al 30/10/02	2,54	8,12	10152	216,5
CAMPAÑA ESTIVAL 2003					
35	09/06/03 al 23/06/03	NO SE COLOCA CAPTADOR			
36	23/07/03 al 29/07/03	1,74	28,17	8495	72,7
37	29/07/03 al 05/08/03	2,42	56,04	10035	42,9
38	05/08/03 al 12/08/03	2,26	73,00	10170	30,4
39	12/08/03 al 17/08/03	2,44	61,39	7463	53,3
40	17/08/03 al 26/08/03	2,85	40,37	12667	55,7
41	26/08/03 al 02/09/03	1,59	39,05	10045	40,6
42	02/09/03 al 09/09/03	1,62	44,09	10145	36,2
43	09/09/03 al 17/09/03	3,09	69,25	11535	38,7
44	17/09/03 al 23/09/03	2,47	72,20	9055	37,7
45	23/09/03 al 29/09/03	2,29	61,15	9645	38,8
46	29/09/03 al 06/10/03	2,49	65,48	8795	43,3

Tabla 8.122. Cálculo de coeficientes de captación individuales: Grao. Método Radiello NO<sub>2</sub>.

Semana	Periodo de muestreo	Concentración nitrito ( $\mu\text{g/ml}$ )	Concentración real Consellería ( $\mu\text{g/m}^3$ )	Tiempo muestreado (min)	S individual ( $\text{cm}^3/\text{min}$ )
CAMPAÑA ESTIVAL 2001					
1	23/05/01 al 30/05/01	1,06	35,58	10090	29,5
2	30/05/01 al 06/06/01	DATO NO VÁLIDO			
3	20/06/01 al 26/06/01	2,34	21,27	10078	109,0
4	26/06/01 al 03/07/01	2,18	20,84	10110	103,3
5	03/07/01 al 11/07/01	2,75	19,31	11589	122,8
6	11/07/01 al 17/07/01	1,83	15,93	8600	133,4
7	17/07/01 al 24/07/01	3,47	20,37	10079	168,9
8	24/07/01 al 01/08/01	1,91	25,12	11543	65,8
9	01/08/01 al 07/08/01	0,84	20,16	8602	48,3
10	07/08/01 al 14/08/01	1,42	14,8	10085	95,0
11	14/08/01 al 20/08/01	2,12	17,28	9300	131,8
12	20/08/01 al 27/08/01	2,07	16,81	10109	121,7
13	27/08/01 al 03/09/01	1,76	20,22	10034	86,6

## 8.- PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Tabla 8.122 cont.

Semana	Periodo de muestreo	Concentración nitrito ( $\mu\text{g/ml}$ )	Concentración real Consellería ( $\mu\text{g/m}^3$ )	Tiempo muestreado (min)	S individual ( $\text{cm}^3/\text{min}$ )
14	03/09/01 al 10/09/01	2,37	26,18	10013	90,3
15	10/09/01 al 19/09/01	2,72	20,55	12442	106,3
16	19/09/01 al 01/10/01	NO SE COLOCA CAPTADOR			
CAMPAÑA INVERNAL 2002					
17	12/02/02 al 19/02/02	1,51	45,51	10099	32,8
18	19/02/02 al 26/02/02	1,67	43,7	10041	38,0
19	26/02/02 al 09/03/02	2,88	35,69	16061	50,2
20	09/03/02 al 23/03/02	NO SE COLOCA CAPTADOR			
CAMPAÑA ESTIVAL 2002					
21	21/06/02 al 02/07/02	NO HAY DATOS ANALIZADOR AUTOMÁTICO			
22	02/07/02 al 09/07/02	1,09	16,73	10110	64,2
23	09/07/02 al 16/07/02	0,94	14,62	10051	64,1
24	16/07/02 al 23/07/02	1,36	26,08	10089	51,5
25	23/07/02 al 30/07/02	1,94	26,42	10060	72,8
26	30/07/02 al 06/08/02	0,53	17,88	10165	29,2
27	06/08/02 al 13/08/02	1,33	18,20	9975	73,3
28	13/08/02 al 20/08/02	1,56	18,73	10018	83,2
29	20/08/02 al 27/08/02	1,21	17,18	10092	69,7
30	27/08/02 al 03/09/02	2,21	25,72	10095	85,0
31	03/09/02 al 10/09/02	1,55	23,89	10115	64,3
32	10/09/02 al 17/09/02	1,36	19,12	10032	70,7
33	17/09/02 al 23/09/02	1,78	27,01	9238	71,3
34	23/09/02 al 30/10/02	NO SE COLOCA CAPTADOR			
CAMPAÑA ESTIVAL 2003					
35	09/06/03 al 23/06/03	NO SE COLOCA CAPTADOR			
36	23/07/03 al 29/07/03	0,69	13,45	8485	60,2
37	29/07/03 al 05/08/03	1,79	23,97	10080	74,1
38	05/08/03 al 12/08/03	1,41	35,68	10120	38,9
39	12/08/03 al 17/08/03	1,50	23,54	7475	85,4
40	17/08/03 al 26/08/03	2,44	26,10	12670	73,8
41	26/08/03 al 02/09/03	NO HAY DATO DE REFERENCIA			
42	02/09/03 al 09/09/03	1,50	22,84	10145	64,5
43	09/09/03 al 17/09/03	2,77	29,69	11550	80,8
44	17/09/03 al 23/09/03	2,02	27,54	9045	81,0
45	23/09/03 al 29/09/03	1,17	25,37	9645	47,6
46	29/09/03 al 06/10/03	1,89	28,33	8795	75,9

## 8.- PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Tabla 8.123. Cálculo de coeficientes de captación individuales: Penyeta. Método Radiello NO2.

Semana	Periodo de muestreo	Concentración nitrito ( $\mu\text{g/ml}$ )	Concentración real Consellería ( $\mu\text{g/m}^3$ )	Tiempo muestreado (min)	S individual ( $\text{cm}^3/\text{min}$ )
CAMPAÑA ESTIVAL 2002					
21	21/06/02 al 02/07/02	NO HAY DATOS ANALIZADOR AUTOMÁTICO			
22	02/07/02 al 09/07/02	0,79	9,70	10105	80,7
23	09/07/02 al 16/07/02	0,92	8,96	10129	101,8
24	16/07/02 al 23/07/02	1,56	13,52	9970	115,6
25	23/07/02 al 30/07/02	1,95	17,41	10080	110,8
26	30/07/02 al 06/08/02	0,91	19,14	10203	46,8
27	06/08/02 al 13/08/02	1,69	14,04	9942	121,2
28	13/08/02 al 20/08/02	1,98	13,47	10190	143,9
29	20/08/02 al 27/08/02	0,61	5,52	10035	109,6
30	27/08/02 al 03/09/02	0,98	12,49	10060	77,8
31	03/09/02 al 10/09/02	0,75	9,93	10110	74,8
32	10/09/02 al 17/09/02	1,76	17,99	10045	97,6
33	17/09/02 al 23/09/02	1,76	18,73	10542	89,0
34	23/09/02 al 30/10/02	NO SE COLOCA			
CAMPAÑA ESTIVAL 2003					
35	09/06/03 al 23/06/03	NO HAY DATOS ANALIZADOR AUTOMÁTICO			
36	23/07/03 al 29/07/03	0,66	7,79	8480	100,1
37	29/07/03 al 05/08/03	1,77	12,51	10035	141,1
38	05/08/03 al 12/08/03	0,94	21,01	10160	43,9
39	12/08/03 al 17/08/03	0,97	17,53	8635	64,1
40	17/08/03 al 26/08/03	1,04	7,09	11530	127,1
41	26/08/03 al 02/09/03	0,70	6,33	10020	109,9
42	02/09/03 al 09/09/03	1,25	15,31	10175	80,2

Tabla 8.124. Cálculo de coeficientes de captación individuales: Vilafranca. Método Radiello NO2.

Semana	Periodo de muestreo	Concentración nitrito ( $\mu\text{g/ml}$ )	Concentración real Consellería ( $\mu\text{g/m}^3$ )	Tiempo muestreado (min)	S individual ( $\text{cm}^3/\text{min}$ )
CAMPAÑA ESTIVAL 2002					
21 -22	21/06/02 al 09/07/02	NO HAY DATO DE REFERENCIA			
23	09/07/02 al 16/07/02	0,10	13,52	10067	7,6
24	16/07/02 al 23/07/02	0,44	18,48	10088	23,8
25	23/07/02 al 30/07/02	0,06	12,65	8913	5,5
26	30/07/02 al 06/08/02	0,05	9,89	11662	3,9
27	06/08/02 al 13/08/02	0,08	12,86	9635	6,1
28	13/08/02 al 20/08/02	0,16	9,15	10088	17,8
29	20/08/02 al 27/08/02	0,03	9,24	10022	3,5
30	27/08/02 al 03/09/02	0,45	15,53	10120	28,3
31	03/09/02 al 10/09/02	0,31	16,55	10055	18,5
32	10/09/02 al 17/09/02	DATO NO VÁLIDO			
33	17/09/02 al 23/09/02	0,20	14,55	8877	15,5
34	23/09/02 al 30/10/02	0,20	15,79	11218	13,5
CAMPAÑA ESTIVAL 2003					
35-36	09/06/03 al 29/06/03	DATO NO VÁLIDO			
37	29/07/03 al 05/08/03	0,24	4,52	10085	52,4
38	05/08/03 al 12/08/03	0,17	4,90	10070	33,5
39	12/08/03 al 17/08/03	0,11	4,37	10080	25,1
40	17/08/03 al 26/08/03	0,31	4,47	10070	69,2
41	26/08/03 al 02/09/03	0,34	4,78	20110	35,8
42	02/09/03 al 09/09/03	NO HAY DATO DE REFERENCIA			
43	09/09/03 al 17/09/03	0,18	4,99	11805	31,4
44	17/09/03 al 23/09/03	0,23	6,70	12855	26,4
45	23/09/03 al 29/09/03	0,24	7,61	10095	31,8
46	29/09/03 al 06/10/03	0,12	5,33	8615	25,6

Tabla 8.125. Cálculo de coeficientes de captación individuales: Burriana. Método Radiello NO2.

Semana	Periodo de muestreo	Concentración nitrito ( $\mu\text{g/ml}$ )	Concentración real Consellería ( $\mu\text{g/m}^3$ )	Tiempo muestreado (min)	S individual ( $\text{cm}^3/\text{min}$ )
CAMPAÑA ESTIVAL 2003					
35	09/06/03 al 23/06/03	NO HAY DATO REFERENCIA			
36	23/07/03 al 29/07/03	0,80	15,18	8650	61,0
37	29/07/03 al 05/08/03	1,50	23,99	8640	72,4
38	05/08/03 al 12/08/03	1,39	28,01	11955	41,6
39	12/08/03 al 17/08/03	1,50	28,36	6938	76,2
40	17/08/03 al 26/08/03	2,37	19,96	12697	93,3
41	26/08/03 al 02/09/03	2,03	19,03	12960	82,5
42	02/09/03 al 09/09/03	0,69	23,90	5362	54,1
43	09/09/03 al 17/09/03	2,12	24,54	11948	72,2
44	17/09/03 al 23/09/03	2,48	26,20	14385	65,8
45	23/09/03 al 29/09/03	4,05	22,48	12975	138,9
46	29/09/03 al 06/10/03	2,95	24,31	19910	60,9

Tabla 8.126. Cálculo de coeficientes de captación individuales: Castellón. Método Radiello NO2.

Semana	Periodo de muestreo	Concentración nitrito ( $\mu\text{g/ml}$ )	Concentración real Consellería ( $\mu\text{g/m}^3$ )	Tiempo muestreado (min)	S individual ( $\text{cm}^3/\text{min}$ )
CAMPAÑA ESTIVAL 2003					
35	09/06/03 al 23/06/03	NO SE COLOCA			
36	23/07/03 al 29/07/03	2,69	37,51	9355	74,9
37	29/07/03 al 05/08/03	3,69	60,50	10030	59,7
38	05/08/03 al 12/08/03	3,22	83,27	10180	37,2
39	12/08/03 al 17/08/03	3,51	49,87	7810	88,5
40	17/08/03 al 26/08/03	3,69	49,06	12320	60,1
41	26/08/03 al 02/09/03	2,75	43,96	10045	61,0
42	02/09/03 al 09/09/03	3,39	53,35	10110	61,6
43	09/09/03 al 17/09/03	4,85	69,69	11535	59,5
44	17/09/03 al 23/09/03	4,08	79,41	9310	54,4
45	23/09/03 al 29/09/03	3,01	61,84	9420	50,6
46	29/09/03 al 06/10/03	2,79	66,71	8650	47,2

Tabla 8.127. Cálculo de coeficientes de captación individuales: Alcora. Método Radiello NO2.

Semana	Periodo de muestreo	Concentración nitrito ( $\mu\text{g/ml}$ )	Concentración real Consellería ( $\mu\text{g/m}^3$ )	Tiempo muestreado (min)	S individual ( $\text{cm}^3/\text{min}$ )
CAMPAÑA ESTIVAL 2003					
35	09/06/03 al 23/06/03	NO SE COLOCA			
36	23/07/03 al 29/07/03	1,28	21,25	9807	61,2
37	29/07/03 al 05/08/03	1,51	27,77	8288	65,4
38	05/08/03 al 12/08/03	1,38	32,98	12104	34,7
39	12/08/03 al 17/08/03	1,44	26,95	8247	64,9
40	17/08/03 al 26/08/03	1,17	17,31	8658	77,8
41	26/08/03 al 02/09/03	1,39	16,42	11227	75,1
42	02/09/03 al 09/09/03	0,97	15,58	10415	59,5
43	09/09/03 al 17/09/03	2,26	26,89	9790	85,8
44	17/09/03 al 23/09/03	2,45	29,66	11775	70,0
45	23/09/03 al 29/09/03	1,87	23,44	8385	95,1
46	29/09/03 al 06/10/03	1,81	23,57	10135	75,8

Tabla 8.128. Cálculo de coeficientes de captación individuales: Almazora. Método Radiello NO2.

Semana	Periodo de muestreo	Concentración nitrito ( $\mu\text{g/ml}$ )	Concentración real Consellería ( $\mu\text{g/m}^3$ )	Tiempo muestreado (min)	S individual ( $\text{cm}^3/\text{min}$ )
CAMPAÑA ESTIVAL 2003					
35	09/06/03 al 23/06/03	NO SE COLOCA			
36	23/07/03 al 29/07/03	1,27	15,15	8500	98,6
37	29/07/03 al 05/08/03	2,05	23,88	10035	85,5
38	05/08/03 al 12/08/03	1,77	29,46	10170	59,2
39	12/08/03 al 17/08/03	1,92	24,07	7465	106,6
40	17/08/03 al 26/08/03	2,12	18,62	12665	90,0
41	26/08/03 al 02/09/03	1,40	18,62	10045	74,6
42	02/09/03 al 09/09/03	1,42	22,68	10145	61,6
43	09/09/03 al 17/09/03	2,58	29,04	11535	77,1
44	17/09/03 al 23/09/03	2,30	30,00	9060	84,8
45	23/09/03 al 29/09/03	2,34	27,32	9635	88,8
46	29/09/03 al 06/10/03	2,29	26,52	8800	98,2

Tabla 8.129. Cálculo de coeficientes de captación individuales: Benicassim. Método Radiello NO2.

Semana	Periodo de muestreo	Concentración nitrito (µg/ml)	Concentración real Consellería (µg/m3)	Tiempo muestreado (min)	S individual (cm3/min)
CAMPAÑA ESTIVAL 2003					
35 -36	09/06/03 al 29/06/03	NO SE COLOCA			
37	29/07/03 al 05/08/03	3,07	27,63	10025	110,8
38	05/08/03 al 12/08/03	2,81	38,88	10150	71,1
39	12/08/03 al 17/08/03	3,07	35,85	7457	114,7
40	17/08/03 al 26/08/03	2,80	22,17	12718	99,2
41	26/08/03 al 02/09/03	1,89	23,56	10020	79,9
42	02/09/03 al 09/09/03	2,29	24,18	10175	93,2
43	09/09/03 al 17/09/03	3,20	28,35	11535	97,7
44	17/09/03 al 23/09/03	1,99	32,46	8985	68,2
45	23/09/03 al 29/09/03	2,39	28,72	9695	85,7
46	29/09/03 al 06/10/03	1,61	25,23	8740	73,2

Los valores del coeficiente de captación individual en cada temporada de muestreo así como globalmente se representan en las Figura 8.62 a Figura 8.66.

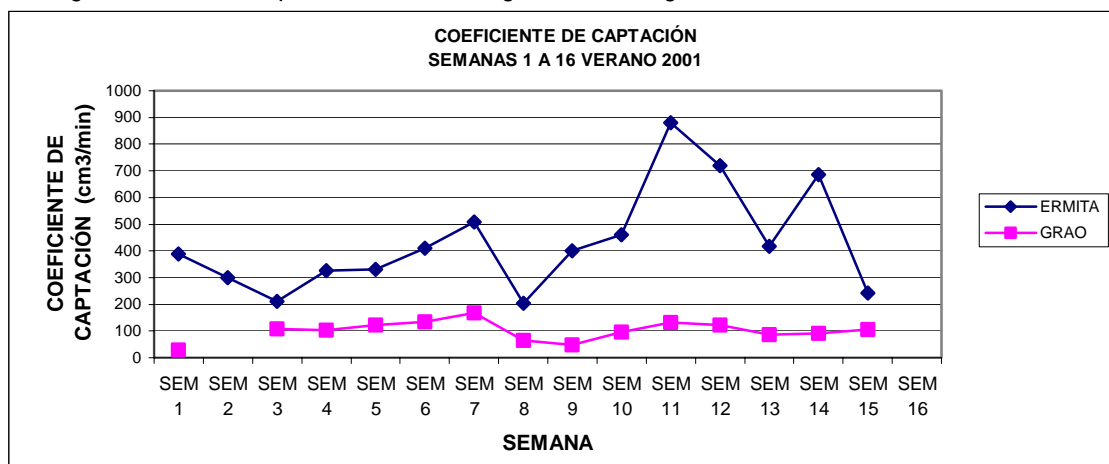


Figura 8.62. Variación del coeficiente de captación individual. Campaña Verano 2001.

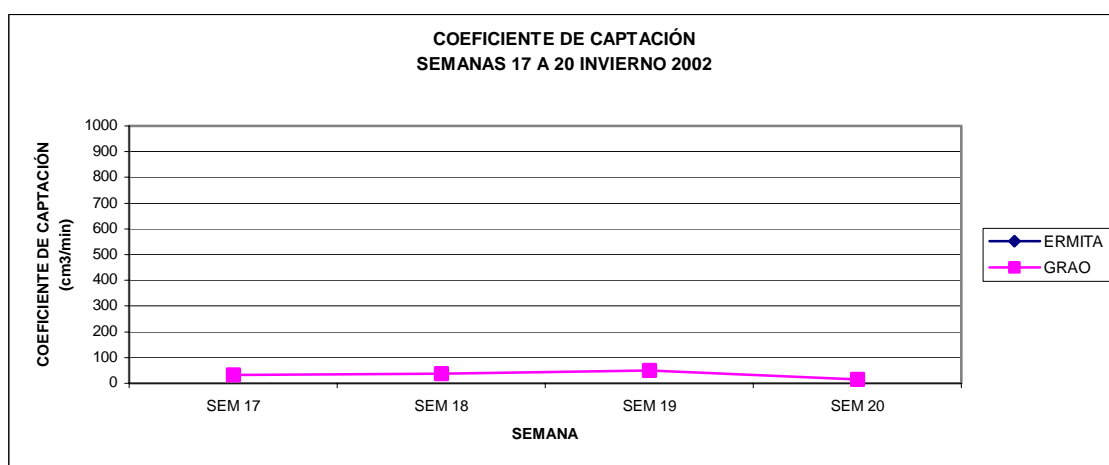


Figura 8.63. Variación del coeficiente de captación individual. Campaña Invierno 2002



8.- PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

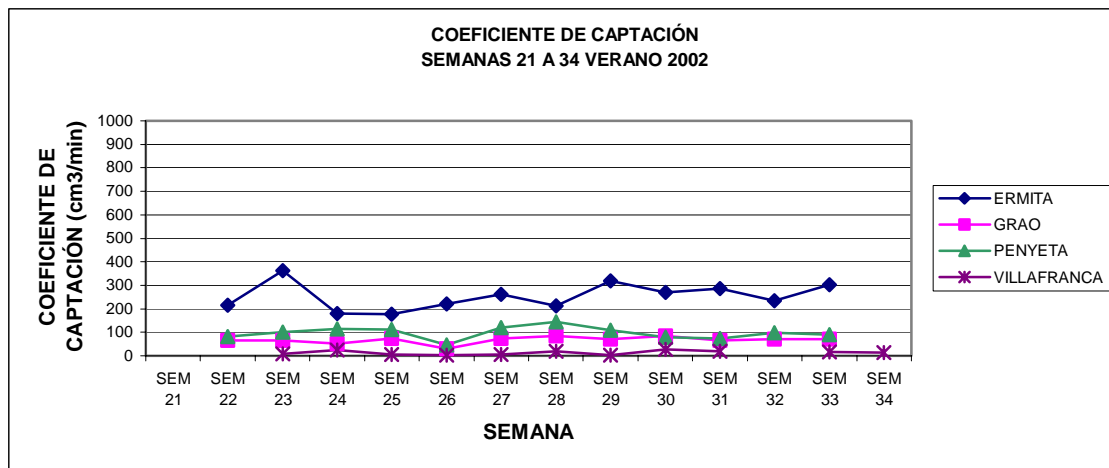


Figura 8.64. Variación del coeficiente de captación individual. Campaña Verano 2002

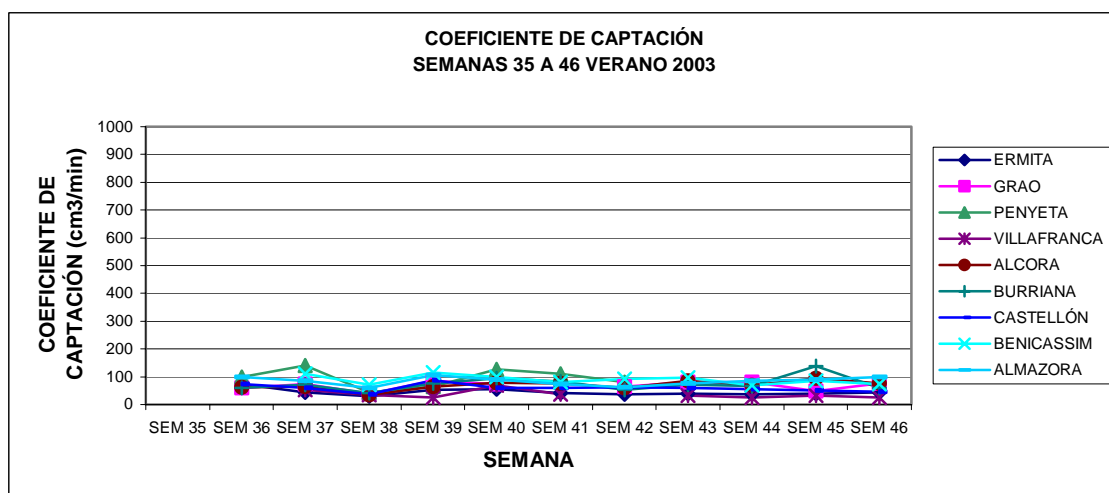


Figura 8.65. Variación del coeficiente de captación individual. Campaña Verano 2003

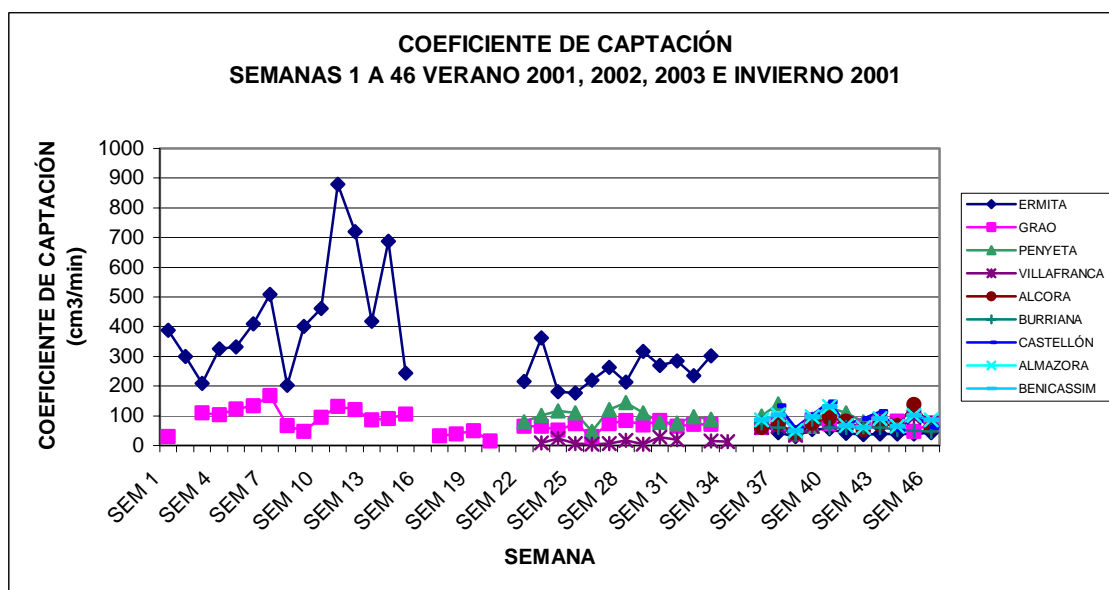


Figura 8.66. Variación del coeficiente de captación individual. Todas las campañas

De las anteriores tablas podemos obtener los valores promedios del coeficiente de captación individual de cada una de las campañas de muestreo con sus respectivas desviaciones típicas. Los datos se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 8.130. Promedios del coeficiente de captación individual y desviación estándar.

CAMPAÑA DE MUESTREO	PROMEDIO COEFICIENTE CAPTACIÓN INDIVIDUAL (cm <sup>3</sup> /min)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR (cm <sup>3</sup> /min)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR RELATIVA (%)
VERANO 2001	272,3	219,4	80,6
INVIERNO 2002	34,2	14,3	41,8
VERANO 2002	109,7	95,6	87,1
VERANO 2003	72,6	26,5	36,5
TODAS LAS CAMPAÑAS	118,1	134,1	113,5

El valor del coeficiente de captación teórico propuesto en el protocolo de muestreo de Radiello (Fondazione-Salvatore-Maugeri) es de 0,200±0.015 ng.ppb<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>, que corresponde a 410 ±30 cm<sup>3</sup>/min. Este valor no se obtiene en ninguna de las campañas de muestreo.

De la observación de las distintas gráficas anteriores donde se presentan los coeficientes de captación individuales, y conforme a lo explicado al principio de este capítulo, se aprecia en el presente estudio que el coeficiente de captación efectivo no presenta un valor constante produciéndose variaciones entre el 40% en el mejor de los casos y el 80% en el peor de ellos.

#### 8.1.3.3.2.1. Estudio de la variación del coeficiente de captación

En el presente apartado se va a realizar un estudio de la variación de los valores de captación individual con respecto a las distintas variables meteorológicas y niveles de contaminantes recogidos en las estaciones de referencia propiedad de la Conselleria de Medio Ambiente.

##### 8.1.3.3.2.1.1. Efecto de la meteorología en el coeficiente de captación

Para estudiar el efecto de la meteorología en el coeficiente de captación se ha calculado una matriz de correlación entre las distintas variables meteorológicas y el coeficiente de captación individual. La matriz de correlación obtenida se presenta a continuación en la Tabla 8.131.

Tabla 8.131. Matriz de correlaciones coeficiente de captación individual con variables meteorológicas.

		Correlaciones						
		Sindiv	velocidad	direccion	temperatura	H.Relativa	presion	radiacion
Sindiv	Correlación de Pearson	1	-,366**	-,177	,361**	,065	,224**	,241**
	Sig. (bilateral)		,000	,053	,000	,451	,003	,006
	N	172	128	120	138	138	171	128
velocidad	Correlación de Pearson	-,366**	1	,530**	-,455**	-,148	-,638**	-,177**
	Sig. (bilateral)	,000		,000	,000	,076	,000	,034
	N	128	145	136	145	145	144	145
direccion	Correlación de Pearson	-,177	,530**	1	-,440**	-,220*	-,324**	-,242**
	Sig. (bilateral)	,053	,000		,000	,010	,000	,005
	N	120	136	136	136	136	135	136
temperatura	Correlación de Pearson	,361**	-,455**	-,440**	1	,208**	,536**	,492**
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000		,009	,000	,000
	N	138	145	136	156	156	155	145
H.Relativa	Correlación de Pearson	,065	-,148	-,220*	,208**	1	,266**	-,175*
	Sig. (bilateral)	,451	,076	,010	,009		,001	,035
	N	138	145	136	156	156	155	145
presion	Correlación de Pearson	,224**	-,638**	-,324**	,536**	,266**	1	,149
	Sig. (bilateral)	,003	,000	,000	,000	,001		,075
	N	171	144	135	155	155	189	144
radiacion	Correlación de Pearson	,241**	-,177*	-,242**	,492**	-,175*	,149	1
	Sig. (bilateral)	,006	,034	,005	,000	,035	,075	
	N	128	145	136	145	145	144	145

\*\* La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

\* La correlación es significante al nivel 0,05 (bilateral).

De la observación de la matriz de correlación anterior se puede concluir que el coeficiente de captación individual depende de los valores de Velocidad del viento, Temperatura y Presión con una significatividad bilateral del 99% de confianza. En la Tabla 8.132 se muestran los coeficientes de correlación de Pearson, la significancia bilateral y el número de casos considerados para el análisis de la correlación entre los coeficientes de captación y las variables significativas identificadas extraídas de la anterior matriz de correlación.

**Tabla 8.132. Variables correlacionadas con coeficiente de captación individual**

DESCRIPTIVOS ESTADÍSTICOS	Velocidad Viento	Temperatura	Presión	Radiación
Correlación de Pearson (R)	-0,366	0,361	0,224	0,241
Significatividad (bilateral)	0,000	0,000	0,000	0,006
Numero de casos	128	138	171	128

#### 8.1.3.3.2.1.2. Efecto de los niveles de contaminantes en el coeficiente de captación

Para estudiar el efecto de los niveles de contaminantes en el coeficiente de captación se ha calculado una matriz de correlación entre las distintos niveles registrados de contaminantes medidos en las estaciones de referencia y el coeficiente de captación individual. La matriz de correlación obtenida se muestra en la Tabla 8.133.

**Tabla 8.133. Matriz de correlaciones coeficiente de captación individual con niveles de contaminantes**

		Correlaciones										
		Sindiv	SO2	PST	CO	NO	NO2	NOx	O3	HCT	CH4	HNM
Sindiv	Correlación de Pearson	1	-,155*	,390**	-,226*	-,140	-,336**	-,286**	-,309**	-,177	-,088	-,406
	Sig. (bilateral)		,044	,000	,010	,068	,000	,001	,000	,333	,651	,215
	N	172	170	165	128	170	170	127	147	32	29	11
SO2	Correlación de Pearson	-,155*	1	-,156*	-,022	,246**	,302**	,287**	,191*	-,142	-,154	,524
	Sig. (bilateral)	,044		,035	,795	,001	,000	,001	,014	,397	,378	,080
	N	170	189	183	143	186	186	141	165	38	35	12
PST	Correlación de Pearson	,390**	-,156*	1	,129	,310**	,172*	,311**	-,603**	,515**	,536**	,388
	Sig. (bilateral)	,000	,035		,130	,000	,021	,000	,000	,002	,002	,342
	N	165	183	183	138	180	180	135	159	34	31	8
CO	Correlación de Pearson	-,226*	-,022	,129	1	,262**	,190*	,219*	-,277**	-,384*	-,365*	,465
	Sig. (bilateral)	,010	,795	,130		,002	,025	,032	,002	,017	,031	,128
	N	128	143	138	143	140	140	96	121	38	35	12
NO	Correlación de Pearson	-,140	,246**	,310**	,262**	1	,765**	,928**	-,461**	-,107	-,202	,608*
	Sig. (bilateral)	,068	,001	,000	,002		,000	,000	,000	,533	,259	,036
	N	170	186	180	140	186	186	141	162	36	33	12
NO2	Correlación de Pearson	-,336**	,302**	,172*	,190*	,765**	1	,974**	-,304**	-,022	-,122	-,019
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,021	,025	,000		,000	,000	,901	,498	,952
	N	170	186	180	140	186	186	141	162	36	33	12
NOx	Correlación de Pearson	-,286**	,287**	,311**	,219*	,928**	,974**	1	-,403**	-,048	-,149	,247
	Sig. (bilateral)	,001	,001	,000	,032	,000	,000		,000	,781	,407	,439
	N	127	141	135	96	141	141	141	139	36	33	12
O3	Correlación de Pearson	-,309**	,191*	-,603**	-,277**	-,461**	-,304**	-,403**	1	,399*	,426*	-,156
	Sig. (bilateral)	,000	,014	,000	,002	,000	,000	,000		,013	,011	,628
	N	147	165	159	121	162	162	139	165	38	35	12
HCT	Correlación de Pearson	-,177	-,142	,515**	-,384*	-,107	-,022	-,048	,399*	1	,991**	,999**
	Sig. (bilateral)	,333	,397	,002	,017	,533	,901	,781	,013		,000	,000
	N	32	38	34	38	36	36	36	38	38	35	12
CH4	Correlación de Pearson	-,088	-,154	,536**	-,365*	-,202	-,122	-,149	,426*	,991**	1	1,000**
	Sig. (bilateral)	,651	,378	,002	,031	,259	,498	,407	,011	,000		,000
	N	29	35	31	35	33	33	33	35	35	35	12
HNM	Correlación de Pearson	-,406	,524	,388	,465	,608*	-,019	,247	-,156	,999**	1,000**	1
	Sig. (bilateral)	,215	,080	,342	,128	,036	,952	,439	,628	,000	,000	
	N	11	12	8	12	12	12	12	12	12	12	12

\*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

\*\*.. La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

De la lectura de la matriz de correlación (Tabla 8.133) se puede concluir que el coeficiente de captación individual depende del nivel de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>) y el nivel de monóxido de nitrógeno (NO) con una significatividad bilateral del 95% de confianza y depende de los valores de partículas sólidas totales (PST), CO, NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y O<sub>3</sub> con una significatividad bilateral del 99% de confianza. En la Tabla 8.134 se muestra los coeficientes de correlación de Pearson, la significancia bilateral y el número de casos considerados para el análisis de la correlación entre los coeficientes de captación y las variables significativas identificadas extraídas de la anterior matriz de correlación.

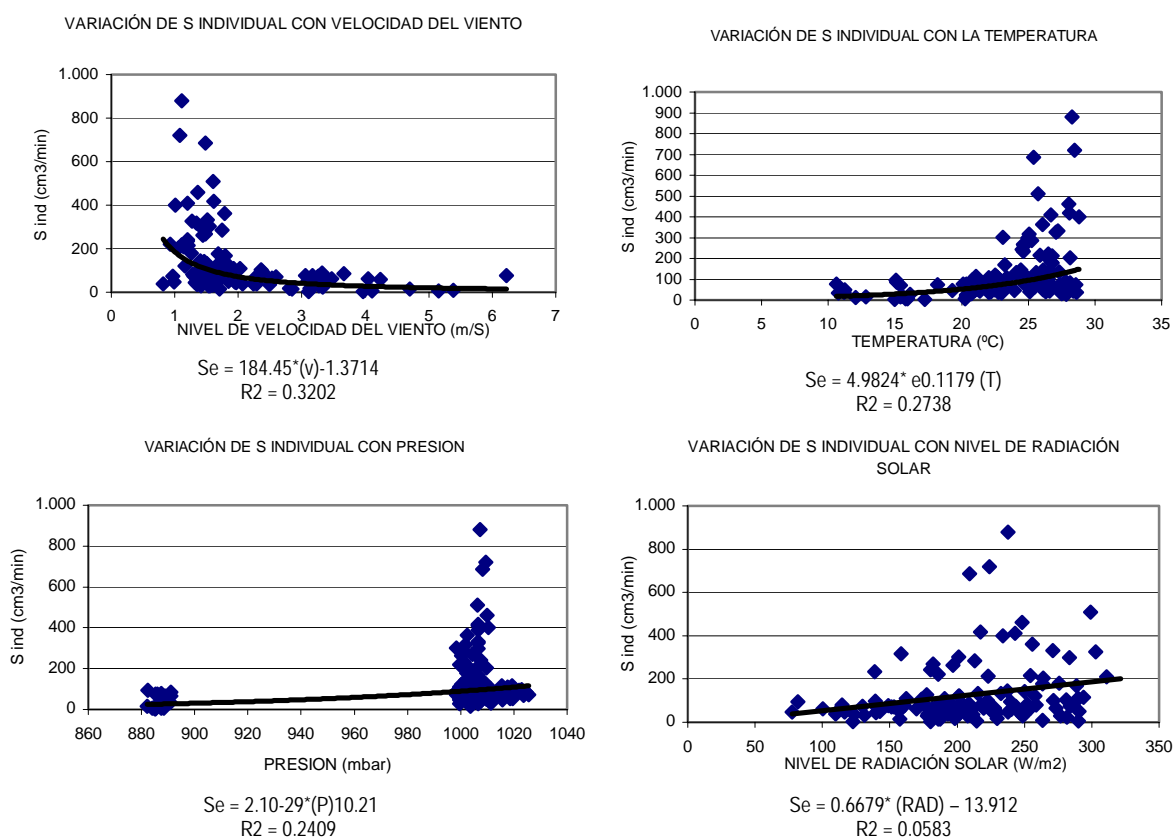
**Tabla 8.134. Variables correlacionadas con coeficiente de captación individual**

DESCRIPTIVOS ESTADÍSTICOS	SO <sub>2</sub>	PST	CO	NO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	O <sub>3</sub>
Correlación de Pearson (R)	-0,155	0,390	-0,226	-0,336	-0,286	-0,309
Significatividad (bilateral)	0,044	0,000	0,010	0,000	0,001	0,000
Numero de casos	170	165	128	170	127	147

### 8.1.3.3.2.1.3. Estimación del modelo matemático

Teniendo en cuenta la dependencia del coeficiente de captación con determinadas variables meteorológicas y niveles de contaminantes, se pretende encontrar la expresión matemática que mejor describa la variación del coeficiente de captación con dichas variables.

En Figura 8.67 se muestra la variación del coeficiente de captación con las variables con las que correlaciona.



8.- PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

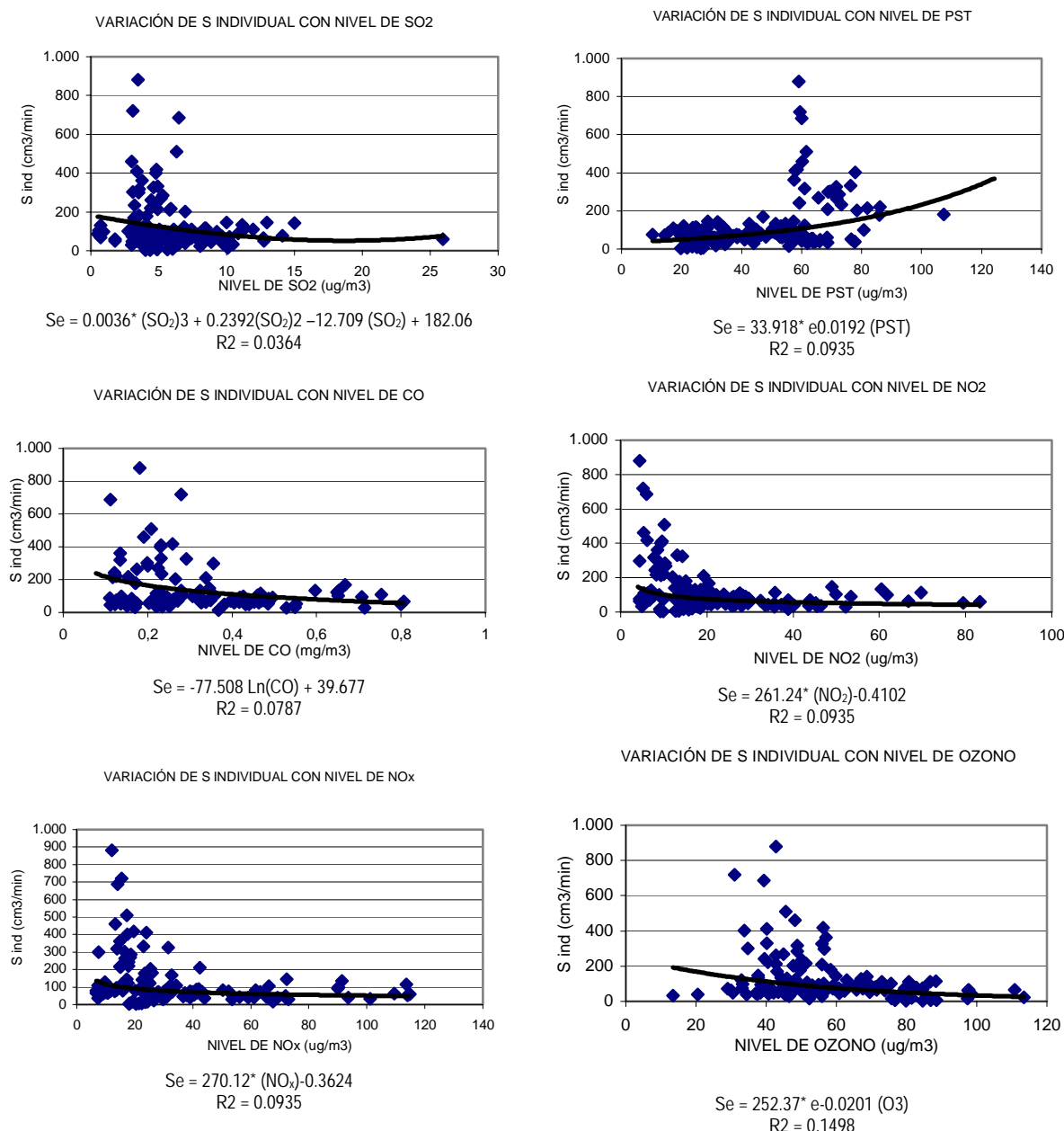


Figura 8.67. Correlación del coeficiente de captación con las variables contaminantes escogidas.

En vista de la Figura 8.67 se aprecia que algunas variables no presentan una dependencia lineal con el coeficiente de captación. Para simplificar el análisis matemático se va a linealizar dichas variables definiendo unas nuevas variables modificadas. Las variables simples, sus correspondientes variables modificadas y sus respectivos coeficientes de correlación ( $R^2$ ) se presentan en la Tabla 8.135. En dicha tabla, se muestran en celdas grises las variables que se van a considerar para realizar el análisis matemático teniendo en cuenta aquellas que presentan el coeficiente de determinación superior.

Tabla 8.135. Transformación de variables simples en variables modificadas.

VARIABLE SIMPLE	R2	VARIABLE MODIFICADA	R2
Velocidad	0,134	(Velocidad) <sup>-1,37</sup>	0,183
Temperatura	0,130	EXP(0,1179*Temperatura)	0,150
Presión	0,050	(Presión) <sup>10,21</sup>	0,045
Radiación	0,058	Radiación	0,052
SO2	0,024	(SO2) <sup>3</sup> +(SO2) <sup>2</sup>	0,026
PST	0,152	EXP(0,0192*PST)	0,135
CO	0,051	Ln(CO)	0,046
NO2	0,113	(NO2) <sup>-0,41</sup>	0,235
NOx	0,081	(NOx) <sup>-0,3624</sup>	0,113
O3	0,095	EXP(-0,0201*O3)	0,097

Para simplificar el análisis matemático, vamos a empezar el modelo con la combinación de la primera variable que más influye en el coeficiente de captación, dióxido de nitrógeno, con las restantes.

Se han obtenido los modelos que relacionan el coeficiente de captación efectivo con las variables mencionadas mediante el paquete estadístico SPSS 10.0 para Windows® (Surfer) por regresión lineal con el método "Introducir" considerando las variables por parejas. Los descriptivos estadísticos significativos para la decisión del modelo más adecuado se exponen en la Tabla 8.136.

Tabla 8.136. Descriptivos estadísticos de los modelos matemáticos.

VARIABLES INTRODUCIDAS EN EL MODELO	R2	R2 corregido	s2	F
(NO2) <sup>-0,41</sup> - (Velocidad) <sup>-1,37</sup>	0,460	0,452	11110	53
(NO2) <sup>-0,41</sup> - EXP(0,1179*Temperatura)	0,368	0,359	12137	39
(NO2) <sup>-0,41</sup> - Presión	0,462	0,455	8651	70
(NO2) <sup>-0,41</sup> - Radiación	0,296	0,285	14489	26
(NO2) <sup>-0,41</sup> - (SO2) <sup>3</sup> +(SO2) <sup>2</sup>	0,244	0,230	12075	17
(NO2) <sup>-0,41</sup> - PST	0,459	0,452	8877	67
(NO2) <sup>-0,41</sup> - CO	<b>0,600</b>	<b>0,593</b>	<b>7841</b>	<b>93</b>
(NO2) <sup>-0,41</sup> - (NOx) <sup>-0,3624</sup>	0,249	0,236	15412	20
(NO2) <sup>-0,41</sup> - EXP(-0,0201*O3)	0,306	0,297	12467	32

Analizando los distintos descriptivos estadísticos mostrados en la tabla podemos llegar a las siguientes conclusiones:

El modelo que mejor coeficiente de determinación ( $R^2$ ) y mejor coeficiente de determinación corregido ( $R^2$  corregido) presenta es el modelo que considera el CO y el NO<sub>2</sub> ( $R^2 = 0,600$  y  $R^2$  corregido =  $0,593$ ).

El modelo que mejor datos obtiene del residual de la media cuadrática ( $s^2$ ) es el que considera el CO y el NO<sub>2</sub> con un valor de 7841.

Finalmente, el modelo que mayor estadístico F obtiene es el CO y el NO<sub>2</sub>.

De todo ello concluimos que el modelo matemático que mejor describe la variación del coeficiente de captación es el que considera las variables el CO y el NO<sub>2</sub>. En un segundo intento de refinar el modelo matemático, vamos a probar las combinaciones del CO y el NO<sub>2</sub> con el resto de variables influyentes en el coeficiente de captación efectivo. Los resultados se presentan en la Tabla 8.137

Tabla 8.137. Descriptivos estadísticos de los modelos matemáticos.

VARIABLES INTRODUCIDAS EN EL MODELO	R2	R2 corregido	s2	F
$(NO_2)^{-0,41} - CO$	0,600	0,593	7841	93
$(NO_2)^{-0,41} - CO - (Velocidad)^{-1,37}$	<b>0,700</b>	<b>0,689</b>	8399	63
$(NO_2)^{-0,41} - CO - EXP(0,1179 * Temperatura)$	0,625	0,613	9511	51
$((NO_2)^{-0,41} - CO - Presión)$	0,609	0,599	7726	64
$(NO_2)^{-0,41} - CO - PST$	0,640	0,631	7263	71

Analizando los distintos descriptivos estadísticos mostrados en la tabla podemos llegar a las siguientes conclusiones:

- El modelo que mejor coeficiente de determinación ( $R^2$ ) y mejor coeficiente de determinación corregido ( $R^2$  corregido) presenta es el modelo que considera el CO, el  $NO_2$  y la velocidad del viento ( $R^2 = 0,700$  y  $R^2$  corregido =  $0,689$ ).
- El modelo que mejor datos obtiene del residual de la media cuadrática ( $s^2$ ) es el que considera el CO, el  $NO_2$  y las partículas suspensión totales con un valor de 7263.
- Finalmente, el modelo que mayor estadístico F obtiene es el que considera la variable el CO, el  $NO_2$  y las partículas suspensión totales.

De este segundo afinamiento obtendríamos el modelo *NO<sub>2</sub>-CO-velocidad* como descriptivo de la variación del coeficiente de captación efectivo. Si comparamos el modelo obtenido en el primer paso ( $NO_2$ -CO) con el segundo apreciamos que con el segundo se produce un aumento del coeficiente de determinación, desde 0,600 a 0,700, explicando el nuevo modelo un 10 % más de la variación; el residual de la media cuadrática se reduce también desde 7841 a 7726 y con una consiguiente reducción de F desde 93 a 64. De todo ello concluimos que el modelo matemático que mejor describe la variación del coeficiente de captación de forma más simplificada es el que considera las variables *NO<sub>2</sub>-CO-velocidad*. Este modelo se describe mediante la siguiente ecuación:

$$S_{indiv} = - 366,261 - 71,533 (CO) + 1505,804(NO_2)^{-0,41} + 99,18 (velocidad)^{-1,37}$$

$$R = 0,836$$

$$R^2 = 0,700$$

$$\text{Error Típico de la estimación} = 91,64 \text{ (cm}^3/\text{min)}$$

donde  $S_{indiv}$  = coeficiente de captación individual ( $cm^3/min$ )

CO = monóxido de carbono ( $mg/m^3$ )

$NO_2$  = nivel de  $NO_2$  en la atmósfera ( $\mu g/m^3$ )

Velocidad = velocidad del viento ( $m/s$ )

En la Figura 8.68 se muestran los valores de  $S_{indiv}$  calculados y los  $S_{indiv}$  estimados mediante el modelo matemático escogido. Solo se representan los valores de coeficiente de captación estimado matemáticamente donde existían valores para las tres variables de entrada del modelo ( $NO_2$ -CO-velocidad). Se aprecia que el modelo se ajusta aceptablemente a los datos experimentales.

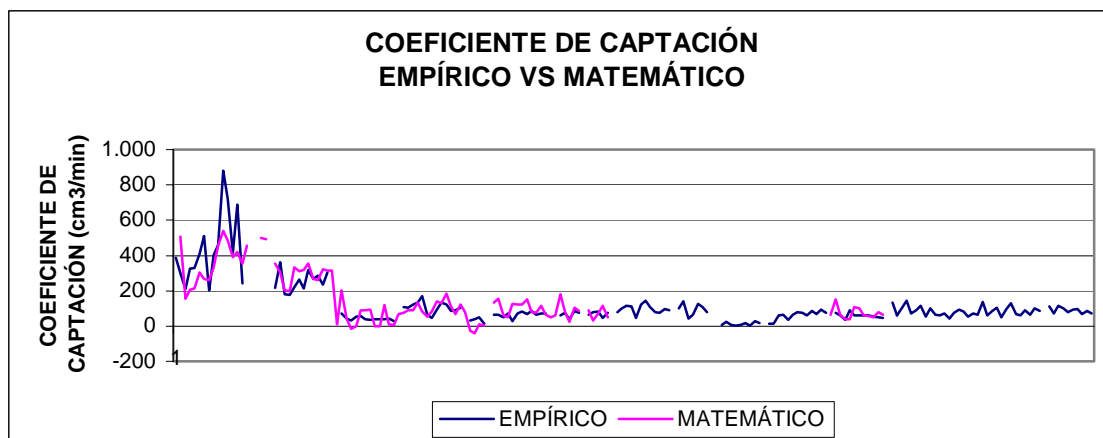


Figura 8.68. Valores del coeficiente de captación individual calculados y estimados según modelo

En la Figura 8.69, se representan los valores de los residuales calculados según la siguiente fórmula:

$$(8.15) \text{ Residual} = S_{\text{indiv-empírico}} - S_{\text{indiv-matemático}}$$

Los valores de los residuales se representan en la siguiente figura.

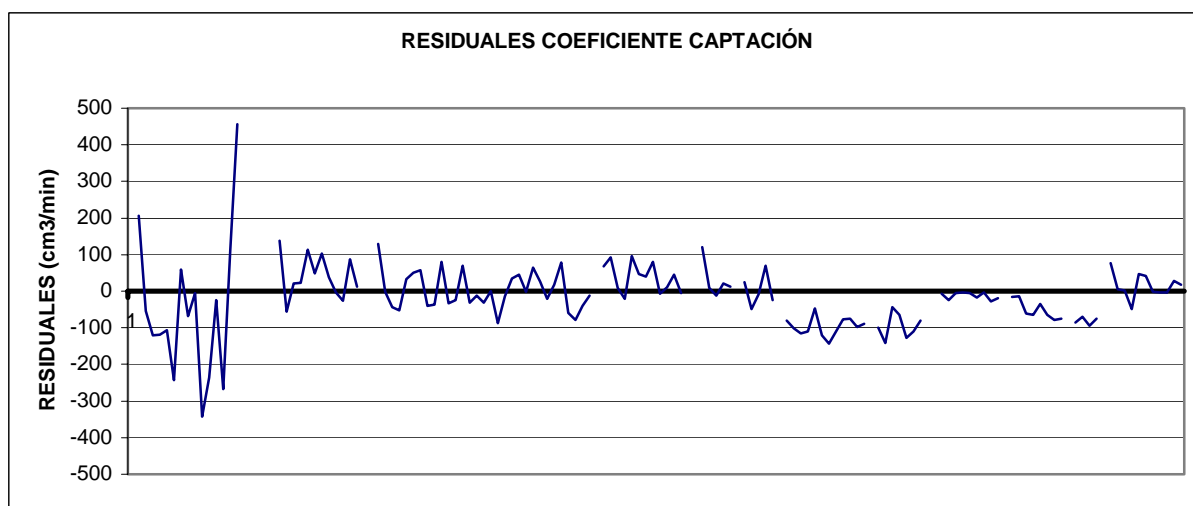


Figura 8.69. Variación de los residuales

De la observación de la Figura 8.69 se deduce que más de un 90% de los residuales está dentro del intervalo  $\pm 100 \text{ cm}^3/\text{min}$ .

Del presente estudio se desprende que los valores del coeficiente de captación para los captadores Radiello para medir  $\text{NO}_2$  dependen de los niveles de determinados contaminantes, no presentando un valor constante. De entre todos los contaminantes de los que depende se ha obtenido un modelo matemático que explica una parte de la variación del coeficiente de captación, concretamente el 70% considerando como variable de entrada el CO,  $\text{NO}_2$  y la velocidad del viento.

#### 8.1.3.3.2.2. Cálculo del coeficiente de captación efectivo

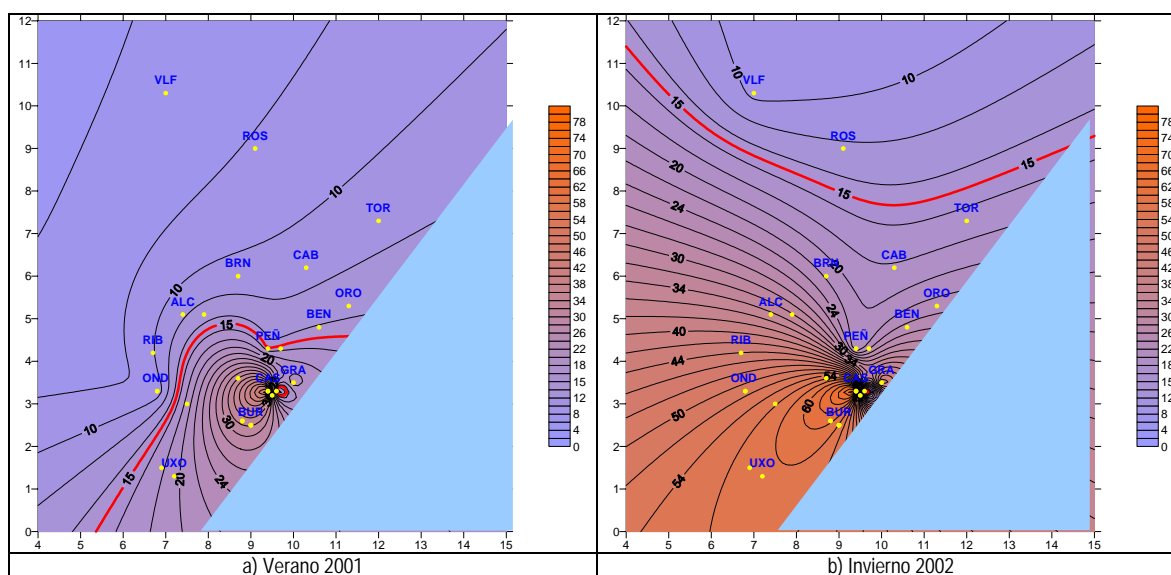
Teniendo en cuenta que se ha demostrado que el valor del coeficiente de captación se ve influenciado por determinadas variables, para la obtención de los valores de concentración se calcula un valor de coeficiente de captación efectivo según los siguientes métodos:



**MÉTODO 1:** Observando la Figura 8.67 se aprecia que el coeficiente de captación presenta mucha variabilidad para concentraciones de NO<sub>2</sub> inferiores a 15 µg/m<sup>3</sup>, siendo aproximadamente constante a concentraciones superiores. Teniendo en cuenta el mapa de isoconcentraciones de NO<sub>2</sub> calculado a partir de los datos de las estaciones de Conselleria de Medio Ambiente, se va a restringir el área de aplicación de los captadores pasivos a aquellos puntos donde se esperan concentraciones superiores a 15µg/m<sup>3</sup>. En la Figura 8.70 se muestran las distribuciones de concentración de NO<sub>2</sub> estimadas aplicando el programa informático Surfer 7.0 a partir de las concentraciones de NO<sub>2</sub> de las estaciones de referencia. Se señala con una línea roja el límite donde la concentración de NO<sub>2</sub> es 15µg/m<sup>3</sup>. En las zonas con concentración de NO<sub>2</sub> estimada superior a dicho valor límite se calcula el coeficiente de captación efectivo que se ha de aplicar en cada periodo de muestreo,  $S_{efectivo,1}$ , promediando los distintos valores de coeficiente de captación individual calculados en cada estación de referencia, aplicando la siguiente ecuación:

$$(8.16) \quad S_{efectivo,1} = \frac{\sum S_{indiv}}{n}$$

donde  $S_{efectivo,1}$  (cm<sup>3</sup>/min) es el coeficiente de captación efectivo aplicable a un determinado periodo de muestreo,  $S_{indiv}$  (cm<sup>3</sup>/min) es el coeficiente de captación individual correspondiente a cada estación de referencia y  $n$  es el número de estaciones de referencia aplicables a cada periodo de muestreo.



8.- PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

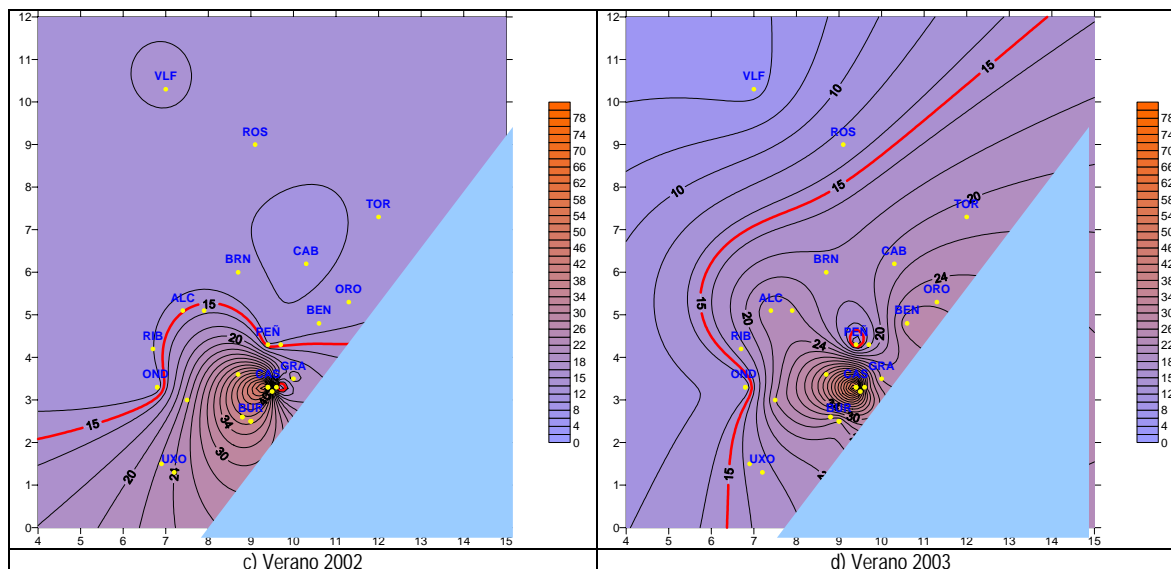


Figura 8.70. Distribución de concentraciones de NO<sub>2</sub> estimadas con Surfer 7.0.

Los valores de los coeficientes de captación individuales y efectivos calculados se muestran en la Tabla 8.138 junto con el valor de la correspondiente desviación estándar. En la campaña 2001, como la única estación de referencia válida es la del Grao, se ha calculado el valor del coeficiente de captación promediando el valor de dicha semana con los valores de las semanas anterior y posterior. En el caso de la campaña 2002 Invierno se ha obtenido un único valor promedio aplicable a toda la campaña.

Tabla 8.138. Cálculo del coeficiente de captación efectivo y desviación estándar.

PERIODO MUESTREO	S INDIVIDUAL (cm <sup>3</sup> /min)									S EFECTIVO (cm <sup>3</sup> /min)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	
	ERM	GRA	PEÑ	VLF	ALC	BUR	CAS	ALZ	BEN			
VERANO 2001												
1	<15µg/m <sup>3</sup>	29,5									-	-
2		-									-	-
3		109,0									106,2	4,0
4		103,3									111,7	10,0
5		122,8									119,8	15,3
6		133,4									141,7	24,1
7		168,9									122,7	52,4
8		65,8									94,3	65,2
9		48,3									69,7	23,6
10		95,0									91,7	41,8
11		131,8									116,2	19,0
12		121,7									113,4	23,7
13		86,6									99,5	19,3
14		90,3									94,4	10,5
15		106,3									98,3	11,3
16		*									-	-
INVIERNO 2002												
17	-	32,8								40,3	8,9	
18		38,0										
19		50,2										
20		*										
VERANO 2002												
21	<15µg/m <sup>3</sup>	*	*	<15µg/m <sup>3</sup>								
22		64,2	80,7								72,5	11,7
23		64,1	101,8								83,0	26,7
24		51,5	115,6								83,6	45,3
25		72,8	110,8								91,8	26,9
26		29,2	46,8								38,0	12,4
27		73,3	121,2								97,3	33,9
28		83,2	143,9								113,6	42,9

8.- PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Tabla 8.138 Cont

PERIODO MUESTREO	S INDIVIDUAL (cm <sup>3</sup> /min)									S EFECTIVO (cm <sup>3</sup> /min)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
	ERM	GRA	PEÑ	VLF	ALC	BUR	CAS	ALZ	BEN		
29		69,7	109,6							89,7	28,2
30		85,0	77,8							81,4	5,1
31		64,3	74,8							69,6	7,4
32		70,7	97,6							84,2	19,0
33		71,3	89,0							80,2	12,5
34		-	-							-	-
VERANO 2003											
35	-	-	-		*	-	*	*	*	-	-
36	72,7	60,2	100,1	<15µg/m <sup>3</sup>	26,63	61,2	74,9	98,6	110,8	75,6	27,3
37	42,9	74,1	141,1		25,34	65,4	59,7	85,5	71,1	70,6	34,2
38	30,4	38,9	43,9		23,79	34,7	37,2	59,2	114,7	47,8	28,9
39	53,3	85,4	64,1		31,96	64,9	88,5	106,6	99,2	74,2	25,1
40	55,7	73,8	127,1		37,03	77,8	60,1	90,0	79,9	75,2	26,7
41	40,6	-	109,9		22,64	75,1	61,0	74,6	93,2	68,1	29,8
42	36,2	64,5	80,2		29,29	59,5	61,6	61,6	97,7	61,3	21,9
43	38,7	80,8	*		49,00	85,8	59,5	77,1	68,2	65,6	17,4
44	37,7	81,0	*		20,87	70,0	54,4	84,8	85,7	62,1	25,3
45	38,8	47,6	*		36,95	95,1	50,6	88,8	73,2	61,6	23,9
46	43,3	75,9	*		22,09	75,8	47,2	98,2	*	60,4	27,7

(gris) No hay captador en dicha estación de referencia

(\*) No se coloca captador pasivo

(-) No se dispone de datos de referencia

**MÉTODO 2:** Se calcula el coeficiente de captación efectivo que se ha de aplicar en cada periodo de muestreo y en cada punto,  $S_{efectivo,2}$ , a partir del modelo matemático. Los valores de los coeficientes de captación efectivos calculados matemáticamente se muestran en la Tabla 8.139. Cabe recordar que sólo se consideran como valores válidos aquellos valores del coeficiente de captación calculados a partir de la existencia de las tres variables de entrada (CO, NO<sub>2</sub> y velocidad del viento),

Tabla 8.139. Cálculo del coeficiente de captación efectivo. Método 2.

PERIODO MUESTREO	S EFECTIVO-2 (cm <sup>3</sup> /min)								
	ERM	GRA	PEÑ	VLF	ALC	BUR	CAS	ALZ	BEN
VERANO 2001									
1	-	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -384,7							
2	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -628,7	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -364,8							
3	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -516,9	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -475,5							
4	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -641,8	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -459,2							
5	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -657,5	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -492,4							
6	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -715,3	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -498,2							
7	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -838,5	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -538,5							
8	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -496,7	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -428,5							
9	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -684,9	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -417,2							
10	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -774,8	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -467,6							
11	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -1173,4	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -483,7							
12	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -1016,7	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -422,8							
13	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -750,5	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -426,4							
14	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -1003,1	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -429,5							
15	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -540,5	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -431,3							
16	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -311,6	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -318,9							
INVIERNO 2002									
17	Falta datos de NO <sub>2</sub>	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -385,9							
18		A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -410,3							
19		A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -401,0							
20		A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -360,5							
VERANO 2002									
21	*	*	*	*					
22	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -508,0	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -419,3	falta dato	falta dato					
23	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -693,4	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -422,0	CO	CO					
24	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -486,6	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -399,1							

Tabla 8.139 Cont

PERIODO MUESTREO	S EFECTIVO-2 (cm3/min)								
	ERM	GRA	PEÑ	VLF	ALC	BUR	CAS	ALZ	BEN
25	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -507,4	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -427,4							
26	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -486,4	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -378,8							
27	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -581,2	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -424,2							
28	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -511,8	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -425,5							
29	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -627,5	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -402,6							
30	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -593,3	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -418,5							
31	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -619,9	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -412,8							
32	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -539,1	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -417,8							
33	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -628,2	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -408,3							
34	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -335,7	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -346,2							
VERANO 2003									
35	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -325,9	-				A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -360,7			
36	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -345,0	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -412,1				A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -356,3			
37	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -368,7	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -413,3				A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -358,3			
38	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -353,6	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -373,2				A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -357,7			
39	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -379,9	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -405,5				A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -355,0			
40	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -370,6	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -395,8	falta dato CO	falta dato CO	falta dato veloc.	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -347,7	falta dato veloc.	falta dato veloc.	falta dato veloc.
41	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -356,6	-				A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -361,3			
42	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -353,2	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -405,7				A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -362,6			
43	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -384,2	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -436,1				A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -362,9			
44	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -361,1	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -409,0				A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -357,6			
45	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -289,2	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -343,7				A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -354,6			
46	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -388,0	A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -419,3				A*(NO <sub>2</sub> ) <sup>B</sup> -355,1			

(gris) No se considera punto de referencia

(\*) No se coloca captador pasivo

(-) No se dispone de datos de referencia

donde A = 1505,804 y B = -0,41

**MÉTODO 3:** Se aplica el valor del coeficiente de captación corregido propuesto por los investigadores que desarrollaron el captador pasivo.

$$(8.17) \quad CC_{indiv} = CC_{teorico} \left( \frac{T}{298} \right)^{5.83} \quad (\text{Fondazione-Salvatore-Maugeri})$$

$$(8.18) \quad S_{indiv} = CC_{indiv} * 2.05 * 10^{-3}$$

donde CC<sub>indiv</sub> es el coeficiente de captación individual medido en ng.ppb<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>, CC<sub>teor</sub> es el coeficiente de captación teórico establecido por los investigadores que desarrollaron el captador Radiello cuyo valor es 0,141 ng.ppb<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>, T es la temperatura promedio en Kelvin y S<sub>indiv</sub> es el coeficiente de captación individual medido en cm<sup>3</sup>/min.

Los valores del coeficiente de captación efectivo calculados por el presente método se presentan en la Tabla 8.140.

Tabla 8.140. Cálculo del coeficiente de captación efectivo. Método 3.

PERIODO MUESTREO	S EFECTIVO-3 (cm3/min)								
	ERM	GRA	PEÑ	VLF	ALC	BUR	CAS	ALZ	BEN
VERANO 2001									
1	173	266							
2	289	274							
3	297	280							
4	301	285							
5	302	287							
6	299	284							
7	293	279							
8	307	290							
9	311	295							
10	307	292							
11	308	292							
12	309	295							
13	307	293							

Tabla 8.140. Cont

PERIODO MUESTREO	S <sub>EFFECTIVO-3</sub> (cm <sup>3</sup> /min)								
	ERM	GRA	PEÑ	VLF	ALC	BUR	CAS	ALZ	BEN
14	291	278							
15	286	273							
16	279	268							
INVIERNO 2002									
17	224	217							
18	234	219							
19	234	219							
20	255	227							
VERANO 2002									
21	290	173	173	253					
22	294	302	279	173					
23	295	303	280	241					
24	299	306	288	264					
25	299	307	288	263					
26	298	306	283	248					
27	287	298	275	242					
28	299	307	286	264					
29	289	299	276	237					
30	287	297	277	242					
31	291	300	279	240					
32	287	298	274	242					
33	278	299	274	239					
34	254	281	262	223					
VERANO 2003									
35	296	287	298	271	-	-	-		
36	303	292	298	273	289	300	309	289	289
37	298	288	309	278	289	310	302	289	289
38	304	290	308	279	289	304	308	289	289
39	302	289	297	264	289	310	295	289	289
40	297	288	294	253	289	305	295	289	289
41	296	285	275	173	289	302	294	289	289
42	277	271		237	289	297	269	289	289
43	274	266		239	289	275	268	289	289
44	273	266	*	237	289	278	268	289	289
45	274	267		217	289	273	266	289	289
46	269	263		300	289	275	263	289	289

(gris) No se considera punto de referencia

(\*) No se coloca captador pasivo

(-) No se dispone de datos de referencia

El coeficiente de captación efectivo obtenido para cada periodo de muestreo se va a emplear en el cálculo de las concentraciones medidas cada semana en cada punto de muestreo según la siguiente ecuación:

$$(8.19) C_{NO_2} = \frac{M_{Nitrito} * V_{extraccion} * \left( \frac{PM_{NO_2}}{PM_{Nitrito}} \right)}{S_{efectivo} * t} 10^6$$

donde,  $C_{NO_2}$  (µg/m<sup>3</sup>) es la concentración de NO<sub>2</sub> obtenida con el captador pasivo Radiello,  $M_{nitrito}$  (µg/ml) es la masa de nitrito formada tras la quimiadsorción del NO<sub>2</sub> y que ha sido analizada,  $V_{extracción}$  (ml) es el volumen de extracción del nitrito empleado en el análisis,  $PM_{NO_2}$  (µg/µmol) es el peso molecular del dióxido de nitrógeno,  $PM_{Nitrito}$  (µg/µmol) es el peso molecular del nitrito,  $S_{efectivo}$  (cm<sup>3</sup>/min) es el coeficiente de captación efectivo correspondiente a dicho periodo de muestreo y  $t$  (min) es el tiempo que el captador pasivo ha estado expuesto en el punto de muestreo.

En el caso del cálculo realizado para la obtención de la concentración de NO<sub>2</sub> según el Método 2 se va a resolver la ecuación resultante por el Método de Newton, considerando como

valor de partida de NO<sub>2</sub> igual a 100, el valor de  $h$  igual a 0,01, el valor del *error* igual a 0,1 y el número de iteraciones igual a 100.

Se van a utilizar los coeficientes de captación obtenidos por los tres métodos para calcular la concentración proporcionada por los captadores pasivos y calcular su respectiva desviación de los analizadores de referencia. En vista de los resultados obtenidos se determinará cuál de los tres métodos es el más adecuado para estimar los valores de concentración de dióxido de nitrógeno en el área de estudio.

### 8.1.3.3.3. Desviación, precisión y exactitud

#### 8.1.3.3.3.1. *Desviación*

Los valores de concentración estimada se calculan según la Ecuación ( 8.19 ) a partir de los datos de nitrato promedio y tiempo muestreado que se muestran en las Tabla 8.121 a Tabla 8.129. y los valores del coeficiente de captación efectivo calculados por los tres métodos propuestos. Los resultados de desviación obtenidos se muestran en la Tabla 8.141 a Tabla 8.149.

Tabla 8.141. Cálculo de la desviación: Ermita. Método Radiello NO<sub>2</sub>

Semana	Periodo de muestreo	Concentración pasivos - X ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			Concentración real - $\mu$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Desviación relativa - Er (%)		
		Método 1	Método 2	Método 3		Método 1	Método 2	Método 3
CAMPAÑA ESTIVAL 2001								
1	23/05/01 al 30/05/01	< 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Ecuación sin solución	8,8	5,63	-	-	-56,8
2	30/05/01 al 06/06/01			4,5	4,37			-3,5
3	20/06/01 al 26/06/01			13,6	19,18			29,3
4	26/06/01 al 03/07/01			15,4	14,22			-8,3
5	03/07/01 al 11/07/01			14,3	13,08			-9,6
6	11/07/01 al 17/07/01			13,3	9,66			-37,3
7	17/07/01 al 24/07/01			17,6	10,14			-73,7
8	24/07/01 al 01/08/01			8,0	12,08			34,0
9	01/08/01 al 07/08/01			12,0	9,31			-28,7
10	07/08/01 al 14/08/01			8,0	5,36			-50,0
11	14/08/01 al 20/08/01			12,6	4,42			-185,7
12	20/08/01 al 27/08/01			12,0	5,16			-132,9
13	27/08/01 al 03/09/01			8,4	6,20			-36,0
14	03/09/01 al 10/09/01			14,1	5,99			-135,6
15	10/09/01 al 19/09/01			6,8	8,04			15,3
16	19/09/01 al 01/10/01			No se coloca captador				
CAMPAÑA INVERNAL 2002								
17-20	12/02/02 al 23/03/02	No hay datos referencia						
CAMPAÑA ESTIVAL 2002								
21	21/06/02 al 02/07/02	No se coloca captador						
22	02/07/02 al 09/07/02	< 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Ecuación sin solución	6,1	8,29	-	-	26,4
23	09/07/02 al 16/07/02			10,6	8,60			-22,8
24	16/07/02 al 23/07/02			9,1	15,09			39,8
25	23/07/02 al 30/07/02			8,1	13,64			40,7
26	30/07/02 al 06/08/02			7,4	9,96			25,9
27	06/08/02 al 13/08/02			8,0	8,80			8,6
28	13/08/02 al 20/08/02			6,7	9,38			28,7
29	20/08/02 al 27/08/02			8,5	7,71			-9,8
30	27/08/02 al 03/09/02			9,7	10,38			6,4

8.- PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Tabla 8.142. Cont.

Semana	Periodo de muestreo	Concentración pasivos - X ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			Concentración real - $\mu$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Desviación relativa - Er (%)		
		Método 1	Método 2	Método 3		Método 1	Método 2	Método 3
31	03/09/02 al 10/09/02			10,1	10,25			1,8
32	10/09/02 al 17/09/02			7,3	8,97			18,5
33	17/09/02 al 23/09/02			9,2	8,48			-8,6
34	23/09/02 al 30/10/02			9,9	8,12			-22,4
CAMPAÑA ESTIVAL 2003								
35	09/06/03 al 23/06/03	No se coloca captador						
36	23/07/03 al 29/07/03	27,1	18,4	6,8	28,17	3,9	34,7	76,0
37	29/07/03 al 05/08/03	34,1	Sin solución	8,1	56,04	39,2	-	85,6
38	05/08/03 al 12/08/03	46,4	13,5	7,3	73,00	36,4	81,5	90,0
39	12/08/03 al 17/08/03	44,1	Ecuación sin solución	10,8	61,39	28,1	-	82,3
40	17/08/03 al 26/08/03	29,9		7,6	40,37	26,0		81,3
41	26/08/03 al 02/09/03	23,3	21,0	5,3	39,05	40,4	46,2	86,3
42	02/09/03 al 09/09/03	26,0	21,6	5,8	44,09	41,0	51,0	86,9
43	09/09/03 al 17/09/03	40,8	Ecuación sin solución	9,8	69,25	41,0	-	85,9
44	17/09/03 al 23/09/03	43,9		10,0	72,20	39,2		86,2
45	23/09/03 al 29/09/03	38,5	32,1	8,7	61,15	37,0	47,5	90,9
46	29/09/03 al 06/10/03	46,9	Sin solución	10,5	65,48	28,3	-	89,9

Tabla 8.142. Cálculo de la desviación: Grao. Método Radiello NO2

Semana	Periodo de muestreo	Concentración pasivos - X ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			Concentración real - $\mu$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Desviación relativa - Er (%)		
		Método 1	Método 2	Método 3		Método 1	Método 2	Método 3
CAMPAÑA ESTIVAL 2001								
1	23/05/01 al 30/05/01	-	23,0	2,8	35,58	-	35,4	95,2
2	30/05/01 al 06/06/01	Dato no válido						
3	20/06/01 al 26/06/01	21,8	Ecuación sin solución	8,3	21,27	2,7	-	61,1
4	26/06/01 al 03/07/01	19,3		7,5	20,84	7,5		63,8
5	03/07/01 al 11/07/01	19,8		8,3	19,31	2,5		57,2
6	11/07/01 al 17/07/01	15,0		7,5	15,93	5,9		53,0
7	17/07/01 al 24/07/01	28,0		12,3	20,37	37,6		39,5
8	24/07/01 al 01/08/01	17,5	8,9	5,7	25,12	30,2	64,6	77,3
9	01/08/01 al 07/08/01	14,0	16,6	3,3	20,16	30,7	17,7	83,7
10	07/08/01 al 14/08/01	15,3	7,9	4,8	14,8	3,5	46,6	67,5
11	14/08/01 al 20/08/01	19,6	Ecuación sin solución	7,8	17,28	13,4	-	55,0
12	20/08/01 al 27/08/01	18,0		6,9	16,81	7,3		58,7
13	27/08/01 al 03/09/01	17,6	7,3	6,0	20,22	13,0	63,9	70,4
14	03/09/01 al 10/09/01	25,0	Ecuación sin solución	8,5	26,18	4,3	-	67,5
15	10/09/01 al 19/09/01	22,2		8,0	20,55	8,1		61,0
16	19/09/01 al 01/10/01	No se coloca captador						
CAMPAÑA INVERNAL 2002								
17	12/02/02 al 19/02/02	37,0	21,4	6,9	45,51	18,6	53,0	84,9
18	19/02/02 al 26/02/02	41,2	11,3	7,6	43,7	5,7	74,1	82,7
19	26/02/02 al 09/03/02	44,5	20,9	8,2	35,69	24,6	69,5	77,1
20	09/03/02 al 23/03/02	No se coloca captador						

## 8.- PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Tabla 8.142. Cont.

Semana	Periodo de muestreo	Concentración pasivos - X ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			Concentración real - $\mu$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Desviación relativa - Er (%)		
		Método 1	Método 2	Método 3		Método 1	Método 2	Método 3
CAMPAÑA ESTIVAL 2002								
21	21/06/02 al 02/07/02	No hay datos analizador automático						
22	02/07/02 al 09/07/02	14,8	15,6	3,6	16,73	11,4	6,8	78,7
23	09/07/02 al 16/07/02	11,3	16,3	3,1	14,62	22,8	11,5	78,9
24	16/07/02 al 23/07/02	16,1	16,0	4,4	26,08	38,3	38,6	83,1
25	23/07/02 al 30/07/02	21,0	Sin solución	6,3	26,42	20,7	-	76,3
26	30/07/02 al 06/08/02	13,7	25,5	1,7	17,88	23,2	42,6	90,5
27	06/08/02 al 13/08/02	13,7	12,9	4,5	18,20	24,7	29,1	75,4
28	13/08/02 al 20/08/02	13,7	10,5	5,1	18,73	26,8	43,9	72,9
29	20/08/02 al 27/08/02	13,4	16,8	4,0	17,18	22,2	2,2	76,7
30	27/08/02 al 03/09/02	26,8	Sin solución	7,4	25,72	4,4	-	71,4
31	03/09/02 al 10/09/02	22,1	12,4	5,1	23,89	7,6	48,1	78,5
32	10/09/02 al 17/09/02	16,1	13,5	4,5	19,12	16,0	29,4	76,3
33	17/09/02 al 23/09/02	24,0	Sin solución	6,5	27,01	11,1	-	76,1
34	23/09/02 al 30/10/02	No se coloca captador						
CAMPAÑA ESTIVAL 2003								
35	09/06/03 al 23/06/03	No se coloca captador						
36	23/07/03 al 29/07/03	10,7	18,4	2,8	13,45	20,3	36,9	79,3
37	29/07/03 al 05/08/03	25,2	9,2	6,2	23,97	4,9	61,6	74,3
38	05/08/03 al 12/08/03	29,1	19,7	4,8	35,68	18,5	44,8	86,6
39	12/08/03 al 17/08/03	27,1	Sin solución	7,0	23,54	15,1	-	70,5
40	17/08/03 al 26/08/03	25,6	9,4	6,7	26,10	1,8	64,0	74,4
41	26/08/03 al 02/09/03	No hay dato referencia						
42	02/09/03 al 09/09/03	24,0	13,9	5,4	22,84	5,3	39,1	76,2
43	09/09/03 al 17/09/03	36,6	Ecuación Sin solución	9,0	29,69	23,1	-	69,6
44	17/09/03 al 23/09/03	35,9		8,4	27,54	30,5		69,6
45	23/09/03 al 29/09/03	19,6	27,3	4,5	25,37	22,7	7,6	82,2
46	29/09/03 al 06/10/03	35,6	Sin solución	8,2	28,33	25,6	-	71,1



**Tabla 8.143. Cálculo de la desviación: Penyeta. Método Radiello NO2**

Semana	Periodo de muestreo	Concentración pasivos - X ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			Concentración real - $\mu$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Desviación relativa - Er (%)		
		Método 1	Método 2	Método 3		Método 1	Método 2	Método 3
CAMPAÑA ESTIVAL 2002								
21	21/06/02 al 02/07/02	No hay datos analizador automático						
22	02/07/02 al 09/07/02	10,8	Falta datos CO	2,8	9,70	11,4	-	71,1
23	09/07/02 al 16/07/02	11,0		3,3	8,96	22,6		63,6
24	16/07/02 al 23/07/02	18,7		5,4	13,52	38,3		59,8
25	23/07/02 al 30/07/02	21,0		6,7	17,41	20,7		61,5
26	30/07/02 al 06/08/02	23,6		3,2	19,14	23,1		83,5
27	06/08/02 al 13/08/02	17,5		6,2	14,04	24,6		56,0
28	13/08/02 al 20/08/02	17,1		6,8	13,47	26,7		49,7
29	20/08/02 al 27/08/02	6,7		2,2	5,52	22,2		60,3
30	27/08/02 al 03/09/02	11,9		3,5	12,49	4,5		71,9
31	03/09/02 al 10/09/02	10,7		2,7	9,93	7,5		73,2
32	10/09/02 al 17/09/02	20,9		6,4	17,99	16,0		64,3
33	17/09/02 al 23/09/02	20,8		6,1	18,73	11,0		67,6
34	23/09/02 al 30/10/02	No se coloca captador						
CAMPAÑA ESTIVAL 2003								
35	09/06/03 al 23/06/03	No hay datos analizador automático						
36	23/07/03 al 29/07/03	10,3	Falta datos CO	2,6	7,79	32,4	-	66,4
37	29/07/03 al 05/08/03	25,0		5,9	12,51	99,9		52,7
38	05/08/03 al 12/08/03	19,3		3,0	21,01	8,3		85,8
39	12/08/03 al 17/08/03	15,1		3,6	17,53	13,6		79,2
40	17/08/03 al 26/08/03	12,0		3,0	7,09	69,1		57,2
41	26/08/03 al 02/09/03	10,2		2,4	6,33	61,3		62,6
42	02/09/03 al 09/09/03	20,0		4,5	15,31	30,8		70,9

**Tabla 8.144. Cálculo de la desviación: Vilafranca. Método Radiello NO2**

Semana	Periodo de muestreo	Concentración pasivos - X ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			Concentración real - $\mu$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Desviación relativa - Er (%)						
		Método 1	Método 2	Método 3		Método 1	Método 2	Método 3				
CAMPAÑA ESTIVAL 2002												
21 -22	21/06/02 al 09/07/02	No hay dato de referencia										
23	09/07/02 al 16/07/02	<15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Falta dato CO	0,4	13,52	-	-	96,8				
24	16/07/02 al 23/07/02			1,7	18,48			91,0				
25	23/07/02 al 30/07/02			0,3	12,65			97,9				
26	30/07/02 al 06/08/02			0,2	9,89			98,4				
27	06/08/02 al 13/08/02			0,3	12,86			97,5				
28	13/08/02 al 20/08/02			0,6	9,15			93,3				
29	20/08/02 al 27/08/02			0,1	9,24			98,5				
30	27/08/02 al 03/09/02			1,8	15,53			88,3				
31	03/09/02 al 10/09/02			1,3	16,55			92,3				
32	10/09/02 al 17/09/02			Dato no válido								
33	17/09/02 al 23/09/02			0,9	14,55			-	-	93,5		
34	23/09/02 al 30/10/02			0,0	15,79			-	-	99,8		

8.- PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Tabla 7.144. Cont

Semana	Periodo de muestreo	Concentración pasivos - X ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			Concentración real - $\mu$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Desviación relativa - Er (%)				
		Método 1	Método 2	Método 3		Método 1	Método 2	Método 3		
CAMPAÑA ESTIVAL 2003										
35 -36	09/06/03 al 29/06/03	NO HAY DATO ESTACIÓN REFERENCIA								
37	29/07/03 al 05/08/03	<15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Falta dato CO	1,6	4,52	-	-	69,3		
38	05/08/03 al 12/08/03			0,6	4,90			86,8		
39	12/08/03 al 17/08/03			0,4	4,37			91,9		
40	17/08/03 al 26/08/03			1,1	4,47			74,7		
41	26/08/03 al 02/09/03			1,3	4,78			71,0		
42	02/09/03 al 09/09/03			NO HAY DATO ESTACIÓN REFERENCIA						
43	09/09/03 al 17/09/03			0,8	4,99	-	-	83,7		
44	17/09/03 al 23/09/03			0,8	6,70			88,1		
45	23/09/03 al 29/09/03			0,5	7,61			93,6		
46	29/09/03 al 06/10/03			3,2	5,33			39,8		

Tabla 8.145. Cálculo de la desviación: Burriana. Método Radiello NO2

Semana	Periodo de muestreo	Concentración pasivos - X ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			Concentración real - $\mu$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Desviación relativa Er (%)		
		Método 1	Método 2	Método 3		Método 1	Método 2	Método 3
CAMPAÑA ESTIVAL 2003								
35	09/06/03 al 23/06/03	No hay dato de referencia						
36	23/07/03 al 29/07/03	12,2	26,8	3,1	15,18	19,3	76,6	79,7
37	29/07/03 al 05/08/03	24,6	19,1	5,6	23,99	2,6	20,4	76,6
38	05/08/03 al 12/08/03	24,4	24,6	3,8	28,01	13,0	12,2	86,3
39	12/08/03 al 17/08/03	29,1	14,3	7,0	28,36	2,7	49,6	75,4
40	17/08/03 al 26/08/03	24,8	20,0	6,1	19,96	24,1	0,2	69,4
41	26/08/03 al 02/09/03	23,0	20,2	5,2	19,03	21,1	6,1	72,7
42	02/09/03 al 09/09/03	21,1	22,5	4,4	23,90	11,7	5,9	81,8
43	09/09/03 al 17/09/03	27,0	17,8	6,4	24,54	10,0	27,5	73,7
44	17/09/03 al 23/09/03	27,7	19,4	6,2	26,20	5,9	25,9	76,3
45	23/09/03 al 29/09/03	50,7	Sin solución	11,5	22,48	125,6	-	49,0
46	29/09/03 al 06/10/03	24,5	22,3	5,4	24,31	0,9	8,3	77,8

Tabla 8.146. Cálculo de la desviación: Castellón. Método Radiello NO2

Semana	Periodo de muestreo	Concentración pasivos - X ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			Concentración real - $\mu$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Desviación relativa - Er (%)		
		Método 1	Método 2	Método 3		Método 1	Método 2	Método 3
CAMPAÑA ESTIVAL 2003								
35	09/06/03 al 23/06/03	NO SE COLOCA						
36	23/07/03 al 29/07/03	38,0	Falta dato velocidad viento	9,3	37,51	1,4	-	75,2
37	29/07/03 al 05/08/03	52,0		12,2	60,50	14,0		79,9
38	05/08/03 al 12/08/03	66,1		10,2	83,27	20,6		87,7
39	12/08/03 al 17/08/03	60,5		15,2	49,87	21,4		69,5
40	17/08/03 al 26/08/03	39,9		10,1	49,06	18,7		79,3
41	26/08/03 al 02/09/03	40,3		9,3	43,96	8,4		78,8
42	02/09/03 al 09/09/03	54,6		12,4	53,35	2,4		76,7
43	09/09/03 al 17/09/03	64,1		15,7	69,69	8,0		77,5
44	17/09/03 al 23/09/03	70,6		16,4	79,41	11,1		79,4
45	23/09/03 al 29/09/03	51,9		12,0	61,84	16,1		80,6
46	29/09/03 al 06/10/03	53,3	12,2	66,71	20,1	81,7		

**Tabla 8.147. Cálculo de la desviación: Alcora. Método Radiello NO2**

Semana	Periodo de muestreo	Concentración pasivos - X ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			Concentración real - $\mu$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Desviación relativa - Er (%)		
		Método 1	Método 2	Método 3		Método 1	Método 2	Método 3
CAMPAÑA ESTIVAL 2003								
35	09/06/03 al 23/06/03	NO SE COLOCA						
36	23/07/03 al 29/07/03	17,2	Falta dato velocidad viento	4,5	21,25	19,0	-	78,8
37	29/07/03 al 05/08/03	25,7		6,3	27,77	7,4		77,4
38	05/08/03 al 12/08/03	23,9		4,0	32,98	27,5		88,0
39	12/08/03 al 17/08/03	23,6		6,1	26,95	12,5		77,5
40	17/08/03 al 26/08/03	17,9		4,7	17,31	3,5		73,1
41	26/08/03 al 02/09/03	18,1		4,3	16,42	10,3		74,0
42	02/09/03 al 09/09/03	15,1		3,2	15,58	3,0		79,4
43	09/09/03 al 17/09/03	35,2		8,0	26,89	30,8		70,3
44	17/09/03 al 23/09/03	33,4		7,2	29,66	12,7		75,8
45	23/09/03 al 29/09/03	36,2		7,7	23,44	54,3		67,1
46	29/09/03 al 06/10/03	29,6		6,2	23,57	25,5		73,8

**Tabla 8.148. Cálculo de la desviación: Almazora. Método Radiello NO2**

Semana	Periodo de muestreo	Concentración pasivos - X ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			Concentración real - $\mu$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Desviación relativa - Er (%)		
		Método 1	Método 2	Método 3		Método 1	Método 2	Método 3
CAMPAÑA ESTIVAL 2003								
35	09/06/03 al 23/06/03	NO SE COLOCA						
36	23/07/03 al 29/07/03	19,8	Falta dato velocidad viento	5,2	15,15	30,4	-	65,9
37	29/07/03 al 05/08/03	28,9		7,1	23,88	21,1		70,4
38	05/08/03 al 12/08/03	36,5		6,0	29,46	23,9		79,5
39	12/08/03 al 17/08/03	34,6		8,9	24,07	43,7		63,1
40	17/08/03 al 26/08/03	22,3		5,8	18,62	19,7		68,9
41	26/08/03 al 02/09/03	20,4		4,8	18,62	9,6		74,2
42	02/09/03 al 09/09/03	22,8		4,8	22,68	0,6		78,7
43	09/09/03 al 17/09/03	34,1		7,7	29,04	17,6		73,3
44	17/09/03 al 23/09/03	41,0		8,8	30,00	36,5		70,7
45	23/09/03 al 29/09/03	39,4		8,4	27,32	44,2		69,3
46	29/09/03 al 06/10/03	43,1		9,0	26,52	62,6		66,0

**Tabla 8.149. Cálculo de la desviación: Benicassim. Método Radiello NO2**

Semana	Periodo de muestreo	Concentración pasivos - X ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			Concentración real - $\mu$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Desviación relativa - Er (%)		
		Método 1	Método 2	Método 3		Método 1	Método 2	Método 3
CAMPAÑA ESTIVAL 2003								
35-36	09/06/03 al 29/06/03	NO SE COLOCA						
37	29/07/03 al 05/08/03	43,4	Falta dato velocidad viento	10,6	27,63	56,9	-	61,7
38	05/08/03 al 12/08/03	57,8		9,6	38,88	48,7		75,4
39	12/08/03 al 17/08/03	55,4		14,2	35,85	54,6		60,3
40	17/08/03 al 26/08/03	29,3		7,6	22,17	32,0		65,7
41	26/08/03 al 02/09/03	27,6		6,5	23,56	17,3		72,3
42	02/09/03 al 09/09/03	36,8		7,8	24,18	52,0		67,8
43	09/09/03 al 17/09/03	42,2		9,6	28,35	49,0		66,2
44	17/09/03 al 23/09/03	35,7		7,7	32,46	9,8		76,4
45	23/09/03 al 29/09/03	40,0		8,5	28,72	39,1		70,3
46	29/09/03 al 06/10/03	30,6		6,4	25,23	21,1		74,7

Los resultados de desviación entre el método de referencia y el método de medición pasivo Radiello se resumen en las Tabla 8.150 a Tabla 8.152.

**Tabla 8.150. Resultados desviación,  $S_{\text{efectivo},1}$ . Método Radiello NO<sub>2</sub>**

PUNTO DE REFERENCIA	DESVIACIÓN RELATIVA Er (%) – Método 1 ( $S_{\text{efectivo},1}$ )				
	VERANO 2001	INVIERNO 2002	VERANO 2002	VERANO 2003	TOTAL
ERMITA	< 15 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>2</sub>			32,8	32,8
GRAO	12,8	16,3	19,1	16,8	16,3
PENYETA	X	X	19,1	45,1	32,1
VILAFRANCA	X	X	< 15 µg/m <sup>3</sup> NO <sub>2</sub>		-
BURRIANA	X	X	X	21,5	21,5
CASTELLÓN	X	X	X	12,9	12,9
ALCORA	X	X	X	18,8	18,8
ALMAZORA	X	X	X	28,2	28,2
BENICASSIM	X	X	X	38,1	38,1
TODOS	12,8	16,3	19,1	26,8	23,5

**Tabla 8.151. Resultados desviación,  $S_{\text{efectivo},2}$ . Método Radiello NO<sub>2</sub>**

PUNTO DE REFERENCIA	DESVIACIÓN RELATIVA Er (%) – Método 2 ( $S_{\text{efectivo},2}$ )				
	VERANO 2001	INVIERNO 2002	VERANO 2002	VERANO 2003	TOTAL
ERMITA	Ecuación sin solución			52,5	52,5
GRAO	45,6	65,5	28,0	42,3	45,4
PENYETA	X	X	Falta datos		-
VILAFRANCA	X	X	Falta datos		-
BURRIANA	X	X	X	23,3	23,3
CASTELLÓN	X	X	X	Falta datos	-
ALCORA	X	X	X	Falta datos	-
ALMAZORA	X	X	X	Falta datos	-
BENICASSIM	X	X	X	Falta datos	-
TODOS	45,6	65,5	28	39,4	40,4

**Tabla 8.152. Resultados desviación,  $S_{\text{efectivo},3}$ . Método Radiello NO<sub>2</sub>**

PUNTO DE REFERENCIA	DESVIACIÓN RELATIVA Er (%) – Método 3 ( $S_{\text{efectivo},3}$ )				
	VERANO 2001	INVIERNO 2002	VERANO 2002	VERANO 2003	TOTAL
ERMITA	45,3	-	20	77,2	47,5
GRAO	64,8	81,6	77,9	75,4	74,9
PENYETA	X	X	65,2	67,8	66,5
VILAFRANCA	X	X	95,2	79,1	87,2
BURRIANA	X	X	X	74,4	74,4
CASTELLÓN	X	X	X	78,7	78,7
ALCORA	X	X	X	75,9	75,9
ALMAZORA	X	X	X	70,9	70,9
BENICASSIM	X	X	X	71,9	71,9
TODOS	55,1	81,6	64,6	74,6	70,1

En la Figura 8.71 se presenta la comparación de las desviaciones presentadas por los tres métodos propuestos para calcular el coeficiente de captación aplicable para el cálculo de la concentración de ozono mediante el captador pasivo Radiello.

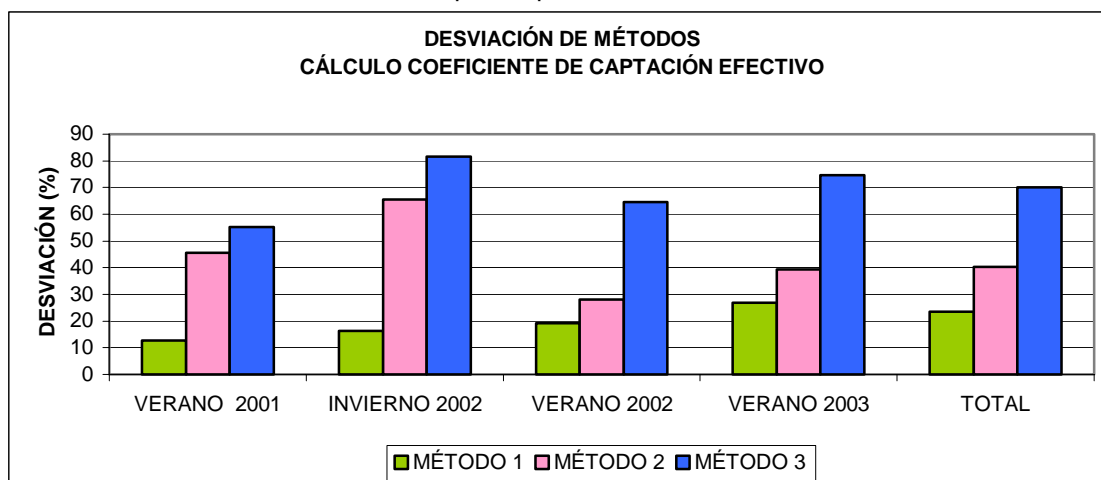


Figura 8.71. Comparación desviación producida por los tres métodos de cálculo del coeficiente de captación efectivo

La Figura 8.71 muestra claramente que el método más apropiado para calcular el coeficiente de captación efectivo es el Método 1 el cual propone promediar los coeficientes de captación obtenidos en las estaciones de referencia donde se estima que el nivel de concentración de  $\text{NO}_2$  será superior a  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y aplicar dicho coeficiente promedio a la totalidad de los puntos de muestreo dentro de la zona estimada a dicho valor de  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . De este modo es esperable una desviación promedio de un  $23\% \pm 10\%$ , la cual es mucho mejor que las desviaciones promedio resultante del Método 2 ( $43\% \pm 16\%$ ) y Método 3 ( $71\% \pm 17\%$ ).

El Método 2, tiene una desviación mayor que el Método 1 presentando una problemática adicional puesto que hay muchos datos que no se pueden calcular debido a que la ecuación no tiene solución o debido a la falta de datos de los analizadores automáticos.

El Método 3, que es el propuesto por los investigadores que desarrollaron el captador pasivo es el método que mayor desviación presenta de los tres propuestos con valores promedio de desviación entorno al 71%.

Analizando las desviaciones obtenidas en el Método 1 se aprecia que las mayores desviaciones se alcanzan en la campaña de verano 2003. Atendiendo a los puntos de referencia, Benicassim es el punto que mayor desviación presenta con una desviación del 38%, seguido por Burriana con una desviación del 33%

#### 8.1.3.3.2. Precisión

El término precisión se refiere a la repetibilidad o reproducibilidad de un conjunto de medidas replicadas, esto es, el grado de dispersión de las medidas individuales en torno a su media. El parámetro más útil para establecer la precisión de un método de análisis es la desviación estándar relativa.

Para el estudio de la precisión del método de determinación del  $\text{NO}_2$  se han colocado captadores duplicados en varias estaciones de referencia de la Conselleria de Medi Ambient. En las Tabla 8.153 a Tabla 8.157 se presentan los resultados obtenidos.

Tabla 8.153. Cálculo de la precisión y exactitud, Ermita. Método Radiello NO<sub>2</sub>

Semana	Concentración nitrito (µg/ml)	Concentración nitrito BIS (µg/ml)	Concentración nitrito promedio (µg/ml)	Precisión DSR (%)	Exactitud (%)
CAMPAÑA ESTIVAL 2001					
1-2	NO SE COLOCA DUPLICADO				
3	4,15	4,09	4,12	1,0	-
4-14	NO SE COLOCA DUPLICADO				
15	2,55	2,43	2,49	3,4	-
16	NO SE COLOCA DUPLICADO				
CAMPAÑA INVERNAL 2002					
17	2,54	2,12	2,33	12,8	-
18	2,27	2,17	2,22	3,2	-
19	4,50	5,10	4,80	8,8	-
20	NO SE COLOCA DUPLICADO				
CAMPAÑA ESTIVAL 2002					
21	NO SE COLOCA DUPLICADO				
22	1,83	1,80	1,82	1,2	-
23	ERROR EN BIS				
24	2,78	2,70	2,74	2,1	-
25	2,04	2,83	2,44	22,9	-
26	2,36	2,11	2,23	7,9	-
27	2,19	2,43	2,31	7,3	-
28	1,78	2,26	2,02	16,8	-
29	2,45	2,49	2,47	1,1	-
30	2,45	3,16	2,80	17,9	-
31	3,01	2,94	2,97	1,7	-
32	2,10	2,11	2,10	0,3	-
33	2,45	2,30	2,38	4,5	-
34	NO SE COLOCA DUPLICADO				
CAMPAÑA ESTIVAL 2003					
35-46	NO SE COLOCA DUPLICADO				

(-) No hay valor de concentración calculada con pasivos por ser la concentración esperable <15µg/m<sup>3</sup>.

Tabla 8.154. Cálculo de la precisión y exactitud, Grao. Método Radiello NO<sub>2</sub>

Semana	Concentración nitrito (µg/ml)	Concentración nitrito BIS (µg/ml)	Concentración nitrito promedio (µg/ml)	Precisión DSR (%)	Exactitud (%)
CAMPAÑA ESTIVAL 2001					
15	1,34	1,66	1,50	15,08	-
CAMPAÑA INVERNAL 2002					
17	1,59	1,54	1,57	2,26	18,85
18	1,72	1,74	1,73	0,82	5,79
19-20	NO SE COLOCA DUPLICADO				
CAMPAÑA ESTIVAL 2002					
21-46	NO SE COLOCA DUPLICADO				

(-) No se puede calcular la concentración por no haber solución a la ecuación.

Tabla 8.155. Cálculo de la precisión y exactitud, Vilafranca. Método Radiello NO<sub>2</sub>

Semana	Concentración nitrito (µg/ml)	Concentración nitrito BIS (µg/ml)	Concentración nitrito promedio (µg/ml)	Precisión DSR (%)	Exactitud (%)
CAMPAÑA ESTIVAL 2002					
21	NO SE COLOCA DUPLICADO				
22	0,25	0,28	0,27	7,9	-
23	0,12	0,09	0,10	21,2	-
24	0,52	0,36	0,44	25,7	-
25	0,08	0,04	0,06	47,1	-
26	NO SE COLOCA DUPLICADO				
27	0,10	0,05	0,08	44,2	-
28	0,20	0,13	0,16	30,9	-
29	0,06	0,00	0,03	141,4	-
30	0,39	0,50	0,45	17,3	-
31	0,10	0,52	0,31	95,8	-
32	NO SE COLOCA DUPLICADO				
33	0,28	0,12	0,20	56,6	-
34	NO SE COLOCA DUPLICADO				
CAMPAÑA ESTIVAL 2003					
35	NO SE COLOCA DUPLICADO				
36	0,22	0,26	0,24	11,8	-
37	0,15	0,18	0,17	12,5	-
38	0,09	0,13	0,11	25,7	-
39	0,33	0,30	0,31	6,8	-
40	0,45	0,24	0,34	43,7	-
41	NO SE COLOCA DUPLICADO				
42	0,18	0,19	0,18	3,9	-
43	0,43	0,02	0,23	126,0	-
44	0,30	0,19	0,24	32,4	-
45	0,09	0,14	0,12	29,5	-
46	0,51	0,69	0,60	21,2	-

(-) No hay valor de concentración calculada con pasivos por ser la concentración esperable <15µg/m<sup>3</sup>.

Tabla 8.156. Cálculo de la precisión y exactitud, Burriana. Método Radiello NO<sub>2</sub>

Semana	Concentración nitrito (µg/ml)	Concentración nitrito BIS (µg/ml)	Concentración nitrito promedio (µg/ml)	Precisión DSR (%)	Exactitud (%)
CAMPAÑA ESTIVAL 2003					
35	0,88	0,72	0,80	14,1	-
36	1,63	1,38	1,50	11,8	21,96
37	1,70	1,08	1,39	31,5	6,20
38	1,85	1,15	1,50	33,0	16,42
39	2,60	2,13	2,37	14,0	4,95
40	2,11	1,96	2,03	5,2	25,31
41	0,49	0,90	0,69	42,0	23,91
42	1,96	2,28	2,12	10,7	13,61
43	2,69	2,26	2,48	12,3	12,50
44	4,22	3,89	4,05	5,8	7,51
45	3,32	2,58	2,95	17,7	*
46	0,88	0,72	0,80	14,1	1,71

- ( ) No hay dato de referencia  
 (\*) No hay solución a la ecuación.

Tabla 8.157. Cálculo de la precisión y exactitud, Castellón. Método Radiello NO<sub>2</sub>

Semana	Concentración nitrito (µg/ml)	Concentración nitrito BIS (µg/ml)	Concentración nitrito promedio (µg/ml)	Precisión DSR (%)	Exactitud (%)
CAMPAÑA ESTIVAL 2003					
35	NO SE COLOCA DUPLICADO				
36	2,77	2,61	2,69	4,2	1,91
37	3,40	3,97	3,69	10,9	15,38
38	3,16	3,27	3,22	2,4	20,81
39	3,45	3,57	3,51	2,4	21,66
40	3,69	3,70	3,69	0,2	18,70
41	2,41	3,10	2,75	17,7	10,55
42	3,44	3,33	3,39	2,3	2,63
43	5,24	4,46	4,85	11,4	9,60
44	4,49	3,68	4,08	14,0	12,54
45	3,06	2,96	3,01	2,3	16,30
46	2,70	2,87	2,79	4,3	20,46

Los resultados de precisión del Método Radiello se resumen en la Tabla 8.158.

Tabla 8.158. Resultados Precisión. Método Radiello NO<sub>2</sub>

PUNTO DE REFERENCIA	PRECISIÓN DSR (%)				
	VERANO 2001	INVIERNO 2002	VERANO 2002	VERANO 2003	TOTAL
ERMITA	2,2	8,3	7,6	-	6,0
GRAO	15,1	1,5	-	-	8,3
VILAFRANCA	-	-	27,8	20,8	24,3
BURRIANA	-	-	-	17,0	17,0
CASTELLÓN	-	-	-	6,6	6,6
TODOS	8,6	4,9	17,7	14,8	11,9

Se aprecia que en general los resultados de precisión obtenidos en la campaña de muestreo estival del año 2002 son peores que los obtenidos en otras campañas de muestreo, siendo la campaña del invierno 2002 la que da valores mejores de precisión con DSR del 5%. El punto de referencia que mayor imprecisión presenta en la campaña de muestreo de verano 2002 es el de Vilafranca. Globalmente, el resultado de precisión obtenido se sitúa entorno al 12% ± 9%.

#### 8.1.3.3.3. Exactitud

La exactitud es la diferencia del valor estimado por el captador y el valor verdadero. La exactitud se calcula conforme a lo especificado en el punto 7.1.1.2.5.3. Los valores de exactitud semanales se muestran en la Tabla 8.153 a Tabla 8.157. En la Tabla 8.159 se muestran los resultados de exactitud promedios por estaciones de referencia y por campaña de muestreo.



Tabla 8.159. Resultados Exactitud. Método Radiello NO<sub>2</sub>

PUNTO DE REFERENCIA	EXACTITUD (%)				TOTAL
	VERANO 2001	INVIERNO 2002	VERANO 2002	VERANO 2003	
ERMITA	-	-	-	*	-
GRAO	*	12,32	*	-	-
VILAFRANCA	-	-	-	-	-
BURRIANA	*	*	*	13,41	13,41
CASTELLÓN	*	*	*	13,69	13,69
TODOS	-	12,32	-	13,55	13,14

(-) No se puede calcular la concentración de NO<sub>2</sub> con pasivos por estimarse que será inferior a 15

(\*) No se puede calcular la desviación estándar por no haber duplicado

Observando la Tabla 8.159, se aprecia que globalmente la exactitud del método es de 13%. Atendiendo a los valores de la Tabla 8.159, vemos que globalmente en todas las campañas y en todos los puntos de referencia se cumple el límite establecido por el CEN (CEN) y el establecido por el NIOSH (Bartley, 2001; Kennedy et al., 1998).

#### 8.1.3.4. Comparación de los resultados obtenidos mediante el método Radiello con el método de referencia

A fin de estudiar la correlación de los sistemas pasivos con el método de referencia se comparan los valores obtenidos mediante el método de referencia (valores cedidos por la Conselleria de Medio Ambiente de la Generalitat Valenciana) y los resultados obtenidos al analizar los filtros muestreados considerando el coeficiente de captación efectivo de referencia obtenido en el Método 1 y reflejado en la Tabla 8.138.

##### 8.1.3.4.1. Evolución de los niveles medidos mediante ambos métodos

###### 8.1.3.4.1.1. *Comparación de resultados en estaciones de referencia*

Para realizar la comparación entre el método de referencia y el método de medición pasivo Radiello se han representado los datos obtenidos por el método pasivo junto con los datos medidos en las estaciones de referencia, resultados reflejados en las Tabla 8.141 a Tabla 8.149, para observar si los niveles medidos por ambos métodos siguen las mismas tendencias y dan valores análogos. Dichas representaciones se muestran en las Figura 8.72 a Figura 8.77.

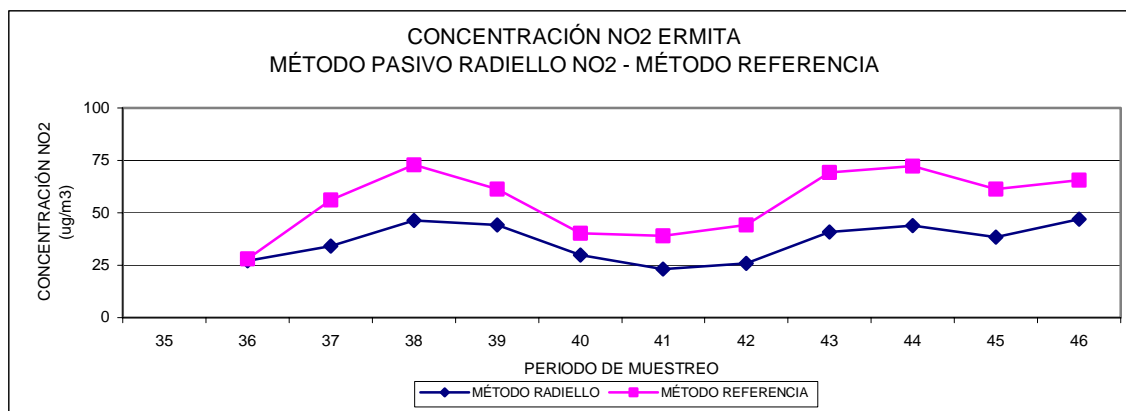


Figura 8.72. Variación de la concentración medida con el Método Pasivo Radiello NO2 y de Referencia: Ermita

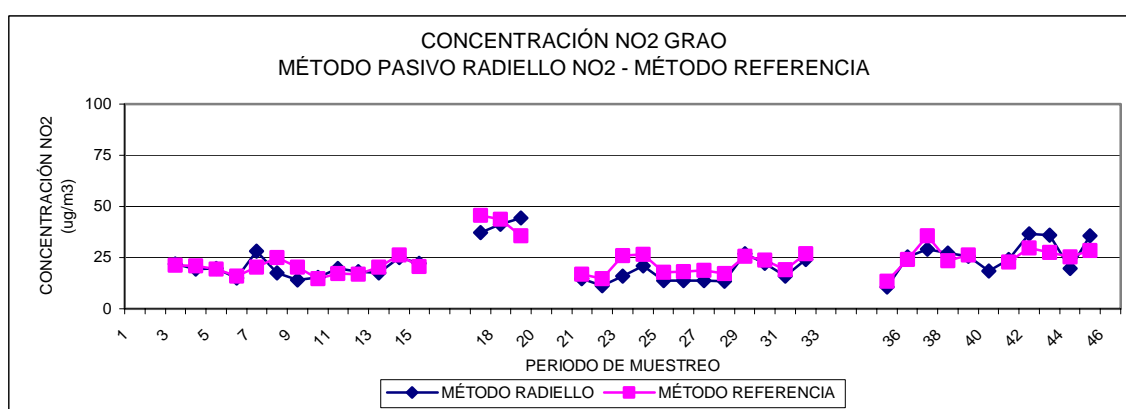


Figura 8.73. Variación de la concentración medida con el Método Pasivo Radiello NO2 y de Referencia: Grao

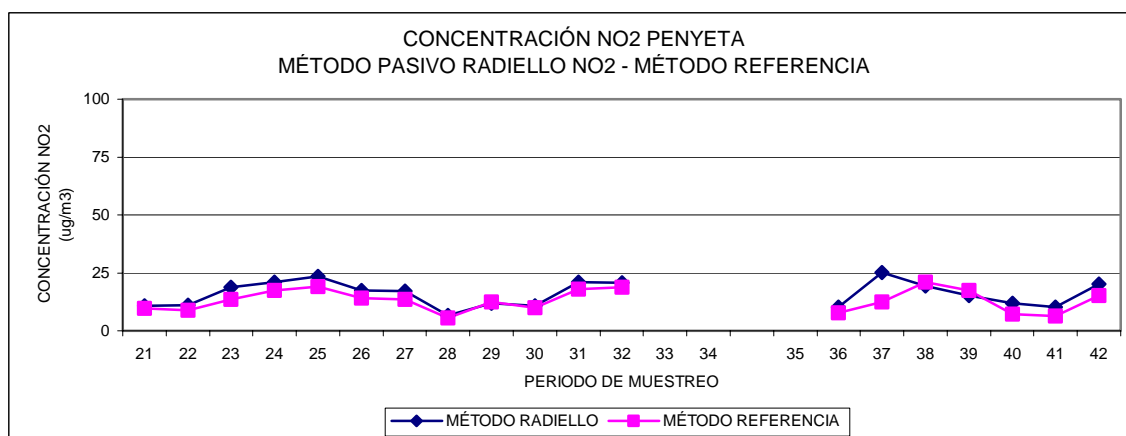


Figura 8.74. Variación de la concentración medida con el Método Pasivo Radiello NO2 y de Referencia: Penyeta

8.- PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

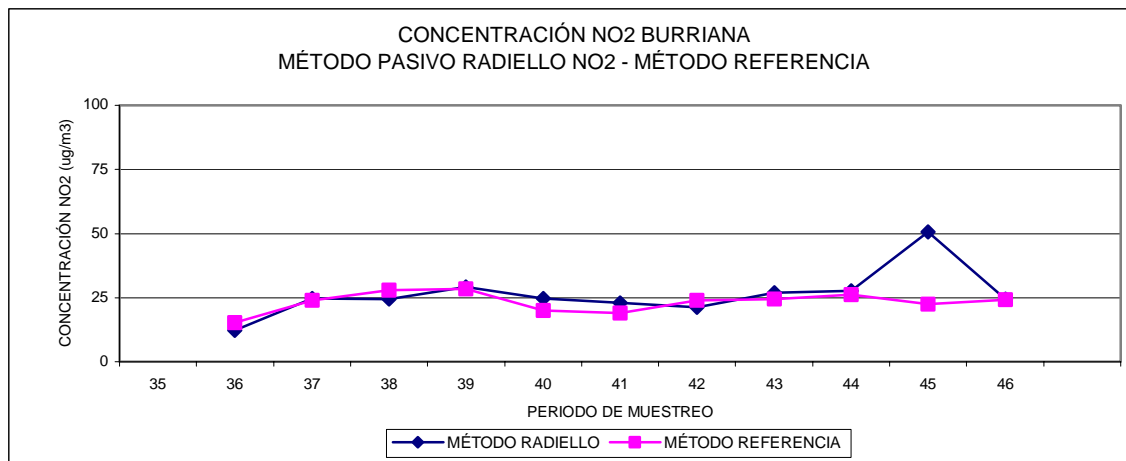


Figura 8.75. Variación de la concentración medida con el Método Pasivo Radiello NO2 y de Referencia: Burriana

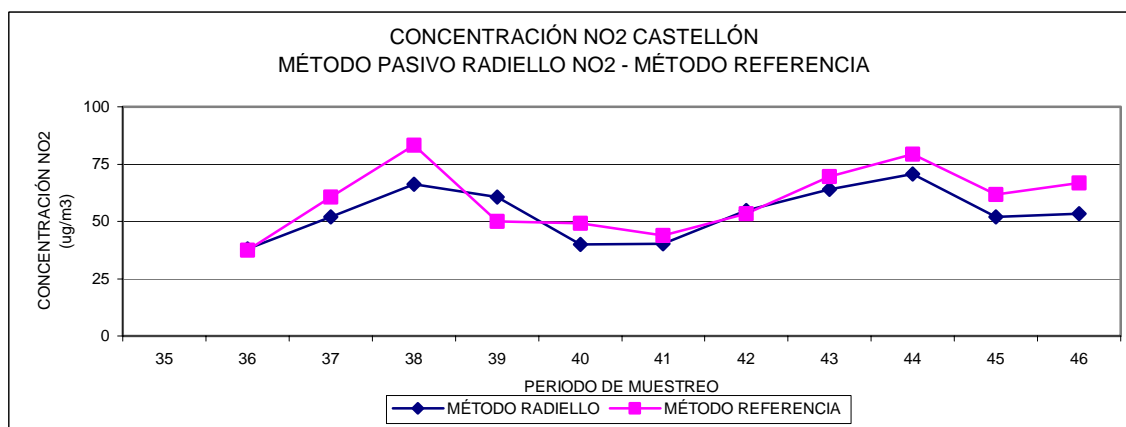


Figura 8.76. Variación de la concentración medida con el Método Pasivo Radiello NO2 y de Referencia: Castellón

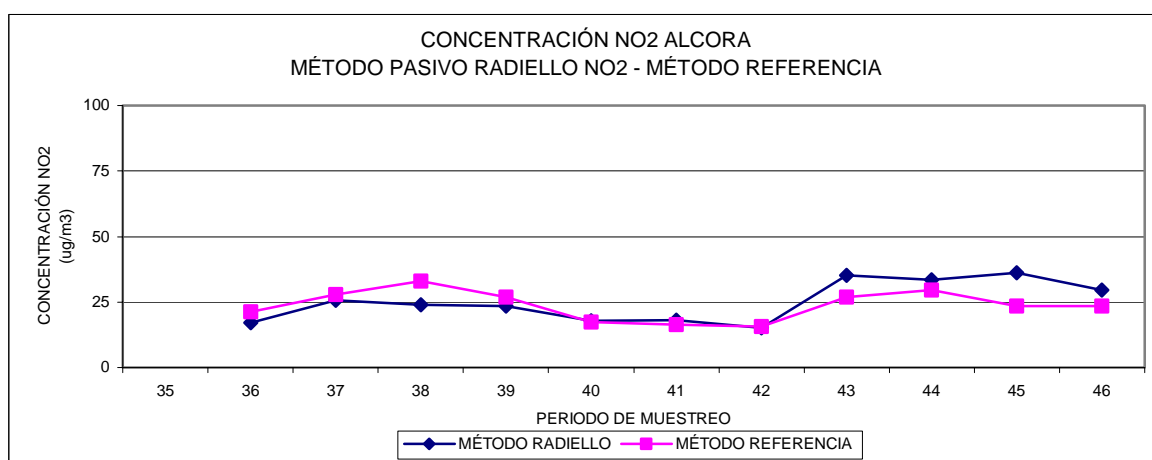


Figura 8.77. Variación de la concentración medida con el Método Pasivo Radiello NO2 y de Referencia: Alcora

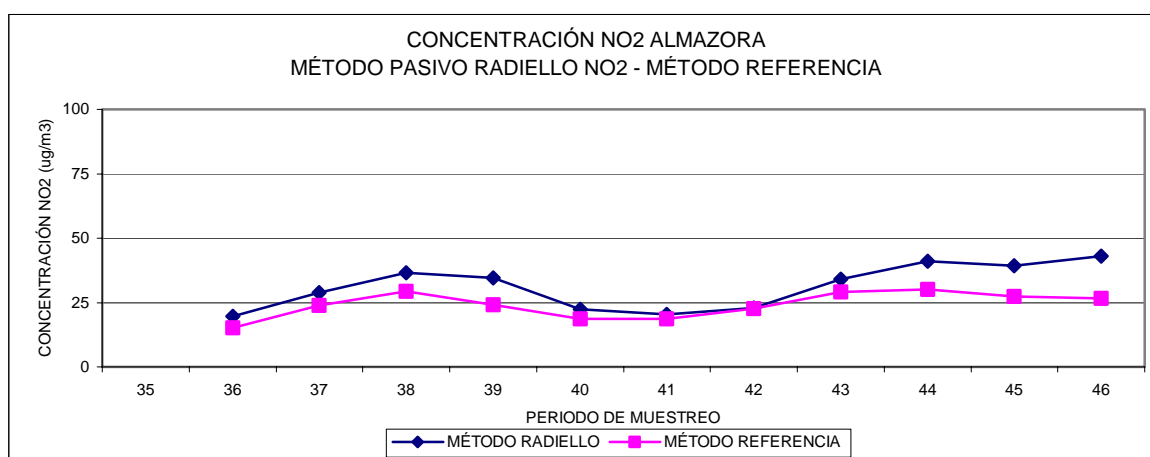


Figura 8.78. Variación de la concentración medida con el Método Pasivo Radiello NO2 y de Referencia: Almazora

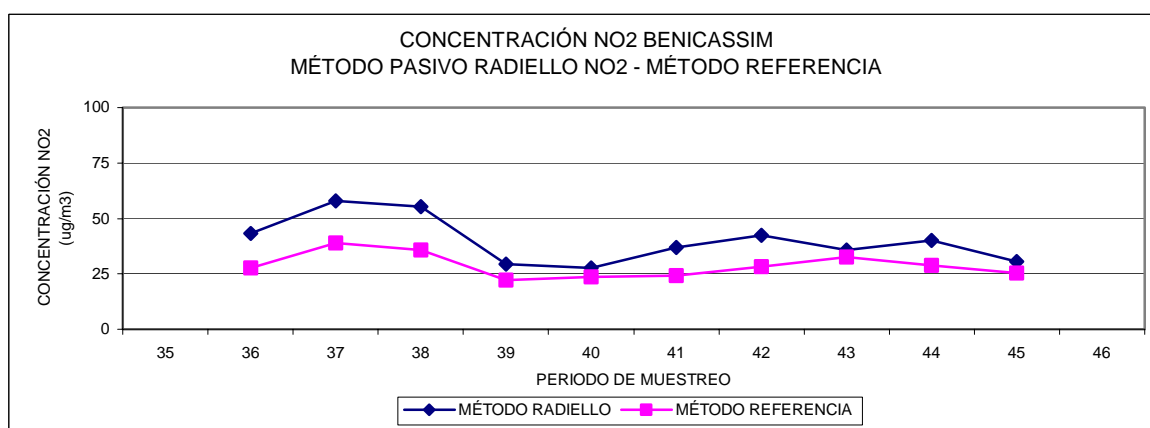


Figura 8.79. Variación de la concentración medida con el Método Pasivo Radiello NO2 y de Referencia: Benicassim

De la observación de las Figura 8.72 a Figura 8.79 se aprecia en todas ellas, excepto en la Ermita, que los datos de concentración medidos con el método Radiello son prácticamente coincidentes con los datos de concentración medidos con el método de referencia (analyzer de NO<sub>2</sub> por quimiluminiscencia). En el caso de la Ermita, se aprecia como los niveles de NO<sub>2</sub> estimados mediante el método pasivo Radiello siguen el mismo patrón de evolución que en el caso de los valores promedio obtenidos con el método de referencia, pero con una desviación constante.

#### 8.1.3.4.1.2. Comparación de resultados en estaciones de contraste

En el punto 8.1.3.4.1.1 se ha comparado los resultados obtenidos en aquellas estaciones de referencia que se han utilizado para realizar el cálculo del coeficiente de captación efectivo. Con el fin de estudiar el comportamiento de los captadores pasivos en otros puntos diferentes a los puntos de referencia, se han definido unas estaciones de contraste en las cuales también existen analizadores automáticos de referencia propiedad de la Generalitat Valenciana, pero cuyos datos no han sido utilizados para el estudio del coeficiente de captación efectivo.

## 8.- PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Estas estaciones de contraste son Onda en todas las campañas de muestreo, Penyeta en las campañas de muestreo de Verano 2001 e Invierno 2002 y Castellón en todas las campañas de muestreo, excepto en la última.

Para realizar la comparación entre el método de referencia y el método de medición pasivo Radiello se han representado los datos obtenidos con los captadores pasivos Radiello con los coeficientes de captación calculados según el Método 1 (valores promedios de estaciones de referencia) junto con los datos medidos en las estaciones de contraste. Dichos resultados se presentan en la Tabla 8.160.

Tabla 8.160. Valores medidos en estaciones de contraste. Método Radiello y Método Referencia

PERIODO MUESTREO	CONCENTRACIÓN DE NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )					
	ONDA RADIELLO	ONDA REFERENCIA	CASTELLÓN RADIELLO	CASTELLÓN REFERENCIA	PENYETA RADIELLO	PENYETA REFERENCIA
3	37	11	41	56	23	21
4	32	6	41	57	22	17
5	34	8	40	47	17,1	12
6	26	8	33	46	18	14
7	27	10	49	49	26	17
8	22	9	31	57	15	16
9	37	11	56	51	33	14
10	22	7	38	35	14	5
11	31	7	40	36	21	7
12	18	5	42	40	18	11
13	18	5	40	46	20	11
14	24	10	54	52	22	12
15	-	-	28	49	-	-
17	20	-	83	74	45	22
18	31	-	83	73	30	18
19	31	-	-	77	37	20
20	35	-	-	68	50	21
21	-	85	-	65		
22	16	-	32	41		
23	12	7	29	44		
24	15	17	42	60		
25	9	15	42	58		
26	27	11	52	42		
27	11	8	26	48		
28	10	7	30	47		
29	9	6	32	48		
30	12	9	50	59		
31	25	25	50	58		
32	19	21	41	57		
33	12	15	60	67		
36	15	10				
37	15	14				
38	15	12				
39	15	14				
40	15	9				
41	15	9				

Tabla 8.161. Cont.

PERIODO MUESTREO	CONCENTRACIÓN DE NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )					
	ONDA RADIELLO	ONDA REFERENCIA	CASTELLÓN RADIELLO	CASTELLÓN REFERENCIA	PENYETA RADIELLO	PENYETA REFERENCIA
42	15	15				
43	15	15				
44	15	18				
45	15	12				
46	15	13				

(gris) No se considera estación de contraste

(-) No se dispone de dato

Para observar si los niveles medidos por ambos métodos siguen las mismas tendencias y dan valores análogos se han representado los valores de NO<sub>2</sub> medidos por ambos métodos en las estaciones de contraste en la Figura 8.80 a Figura 8.82

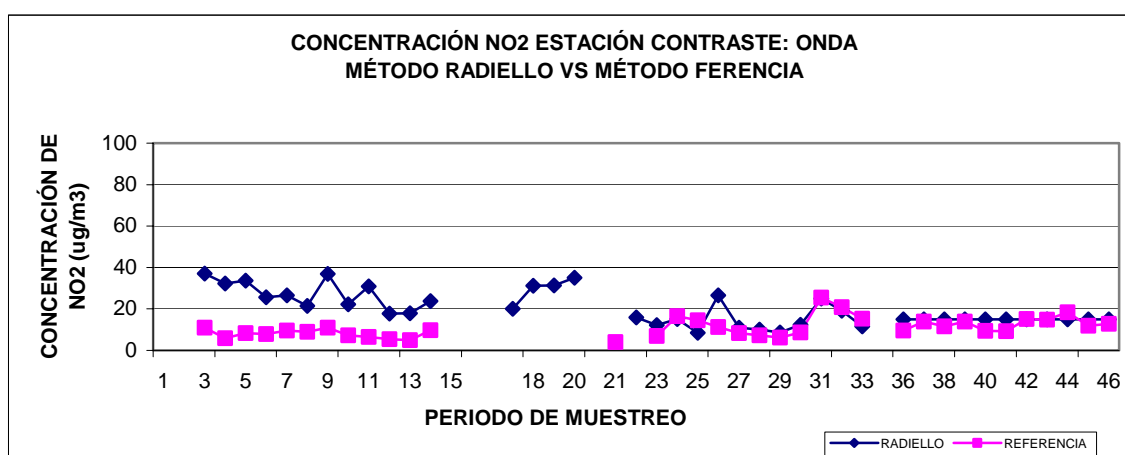


Figura 8.80. Variación de la concentración medida con el Método Pasivo Radiello y de Referencia: Onda

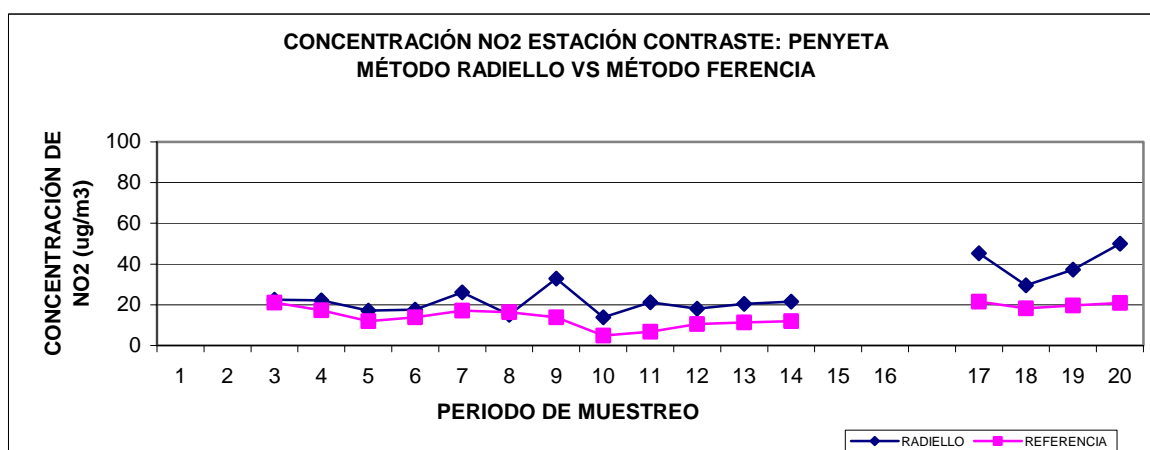


Figura 8.81. Variación de la concentración medida con el Método Pasivo Radiello y de Referencia: Penyeta

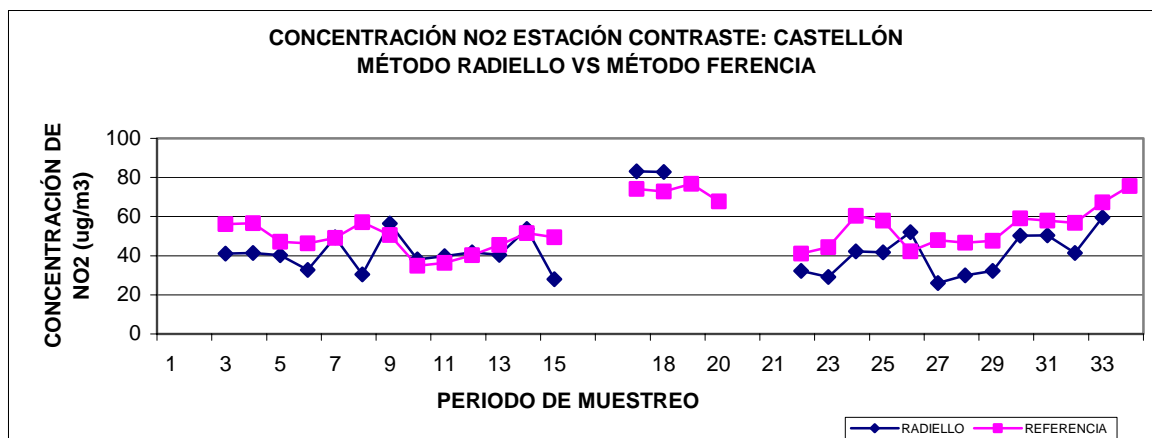


Figura 8.82. Variación de la concentración medida con el Método Pasivo Radiello y de Referencia: Castellón

Observamos que en las estaciones de contraste los niveles de NO<sub>2</sub> medidos con el método pasivo Radiello también siguen las mismas tendencias que los valores registrados con el analizador de referencia. En general, el método Radiello suele dar resultados inferiores a los niveles medidos con el método de referencia.

8.1.3.4.2. Correlación entre ambos métodos

Para comparar la bondad de los datos medidos mediante el método Radiello se ha realizado una correlación de las concentraciones medidas con dicho método con los valores de concentración medidos con el método de referencia.

8.1.3.4.2.1. *Comparación de resultados en estaciones de referencia*

En las Figura 8.83 y Figura 8.84 se representan las rectas de correlación obtenidas para el conjunto de todos los datos (Verano 2001, 2002, 2003 e invierno 2002) y en cada estación de referencia, así como las rectas obtenidas en cada campaña de muestreo.

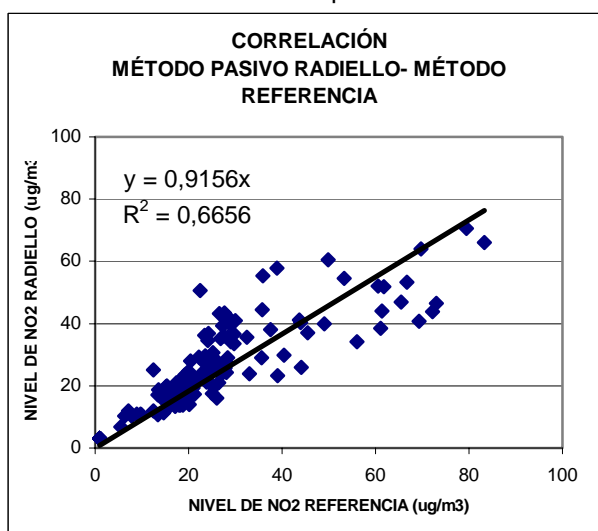


Figura 8.83. Comparación concentraciones obtenidas método pasivo Radiello y método de referencia. Todas las campañas (Verano 2001-2002-2003 e invierno 2002)

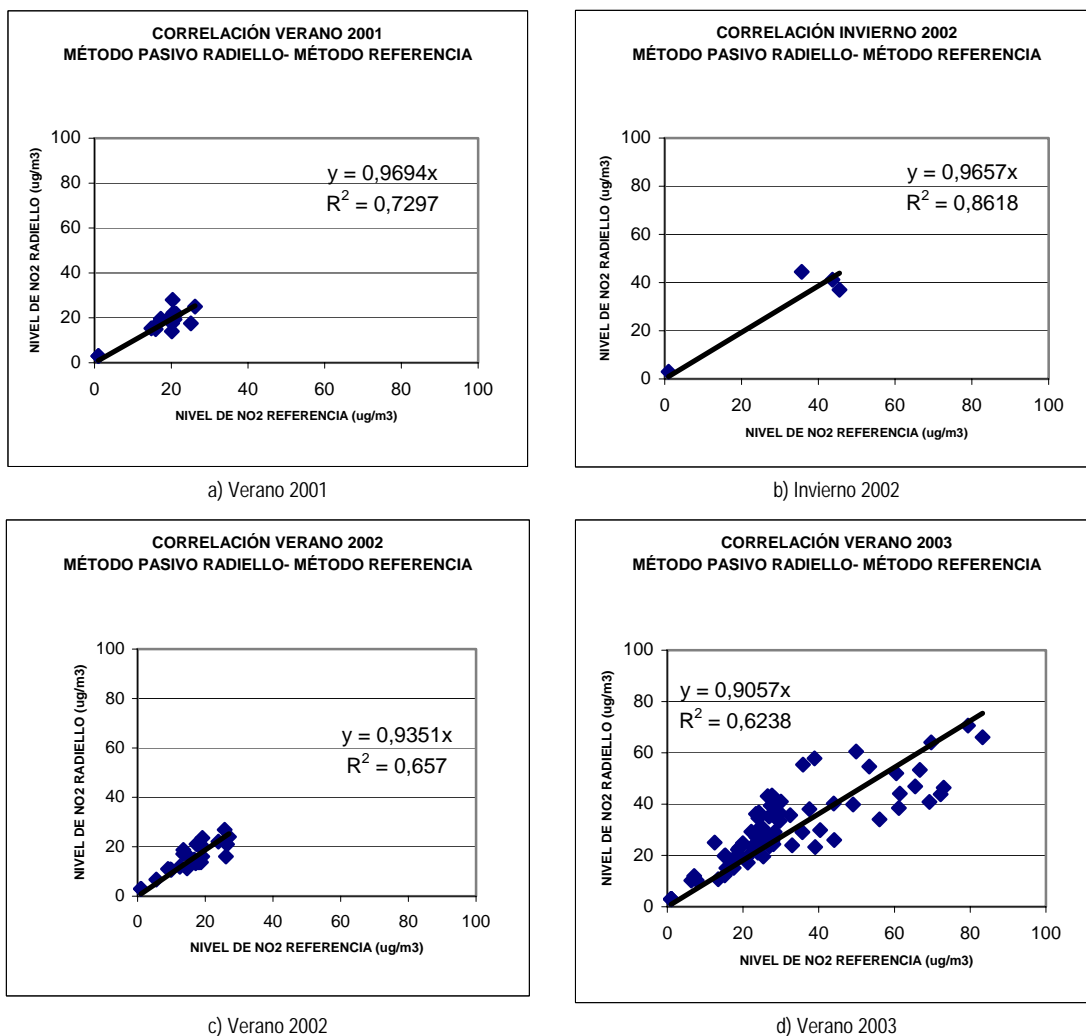


Figura 8.84. Comparación concentraciones obtenidas método pasivo Radiello y método de referencia. Verano 2001

8.1.3.4.2.2. Comparación de resultados en estaciones de contraste

En las Figura 8.85 y Figura 8.86 se representan las rectas de correlación obtenidas para el conjunto de todos los datos (Verano 2001, 2002, 2003 e invierno 2002) y en cada estación de referencia, así como las rectas obtenidas en cada campaña de muestreo.



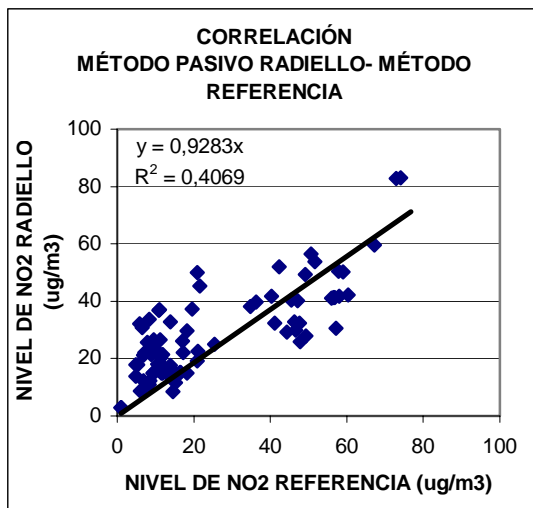
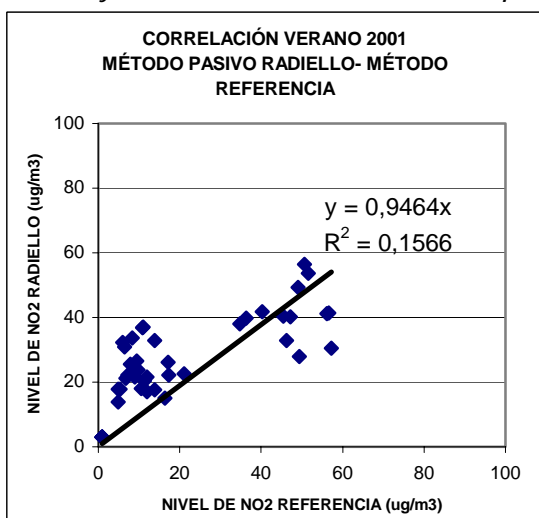
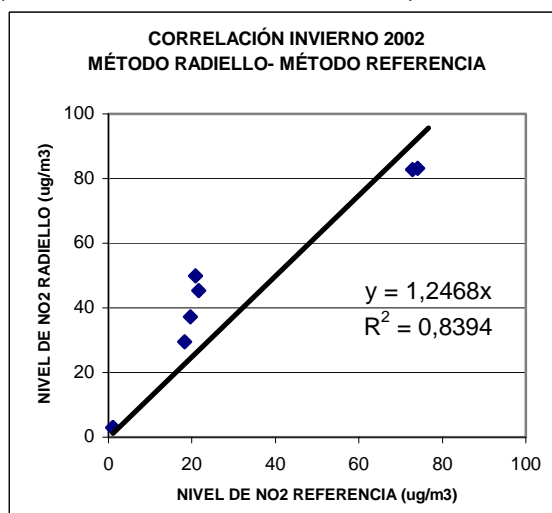


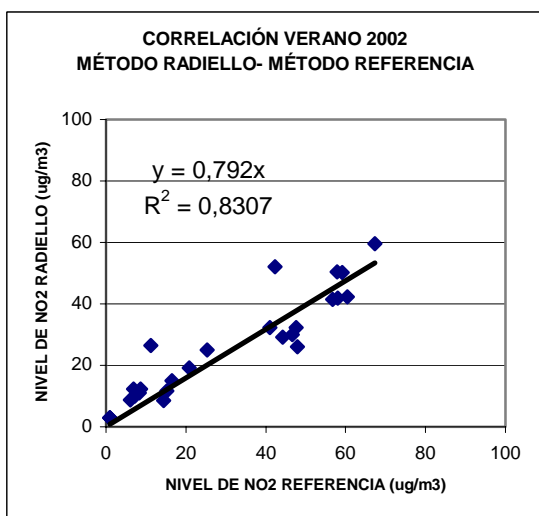
Figura 8.85. Comparación concentraciones obtenidas en estaciones de contraste. Método pasivo Radiello y método de referencia. Todas las campañas (Verano 2001-2002-2003 e invierno 2002)



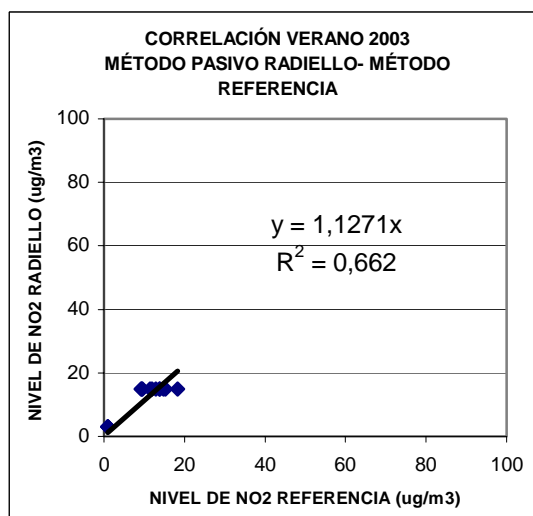
a) Verano 2001



b) Invierno 2002



c) Verano 2002



d) Verano 2003

Figura 8.86. Comparación concentraciones obtenidas en estaciones de contraste. Método pasivo Radiello y método de referencia. Campañas individuales

**8.1.3.4.2.3. Resumen de resultados**

A continuación se presenta resumidas todas las rectas de correlación entre las concentraciones obtenidas mediante el método pasivo Radiello y el método de referencia a lo largo de las distintas campañas de muestreo tanto en las estaciones de referencia como en las estaciones de contraste.

**Tabla 8.161. Resumen de rectas de correlación. Estaciones de referencia. Método Radiello**

CAMPAÑA	RECTA CORRELACIÓN	R <sup>2</sup>	ERROR ESTIMACIÓN (µg/m <sup>3</sup> )	Significativo (p<)
TODAS	$C_{\text{Radiello}} = 0,9156 * C_{\text{ref}}$	0,6656	7,5	0,000
VERANO 2001	$C_{\text{Radiello}} = 0,9694 * C_{\text{ref}}$	0,7297	3,5	0,000
INVIERNO 2002	$C_{\text{Radiello}} = 0,9657 * C_{\text{ref}}$	0,8618	8,0	0,061
VERANO 2002	$C_{\text{Radiello}} = 0,9351 * C_{\text{ref}}$	0,6570	3,3	0,000
VERANO 2003	$C_{\text{Radiello}} = 0,9057 * C_{\text{ref}}$	0,6238	7,8	0,000

donde,

$C_{\text{Radiello}}$  = concentración NO<sub>2</sub> medida con método pasivo Radiello (µg/m<sup>3</sup>)

$C_{\text{ref}}$  = concentración NO<sub>2</sub> medida con método Referencia (µg/m<sup>3</sup>)

**Tabla 8.162. Resumen de rectas de correlación. Estaciones de contraste. Método Radiello**

CAMPAÑA	RECTA CORRELACIÓN	R <sup>2</sup>	ERROR ESTIMACIÓN (µg/m <sup>3</sup> )	Significativo (p<)
TODAS	$C_{\text{Radiello}} = 0,9283 * C_{\text{ref}}$	0,4069	9,8	0,000
VERANO 2001	$C_{\text{Radiello}} = 0,9464 * C_{\text{ref}}$	0,1566	9,1	0,000
INVIERNO 2002	$C_{\text{Radiello}} = 1,2468 * C_{\text{ref}}$	0,8394	10,2	0,000
VERANO 2002	$C_{\text{Radiello}} = 0,7920 * C_{\text{ref}}$	0,8307	6,6	0,000
VERANO 2003	$C_{\text{Radiello}} = 1,1271 * C_{\text{ref}}$	0,6620	2,3	0,000

donde,

$C_{\text{Radiello}}$  = concentración NO<sub>2</sub> medida con método pasivo Radiello (µg/m<sup>3</sup>)

$C_{\text{ref}}$  = concentración NO<sub>2</sub> medida con método Referencia (µg/m<sup>3</sup>)

Analizando la Tabla 8.161 y Tabla 8.162 y las Figura 8.83 a Figura 8.86 se observa que la recta de correlación obtenida con los datos recogidos en todas las campañas presenta un coeficiente de determinación de 0,66 en el caso de las estaciones de referencia y un valor de 0,41 en el caso de las estaciones de contraste. En ambos casos la correlación es significativamente positiva con una probabilidad  $p < 0,000$  y unos errores asociados a estimación de 7,5 µg/m<sup>3</sup> en el caso de las estaciones de referencia y de 9,8 µg/m<sup>3</sup> en las estaciones de contraste.

Atendiendo al valor de la pendiente, se aprecia que el método Radiello siempre da valores inferiores al método de referencia. Tanto en las estaciones de referencia como en las estaciones de contraste la pendiente de la recta es 0,92; por lo tanto es de esperar que el captador Radiello de valores un 8% inferiores al método de referencia.

De la observación de las Figura 8.72 a Figura 8.82 donde se representan los valores obtenidos mediante el método pasivo Radiello y el método de referencia, así como de la información extraída de las Figura 8.83 a Figura 8.86, donde se representa la correlación entre ambos métodos, se puede concluir que los resultados obtenidos por ambos métodos son comparables entre si, siguen generalmente las mismas tendencias, el error asociado a la medida con los sistemas pasivos es de 7 µg/m<sup>3</sup> respecto al método de referencia y los valores medidos con el método Radiello son generalmente inferiores a los valores medidos con el método de referencia.

## 8.1.4. INTERCOMPARACIÓN DE MÉTODOS PASIVOS DE MEDICIÓN

### 8.1.4.1. Validación de la técnica de análisis

#### 8.1.4.1.1. Capacidad de la técnica analítica

El ensayo de la capacidad analítica pretende comprobar la capacidad del instrumento de medida escogido para conocer las concentraciones de analito en una disolución. Para ello se preparan disoluciones del analito a analizar con tres concentraciones diferentes equivalentes a la cantidad de analito que se obtendría para concentraciones ambientales de ozono y NO<sub>2</sub> representando concentraciones bajas, medias y altas.

Los resultados de la capacidad de la técnica analítica se resumen en la Tabla 8.163.

**Tabla 8.163. Resultados de la capacidad de la técnica analítica: Intercomparación**

Concentración contaminante equivalente ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	OGAWA OZONO Coeficiente de Variación Cromatógrafo iónico medida nitrato	RADIELLO OZONO Coeficiente de Variación Espectrofotómetro UV medida ozono equivalente	RADIELLO NO <sub>2</sub> Coeficiente de Variación Espectrofotómetro UV medida nitrito	RADIELLO NO <sub>2</sub> Coeficiente de Variación Cromatógrafo iónico medida nitrito
BAJA	19,6	2,1	1,3	1,0
MEDIA	2,4	3,1	0,8	3,5
ALTA	1,8	4,9	1,2	1,0
TOTAL	8,0	3,2	1,1	1,8

De la Tabla 8.163 se deduce que el equipo de medida que mayor error comete en la determinación del analito son el cromatógrafo iónico en la determinación de nitratos, debido al error cometido a bajas concentraciones y por otra parte el espectrofotómetro UV para determinar ozono equivalente en el método Radiello. La técnica analítica que menor error comete es la espectrofotometría UV para determinar nitritos, aunque los resultados son comparables a los obtenidos por el cromatógrafo iónico.

#### 8.1.4.1.2. Intervalo de trabajo

La capacidad de cuantificación de la técnica analítica se examina dibujando una curva concentración – respuesta utilizando patrones que cubran el intervalo de concentraciones de interés.

El intervalo de trabajo de concentraciones en las cuales se trabaja en la cromatografía iónica para determinar nitratos (Método Ogawa) y para determinar nitritos, tanto por espectrofotometría de UV como por cromatografía iónica, está dentro del intervalo de trabajo del cromatógrafo iónico. Sin embargo, el intervalo de trabajo de concentraciones en las cuales trabajamos en el método Radiello para medir ozono se debe limitar a masa equivalente de ozono superiores a 6,10  $\mu\text{g}$  (20,3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  equivalente de ozono atmosférico)

#### 8.1.4.1.3. Límites de detección analíticos

El Límite de Detección Cualitativo (en inglés, LOD) se define como aquella concentración la cual sirve para decidir si se puede determinar la presencia o no de un determinado analito en una muestra. El Límite de Detección Cuantitativo (en inglés, LOQ) se define como la menor cantidad de analito que puede ser medir con precisión mediante una técnica analítica (Kennedy et al., 1995).

Los resultados obtenidos para los tres métodos se muestran en la Tabla 8.164.

Tabla 8.164. Cálculo de los límites de detección analíticos. Intercomparación

LÍMITE DETECCIÓN	OGAWA OZONO Cromatógrafo iónico medida nitrato	RADIELLO OZONO Espectrofotómetro UV medida ozono equivalente	RADIELLO NO <sub>2</sub> Espectrofotómetro UV medida nitrito	RADIELLO NO <sub>2</sub> Cromatógrafo iónico medida nitrito
CUALITATIVO	0,03µg/ml nitrato (0,12µg ozono)	0,04 µg ozono	0,01 µg/ml nitrito (0,10 µg NO <sub>2</sub> )	0,02 µg/ml nitrito (0,20 µg NO <sub>2</sub> )
CUANTITATIVO	0,09µg/ml nitrato (0,35µg ozono)	0,10µg ozono	0,03 µg/ml nitrito (0,30 µg NO <sub>2</sub> )	0,06 µg/ml nitrito (0,60 µg NO <sub>2</sub> )

Observando la Tabla 8.164 se deduce que el método que mejores límites de detección presenta sería el método Radiello para determinar ozono. Sin embargo hay que recordar que en el punto anterior se ha determinado que el límite de trabajo debe ser superior a 6,10 µg ozono, por lo tanto, éste será el límite de detección cuantitativo para este método, siendo por lo tanto el método que mayor límite presenta.

Comparando los límites de detección para analizar nitrito, observamos que son mejores los obtenidos mediante el espectrofotómetro UV, siendo los obtenidos en el cromatógrafo iónico el doble de los obtenidos en el espectrofotómetro.

#### 8.1.4.1.4. Sensibilidad

La sensibilidad del método es la pendiente de la recta de calibrado concentración – respuesta. La sensibilidad es un valor que depende del instrumento de medida y de las condiciones del instrumento de medida, por lo que la sensibilidad es específica del equipo de medida y de las condiciones de uso. En la Tabla 8.165 se resumen los resultados para los tres métodos estudiados

Tabla 8.165. Sensibilidad. Intercomparación

	OGAWA OZONO Cromatógrafo iónico medida nitrato	RADIELLO OZONO Espectrofotómetro UV medida ozono equivalente	RADIELLO NO <sub>2</sub> Espectrofotómetro UV medida nitrito	RADIELLO NO <sub>2</sub> Cromatógrafo iónico medida nitrito
SENSIBILIDAD	0,003 ppm/cm <sup>2</sup>	9,8 µg/abs	6,1 ppm/ABS	0,002 ppm/cm <sup>2</sup>

Las sensibilidades obtenidas para medir en el cromatógrafo iónico son muy similares. La sensibilidad obtenida en el espectrofotómetro para medir dióxido de nitrógeno es algo mejor que la obtenida para medir ozono, aunque las dos se mueven en el mismo intervalo de valores.

#### 8.1.4.2. Validación del método de medida en el laboratorio

##### 8.1.4.2.1. Factor de recuperación del analito de los filtros

El factor de recuperación mide la capacidad de recuperar un analito de la muestra. La eficiencia de recuperación se estima dividiendo la cantidad de analito recuperado del filtro por la cantidad de analito depositado en el filtro. El factor de recuperación del analito debe ser como mínimo 75% o superior (Kennedy et al., 1995). En la Tabla 8.166 se muestra el resumen de los resultados obtenidos para los tres métodos.

Tabla 8.166. Factor de recuperación del analito de los filtros. Intercomparación

Conc. Ozono y NO <sub>2</sub> equivalente (µg/m <sup>3</sup> )	OGAWA OZONO Factor recuperación (%)	RADIELLO OZONO Factor recuperación (%)	RADIELLO NO <sub>2</sub> Factor recuperación (%)	RADIELLO NO <sub>2</sub> Factor recuperación (%)
BAJA	91	71,3	51,3	49,5
MEDIA	93	57,7	71,6	62,0
ALTA	96	51,8	81,6	78,5
TOTAL	93	60,0	68,2	63,6

Representando el factor de recuperación frente a la concentración de ozono y NO<sub>2</sub> atmosférico equivalente (Figura 8.87) y observando la Tabla 8.166 se aprecia que el método que mejor resultados obtiene en el factor de recuperación es el método Ogawa. Los otros dos métodos proporcionan factores de recuperación muy inferiores, siendo el factor de recuperación del 4-dipiridiletieno en el Método Radiello para medir ozono el que peores resultados presenta, con valores del factor del 60%. Evidentemente, ni el método Radiello para medir ozono ni para medir NO<sub>2</sub> cumplen el límite fijado del 75%.

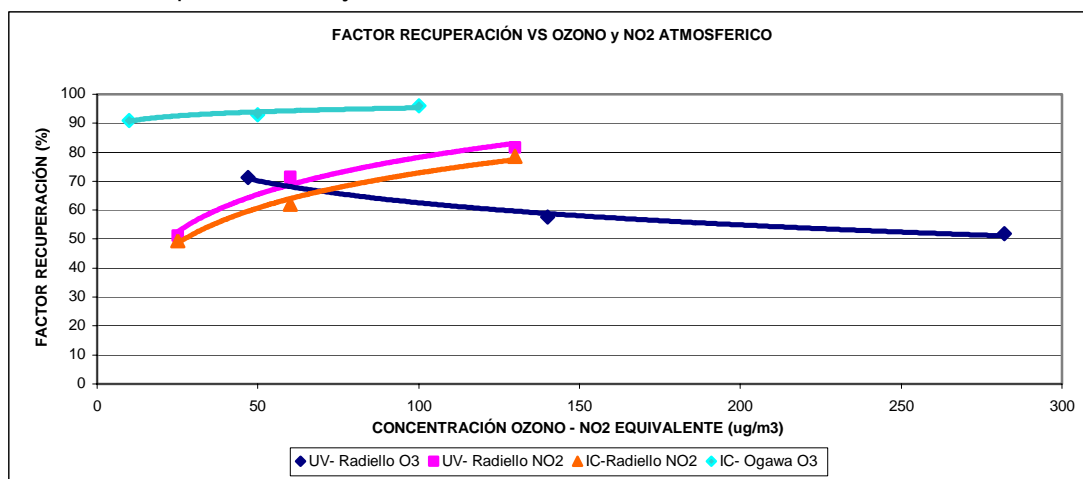


Figura 8.87. Factor de recuperación vs concentración de ozono y NO<sub>2</sub> atmosférico equivalente

#### 8.1.4.2.2. Estabilidad de almacenamiento del analito en los filtros

La estabilidad de almacenamiento del analito en los filtros es la capacidad de recuperar el analito tras un periodo de tiempo bajo unas determinadas condiciones ambientales (Kennedy et al., 1995).

En la Figura 8.88 se muestra la correlación entre las medidas realizadas el día en el cual se impregnaron los filtros (Día 0) y las medidas realizadas tras un mes de almacenamiento (Día 30). De esta forma se pretende ver la evolución de la estabilidad del analito en el almacenamiento.

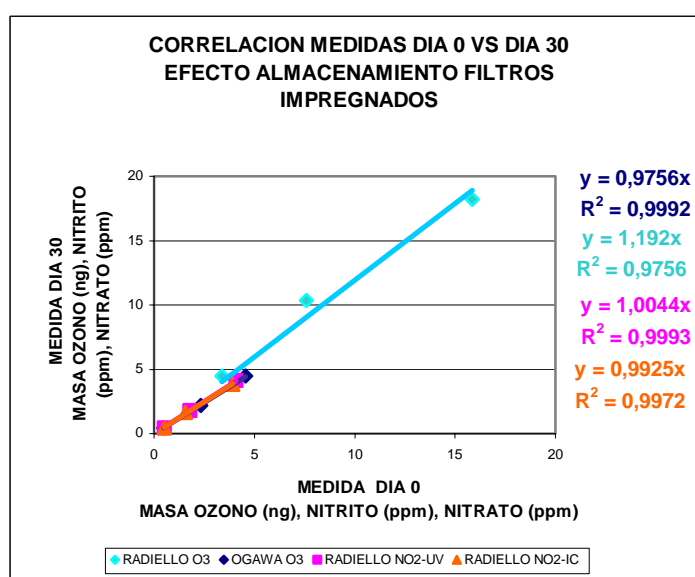


Figura 8.88. Análisis de la estabilidad del analito en el almacenamiento.

De la observación de la Figura 8.88 se aprecia como la estabilidad de los filtros impregnados de nitrito es la mejor de todas, pues la variación de los resultados tras un mes de almacenamiento es inferior al 1%. En el caso de los filtros impregnados de nitrato (Método Ogawa), tras un mes de almacenamiento se produce una disminución de la respuesta analítica de un 2,4 %, mientras que en el caso de los filtros impregnados de 4-dipiridiletieno (Método Radiello para medir ozono), se produce un aumento de la respuesta del 19%.

#### 8.1.4.2.3. Estabilidad de las soluciones extraídas

La estabilidad de las soluciones extraídas es la capacidad de mantener el analito tras un periodo de tiempo bajo unas determinadas condiciones ambientales en la solución de extracción.

En la Figura 8.89 se muestra la correlación entre las medidas realizadas el día en el cual se produjo la extracción (Día 0) y las medidas realizadas tras una semana de almacenamiento (Día 7). De esta forma se pretende ver la evolución de la estabilidad del analito extraído en el almacenamiento.

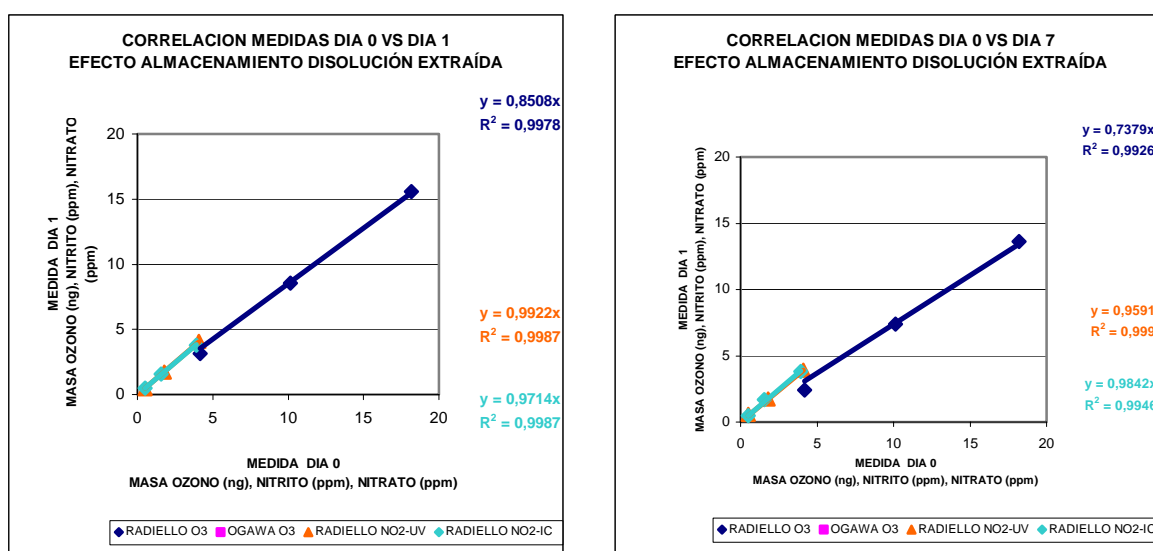


Figura 8.89. Análisis de la estabilidad del analito en el almacenamiento de la disolución.

Observando la Figura 8.89 se aprecia que en el caso del Método Radiello para medir ozono se produce una disminución del 15% en la medida tras 1 día de almacenamiento y un 26% tras una semana de almacenamiento. En el caso del Método Radiello para medir NO<sub>2</sub> con el espectrofotómetro UV se produce una disminución del 0,8% en la medida tras 1 día de almacenamiento y un 4% tras una semana de almacenamiento. En el caso del Método Radiello para medir NO<sub>2</sub> con el cromatógrafo iónico se produce una disminución del 3% en la medida tras 1 día de almacenamiento y un 2% tras una semana de almacenamiento.

#### 8.1.4.2.4. Estabilidad del filtro previo al muestreo

El análisis de blancos de laboratorio puede dar una información de si el medio de muestreo contribuye con artefactos o desviaciones al resultado del análisis. El valor de los blancos de laboratorio debe estar dentro de los márgenes de error experimental.

El promedio de los blancos de laboratorio de cada método se muestra en la Tabla 8.167 junto con su respectiva desviación estándar

Tabla 8.167. Medida de blancos de laboratorio. Intercomparación

MEDIDA DEL BLANCO	OGAWA OZONO Cromatógrafo iónico medida nitrato	RADIELLO OZONO Espectrofotómetro UV medida ozono equivalente	RADIELLO NO <sub>2</sub> Espectrofotómetro UV medida nitrato
PROMEDIO	0,23 ppm nitrato (0,9 µg ozono)	0,31 µg ozono	0,23 ppm nitrato (2,3 µg NO <sub>2</sub> )
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	0,15 ppm nitrato (0,6 µg ozono)	0,15 µg ozono	0,13 ppm nitrato (1,3 µg NO <sub>2</sub> )

La medida de los blancos de laboratorio es en todos los casos superior al límite de detección cuantitativo de las técnicas utilizadas para determinar cada uno de los analitos. Por lo tanto, los valores del blanco de laboratorio se deben sustraer a las medidas de los filtros analizados en cada periodo de muestreo.

#### 8.1.4.2.5. Desviación, precisión y exactitud

##### 8.1.4.2.5.1. *Desviación*

El término desviación se refiere a la diferencia, error o sesgo, entre la media del conjunto de resultados y un valor,  $\mu$ , que se acepta como verdadero o correcto para la cantidad medida.

En la Tabla 8.168 se muestran los resultados de desviación obtenidos en cada método.

Tabla 8.168. Desviación de la técnica de muestreo. Intercomparación

CONCENTRACIONES O <sub>3</sub> Y NO <sub>2</sub> EQUIVALENTES	OGAWA OZONO Desviación (%)	RADIELLO OZONO Desviación (%)	RADIELLO NO <sub>2</sub> Desviación (%)	RADIELLO NO <sub>2</sub> Desviación (%)
BAJA	4,3	-28,7	-48,7	-50,5
MEDIA	7,1	-42,3	-28,4	-38,0
ALTA	8,7	-48,2	-18,4	-21,6
TOTAL	6,7	-40,0	-37,0	-35,0

Observando la Tabla 8.168 se aprecia que la técnica que mejores resultados de desviación proporciona es la técnica de medida de ozono con el método Ogawa y análisis por cromatografía iónica. En el resto de los casos los malos resultados son debidos al bajo factor de recuperación de las técnicas Radiello para medir ozono y para medir NO<sub>2</sub>.

##### 8.1.4.2.5.2. *Precisión*

El término precisión se refiere a la repetibilidad o reproducibilidad de un conjunto de medidas replicadas, esto es, el grado de dispersión de las medidas individuales en torno a su media. La precisión refleja la capacidad de un método de repetir o reproducir los resultados analíticos ofrecidos.

En la Tabla 8.169. se muestran los resultados de precisión obtenidos con el cromatógrafo iónico para medir nitratos.

Tabla 8.169. Precisión de la técnica de muestreo. Intercomparación

CONCENTRACIONES O <sub>3</sub> Y NO <sub>2</sub> EQUIVALENTES	OGAWA OZONO Precisión (%)	RADIELLO OZONO Precisión (%)	RADIELLO NO <sub>2</sub> Precisión (%)	RADIELLO NO <sub>2</sub> Precisión (%)
BAJA	13,0	2,7	9,3	11,0
MEDIA	2,9	6,2	4,1	5,4
ALTA	1,5	5,7	2,1	2,7
TOTAL	5,8	4,8	5,2	6,3

Se aprecia como el valor de precisión es en todos los casos muy similar. El método que mejor valores de precisión presenta es el método Radiello para medir ozono con valores de precisión de  $5\% \pm 2\%$ .

#### 8.1.4.2.5.3. Exactitud

Se define el término Exactitud como la capacidad que tiene un determinado método de determinar la concentración verdadera de un determinado analito. Aunque la Exactitud describe la proximidad del resultado de una medida al valor verdadero, se suele expresar como la discrepancia relativa de una medida realizada a su valor verdadero.

El criterio establecido por NIOSH exige que para que un método pueda ser validado, la exactitud del método debe ser inferior a 25% con un nivel de confianza del 95% (Bartley, 2001; Kennedy et al., 1998). La norma europea establecida por el Comité Europeo de Normalización (CEN) para validar un método establece un límite combinado de precisión y exactitud alrededor del 30% (CEN), el cual es más permisivo que el límite impuesto por el NIOSH.

En la Tabla 8.170. se muestran los resultados de exactitud obtenidos con el cromatógrafo iónico para medir nitratos.

Tabla 8.170. Exactitud de la cromatografía iónica para medir nitratos. Método Ogawa

CONCENTRACIONES O <sub>3</sub> Y NO <sub>2</sub> EQUIVALENTES	OGAWA OZONO Exactitud (%)	RADIELLO OZONO Exactitud (%)	RADIELLO NO <sub>2</sub> Exactitud (%)	RADIELLO NO <sub>2</sub> Exactitud (%)
BAJA	30,3	32,5	58,2	61,4
MEDIA	13,0	49,5	34,2	44,7
ALTA	11,7	54,1	21,8	25,8
TOTAL	18,3	45,0	38,1	44,0

Tabla 8.171.

Observando la Tabla 8.170 se aprecia que la técnica que mejores resultados de exactitud proporciona es la técnica de medida de ozono con el método Ogawa y análisis por cromatografía iónica. Dicho valor de la exactitud cumple los límites del 25% establecido por NIOSH y el del 30% establecido por el CEN. El resto de técnicas presentan valores de exactitud superiores al 30% debido a que el factor de recuperación es muy reducido y eso afecta al resultado de la exactitud.

#### 8.1.4.3. Validación del método de medida en campo

Para validar el método Ogawa para medir ozono en campo se van a estudiar cuatro aspectos importantes: la selectividad del método, el coeficiente de captación y la desviación, precisión y exactitud.

##### 8.1.4.3.1. Selectividad

En la Tabla 8.172 se refleja la información acerca de la selectividad de cada uno de los métodos estudiados. Hay interferencias tanto químicas como meteorológicas en todos ellos. Sin embargo, en las concentraciones ambientales en las que se encuentran dichos contaminantes en el área de estudio, dichas interferencias pueden considerarse nulas. Por otra parte, las interferencias del viento y de la insolación son paliadas mediante las carcasas protectoras.



**Tabla 8.172. Selectividad de los métodos de captación. Intercomparación**

MÉTODO	INTERFERENCIAS	REFERENCIAS
OGAWA OZONO	ácido nítrico	(Koutrakis et al., 1993)
	nitrato de peroxiacetilo (PAN)	(Finlayson-Pitts and Pitts, 1986)
RADIELLO OZONO	Ningún contaminante	(Bernard et al., 1999; R&P-Co, 2001)
	insolación	(Hangartner et al., 1996)
RADIELLO NO <sub>2</sub>	dióxido de azufre	(Cox, 2003; Fern and Svanberg, 1998; Heal and Cape, 1997)
	nitrato de peroxiacetilo (PAN)	(Sickles and Michie, 1987; Varshney and Singh, 2003)
	Ozono	(Varshney and Singh, 2003)
	NO	(Varshney and Singh, 2003)
	HNO <sub>2</sub>	(Sickles and Michie, 1987)
	temperatura	(Sickles and Michie, 1987)
	velocidad del viento	(Sickles and Michie, 1987)
	insolación	(Cox, 2003; Tang et al., 2001)

#### 8.1.4.3.2. Determinación del coeficiente de captación

Tras determinar los coeficientes de captación efectivos se ha observado que a lo largo de los distintos periodos de muestreo en todas las campañas realizadas el coeficiente de captación varía. En la Tabla 8.173 se muestra la variación observada en los coeficientes de captación expresada como desviación estándar relativa.

**Tabla 8.173. Promedios del coeficiente de captación individual y desviación estándar.**

CAMPAÑA DE MUESTREO	OGAWA OZONO DESVIACIÓN ESTÁNDAR RELATIVA (%)	RADIELLO OZONO DESVIACIÓN ESTÁNDAR RELATIVA (%)	RADIELLO NO <sub>2</sub> DESVIACIÓN ESTÁNDAR RELATIVA (%)
VERANO 2001	33,2	24,8	80,6
INVIERNO 2002	25,4	42,7	41,8
VERANO 2002	17,0	24,4	87,1
VERANO 2003	28,7	19,2	36,5
TODAS LAS CAMPAÑAS	33,2	32,7	113,5

Observando la Tabla 8.173 se aprecia cómo se produce una variación del coeficiente de captación aproximadamente del 33% en los métodos Ogawa y Radiello para medir ozono. Sin embargo, la variación del coeficiente de captación que se produce en el método Radiello NO<sub>2</sub> es superior al 100%. Para entender estos resultados se ha procedido a realizar un estudio de la variación del coeficiente de captación con la meteorología y con los niveles de contaminantes medidos en la zona de estudio durante las campañas de muestreo. Para ello se han tomado los valores promedio, representativos de cada periodo de muestreo, de los valores en continuo de meteorología y contaminantes proporcionados por la Conselleria de Medio Ambiente de la Generalitat Valenciana referente a las estaciones de medición consideradas en el estudio como puntos de referencia.

#### 8.1.4.3.2.1. Estudio de la variación del coeficiente de captación

##### 8.1.4.3.2.1.1. Efecto de la meteorología en el coeficiente de captación

La Tabla 8.174. resume las correlaciones halladas de los distintos métodos entre las distintas variables meteorológicas y el coeficiente de captación individual.

**Tabla 8.174. Variables meteorológicas correlacionadas con coeficiente de captación individual**

MÉTODO	VARIABLE	CORRELACIÓN PEARSON (R)	SIGNIFICATIVIDAD (BILATERAL)
OGAWA OZONO	PRESIÓN	0,242	0,003
RADIELLO OZONO	VELOCIDAD VIENTO	-0,263	0,002
	TEMPERATURA	0,183	0,028
	PRESIÓN	0,396	0,000
RADIELLO NO <sub>2</sub>	VELOCIDAD VIENTO	-0,366	0,000
	TEMPERATURA	0,361	0,000
	PRESIÓN	0,224	0,000
	RADIACIÓN	0,241	0,006

##### 8.1.4.3.2.1.2. Efecto de los niveles de contaminantes en el coeficiente de captación

La Tabla 8.175 resume las correlaciones halladas de los distintos métodos entre los coeficientes de captación y los niveles de contaminantes de los tres métodos estudiados

**Tabla 8.175. Contaminantes correlacionadas con coeficiente de captación individual**

MÉTODO	VARIABLE	CORRELACIÓN PEARSON (R)	SIGNIFICATIVIDAD (BILATERAL)
OGAWA OZONO	PST	0,198	0,017
	NO	0,365	0,000
	NO <sub>2</sub>	0,435	0,000
	NO <sub>x</sub>	0,461	0,000
	O <sub>3</sub>	-0,306	0,000
RADIELLO OZONO	PST	0,363	0,000
	CO	0,210	0,024
	NO	0,371	0,000
	NO <sub>2</sub>	0,396	0,000
	NO <sub>x</sub>	0,426	0,000
	O <sub>3</sub>	-0,591	0,000
	HCT	-0,347	0,038
	CH <sub>4</sub>	-0,413	0,017
RADIELLO NO <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	-0,155	0,044
	PST	0,390	0,000
	CO	-0,226	0,010
	NO <sub>2</sub>	-0,336	0,000
	NO <sub>x</sub>	-0,286	0,001
	O <sub>3</sub>	-0,309	0,000

##### 8.1.4.3.2.1.3. Estimación del modelo matemático

Teniendo en cuenta esta dependencia del coeficiente de captación con dichas variables, se han encontrado los modelos que mejor relacionan el coeficiente de captación efectivo con las variables mencionadas mediante el paquete informático SPSS 10.0 para Windows®. Los modelos encontrados para cada una de los tres métodos se exponen en la Tabla 8.176.

Tabla 8.176. Resumen de modelos matemáticos.

MÉTODO	VARIABLES DEL MODELO	R	R <sup>2</sup>	Error Típico de la estimación (cm <sup>3</sup> /min)
OGAWA OZONO	NO <sub>x</sub>	0,485	0,236	8,58
	PST			
RADIELLO OZONO	O <sub>3</sub>	0,723	0,523	7,64
	NO <sub>x</sub>			
	NO <sub>2</sub>			
RADIELLO NO <sub>2</sub>	CO	0,836	0,700	91,64
	NO <sub>2</sub>			
	velocidad			

En la Tabla 8.176 se aprecia como el método Radiello para medir ozono depende de las concentraciones de ozono y el método Radiello para medir NO<sub>2</sub> depende de las concentraciones de NO<sub>2</sub>. Esto implica un problema adicional puesto que el coeficiente de captación, a parte de su dependencia con otras variables, depende fuertemente del nivel de concentración del contaminante que está midiendo. Esto genera una ecuación no lineal a resolver para hallar la concentración estimada por el captador pasivo que algunas veces no tiene solución matemática, otras presenta más de una solución factible y otras veces no se dispone de los datos de los niveles de contaminantes o variables meteorológica a medir, por lo que no se puede resolver satisfactoriamente la ecuación mediante la cual se calculan las concentraciones del contaminante.

#### 8.1.4.3.2.2. Cálculo del coeficiente de captación efectivo

Teniendo en cuenta que se ha demostrado que el valor del coeficiente de captación se ve influenciado por determinadas variables, se han propuesto tres métodos diferentes para calcular el coeficiente de captación efectivo apropiado.

**MÉTODO 1:** Se calcula el coeficiente de captación efectivo que se ha de aplicar en cada periodo de muestreo,  $S_{efectivo,1}$ , promediando los distintos valores de coeficiente de captación individual calculados en cada estación de referencia

**MÉTODO 2:** Se calcula el coeficiente de captación efectivo que se ha de aplicar en cada periodo de muestreo y en cada punto,  $S_{efectivo,2}$ , a partir del modelo matemático

**MÉTODO 3:** Se aplica el valor del coeficiente de captación propuesto por los investigadores que desarrollaron el captador pasivo

Tras estudiar la desviación, respecto al método de referencia, presentada por las concentraciones estimadas por cada uno de los tres métodos propuestos, se propone que el mejor método a aplicar es el descrito como Método 1.

#### 8.1.4.3.3. Desviación, precisión y exactitud

##### 8.1.4.3.3.1. Desviación

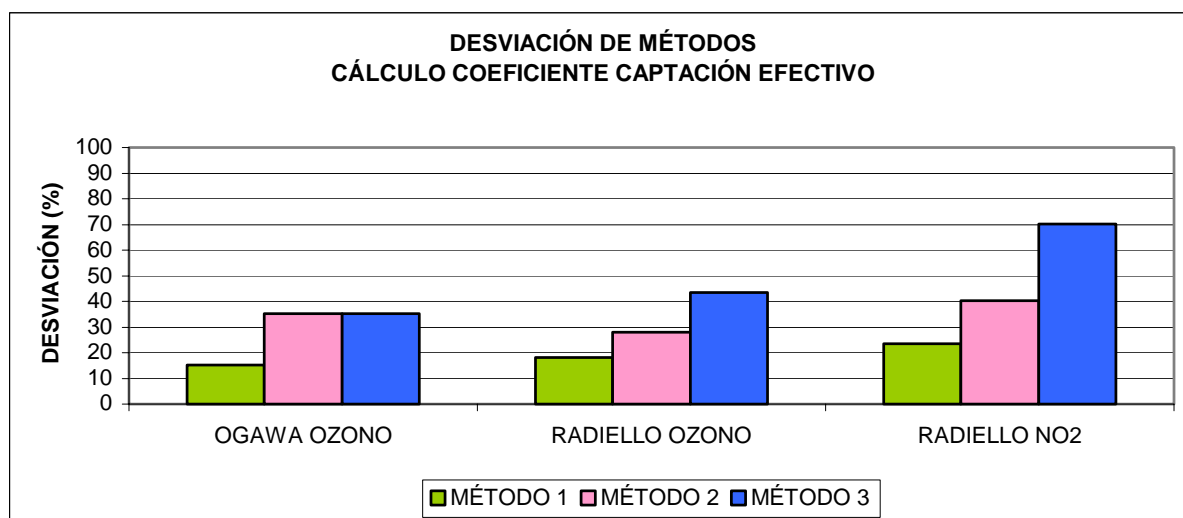
La desviación es la diferencia entre el valor esperado y el valor real. La desviación de los captadores pasivos se calcula a partir de la diferencia entre los valores dados por los captadores pasivos ( $X$ ) y el valor considerado correcto proporcionado por el analizador de referencia ( $\mu$ ), dividido por éste último y multiplicado por cien.

Los resultados de desviación entre el método de referencia y cada uno de los métodos de medición pasivo, para cada uno de los métodos propuestos para determinar el coeficiente de captación efectivo se resumen en la Tabla 8.177

**Tabla 8.177. Resultados desviación. Intercomparación.**

MÉTODO	MÉTODO DE DETERMINACIÓN COEF. CAPTACIÓN	DESVIACIÓN RELATIVA Er (%) – Método 1 (S <sub>efectivo,1</sub> )				
		VERANO 2001	INVIERNO 2002	VERANO 2002	VERANO 2003	TOTAL
OGAWA OZONO	MÉTODO 1	9,5	18,2	10,9	18,4	15,2
	MÉTODO 2	38,9	22,4	22,8	45,0	35,2
	MÉTODO 3	36,2	33,7	14,4	47,3	35,2
RADIELLO OZONO	MÉTODO 1	12,1	25,0	13,4	19,2	18,1
	MÉTODO 2	13,7	44,5	42,3	20,5	28,0
	MÉTODO 3	46,7	64,2	16,3	52,4	43,6
RADIELLO NO <sub>2</sub>	MÉTODO 1	12,8	16,3	19,1	26,8	23,5
	MÉTODO 2	45,6	65,5	28	39,4	40,4
	MÉTODO 3	55,1	81,6	64,6	74,6	70,1

En la Figura 8.90 se presenta la comparación de las desviaciones totales presentadas por los tres métodos propuestos para calcular el coeficiente de captación en cada uno de los métodos de medida.



*Figura 8.90. Comparación desviación producida por los tres métodos de cálculo del coeficiente de captación efectivo*

La Figura 8.90 muestra claramente que el método más apropiado para calcular el coeficiente de captación efectivo es el Método 1 en cualquiera de los tres métodos de medida. El método de determinación del coeficiente de captación efectivo que peores resultados ofrece es siempre aquel que proponen los investigadores que desarrollaron el método de medida.

Por otra parte, tomando las desviaciones del Método 1, el cual se va a aplicar de ahora en adelante, se aprecia que el método de medida que mejores resultados de desviación ofrece es el Método Ogawa para medida de ozono con desviaciones del 15% ± 6%. El resto de los métodos presentan una desviación similar aunque ligeramente superior como es el caso del método Radiello para medir ozono con valores de 18% ± 8%, y el método Radiello para medir NO<sub>2</sub> con valores de 23% ± 10%.

#### 8.1.4.3.3.2. Precisión

El término precisión se refiere a la repetibilidad o reproducibilidad de un conjunto de medidas replicadas, esto es, el grado de dispersión de las medidas individuales en torno a su media. El parámetro más útil para establecer la precisión de un método de análisis es la desviación estándar relativa. Los resultados de precisión de los tres métodos de medición pasiva se resumen en la Tabla 8.178.

Tabla 8.178. Resultados Precisión. Intercomparación

MÉTODO	PRECISIÓN DSR (%)				
	VERANO 2001	INVIERNO 2002	VERANO 2002	VERANO 2003	TOTAL
OGAWA OZONO	8,5	5,9	3,9	11,5	8,2
RADIELLO OZONO	7,9	12,0	5,3	2,7	6,4
RADIELLO NO <sub>2</sub>	8,6	4,9	17,7	14,8	11,9

Se aprecia que en el método Radiello para medir ozono es el que mejores resultados de precisión presenta con un promedio de  $6\% \pm 4\%$ . El método Ogawa presenta una precisión de  $8\% \pm 4\%$  y el método Radiello para medir NO<sub>2</sub> presenta un precisión de  $12\% \pm 9\%$ . En la Figura 8.91 se muestran los resultados globales de la precisión obtenidos en cada método de captación pasiva.

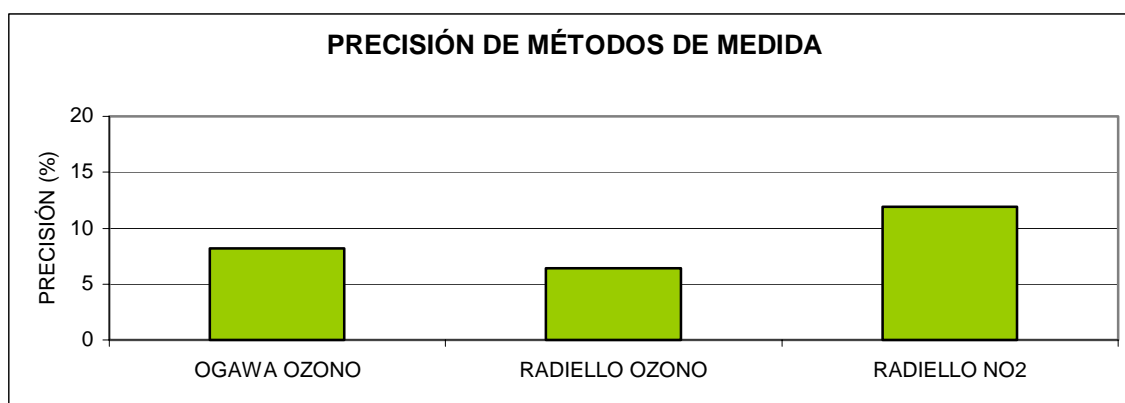


Figura 8.91. Comparación precisión de tres métodos pasivos de medida

#### 8.1.4.3.3.3. Exactitud

La exactitud es la diferencia del valor estimado por el captador y el valor verdadero. La exactitud es una función que depende de los valores de la desviación y de la precisión. En la Tabla 8.179 se muestran los resultados de exactitud obtenidos para cada uno de los tres métodos pasivos de captación.

Tabla 8.179. Resultados Exactitud. Intercomparación.

MÉTODO	EXACTITUD (%)				
	VERANO 2001	INVIERNO 2002	VERANO 2002	VERANO 2003	TOTAL
OGAWA OZONO	9,4	22,6	10,6	19,2	16,0
RADIELLO OZONO	18,3	32,8	24,0	19,2	23,2
RADIELLO NO <sub>2</sub>	-	12,32	-	13,55	13,1

En la Figura 8.92 se representa la exactitud global alcanzado por los tres métodos de medida por captación pasiva. Observando la Tabla 8.179 y la la Figura 8.92, se aprecia que la exactitud del método Radiello para medir  $\text{NO}_2$  es la mejor de todas, con un valor de  $13\% \pm 1\%$ . El segundo método que mejores resultados de exactitud muestra es el método Ogawa para medir ozono con un valor de  $16\% \pm 7\%$ . Finalmente, el método que peor exactitud presenta es el método Radiello para medir ozono con una exactitud del  $23\% \pm 6\%$ . Atendiendo a los valores de la Tabla 8.179, vemos que globalmente se cumple el límite establecido por el CEN del 30% y por el NIOSH del 25% para los tres métodos estudiados.

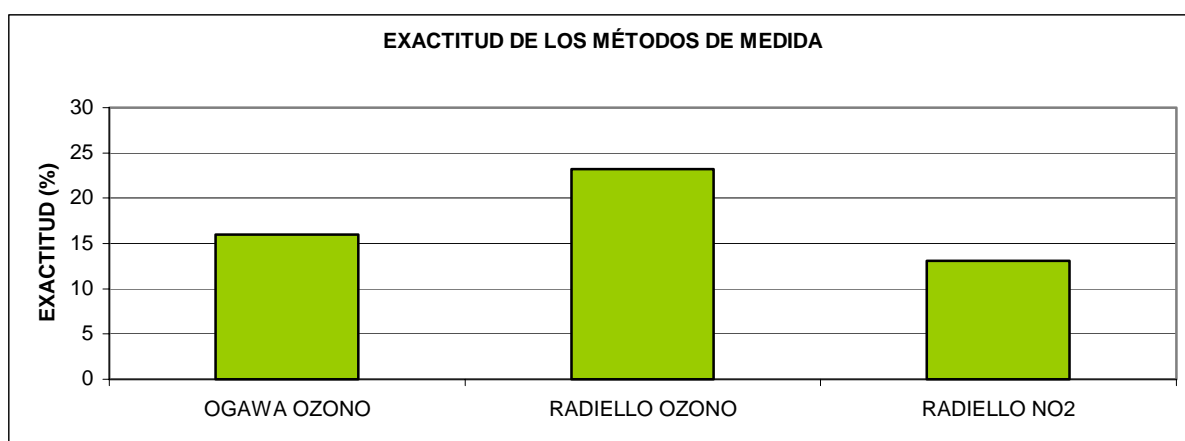


Figura 8.92. Comparación exactitud de tres métodos de medida pasivos

#### 8.1.4.4. Comparación de los resultados obtenidos mediante el métodos pasivos con el método de referencia

A fin de estudiar la correlación de los sistemas pasivos con el método de referencia se comparan los valores obtenidos mediante el método de referencia (valores cedidos por la Conselleria de Medio Ambiente de la Generalitat Valenciana) y los resultados obtenidos al analizar los filtros muestreados considerando el coeficiente de captación efectivo de referencia obtenido con el Método 1.

##### 8.1.4.4.1. Evolución de los niveles medidos mediante ambos métodos

Observando las gráficas mostradas en los puntos 8.1.1.4.1, 8.1.2.4.1 y 8.1.3.4.1. se puede concluir para los tres métodos que en todas las campañas de muestreo y en todos los puntos los datos de concentración medidos con los métodos de captación pasiva son prácticamente coincidentes con los datos de concentración medidos con el método de referencia (analizador de ozono por fotometría UV y analizador de  $\text{NO}_2$  por quemiluminiscencia).

##### 8.1.4.4.2. Correlación entre ambos métodos

Para comparar la bondad de los datos medidos mediante el método Ogawa se ha realizado una correlación de las concentraciones medidas con dicho método con los valores de concentración medidos con el método de referencia. En las Figura 8.93 a Figura 8.95 se representan las rectas de correlación obtenidas para el conjunto de todos los datos (Verano 2001, 2002, 2003 e invierno 2002) para los tres métodos de muestreo.

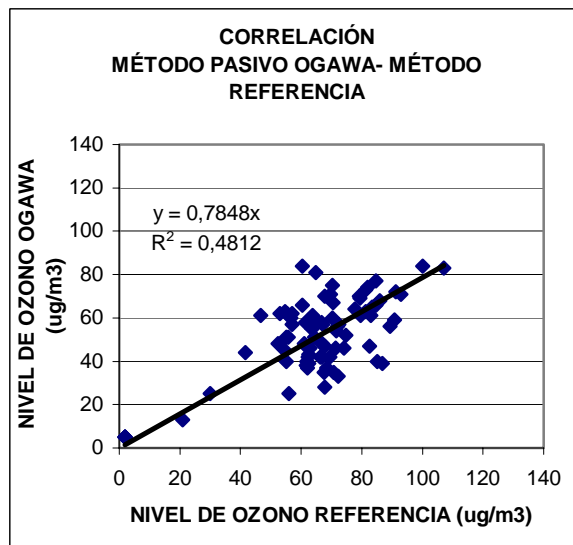
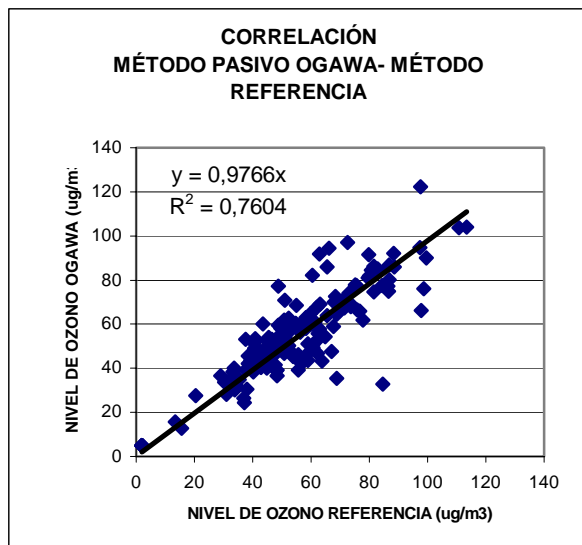


Figura 8.93. Comparación concentraciones obtenidas método pasivo Ogawa para ozono y método de referencia. Todas las campañas (Verano 2001-2002-2003 e invierno 2002)

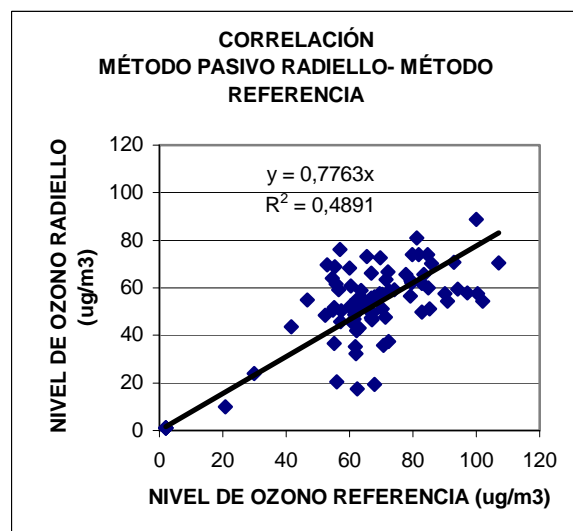
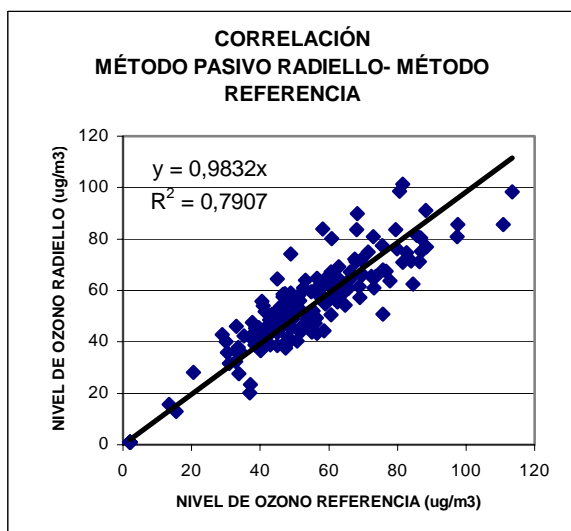


Figura 8.94. Comparación concentraciones obtenidas método pasivo Radiello para ozono y método de referencia. Todas las campañas (Verano 2001-2002-2003 e invierno 2002)

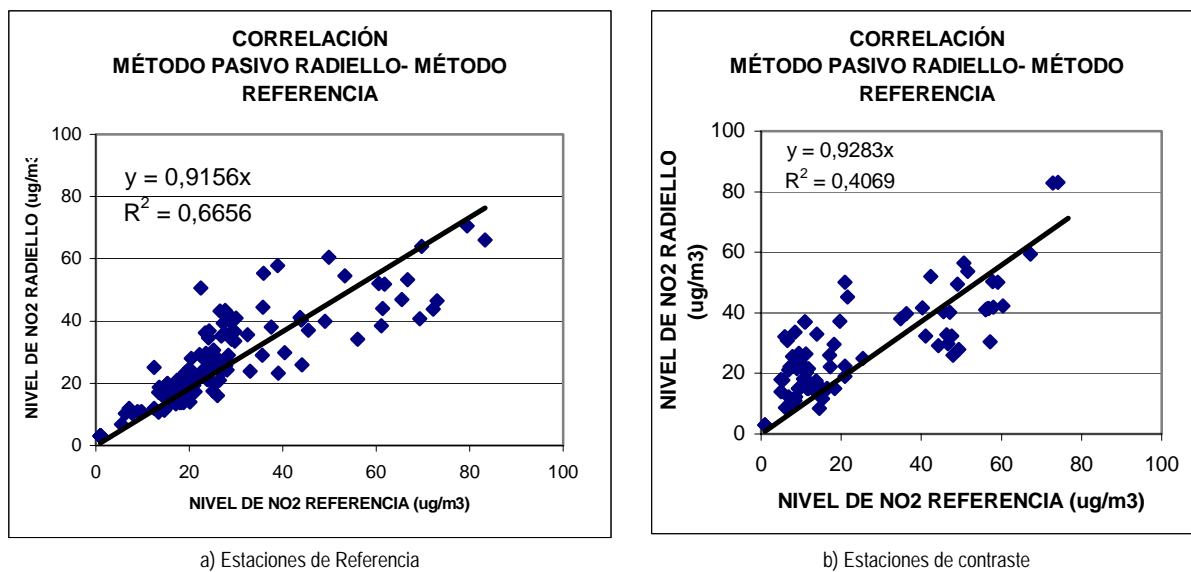


Figura 8.95. Comparación concentraciones obtenidas método pasivo Radiello para NO<sub>2</sub> y método de referencia. Todas las campañas (Verano 2001-2002-2003 e invierno 2002)

A continuación se presenta una tabla donde se muestran los coeficientes de correlación de todas las rectas de correlación entre las concentraciones obtenidas mediante cada uno de los métodos pasivos y el método de referencia a lo largo de las distintas campañas de muestreo.

Tabla 8.180. Resumen de rectas de correlación. Intercomparación

CAMPAÑA	RECTA CORRELACIÓN	R <sup>2</sup>	ERROR ESTIMACIÓN (µg/m <sup>3</sup> )	Significativo (p<)
OGAWA REFERENCIA	$C_{Ogawa} = 0,9766 * C_{ref}$	0,7604	10,4	0,000
OGAWA CONTRASTE	$C_{Ogawa} = 0,7848 * C_{ref}$	0,4812	12,5	0,000
RADIELLO REFERENCIA	$C_{Radiello} = 0,9832 * C_{ref}$	0,7907	8,6	0,000
REFERENCIA CONTRASTE	$C_{Radiello} = 0,7763 * C_{ref}$	0,4891	12,8	0,000
NO <sub>2</sub> REFERENCIA	$C_{Radiello} = 0,9156 * C_{ref}$	0,6656	7,5	0,000
NO <sub>2</sub> CONTRASTE	$C_{Radiello} = 0,9283 * C_{ref}$	0,4069	9,8	0,000

En las Figura 8.96 y Figura 8.97 se representa la evolución de los coeficientes de determinación y de los errores cometidos en los tres métodos estudiados.

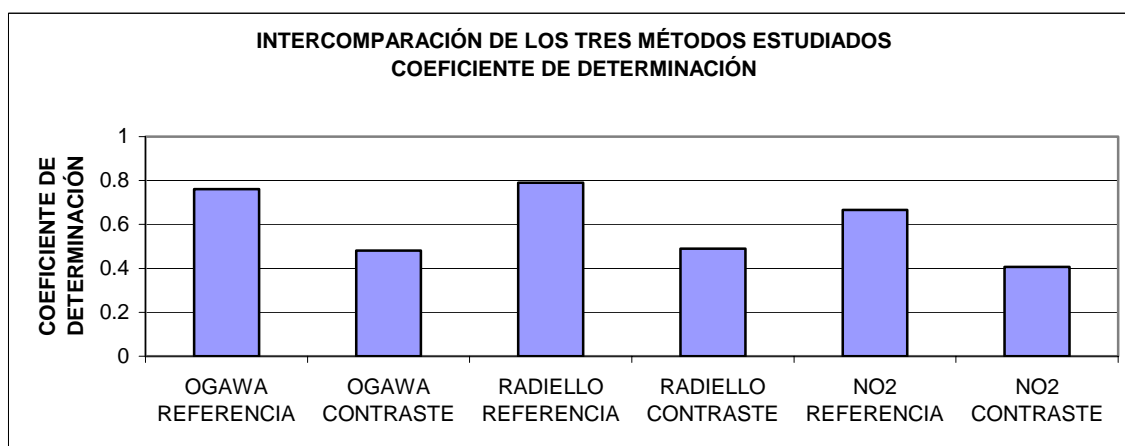


Figura 8.96. Intercomparación coeficientes de correlación tres métodos estudiados



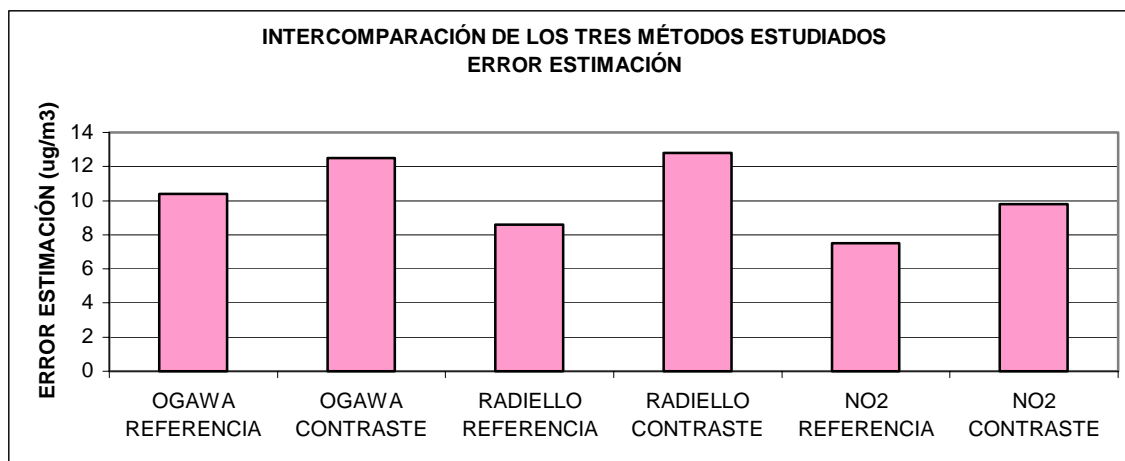


Figura 8.97. Intercomparación Error Estimación tres métodos estudiados

Analizando la Tabla 8.180, las Figura 8.93 a Figura 8.96 y las Figura 8.96 a Figura 8.97 se observa que en los tres casos los coeficientes de determinación de las estaciones de contraste son inferiores a los obtenidos en las estaciones de referencia. No obstante, estos coeficientes son significativos con una probabilidad  $p < 0,000$ , lo cual implica que los valores obtenidos con los captadores pasivos son comparables significativamente con los niveles de concentración de contaminante medido con el método de referencia. Atendiendo a los resultados de los errores asociados a la estimación, aquellos derivados de las estaciones de contraste son superiores a los obtenidos en las estaciones de referencia.

Comparando los tres métodos se puede decir aquel que mejores resultados ofrece es el método de medida pasivo Radiello, puesto que presenta los mejores valores del coeficiente de determinación y un error de estimación del  $10 \pm 2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . El método Ogawa también está en este orden de valores con un coeficiente de determinación ligeramente inferior y con un error de estimación de  $11 \pm 1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . El caso del método de medida NO<sub>2</sub> presenta los valores del coeficiente de determinación más bajos en comparación con los otros dos, pero también es el que menor error comete en la estimación.

Por lo general, observando las gráficas mostradas en los puntos 8.1.1.4.1, 8.1.2.4.1 y 8.1.3.4.1. y las rectas de correlación se puede concluir que los métodos de medida mediante captación pasiva ofrecen en los tres casos estudiados resultados comparables con los analizadores de referencia.

## 8.2. ENSAYOS DE OPTIMIZACIÓN MÉTODOS DE MEDIDA

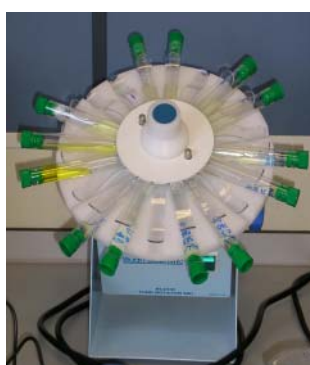
### 8.2.1. OPTIMIZACIÓN MÉTODOS DE EXTRACCIÓN

#### 8.2.1.1. Pruebas en el laboratorio

Se pretende encontrar cuál es el método de extracción más apropiado para que el factor de recuperación sea superior al 75%. En el caso del método Ogawa, el método de extracción por agitación es suficiente como se ha demostrado en el punto 8.1.1.2.1., con factores de recuperación de  $93 \% \pm 2\%$ . Sin embargo para el caso del método Radiello los factores de recuperación eran muy bajos. Por lo tanto, se van a probar distintos métodos de extracción: ultrasonidos (1 hora), agitación (1 hora) y vibración (20 s) (Figura 8.99).



a) Ultrasonidos 1 hora



b) Agitación 1 hora



c) Vibración 20 sg

Figura 8.99. Métodos de extracción del analito

#### 8.2.1.1.1. Extracción del PDAL en los filtros Radiello para la medida ozono

En la Tabla 8.180 se presentan los valores del factor de recuperación del 4-piridilaldehído y de precisión calculados tras aplicar los distintos métodos de extracción.

Tabla 8.180. Factor de recuperación . Efecto extracción PDAL

Conc. ozono equiv. ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Masa Ozono equiv. impreg. ( $\mu\text{g}$ )	AGITACIÓN				ULTRASONIDOS				VIBRACIÓN			
		Masa Ozono equivalente		Factor de recup. (%)	Precisión (%)	Masa Ozono equivalente		Factor de recup. (%)	Precisión (%)	Masa Ozono equivalente		Factor de recup. (%)	Precisión (%)
		Medida ( $\mu\text{g}$ )	Promedio ( $\mu\text{g}$ )			Medida ( $\mu\text{g}$ )	promedio ( $\mu\text{g}$ )			Medida ( $\mu\text{g}$ )	Promedio ( $\mu\text{g}$ )		
17	5,6	4,1	4,1	69,5	1,34	11,9	13,2	103,4	19,44	4,9	5,0	85,7	5,51
		4,1				16,2				5,3			
		4,0				11,6				4,8			
50	17,6	8,6	8,7	49,5	1,21	18,3	20,3	68,5	8,60	10,8	10,8	61,8	0,44
		8,8				21,4				10,8			
		8,6				21,3				10,9			
100	35,1	14,7	14,4	40,9	4,22	33,1	26,6	49,4	28,82	18,8	19,6	55,8	4,25
		14,7				28,5				20,4			
		13,7				18,2				19,5			
TOTAL				53,3	2,22			73,7	18,95			67,8	3,40

El factor promedio y su precisión se presentan en la Figura 8.100. El factor de recuperación promedio en ninguno de los métodos cumple con el criterio del 75%. El método que mayor factor de recuperación presenta es el método de extracción por ultrasonidos. Sin embargo, también es este método que presenta una peor precisión, con un valor promedio de 19% y alcanzando valores de 29%. Comparando los valores promedios el mejor resultado es el proporcionado por el método de extracción vibración puesto que tiene el mayor factor de recuperación con la mejor precisión, 3%.

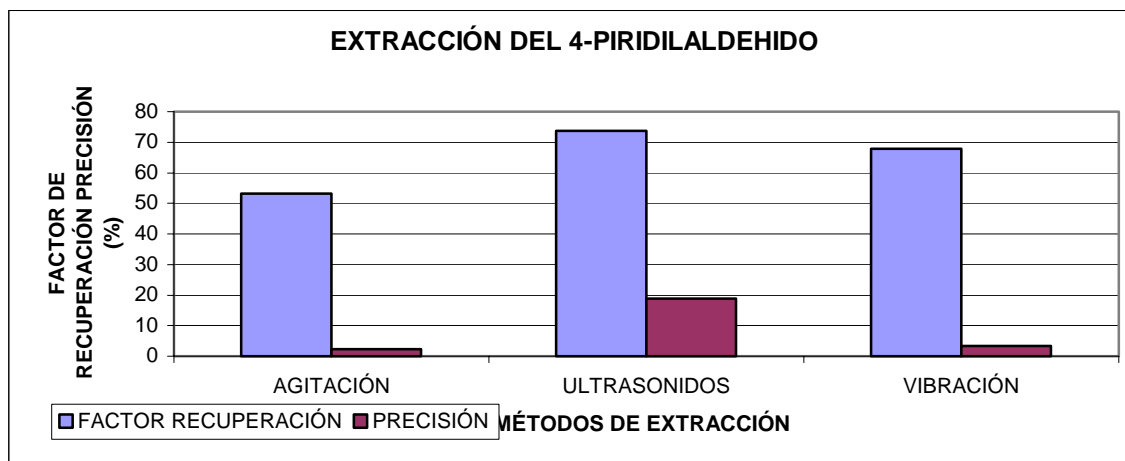


Figura 8.100. Efecto del método de extracción del 4-piridilaldehido

Representando las concentraciones equivalentes de ozono frente al factor de recuperación se aprecia que en todos los casos estudiados se ajusta a una curva logarítmica decreciente tal y como muestra la Figura 8.101. Se aprecia en las curvas que el factor de recuperación es mayor a pequeñas concentraciones de ozono equivalente, y disminuye a altas concentraciones de ozono, hasta estabilizarse en torno al 50% de factor de recuperación a partir de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

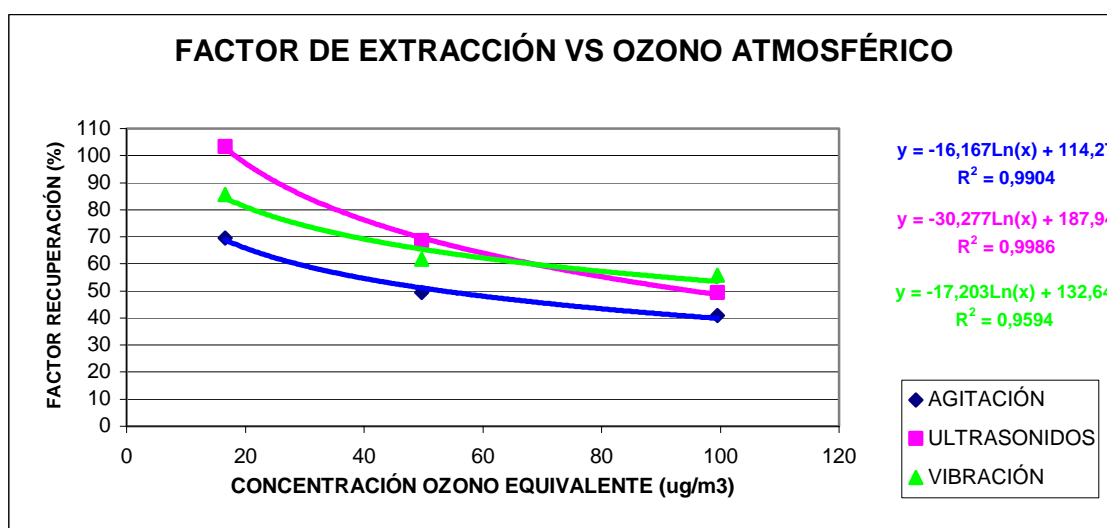


Figura 8.101. Factor de recuperación vs concentración de ozono equivalente

Para comprobar el efecto que pueda tener la gel de sílice (soporte impregnado) en la recuperación del 4-piridilaldehido se ha realizado el mismo ensayo directamente en tubos de ensayo con MBTH, insertando la cantidad adecuada de 4-piridilaldehido con la que se hubiera

impregnado los filtros de gel de sílice. Los resultados se presentan en la Tabla 8.181. El resultado obtenido del factor de recuperación sin gel de sílice se presenta en la Figura 8.102. En dicha figura se vuelve a observar la misma tendencia que la observada en la Figura 8.101 pero menos acentuada. De esto se concluye que la tendencia observada decreciente es en parte consecuencia del propio método de medida, pero en gran medida es consecuencia del efecto de retención que provoca la gel de sílice.

Tabla 8.181. Factor de recuperación disolución sin filtro

Conc. ozono equiv. (µg/m³)	Masa Ozono equiv. Impreg. (µg)	Masa Ozono equivalente		Factor de recuperación (%)	Precisión (%)
		medida (µg)	medida (µg)		
17	5,6	6,3	6,0	103,1	103,7
		6,0			
		5,8			
50	17,6	16,6	16,6	94,3	94,3
		16,6			
		16,4			
100	35,1	30,7	30,0	85,4	85,4
		29,3			
		29,9			
TOTAL				2,4	94,3

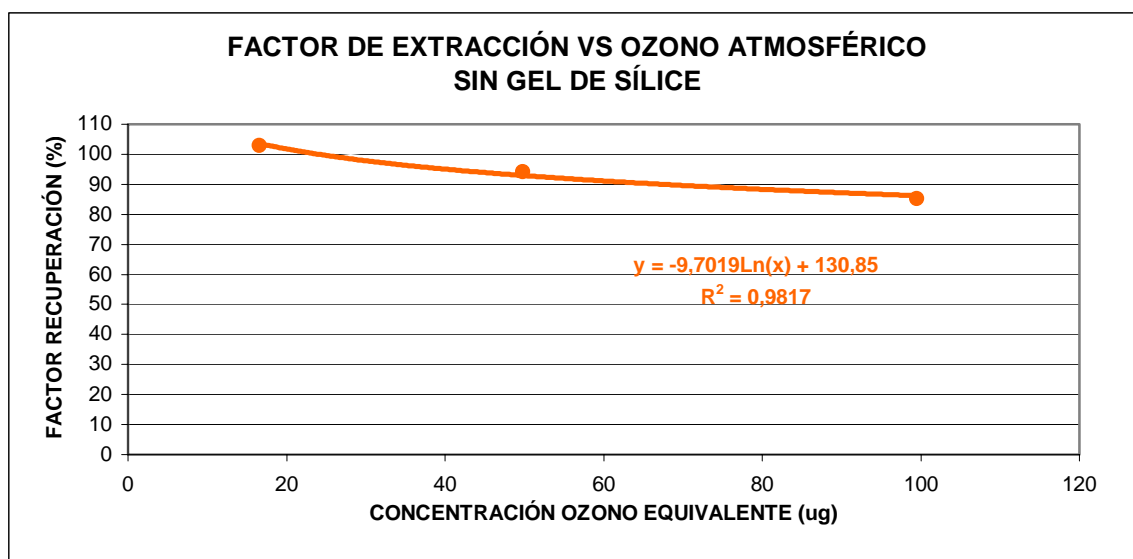


Figura 8.102. Factor de extracción vs ozono atmosférico sin gel de sílice.

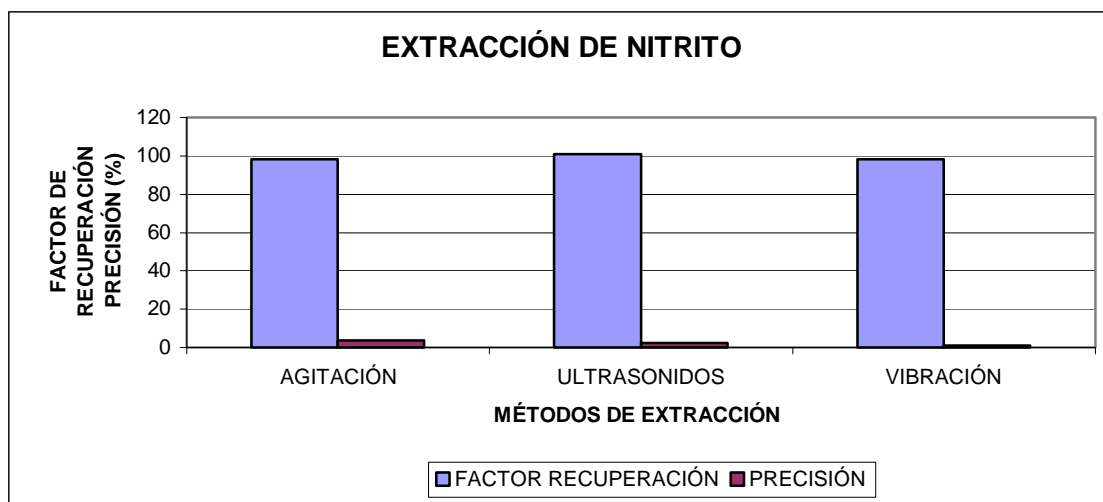
8.2.1.1.2. Extracción del nitrito en los filtros Radiello para medir NO<sub>2</sub>

En la Tabla 8.182 se presentan los valores del factor de recuperación del nitrito y de precisión calculados tras aplicar los distintos métodos de extracción.

**Tabla 8.182. Factor de recuperación . Efecto extracción nitrito**

Conc. NO2 equiv. (µg/m³)	Conc. Nitrito impregnada (µg/m³)	AGITACIÓN				ULTRASONIDOS				VIBRACIÓN			
		Concentración Nitrito		Factor de recup (%)	Precisión (%)	Concentración Nitrito		Factor de recup (%)	Precisión (%)	Concentración Nitrito		Factor de recup (%)	Precisión (%)
		medida (µg/m³)	Promedio (µg/m³)			Promedio (µg/m³)	promedio (µg)			medida (µg)	medida (µg/m³)		
6	0,25	0,142	0,140	56,0	7,3	0,248	0,2	92,8	8,3	0,197	0,198	77,5	2,0
		0,149				0,248				0,194			
		0,129				0,214				0,202			
25	1	0,895	0,925	92,5	3,9	0,999	1,0	100,1	2,2	1,000	0,982	96,2	2,3
		0,916				1,020				0,988			
		0,965				1,044				0,957			
60	2,5	2,563	2,532	101,3	1,6	2,536	2,6	101,6	3	2,540	2,543	99,7	0,2
		2,546				2,646				2,540			
		2,487				-				2,548			
130	5	5,516	5,326	106,5	5,9	5,252	5,2	101,1	1,6	5,053	5,064	99,2	0,3
		4,958				5,133				5,074			
		5,504				5,092				-			
TOTAL				98,1	3,8			100,9	2,3			98,4	0,9

El factor promedio y su respectiva precisión se presentan en la Figura 8.103. El factor de recuperación promedio cumple con el criterio del 75% en los tres métodos en el rango de concentraciones estudiados, excepto en el caso del método Agitación a bajas concentraciones (0-20 µg/m³). El método que mejores resultados presentan en cuanto a valores del factor de recuperación y de precisión de los resultados obtenidos es el método por Vibración.



*Figura 8.103. Efecto del método de extracción del nitrito*

Representando las concentraciones equivalentes de ozono frente al factor de recuperación se aprecia que en todos los casos estudiados se ajusta a una curva logarítmica creciente tal y como muestra la Figura 8.104. De dicha figura se aprecia que el método de extracción por agitación es el que peores resultados proporciona, puesto que presenta unos valores de factor de recuperación más variables a lo largo del rango de concentraciones de NO<sub>2</sub> estudiadas, además de ser el que a bajas concentraciones presenta factores de recuperación pequeños y por debajo del límite del 75%.

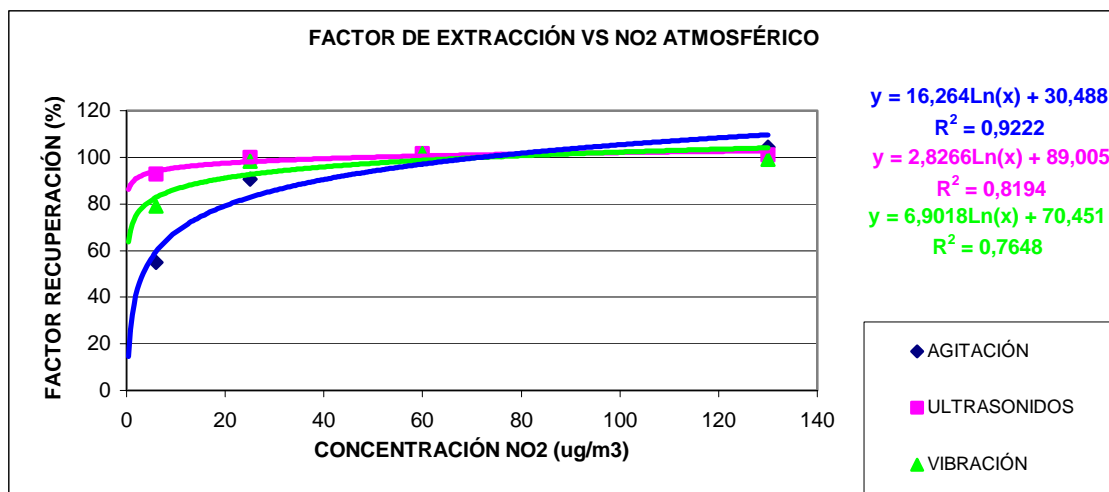


Figura 8.104. Factor de recuperación vs concentración de NO<sub>2</sub> atmosférico

En la Tabla 8.183 se muestran los valores de factor de recuperación de una disolución de nitrito de las mismas concentraciones con las que se han impregnado los filtros, pero sin utilizar dichos filtros. De esta forma se pretende estudiar el efecto que posee el filtro en la recuperación de la masa de nitrito impregnada.

Tabla 8.183. Factor de recuperación disolución sin filtro

Conc. NO <sub>2</sub> equiv. (μg/m <sup>3</sup> )	Conc. Nitrito impregnada (μg/m <sup>3</sup> )	Concentración Nitrito		Factor de recup (%)	Precisión (%)
		medida (μg/m <sup>3</sup> )	Promedio (μg/m <sup>3</sup> )		
6	0,25	0,188	0,188	75,3	0,3
		0,188			
		0,189			
25	1	0,993	0,995	99,5	1,0
		0,986			
		1,006			
60	2,5	2,552	2,485	99,4	3,9
		2,375			
		2,528			
130	5	4,959	4,966	99,3	0,2
		4,959			
		4,979			
TOTAL				92,5	1,3

Los resultados de la Tabla 8.183 se representan en la Figura 8.105. En dicha figura se aprecia la misma tendencia, por lo que la variación producida en el factor de recuperación es consecuencia del propio método de extracción.

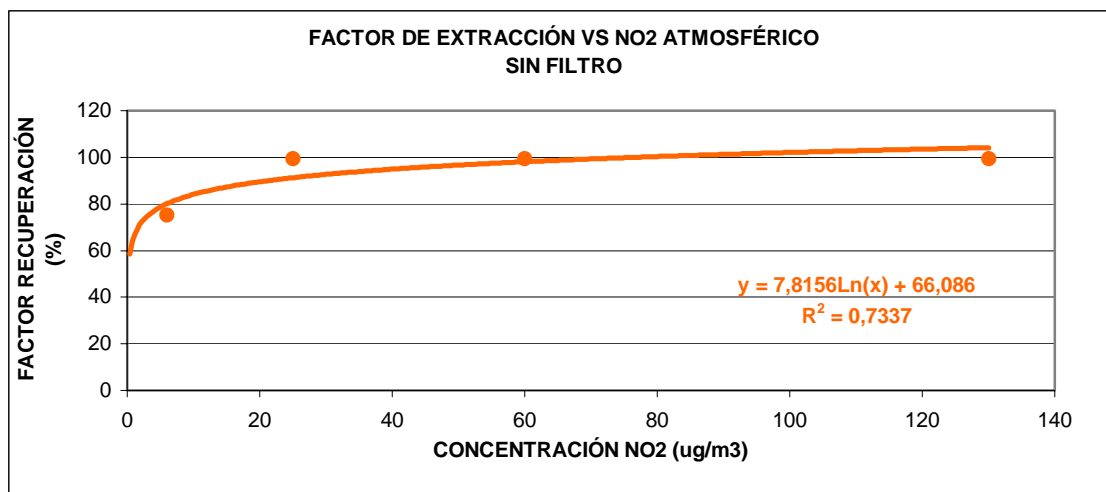


Figura 8.105. Factor de recuperación de una disolución de nitrito

### 8.2.1.2. Pruebas en el campo

Se pretende determinar el método más adecuado para la extracción del analito de los filtros de captación, de forma que el coeficiente de captación sea mejor. Para ello estudiaremos los valores del coeficiente de captación, la desviación, precisión y exactitud de los resultados fruto de los distintos métodos de extracción, además de comparar los resultados obtenidos con los datos de concentración de referencia aportados por la Conselleria de Medio Ambiente. Para ello se van a realizar pruebas colocando los captadores pasivos por parejas en varios puntos de referencia y realizando extracciones por diferentes métodos en el laboratorio.

#### 8.2.1.2.1. Optimización método Ogawa para medir ozono

##### 8.2.1.2.1.1. Determinación del coeficiente de captación

Los resultados obtenidos a lo largo de los periodos de muestreo en los que se han intercomparado se muestran en la Tabla 8.184 y Tabla 8.185 para la extracción de 1 hora por agitación y en la Tabla 8.186 y Tabla 8.187 para los resultados obtenidos con extracción de 1 hora por ultrasonidos. Los resultados se han obtenido con las carcassas protectoras Tipo G y Tipo B respectivamente.

Tabla 8.184. Resultados método extracción agitación, carcassa Tipo G

REF	Periodo de muestreo	Concentración nitrito (µg/ml)	Concentración nitrito promedio (µg/ml)	Concentración real Conselleria Ozono (µg/m³)	Tiempo exposición (min)	S individual (cm³/min)	Concentración estimada pasivos (µg/m³)	Desviación (%)	Precisión (%)	Exactitud (%)
BUR-A1-TG	09/07/03 a 15/07/03	1,178	1,172	87,56	8548	30,31	85,88	1,92	0,72	1,94
BUR-A2-TG		1,166								
PEÑ-A1-TG	09/07/03 a 15/07/03	1,102	1,160	81,65	8646	31,79	84,00	-2,88	7,01	3,08
PEÑ-A2-TG		1,217								
VLF-A1-TG	09/07/03 a 15/07/03	1,687	1,773	115,50	9715	30,57	114,28	1,06	6,82	1,27
VLF-A2-TG		1,858								

Tabla 8.185. Resultados método extracción agitación, carcasa Tipo B

REF	Periodo de muestreo	Concentración nitrato ( $\mu\text{g/ml}$ )	Concentración nitrato promedio ( $\mu\text{g/ml}$ )	Concentración real Consellería Ozono ( $\mu\text{g/m}^3$ )	Tiempo exposición (min)	S individual ( $\text{cm}^3/\text{min}$ )	Concentración estimada pasivos ( $\mu\text{g/m}^3$ )	Desviación (%)	Precisión (%)	Exactitud (%)
BUR-A1-G	09/07/03 a 15/07/03	0,445	0,552	87,56	8548	14,27	83,32	4,84	27,41	5,19
BUR-A2-G		0,659								
PEÑ-A1-G	09/07/03 a 15/07/03	0,478	0,539	81,65	8646	14,78	80,44	1,48	16,01	1,69
PEÑ-A2-G		0,600								
VLF-A1-G	09/07/03 a 15/07/03	0,945	0,932	115,50	9715	16,07	123,72	-7,12	2,05	7,15
VLF-A2-G		0,918								

Tabla 8.186. Resultados método extracción ultrasonidos, carcasa Tipo G

REF	Periodo de muestreo	Concentración nitrato ( $\mu\text{g/ml}$ )	Concentración nitrato promedio ( $\mu\text{g/ml}$ )	Concentración real Consellería Ozono ( $\mu\text{g/m}^3$ )	Tiempo exposición (min)	S individual ( $\text{cm}^3/\text{min}$ )	Concentración estimada pasivos ( $\mu\text{g/m}^3$ )	Desviación (%)	Precisión (%)	Exactitud (%)
BUR-A1-TG	09/07/03 a 15/07/03	0,865	0,800	87,56	8548	20,69	76,43	12,71	11,49	12,92
BUR-A2-TG		0,735								
PEÑ-A1-TG	09/07/03 a 15/07/03	1,069	1,107	81,65	8646	30,34	104,51	-28,00	4,79	28,13
PEÑ-A2-TG		1,144								
VLF-A1-TG	09/07/03 a 15/07/03	1,123	1,160	115,50	9715	20,01	97,51	15,57	4,51	14,95
VLF-A2-TG		1,197								

Tabla 8.187. Resultados método extracción ultrasonidos, carcasa Tipo B

REF	Periodo de muestreo	Concentración nitrato ( $\mu\text{g/ml}$ )	Concentración nitrato promedio ( $\mu\text{g/ml}$ )	Concentración real Consellería Ozono ( $\mu\text{g/m}^3$ )	Tiempo exposición (min)	S individual ( $\text{cm}^3/\text{min}$ )	Concentración estimada pasivos ( $\mu\text{g/m}^3$ )	Desviación (%)	Precisión (%)	Exactitud (%)
BUR-A1-TB	26/08/03 a 04/09/03	0,154	0,215	87,56	8548	5,55	65,63	25,04	39,89	25,24
BUR-A2-TB		0,275								
GRA-A1-TB	26/08/03 a 02/09/03	0,432	0,337	81,65	8646	9,23	101,80	-24,67	40,14	25,01
GRA-A2-TB		0,241								

En la Figura 8.106 se muestra la evolución de los coeficientes de captación individual calculados para los dos métodos de extracción utilizados y las dos carcasas de protección utilizadas y en la Figura 8.107 se muestra la correlación entre los coeficientes de captación obtenidos por ambos métodos. De la observación de la Figura 8.106 y la Figura 8.107 se concluye que el coeficiente de captación resultado del método de extracción por agitación es siempre mayor al coeficiente de captación resultado del método de extracción por ultrasonidos.

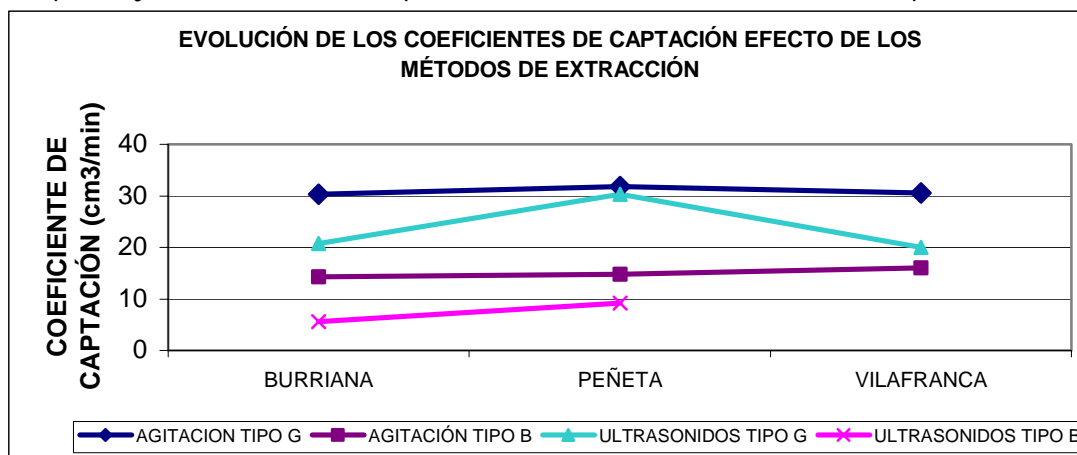


Figura 8.106. Evolución de los coeficientes de captación. Efecto de los métodos de extracción en el captador Ogawa para medir ozono.



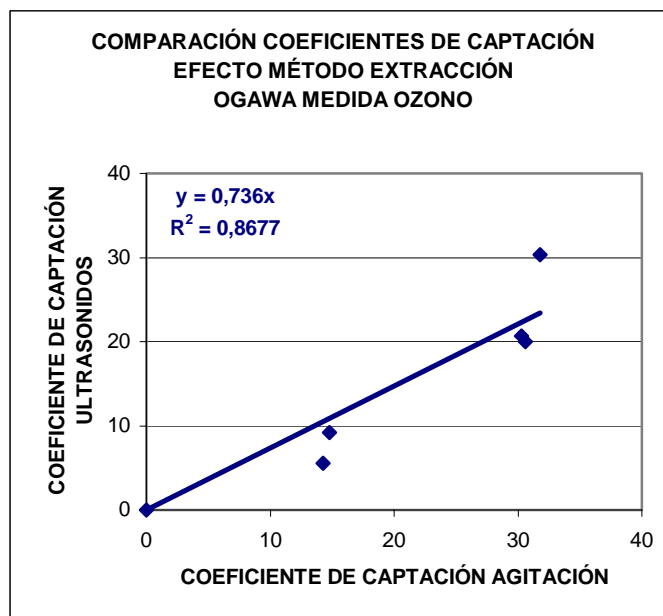


Figura 8.107. Correlación de los coeficientes de captación resultado de los diferentes métodos de extracción del analito en el captador Ogawa para ozono.

En la Tabla 8.188 se resumen los resultados del coeficiente de captación obtenidos con las distintos métodos de extracción. En ella se observa que el método de extracción agitación proporciona coeficientes de captación un 26% superiores en el caso de la carcasa Tipo G y hasta dos veces superior en el caso de la carcasa Tipo B. Además, atendiendo a la desviación estándar relativa apreciamos como con el método agitación no varía tanto el coeficiente de captación del captador Ogawa.

Tabla 8.188. Resultados coeficiente captación. Efecto del método de extracción

COEFICIENTE CAPTACIÓN	CARCASA TIPO G		CARCASA TIPO B	
	AGITACIÓN	ULTRASONIDOS	AGITACIÓN	ULTRASONIDOS
PROMEDIO (cm3/min)	30,9	23,7	15,0	7,4
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (cm3/min)	0,8	5,8	0,9	2,6
DSR (%)	2,6	24,4	6,1	35,2

8.2.1.2.1.2. Desviación, precisión y exactitud

8.2.1.2.1.2.1. Desviación

Los resultados de desviación obtenidos en cada punto de referencia se muestran en la Tabla 8.184 a Tabla 8.187. Los resultados promedio de cada método se reflejan en la Tabla 8.189.

Tabla 8.189. Resultados desviación, precisión y exactitud. Efecto métodos de extracción

ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO	CARCASA TIPO G		CARCASA TIPO B		PROMEDIO AGITACIÓN	PROMEDIO ULTRASONIDOS
	AGITACIÓN	ULTRASONIDOS	AGITACIÓN	ULTRASONIDOS		
DESVIACIÓN (%)	1,84	19,13	4,48	24,03	3,16	21,09
PRECISIÓN (%)	4,85	6,93	15,16	40,01	10,00	20,16
EXACTITUD (%)	2,09	18,67	4,68	25,13	3,39	21,25

En la Figura 8.108 se muestra que la desviación promedio del método de extracción agitación es considerablemente mejor a la obtenida con el método de extracción por ultrasonidos variando de un 3% la primera hasta un 21% la segunda.

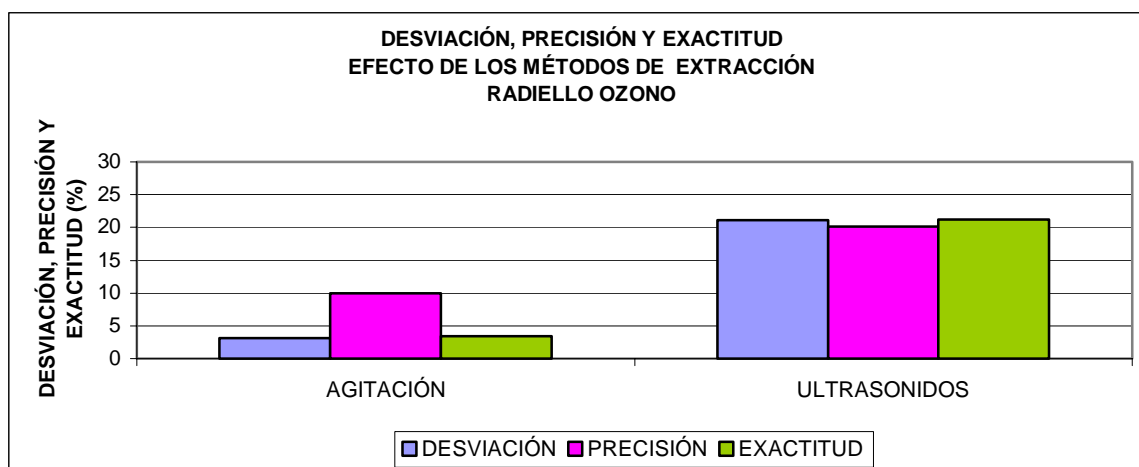


Figura 8.108. Desviación, precisión y exactitud Ogawa para medir ozono, efecto de los métodos de extracción

#### 8.2.1.2.1.2.2. Precisión

Los resultados de precisión obtenidos en cada punto de referencia se muestran en la Tabla 8.184 a Tabla 8.187. Los resultados promedio de cada método se reflejan en la Tabla 8.189 y en la Figura 8.108. La precisión promedio del método de extracción agitación, al igual que ocurría con la desviación, es mejor a la obtenida con el método de extracción por ultrasonidos variando de un 10% la primera hasta un 20% la segunda.

#### 8.2.1.2.1.2.3. Exactitud

Los resultados de exactitud obtenidos en cada punto de referencia se muestran en la Tabla 8.184 a Tabla 8.187. Los resultados promedio de cada método se reflejan en la Tabla 8.189 y en la Figura 8.108. La exactitud promedio del método de extracción agitación es mejor a la obtenida con el método de extracción por ultrasonidos variando de un 3% la primera hasta un 21% la segunda.

A pesar de que la variación entre ambas es muy elevada, las dos cumplen con el criterio tanto del NIOSH del 25% (Bartley, 2001; Kennedy et al., 1998) como del CEN del 30% (CEN).

#### 8.2.1.2.1.3. Comparación de los resultados obtenidos mediante el método Ogawa con el método de referencia

A fin de estudiar la correlación de los resultados ofrecidos por cada uno de los dos métodos de extracción con el método de referencia se comparan los valores cedidos por la Conselleria de Medio Ambiente de la Generalitat Valenciana y los resultados de concentración estimada con el captador pasivo Ogawa según los dos métodos de extracción. Los resultados de concentración estimada se muestran en la Tabla 8.184 a Tabla 8.187.

#### 8.2.1.2.1.3.1. Evolución de los niveles medidos mediante ambos métodos

Para realizar la comparación entre el método de referencia y los distintos resultados ofrecidos por los dos métodos de extracción se han representado los datos obtenidos con el captador Ogawa junto con los datos medidos en las estaciones de referencia para observar si los

niveles medidos por ambos métodos siguen las mismas tendencias y dan valores análogos. Dicha representación se muestra en Figura 8.109.

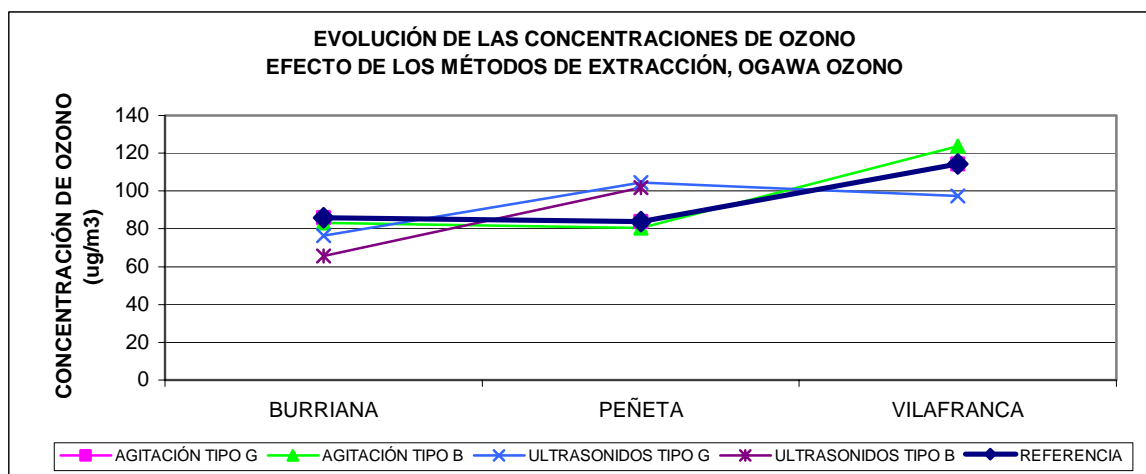


Figura 8.109. Variación de la concentración medida Ogawa Ozono y valores de referencia. Efecto de los métodos de extracción

Se aprecia en la Figura 8.109 que las concentraciones de ozono obtenidas según el método de extracción agitación siguen las mismas tendencias a lo largo de los puntos de referencia. Las curvas obtenidas con el método de extracción ultrasonidos, aunque dan valores similares, en algún caso no sigue la misma tendencia a diferencia de lo que ocurre con el método de extracción por agitación, en los cuales casi se solapan los valores de concentración de ozono con los de referencia.

#### 8.2.1.2.1.3.2. Correlación entre ambos métodos

Para comparar la bondad de los datos obtenidos con los dos métodos de extracción se ha realizado una correlación de las concentraciones obtenidas con cada uno de los métodos de extracción y los valores de concentración de referencia. En la Figura 8.110 se representa la recta de correlación obtenida.

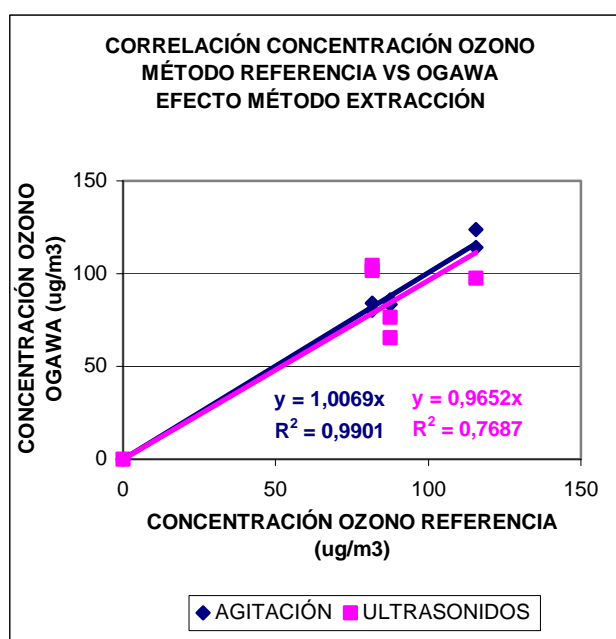


Figura 8.110. Comparación concentraciones captador pasivo Ogawa método de referencia

La recta de correlación de las concentraciones obtenidas con el método de extracción agitación con las obtenidas en el método de referencia presenta un coeficiente de determinación de 0,99, una pendiente de 1 y un error asociado a la correlación de  $4,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , siendo la mejor recta de correlación. Los resultados obtenidos en el método de ultrasonidos presentan un coeficiente de determinación de 0,77, subestiman en un 4% las concentraciones de referencia y el error asociado es de  $20,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Tras el estudio en campo se determina que el mejor método para realizar la extracción del nitrato en los captadores Ogawa para medir ozono es el método de extracción de 1 hora en agitación.

#### 8.2.1.2.2. Optimización método Radiello para medir ozono

##### 8.2.1.2.2.1. *Determinación del coeficiente de captación*

Los resultados obtenidos a lo largo de los periodos de muestreo en los que se han intercomparado se muestran en la Tabla 8.190 para la extracción de 1 hora por agitación, en la Tabla 8.191 para la extracción de 30 min por ultrasonidos y en la Tabla 8.192 para los resultados obtenidos con extracción de 1 min por vibración. Los resultados se han obtenido con la carcasa protectora Tipo R.

**Tabla 8.190. Resultados método extracción agitación**

REF	Periodo de muestreo	Masa ozono equivalente ( $\mu\text{g}$ )	Masa ozono equivalente promedio ( $\mu\text{g}$ )	Concentración real Conselleria Ozono ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Tiempo exposición (min)	S individual ( $\text{cm}^3/\text{min}$ )	Concentración estimada pasivos ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Desviación (%)	Precisión (%)	Exactitud (%)
BUR-B1	09/07/03 a 15/07/03	15,249	17,776	87,56	8548	23,75	73,22	16,37	12,32	21,38
BUR-B2		18,959								
BUR-B3		19,119								
PEÑ-B1	09/07/03 a 15/07/03	25,419	25,899	81,65	8646	36,69	105,48	-29,18	4,90	32,30
PEÑ-B2		24,939								
PEÑ-B3		27,339								
VLF-B1	09/07/03 a 15/07/03	26,469	25,226	115,50	9715	22,48	91,43	20,84	4,47	22,79
VLF-B2		24,939								
VLF-B3		24,269								
BUR-B1	26/08/03 a 04/09/03	19,440	18,330	53,84	12697	26,81	50,83	5,59	8,56	11,42
BUR-B2		17,220								
GRA-B1	26/08/03 a 02/09/03	20,620	19,710	48,00	12670	32,41	54,78	-14,12	6,53	19,49
GRA-B2		18,800								

**Tabla 8.191. Resultados método extracción ultrasonidos**

REF	Periodo de muestreo	Masa ozono equivalente ( $\mu\text{g}$ )	Masa ozono equivalente promedio ( $\mu\text{g}$ )	Concentración real Conselleria Ozono ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Tiempo exposición (min)	S individual ( $\text{cm}^3/\text{min}$ )	Concentración estimada pasivos ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Desviación (%)	Precisión (%)	Exactitud (%)
BUR-B1	09/07/03 a 15/07/03	17,689	19,536	87,56	8548	26,10	73,02	16,61	13,47	22,62
BUR-B2		22,549								
BUR-B3		18,369								
PEÑ-B1	09/07/03 a 15/07/03	31,579	29,426	81,65	8646	41,68	108,74	-33,17	6,37	37,77
PEÑ-B2		28,539								
PEÑ-B3		28,159								
VLF-B1	09/07/03 a 15/07/03	29,039	29,473	115,50	9715	26,27	96,92	16,08	1,33	16,76
VLF-B2		29,579								
VLF-B3		29,799								

Tabla 8.192. Resultados método extracción vibración

REF	Periodo de muestreo	Masa ozono equivalente (µg)	Masa ozono equivalente promedio (µg)	Concentración real Consellería Ozono (µg/m³)	Tiempo exposición (min)	S individual (cm³/min)	Concentración estimada pasivos (µg/m³)	Desviación (%)	Precisión (%)	Exactitud (%)
BUR-B1	26/08/03 a 04/09/03	19,850	21,890	53,84	12697	32,02	49,86	7,40	13,18	18,11
BUR-B2		23,930								
GRA-B1	26/08/03 a 02/09/03	22,480	22,585	48,00	12670	37,14	51,55	-7,39	0,66	8,01
GRA-B2		22,690								

En la Figura 8.111 se muestra la evolución de los coeficientes de captación individual calculados para los tres métodos de extracción utilizados y en la Figura 8.112 se muestra la correlación entre los resultados del coeficiente de captación obtenidos por ambos métodos. De la observación de la Figura 8.111 y la Figura 8.112 se concluye que el coeficiente de captación resultado del método de extracción por agitación es siempre menor al coeficiente de captación resultado del método de extracción por ultrasonidos y del método de extracción por vibración, siendo el método de vibración el que da los resultados del coeficiente de captación más elevados.

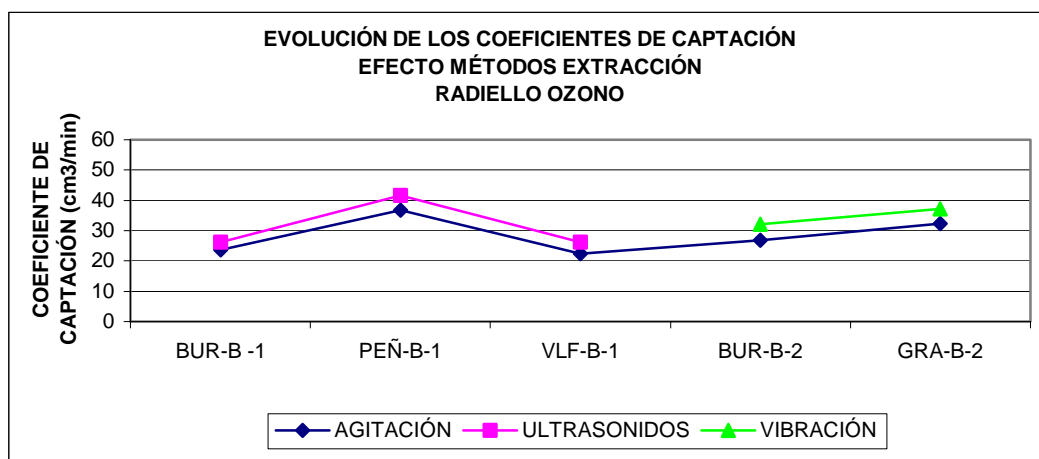


Figura 8.111. Evolución de los coeficientes de captación. Efecto de los métodos de extracción en el captador Radiello para medir ozono.

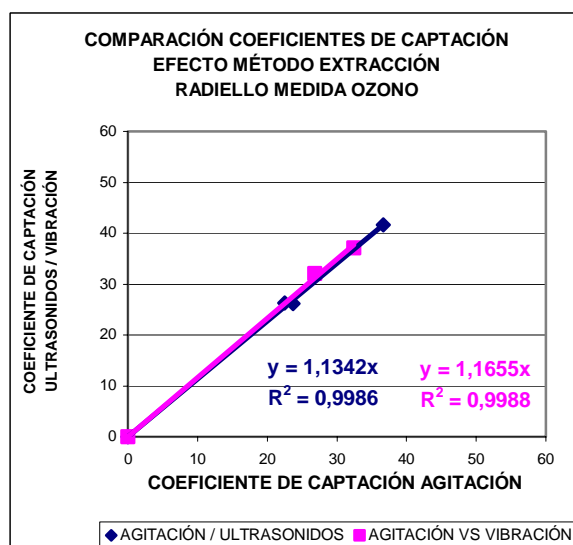


Figura 8.112. Correlación de los coeficientes de captación resultado de los diferentes métodos de extracción del analito en el captador Radiello para ozono.

En la Tabla 8.193 se resumen los resultados del coeficiente de captación obtenidos con las distintos métodos de extracción. En ella se observa que el método de extracción por vibración proporciona coeficientes de captación un 22% más elevados que el método de agitación y un 10% superiores al método de ultrasonidos. Además, atendiendo a la desviación estándar relativa apreciamos como con el método vibración no varía tanto el coeficiente de captación del captador Radiello.

**Tabla 8.193. Resultados coeficiente captación. Efecto del método de extracción**

COEFICIENTE DE CAPTACIÓN	AGITACIÓN	ULTRASONIDOS	VIBRACIÓN
PROMEDIO (cm <sup>3</sup> /min)	28,4	31,3	34,58
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (cm <sup>3</sup> /min)	6,0	8,9	3,6
DSR (%)	21,1	28,5	10,5

8.2.1.2.2.2. *Desviación, precisión y exactitud*

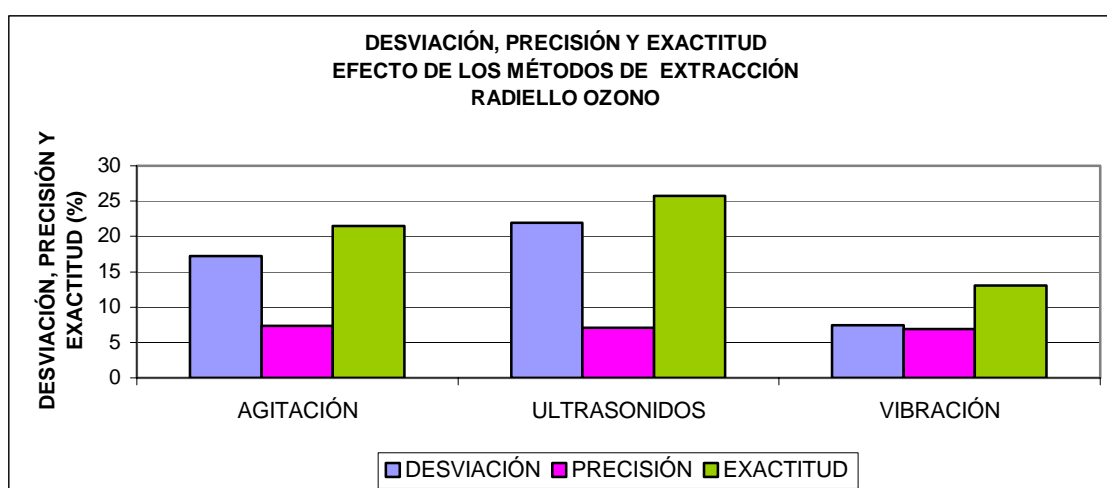
8.2.1.2.2.2.1. Desviación

Los resultados de desviación obtenidos en cada punto de referencia se muestran en la Tabla 8.190 a Tabla 8.192. Los resultados promedio de cada método se reflejan en Tabla 8.194.

**Tabla 8.194. Resultados desviación, precisión y exactitud. Efecto métodos de extracción**

ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO	AGITACIÓN	ULTRASONIDOS	VIBRACIÓN
DESVIACIÓN (%)	17,22	21,95	7,39
PRECISIÓN (%)	7,36	7,06	6,92
EXACTITUD (%)	21,48	25,72	13,06

En la Figura 8.113 se muestran los valores de desviación de cada uno de los métodos de extracción. La desviación del método de extracción por vibración es considerablemente mejor a las otras dos, siendo un 7% frente al 17% y 22% de los métodos de agitación y ultrasonidos respectivamente.



*Figura 8.113. Desviación, precisión y exactitud Radiello para medir ozono, efecto de los métodos de extracción*

#### 8.2.1.2.2.2.2. Precisión

Los resultados de precisión obtenidos en cada punto de referencia se muestran en la Tabla 8.190 a Tabla 8.192. Los resultados promedio de cada método se reflejan en Tabla 8.194.

En la Figura 8.113 se muestran los valores de precisión de cada uno de los métodos de extracción. La precisión de los tres métodos de extracción es muy similar en torno al 7%.

#### 8.2.1.2.2.2.3. Exactitud

Los resultados de exactitud obtenidos en cada punto de referencia se muestran en la Tabla 8.190 a Tabla 8.192. Los resultados promedio de cada método se reflejan en Tabla 8.194.

En la Figura 8.113 se muestran los valores de exactitud de cada uno de los métodos de extracción. La exactitud del método de extracción por vibración es mejor a la obtenida con los otros dos métodos de extracción, siendo ésta del  $13\% \pm 7\%$  frente al  $21\% \pm 8\%$  en el caso del método de extracción por agitación y del  $26\% \pm 10\%$  de los resultados obtenidos por ultrasonidos.

La extracción por vibración cumple con el criterio tanto del NIOSH del 25% (Bartley, 2001; Kennedy et al., 1998) como del CEN del 30% (CEN). La extracción por agitación cumple también con los dos, pero la extracción por ultrasonidos sólo cumple con el criterio del CEN.

#### 8.2.1.2.2.3. Comparación de los resultados obtenidos mediante el método Radiello con el método de referencia

A fin de estudiar la correlación de los resultados ofrecidos por cada uno de los tres métodos de extracción con el método de referencia se comparan los valores cedidos por la Conselleria de Medio Ambiente de la Generalitat Valenciana y los resultados de concentración estimada con el captador pasivo Radiello según los tres métodos de extracción. Los resultados de concentración estimada se muestran en la Tabla 8.190 a Tabla 8.192.

##### 8.2.1.2.2.3.1. Evolución de los niveles medidos mediante ambos métodos

Para realizar la comparación entre el método de referencia y los distintos resultados ofrecidos por los dos métodos de extracción se han representado los datos obtenidos con el captador Radiello junto con los datos medidos en las estaciones de referencia para observar si los niveles medidos por ambos métodos siguen las mismas tendencias y dan valores análogos. Dicha representación se muestra en la Figura 8.114.

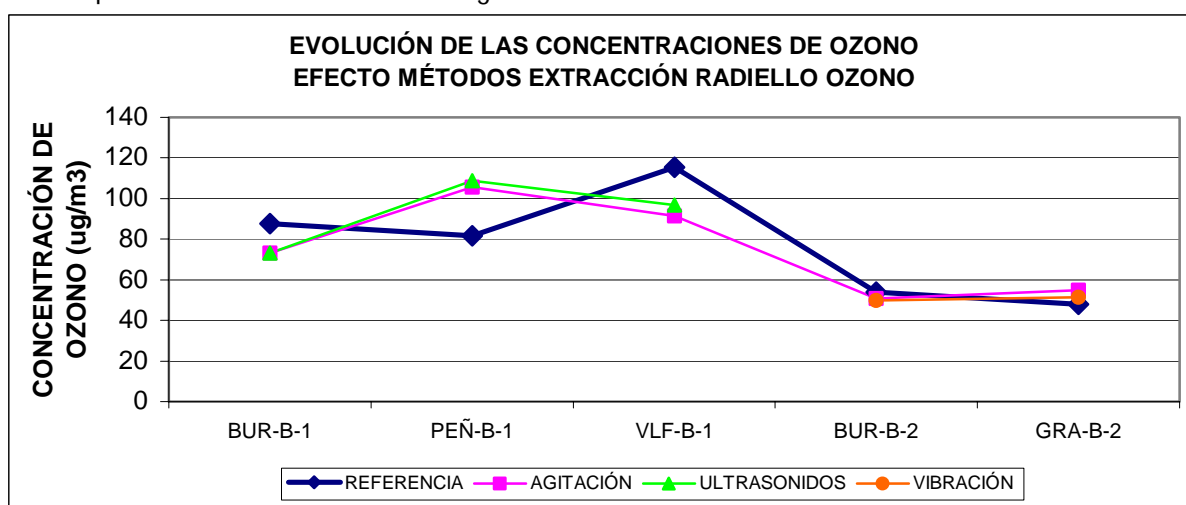


Figura 8.114. Variación de la concentración medida Radiello Ozono y valores de referencia. Efecto de los métodos de extracción

Se aprecia en la Figura 8.114 que las concentraciones de ozono obtenidas en la semana 5 existe mayor desviación que las obtenidas en la semana 10 donde las curvas obtenidas con el método de extracción agitación y vibración casi se solapan los valores de concentración de ozono con los de referencia.

#### 8.2.1.2.3.2. Correlación entre ambos métodos

Para comparar la bondad de los datos obtenidos con los dos métodos de extracción se ha realizado una comparación de las concentraciones obtenidas con cada uno de los métodos de extracción y los valores de concentración de referencia. En la Figura 8.115 se representa la recta de correlación obtenida.

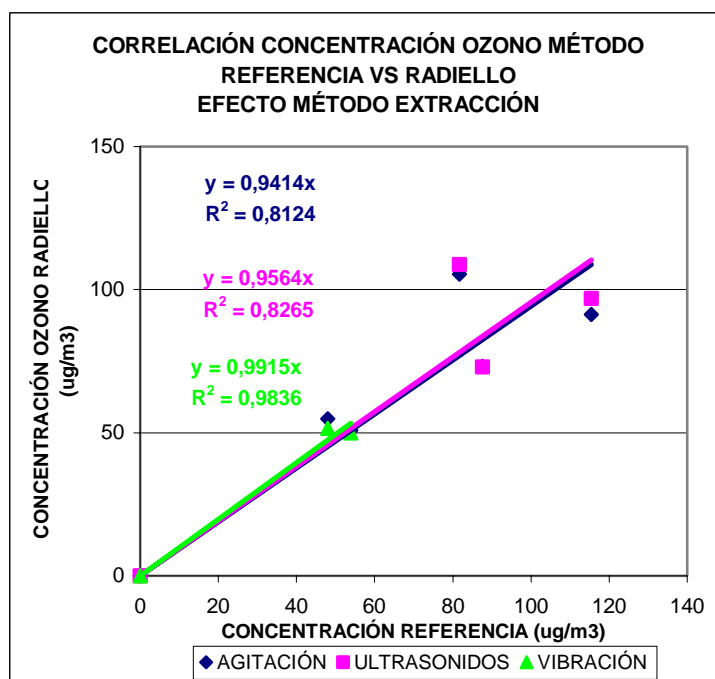


Figura 8.115. Comparación concentraciones captador pasivo Radiello método de referencia

La recta de correlación de las concentraciones obtenidas con el método de extracción vibración con las obtenidas en el método de referencia presenta un coeficiente de determinación de 0,98, una pendiente de 0,99 y un error asociado de 5,28  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , siendo la mejor recta de correlación. Los resultados obtenidos en el método de ultrasonidos presentan un coeficiente de determinación de 0,83, un error de 24,49  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y subestima en un 4% las concentraciones de referencia y los resultados obtenidos en el método de agitación presentan un coeficiente de determinación de 0,81, un error de 17,31  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y subestima en un 6% las concentraciones de referencia

Tras el estudio en campo se determina que el mejor método para realizar la extracción del piridilaldehído en los captadores Radiello para medir ozono es el método de extracción de 1 minuto en vibración.



8.2.1.2.3. Optimización método Radiello para medir NO<sub>2</sub>8.2.1.2.3.1. *Determinación del coeficiente de captación*

Los resultados obtenidos a lo largo de los periodos de muestreo en los que se han intercomparado se muestran en la Tabla 8.195 para la extracción de 1 hora por agitación, en la Tabla 8.196 para la extracción de 30 min por ultrasonidos y en la Tabla 8.197 para los resultados obtenidos con extracción de 1 min por vibración. Los resultados se han obtenido con la carcasa protectora "Radiello".

Tabla 8.195. Resultados método extracción agitación

REF	Periodo de muestreo	Concentración Nitrito (µg/ml)	Concentración Nitrito promedio (µg/ml)	Concentración real Conselleria NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Tiempo exposición (min)	S individual (cm <sup>3</sup> /min)	Concentración estimada pasivos (µg/m <sup>3</sup> )	Desviación (%)	Precisión (%)	Exactitud (%)
BUR-N1	09/07/03 a 15/07/03	1,443	1,485	20,51	8548	84,70	20,80	-1,40	10,69	2,96
BUR-N2		1,661								
BUR-N3		1,352								
PEÑ-N1	09/07/03 a 15/07/03	0,999	1,016	14,27	8646	82,35	14,07	1,41	1,49	1,61
PEÑ-N2		1,023								
PEÑ-N3		1,027								
VLF-N1	09/07/03 a 15/07/03	-0,006	-0,002	5,20	9715	DATO NO VÁLIDO				
VLF-N2		0,010								
VLF-N3		-0,010								
BUR-N1	26/08/03 a 04/09/03	1,747	1,233	19,96	12697	48,66	22,84	-14,41	58,89	21,71
BUR-N2		0,720								
GRA-N1	26/08/03 a 02/09/03	1,344	1,204	26,10	12670	36,40	22,34	14,42	16,45	15,92
GRA-N2		1,064								

Tabla 8.196. Resultados método extracción ultrasonidos

REF	Periodo de muestreo	Concentración Nitrito (µg/ml)	Concentración Nitrito promedio (µg/ml)	Concentración real Conselleria NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Tiempo exposición (min)	S individual (cm <sup>3</sup> /min)	Concentración estimada pasivos (µg/m <sup>3</sup> )	Desviación (%)	Precisión (%)	Exactitud (%)
BUR-N1	09/07/03 a 15/07/03	1,488	1,318	20,51	8548	75,16	19,74	3,75	19,03	6,20
BUR-N2		1,436								
BUR-N3		1,030								
PEÑ-N1	09/07/03 a 15/07/03	1,016	1,000	14,27	8646	81,02	14,81	-3,76	2,52	4,14
PEÑ-N2		0,971								
PEÑ-N3		1,013								
VLF-N1	09/07/03 a 15/07/03	-0,015	-0,009	5,20	9715	DATO NO VÁLIDO				
VLF-N2		-0,029								
VLF-N3		0,017								

Tabla 8.197. Resultados método extracción vibración

REF	Periodo de muestreo	Concentración Nitrito (µg/ml)	Concentración Nitrito promedio (µg/ml)	Concentración real Conselleria NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Tiempo exposición (min)	S individual (cm <sup>3</sup> /min)	Concentración estimada pasivos (µg/m <sup>3</sup> )	Desviación (%)	Precisión (%)	Exactitud (%)
BUR-N1	26/08/03 a 04/09/03	1,170	1,440	19,96	12697	56,81	26,13	-30,89	26,52	34,74
BUR-N2		1,710								
GRA-N1	26/08/03 a 02/09/03	1,007	0,992	26,10	12670	29,99	18,03	30,90	2,14	31,08
GRA-N2		0,977								

En la Figura 8.116 se muestra la evolución de los coeficientes de captación individual calculados para los tres métodos de extracción utilizados y en la Figura 8.117 se muestra la correlación entre los resultados del coeficiente de captación obtenidos por ambos métodos. De la observación de la Figura 8.116 y la Figura 8.117 se concluye que el coeficiente de captación

resultado del método de extracción por agitación es mayor al coeficiente de captación resultado del método de extracción por ultrasonidos y que el método de extracción por vibración es similar al método de agitación.

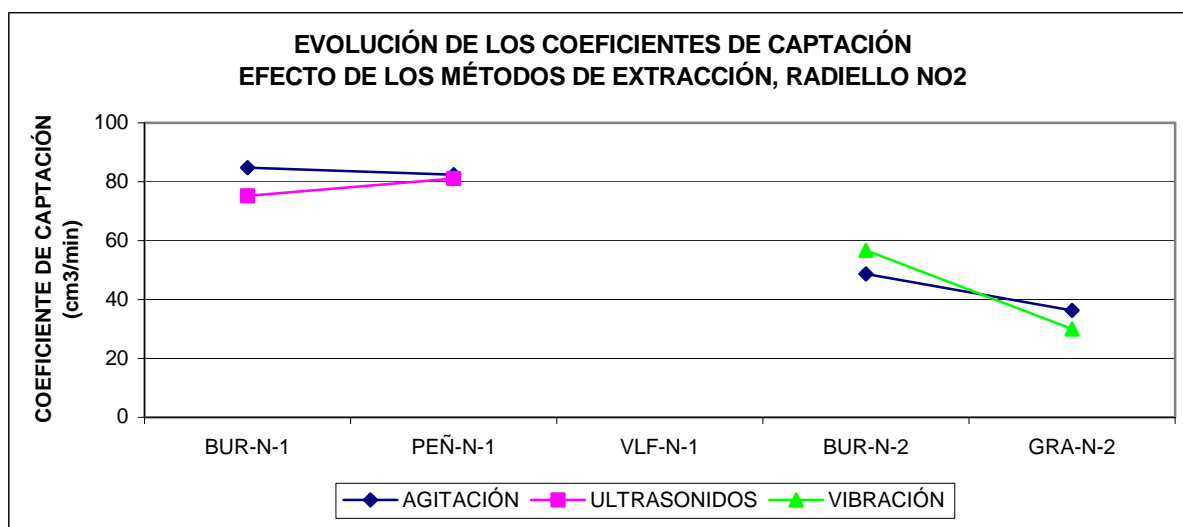


Figura 8.116. Evolución de los coeficientes de captación. Efecto de los métodos de extracción en el captador Radiello para medir NO<sub>2</sub>.

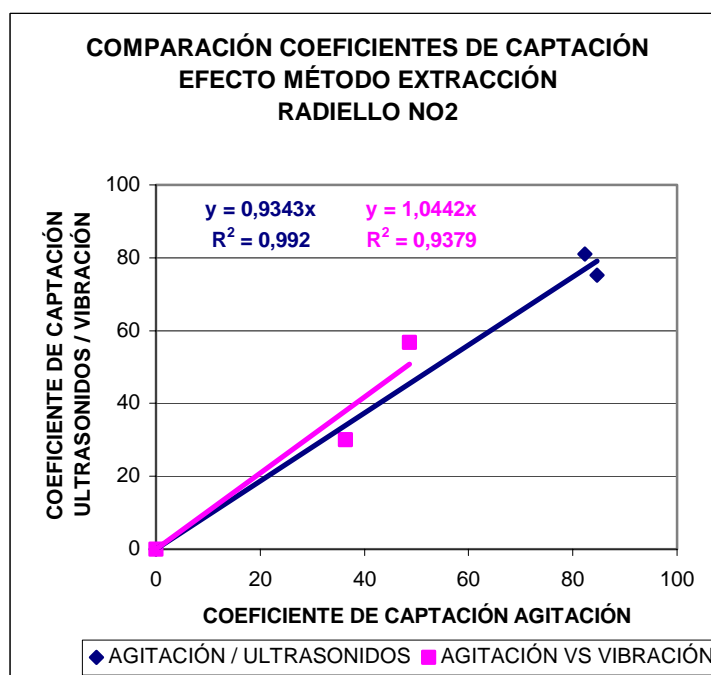


Figura 8.117. Correlación de los coeficientes de captación resultado de los diferentes métodos de extracción del analito en el captador Radiello para NO<sub>2</sub>.

En la Tabla 8.198 se resumen los resultados del coeficiente de captación obtenidos con las distintos métodos de extracción. En el caso del método de agitación se han descrito los resultados obtenidos en las dos semanas en las que se han medido puesto que dan resultados del coeficiente de captación distintos y tal y como se vio en el punto 8.1.3.3.2.1. el coeficiente de captación puede variar de unas semanas a otras en función de determinados niveles de contaminantes y variables atmosféricas.

**Tabla 8.198. Resultados coeficiente captación. Efecto del método de extracción**

COEFICIENTE DE CAPTACIÓN	AGITACIÓN			ULTRASONIDOS	VIBRACIÓN
	SEMANA 5	SEMANA 10	PROMEDIO		
PROMEDIO (cm <sup>3</sup> /min)	83,5	42,5	63,0	78,1	43,4
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (cm <sup>3</sup> /min)	1,7	8,7	5,2	4,1	19,0
DSR (%)	2,0	20,4	11,2	5,3	43,7

En la Tabla 8.198 se observa que el método de extracción por agitación proporciona coeficientes de captación similares al método por ultrasonidos y al método de vibración. Además, atendiendo a la desviación estándar relativa apreciamos como el método de extracción por vibración es el que más hace variar el coeficiente de captación del captador Radiello.

8.2.1.2.3.2. *Desviación, precisión y exactitud*

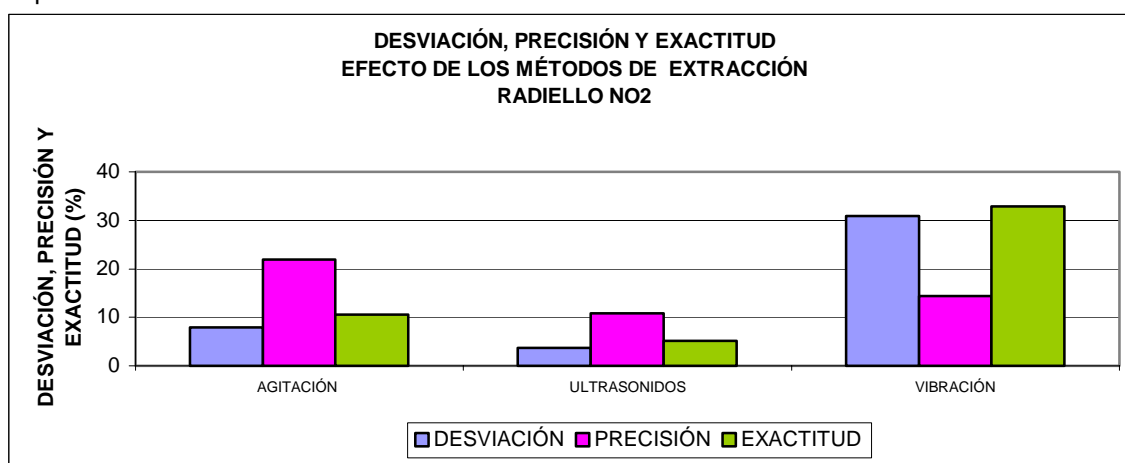
8.2.1.2.3.2.1. Desviación

Los resultados de desviación obtenidos en cada punto de referencia se muestran en la Tabla 8.195 a Tabla 8.197. Los resultados promedio de cada método se reflejan en Tabla 8.199.

**Tabla 8.199. Resultados desviación, precisión y exactitud. Efecto métodos de extracción**

DESCRIPTIVO ESTADÍSTICO	AGITACIÓN	ULTRASONIDOS	VIBRACIÓN
DESVIACIÓN (%)	7,91	3,76	30,90
PRECISIÓN (%)	21,88	10,77	14,33
EXACTITUD (%)	10,55	5,17	32,91

En la Figura 8.118 se muestran los valores de desviación de cada uno de los métodos de extracción. La desviación del método de extracción por vibración es considerablemente peor a las otras dos, siendo un 31% frente al 8% y 4% de los métodos de agitación y ultrasonidos respectivamente.



*Figura 8.118. Desviación, precisión y exactitud Radiello para medir NO<sub>2</sub>, efecto de los métodos de extracción*

#### 8.2.1.2.3.2.2. Precisión

Los resultados de precisión obtenidos en cada punto de referencia se muestran en la Tabla 8.195 a Tabla 8.197. Los resultados promedio de cada método se reflejan en Tabla 8.199.

En la Figura 8.118 se muestran los valores de precisión de cada uno de los métodos de extracción. La precisión del método de extracción de ultrasonidos es la mejor de todas con un 11%. La precisión del método de extracción por vibración es ligeramente peor con un 14% de precisión, siendo el peor de los tres el método de extracción por agitación con un 22%.

#### 8.2.1.2.3.2.3. Exactitud

Los resultados de exactitud obtenidos en cada punto de referencia se muestran en la Tabla 8.195 a Tabla 8.197. Los resultados promedio de cada método se reflejan en Tabla 8.199.

En la Figura 8.118 se muestran los valores de exactitud de cada uno de los métodos de extracción. La exactitud del método de extracción por ultrasonidos es la mejor de los tres métodos con un  $5\% \pm 2\%$ . El método de extracción por vibración da una exactitud intermedia con un  $11\% \pm 3\%$ . El peor de los tres métodos, con diferencia, es el de vibración con un  $33\% \pm 3\%$  de exactitud. La extracción por ultrasonidos y por agitación cumple con el criterio tanto del NIOSH del 25% (Bartley, 2001; Kennedy et al., 1998) como del CEN del 30% (CEN). Por el contrario, la extracción por vibración no cumple con ninguno de los dos criterios.

#### 8.2.1.2.3.3. Comparación de los resultados obtenidos mediante el método Radiello con el método de referencia

A fin de estudiar la correlación de los resultados ofrecidos por cada uno de los tres métodos de extracción con el método de referencia se comparan los valores cedidos por la Conselleria de Medio Ambiente de la Generalitat Valenciana y los resultados de concentración estimada con el captador pasivo Radiello según los tres métodos de extracción. Los resultados de concentración estimada se muestran en la Tabla 8.195 a Tabla 8.197.

##### 8.2.1.2.3.3.1. Evolución de los niveles medidos mediante ambos métodos

Para realizar la comparación entre el método de referencia y los distintos resultados ofrecidos por los dos métodos de extracción se han representado los datos obtenidos con el captador Radiello junto con los datos medidos en las estaciones de referencia para observar si los niveles medidos por ambos métodos siguen las mismas tendencias y dan valores análogos. Dicha representación se muestra en la Figura 8.119.

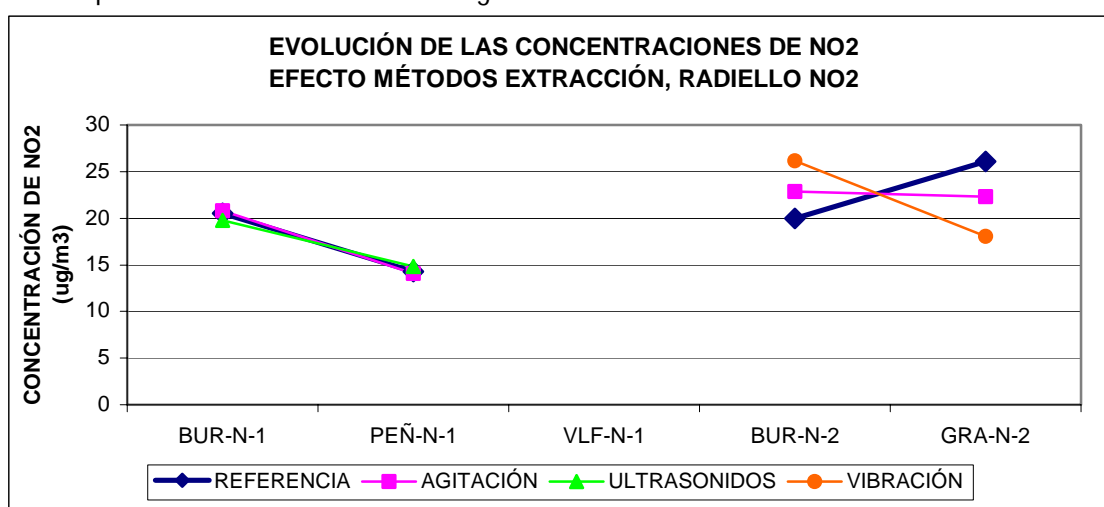


Figura 8.119. Variación de la concentración medida Radiello  $\text{NO}_2$  y valores de referencia. Efecto de los métodos de extracción

Se aprecia en la Figura 8.119 que las concentraciones de NO<sub>2</sub> obtenidas en la semana 5 no existe apenas desviación, sin embargo, las concentraciones estimadas en la semana 10 presentan algo más de variación al compararlas con las concentraciones de NO<sub>2</sub> de referencia.

#### 8.2.1.2.3.3.2. Correlación entre ambos métodos

Para comparar la bondad de los datos obtenidos con los dos métodos de extracción se ha realizado una correlación de las concentraciones obtenidas con cada uno de los métodos de extracción y los valores de concentración de referencia. En la Figura 8.120 se representa la recta de correlación obtenida.

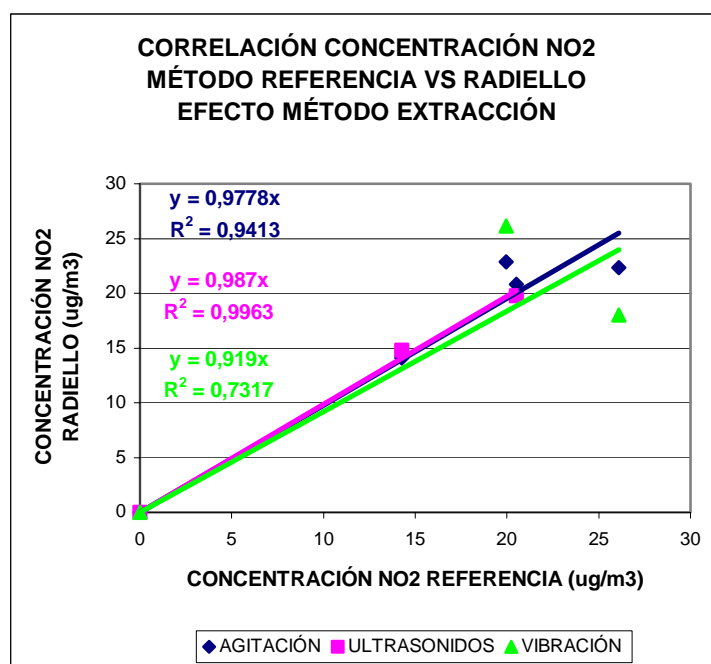


Figura 8.120. Comparación concentraciones captador pasivo Radiello vs. método de referencia

La recta de correlación de las concentraciones obtenidas con el método de extracción ultrasonidos y las obtenidas en el método de referencia presenta un coeficiente de determinación de 0,99, un error asociado de 1,16 µg/m<sup>3</sup> y una pendiente de 0,99, siendo la mejor recta de correlación. Los resultados obtenidos en el método de agitación presentan un coeficiente de determinación de 0,94, un error asociado de 2,62 µg/m<sup>3</sup> y subestima en un 2% las concentraciones de referencia y los resultados obtenidos en el método de vibración presentan un coeficiente de determinación de 0,73, un error asociado de 9,63 µg/m<sup>3</sup> y subestima en un 8% las concentraciones de referencia.

Tras el estudio en campo se determina que el mejor método para realizar la extracción del nitrito en los captadores Radiello para medir NO<sub>2</sub> es el método de extracción de 30 minutos en ultrasonidos.

## 8.2.2. OPTIMIZACIÓN DE CARCASAS PROTECTORAS

Se va a estudiar el efecto de las carcasas protectoras en el captador pasivo Ogawa para medir ozono puesto que la carcasa utilizada no es la propia recomendada por el distribuidor.

### 8.2.2.1. Descripción de las carcasas protectoras

Se pretende encontrar cuál es la carcasa protectora que mejores resultados proporciona en la estabilidad de la captación pasiva. Para ello se van a realizar pruebas colocando los captadores pasivos Ogawa en distintas carcasas. Las carcasas que se van a usar son:

- Tipo G (Figura 8.121a). Es una carcasa en forma de cubo, desarrollada por el propio grupo de investigación, basada en una garrafa de 5 litros de agua. Se ha cortado la parte superior de la garrafa de tal forma que aprovechamos el recipiente que queda. A dicho recipiente le realizamos unas pequeñas perforaciones en la parte superior para facilitar la circulación de aire por convección y que no se cree una zona de aire estanca dentro de la carcasa. La carcasa está hecha en plástico translúcido blanco de PVC. Las dimensiones de la carcasa son: 15 cm alto, 14 cm de ancho y 14 cm de profundidad.
- Tipo C (Figura 8.121b). Es la carcasa utilizada por el Centro de Estudios Ambientales del Mediterráneo. La carcasa está formada por una pieza cilíndrica de plástico gris opaco con un techo circular. En la parte superior hay unas pequeñas perforaciones para facilitar la circulación de aire por convección y que no se cree una zona de aire estanca dentro de la carcasa. Las dimensiones son 15 cm de alto por 10 cm de diámetro.
- Tipo B (Figura 8.121c). La carcasa es un cuerpo de PVC, el fondo de una botela de agua de 1,5 litros de capacidad cortada. Las dimensiones son 15 cm de alto por 10 cm de diámetro. Está forrada con cinta aislante de color marrón para evitar que sea transparente.



a) Tipo G



b) Tipo C



c) Tipo B

Figura 8.121. *Carcasas de protección*

### 8.2.2.2. Determinación del coeficiente de captación

Los resultados obtenidos a lo largo de los periodos de muestreo en los que se han intercomparado se muestran en la Tabla 8.200 para la carcasa Tipo G, Tabla 8.201 para la carcasa Ceam y Tabla 8.202 para los resultados obtenidos con la carcasa Tipo B.

Tabla 8.200. Resultados validación Ogawa medida ozono. Carcasa Tipo G

REF	Periodo de muestreo	Concentración nitrato ( $\mu\text{g/ml}$ )	Concentración nitrato promedio ( $\mu\text{g/ml}$ )	Concentración real Conselleria Ozono ( $\mu\text{g/m}^3$ )	Tiempo exposición (min)	S individual ( $\text{cm}^3/\text{min}$ )	Concentración estimada pasivos ( $\mu\text{g/m}^3$ )	Desviación (%)	Precisión (%)	Exactitud (%)
BUR-A1-TG	09/07/03 a 15/07/03	1,178	1,172	87,56	8548	30,31	85,88	1,92	0,72	1,94
BUR-A2-TG		1,166								
PEÑ-A1-TG	09/07/03 a 15/07/03	1,102	1,160	81,65	8646	31,79	84,00	-2,88	7,01	3,08
PEÑ-A2-TG		1,217								
VLF-A1-TG	09/07/03 a 15/07/03	1,687	1,773	115,50	9715	30,57	114,28	1,06	6,82	1,27
VLF-A2-TG		1,858								
BUR-A1-TG	08/09/03 a 16/09/03	1,795	1,854	62,28	11948	48,21	101,79	-63,44	2,74	63,60
BUR-A2-TG		1,882								
BUR-A3-TG		1,884								
GRA-A1-TG	09/09/03 a 17/09/03	0,797	0,724	54,83	11550	22,11	41,10	25,04	14,37	25,42
GRA-A2-TG		0,650								
PEÑ-A1-TG	09/09/03 a 17/09/03	0,713	0,885	82,38	11530	18,04	50,38	38,85	32,07	39,53
PEÑ-A2-TG		0,730								
PEÑ-A3-TG		1,213								
BUR-A1-TG	26/09/03 a 05/10/03	2,082	1,761	42,20	12975	62,25	59,57	-41,15	17,16	42,59
BUR-A2-TG		1,482								
BUR-A3-TG		1,719								
GRA-A1-TG	23/09/03 a 30/09/03	0,592	0,498	38,37	9645	26,03	22,65	40,98	17,03	41,41
GRA-A2-TG		0,428								
GRA-A3-TG		0,473								

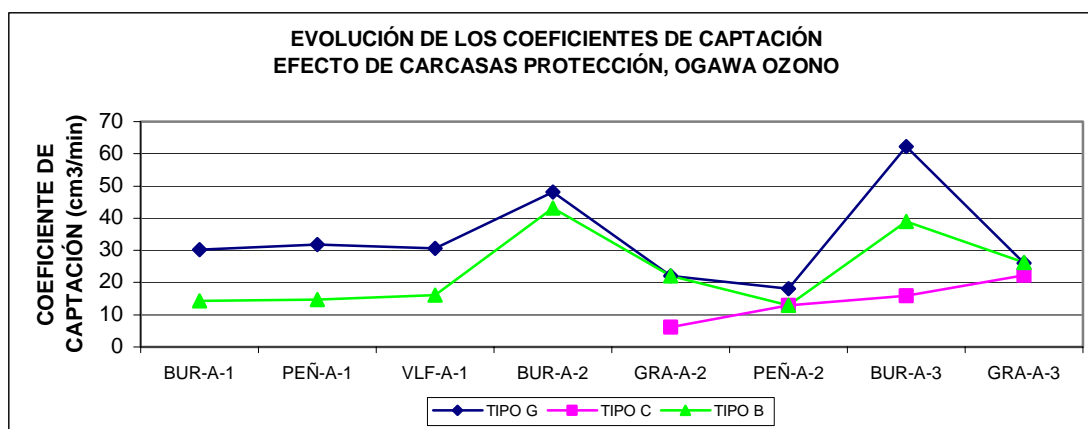
Tabla 8.201. Resultados validación Ogawa medida ozono. Carcasa Tipo C

REF	Periodo de muestreo	Concentración nitrato ( $\mu\text{g/ml}$ )	Concentración nitrato promedio ( $\mu\text{g/ml}$ )	Concentración real Conselleria Ozono ( $\mu\text{g/m}^3$ )	Tiempo exposición (min)	S individual ( $\text{cm}^3/\text{min}$ )	Concentración estimada pasivos ( $\mu\text{g/m}^3$ )	Desviación (%)	Precisión (%)	Exactitud (%)
GRA-A1-TC	09/09/03 a 17/09/03	0,029	0,202	54,83	11550	6,18	35,69	34,91	154,41	36,05
GRA-A2-TC		0,015								
GRA-A3-TC		0,563								
PEÑ-A1-TC	09/09/03 a 17/09/03	0,840	0,632	82,38	11530	12,89	111,73	-35,63	29,50	36,08
PEÑ-A2-TC		0,578								
PEÑ-A3-TC		0,479								
BUR-A1-TC	26/09/03 a 05/10/03	0,474	0,451	42,20	12975	15,94	34,50	18,25	7,21	18,40
BUR-A2-TC		0,428								
GRA-A1-TC	23/09/03 a 30/09/03	0,162	0,425	38,37	9645	22,23	43,74	-13,99	57,58	15,27
GRA-A2-TC		0,646								
GRA-A3-TC		0,467								

**Tabla 8.202. Resultados validación Ogawa medida ozono. Carcasa Tipo B.**

REF	Periodo de muestreo	Concentración nitrato (µg/ml)	Concentración nitrato promedio (µg/ml)	Concentración real Consellería Ozono (µg/m³)	Tiempo exposición (min)	S individual (cm³/min)	Concentración estimada pasivos (µg/m³)	Desviación (%)	Precisión (%)	Exactitud (%)
BUR-A1-TB	09/07/03 a 15/07/03	0,445	0,552	87,56	8548	14,27	83,32	4,84	27,41	5,19
BUR-A2-TB		0,659								
PEÑ-A1-TB	09/07/03 a 15/07/03	0,478	0,539	81,65	8646	14,78	80,44	1,48	16,01	1,69
PEÑ-A2-TB		0,600								
VLF-A1-TB	09/07/03 a 15/07/03	0,945	0,932	115,50	9715	16,07	123,72	-7,12	2,05	7,15
VLF-A2-TB		0,918								
BUR-A1-TB	08/09/03 a 16/09/03	1,882	1,656	62,28	11948	43,07	103,18	-65,67	14,93	66,46
BUR-A2-TB		1,694								
BUR-A3-TB		1,392								
GRA-A1-TB	09/09/03 a 17/09/03	0,614	0,723	54,83	11550	22,09	46,58	15,05	13,63	15,41
GRA-A2-TB		0,748								
GRA-A3-TB		0,806								
PEÑ-A1-TB	09/09/03 a 17/09/03	0,784	0,633	82,38	11530	12,91	40,89	50,36	24,94	50,75
PEÑ-A2-TB		0,469								
PEÑ-A3-TB		0,647								
BUR-A1-TB	26/09/03 a 05/10/03	1,104	1,101	42,20	12975	38,92	50,38	-19,38	5,59	19,68
BUR-A2-TB		1,038								
BUR-A3-TB		1,161								
GRA-A1-TB	23/09/03 a 30/09/03	0,371	0,503	38,37	9645	26,31	30,96	19,31	65,13	21,02
GRA-A2-TB		0,876								
GRA-A3-TB		0,262								

En la Figura 8.122 se muestra la evolución de los coeficientes de captación individual calculados para el captador Ogawa para medir ozono con las tres carcasas ensayadas. Se aprecia como el coeficiente de captación se mantiene aproximadamente constante a lo largo de los distintos emplazamientos estudiados y de las distintos periodos de muestreo.



**Figura 8.122. Evolución de los coeficientes de captación individual Ogawa para medir ozono.**

En la Tabla 8.203 se resumen los resultados del coeficiente de captación obtenidos con las distintas carcasas protectoras. En ella se observa que la carcasa Tipo G proporciona unos coeficientes de captación más elevados que las demás carcasas, siendo la carcasa Tipo C la que menores coeficientes de captación presenta. Las tres carcasas tienen una gran variación en los valores del coeficiente de captación puesto que su desviación estándar relativa (DSR) es



superior al 40%. Este hecho es debido a los valores obtenidos en la estación de referencia Burriana en los periodos 08/09/03 a 16/09/03 y 09/09/03 a 17/09/03.

**Tabla 8.203. Resultados coeficiente captación. Efecto carcassas protectoras.**

COEFICIENTE CAPTACIÓN	CARCASA TIPO G				CARCASA TIPO C				CARCASA TIPO B			
	SEM 5	SEM 13	SEM 15	PROM.	SEM 5	SEM 13	SEM 15	PROM.	SEM 5	SEM 13	SEM 15	PROM.
PROMEDIO (cm <sup>3</sup> /min)	30,9	29,5	44,1	33,7	NO DATO	9,5	19,1	14,3	15,0	26,0	32,6	23,6
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (cm <sup>3</sup> /min)	0,8	16,4	25,6	14,6		4,7	4,4	6,7	0,9	15,5	8,9	11,7
DSR (%)	2,6	55,6	58,0	43,3		49,7	23,3	46,6	6,1	59,4	27,3	49,7

### 8.2.2.3. Desviación, precisión y exactitud

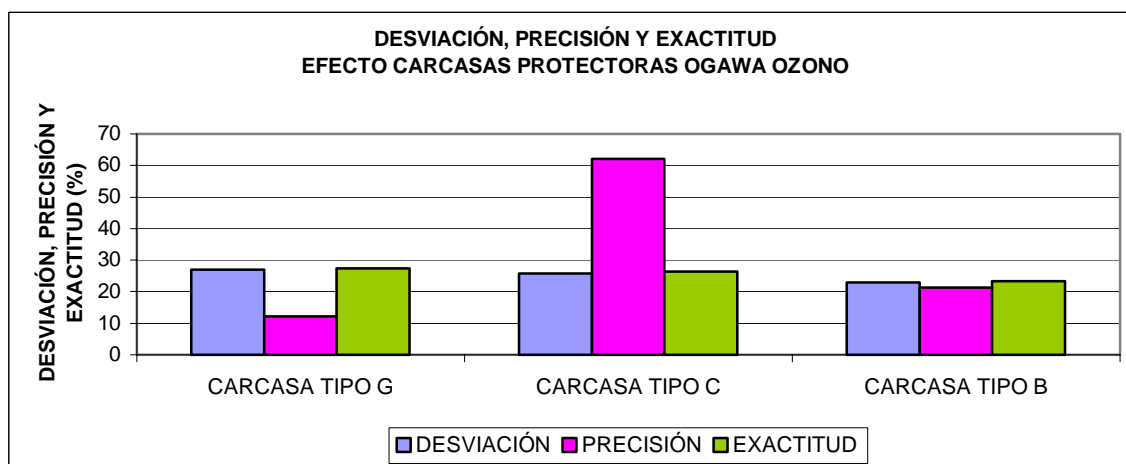
#### 8.2.2.3.1. Desviación

Los resultados de desviación obtenidos cada periodo de muestreo se muestran en la Tabla 8.200 para la carcasa Tipo G, Tabla 8.201 para la carcasa Tipo C y Tabla 8.202 para la carcasa Tipo B. Los resultados promedio de cada método se reflejan en la Tabla 8.204.

**Tabla 8.204. Resultados desviación, precisión y exactitud. Efecto carcassas protectoras.**

ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO	CARCASA TIPO G	CARCASA TIPO C	CARCASA TIPO B
DESVIACIÓN (%)	26,91	25,69	22,9
PRECISIÓN (%)	12,24	62,18	21,21
EXACTITUD (%)	27,36	26,45	23,42

En la Figura 8.123 se muestra que las tres carcassas presentan valores muy similares. La desviación promedio de la carcasa Tipo B es la mejor de todas con un valor del 23%, frente a un 27% y 26% de la carcasa Tipo G y Tipo C respectivamente.



*Figura 8.123. Desviación, precisión y exactitud. Efecto de las carcassas protectoras*

#### 8.2.2.3.2. Precisión

Los resultados de precisión obtenidos cada periodo de muestreo se muestran en la Tabla 8.200 para la carcasa Tipo G, Tabla 8.201 para la carcasa Tipo C y Tabla 8.202 para la carcasa Tipo B. Los resultados promedio de cada método se reflejan en la Tabla 8.204.

En la Figura 8.123 se muestra que la mejor precisión la presenta la carcasa Tipo G con un 12%, frente a un 26% de la carcasa Tipo C y un 23% de la carcasa Tipo B. Claramente, la carcasa Tipo C presenta la peor precisión de todas.

#### 8.2.2.3.3. Exactitud

Los resultados de exactitud obtenidos cada periodo de muestreo se muestran en la Tabla 8.200 para la carcasa Tipo G, Tabla 8.201 para la carcasa Tipo C y Tabla 8.202 para la carcasa Tipo B. Los resultados promedio de cada método se reflejan en la Tabla 8.204.

En la Figura 8.123 se muestra que la exactitud de las tres carcasas es muy similar. La carcasa Tipo B es la mejor de todas con un  $23\% \pm 23\%$ , lo cual indica que cumple generalmente con el criterio tanto del NIOSH del 25% (Bartley, 2001; Kennedy et al., 1998) como del CEN del 30% (CEN). Las carcasas Tipo G y Tipo C presentan una exactitud peor a la carcasa Tipo B con valores de  $27\% \pm 23\%$  y  $26\% \pm 11\%$ . Estas dos carcasas, nominalmente cumplen el límite del CEN. Sin embargo, cualquiera de las tres carcasas, debido a su elevada desviación estándar es fácil que en algunas ocasiones no cumplan con dichos límites.

#### 8.2.2.4. Comparación de los resultados obtenidos mediante el método Ogawa con el método de referencia

A fin de estudiar la correlación de los datos obtenidos con el captador pasivo Ogawa en las distintas carcasas protectoras y el método de referencia, se comparan los valores obtenidos mediante el método de referencia (valores cedidos por la Conselleria de Medio Ambiente de la Generalitat Valenciana) y los resultados de concentración estimada con el captador pasivo Ogawa en las distintas carcasas. Dichos resultados se muestran en la Tabla 8.200 a Tabla 8.202.

##### 8.2.2.4.1. Evolución de los niveles medidos mediante ambos métodos

Para realizar la comparación entre el método de referencia y los distintos resultados del captador pasivo Ogawa con las diferentes carcasas se han representado los datos obtenidos con dichos captadores junto con los datos medidos en las estaciones de referencia para observar si los niveles medidos por ambos métodos siguen las mismas tendencias y dan valores análogos. Dicha representación se muestra en Figura 8.124.

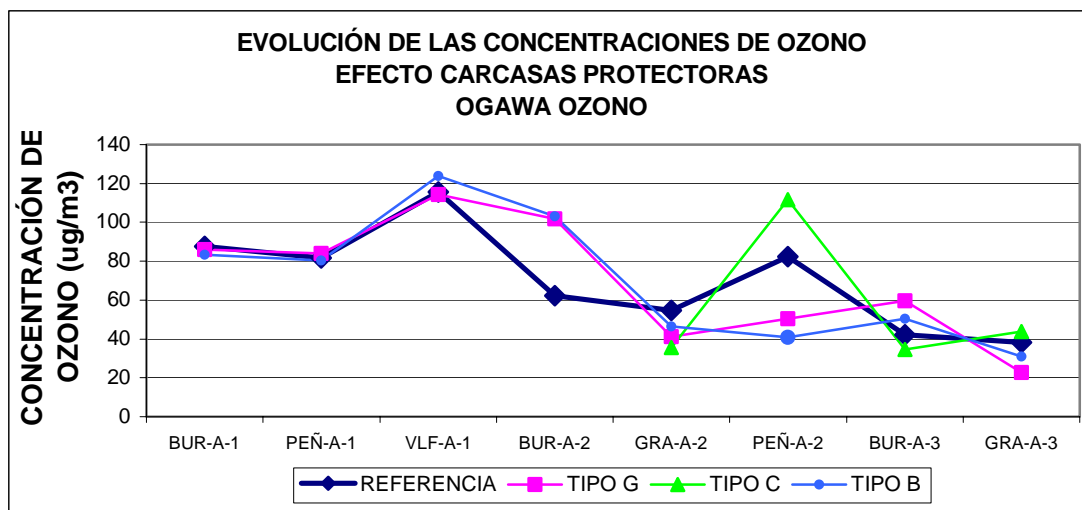


Figura 8.124. Variación de la concentración medida con el captador pasivo Ogawa y valores de referencia. Efecto de las carcasas protectoras.

Se aprecia en la Figura 8.124 que las concentraciones siguen en algunos casos las mismas tendencias a lo largo de los periodos de muestreo realizados, aunque en otros casos, los valores de concentración de ozono estimada no coinciden con los valores de referencia. La curva que parece aproximarse más a la curva de referencia es la obtenida mediante la carcasa Tipo G.

#### 8.2.2.4.2. Correlación entre ambos métodos

Para comparar la bondad de los datos medidos con las distintas carcasas se ha realizado una correlación de las concentraciones medidas con el captador pasivo Ogawa con las tres carcasas examinadas con los valores de concentración medidos con el método de referencia. En la Figura 8.124 se representa la recta de correlación obtenida.

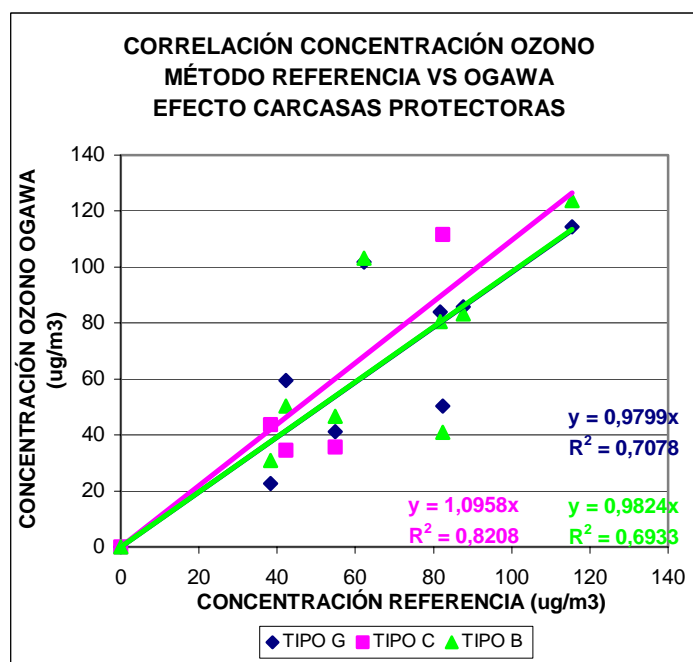


Figura 8.125. Comparación concentraciones captador pasivo Ogawa método de referencia

La recta de correlación de las concentraciones obtenidas con el captador Ogawa en la carcasa Tipo C con las obtenidas en el método de referencia presenta un coeficiente de determinación de 0,82, un error asociado de 19,1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y una pendiente de 1,1, siendo la mejor recta de correlación de todas. Las otras dos carcasas tienen un comportamiento similar con coeficientes de determinación de 0,70 (Tipo G) y 0,69 (Tipo B) con pendientes de 0.98 ambas y errores asociados de 21,7 y 24,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  respectivamente.

En este caso, a pesar de que el coeficiente de determinación es más favorable a utilizar la carcasa Tipo C, los malos resultados de precisión que ofrece, hacen decantar la decisión de mejor carcasa a la carcasa Tipo G.

### 8.2.3. OPTIMIZACIÓN DEL TIEMPO DE EXPOSICIÓN

Se pretende estudiar el efecto que produce el tiempo de muestreo, semanal y quincenal en el comportamiento de los tres captadores pasivos utilizados.

#### 8.2.3.1. Optimización tiempo medida en el método Ogawa para medir ozono

##### 8.2.3.1.1. Determinación del coeficiente de captación

Los resultados obtenidos a lo largo de los periodos de muestreo en los que se han intercomparado se muestran en la Tabla 8.205 a Tabla 8.208. Los resultados se han obtenido con las carcasas protectoras Tipo G y Tipo B.

Tabla 8.205. Resultados semanal, carcasa Tipo G

REF	Periodo de muestreo	Concentración nitrato ( $\mu\text{g}/\text{ml}$ )	Concentración nitrato promedio ( $\mu\text{g}/\text{ml}$ )	Concentración real Consellería Ozono ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Tiempo exposición (min)	S individual ( $\text{cm}^3/\text{min}$ )	Concentración estimada pasivos ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Desviación (%)	Precisión (%)	Exactitud (%)
BUR-A1-TG	09/07/03 a 15/07/03	1,178	1,172	87,56	8548	30,31	85,88	1,92	0,72	1,94
BUR-A2-TG		1,166								
PEÑ-A1-TG	09/07/03 a 15/07/03	1,102	1,160	81,65	8646	31,79	84,00	-2,88	7,01	3,08
PEÑ-A2-TG		1,217								
VLF-A1-TG	09/07/03 a 15/07/03	1,687	1,773	115,50	9715	30,57	114,28	1,06	6,82	1,27
VLF-A2-TG		1,858								

Tabla 8.206. Resultados quincenal, carcasa Tipo G

REF	Periodo de muestreo	Concentración nitrato ( $\mu\text{g}/\text{ml}$ )	Concentración nitrato promedio ( $\mu\text{g}/\text{ml}$ )	Concentración real Consellería Ozono ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Tiempo exposición (min)	S individual ( $\text{cm}^3/\text{min}$ )	Concentración estimada pasivos ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Desviación (%)	Precisión (%)	Exactitud (%)
BUR-A1-TG	09/07/03 a 23/07/03	1,978	1,963	78,00	20068	24,27	68,85	11,73	1,12	11,79
BUR-A2-TG		1,947								
PEÑ-A1-TG	09/07/03 a 23/07/03	2,455	2,285	68,40	20246	31,94	79,46	-16,17	10,52	16,87
PEÑ-A2-TG		2,115								
VLF-A1-TG	09/07/03 a 23/07/03	2,833	2,849	105,35	22715	23,04	88,29	16,19	0,77	16,24
VLF-A2-TG		2,864								

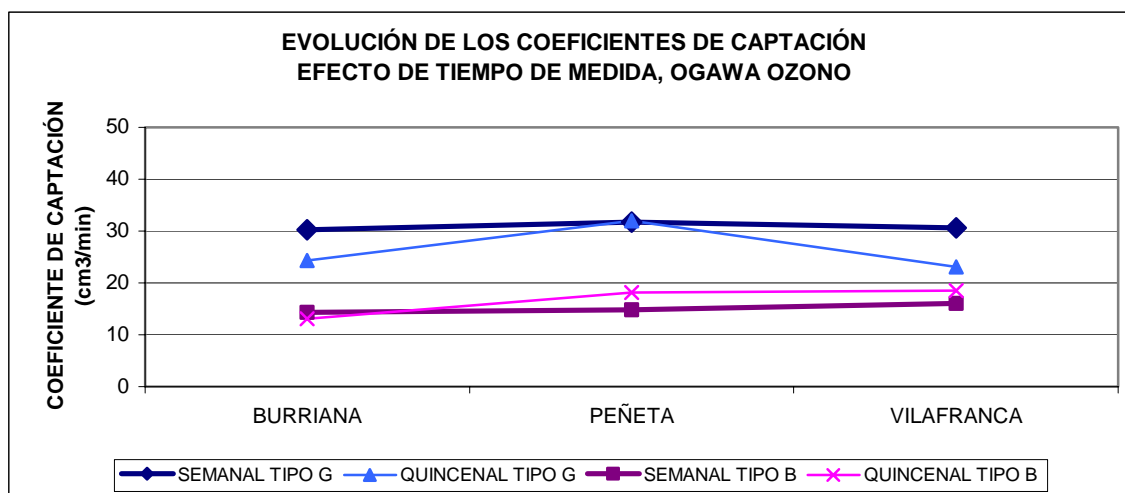
**Tabla 8.207. Resultados semanal, carcasa Tipo B**

REF	Periodo de muestreo	Concentración nitrato ( $\mu\text{g/ml}$ )	Concentración nitrato promedio ( $\mu\text{g/ml}$ )	Concentración real Consellería Ozono ( $\mu\text{g/m}^3$ )	Tiempo exposición (min)	S individual ( $\text{cm}^3/\text{min}$ )	Concentración estimada pasivos ( $\mu\text{g/m}^3$ )	Desviación (%)	Precisión (%)	Exactitud (%)
BUR-A1-TB	09/07/03 a 15/07/03	0,445	0,552	87,56	8548	14,27	83,32	4,84	27,41	5,19
BUR-A2-TB		0,659								
PEÑ-A1-TB	09/07/03 a 15/07/03	0,478	0,539	81,65	8646	14,78	80,44	1,48	16,01	1,69
PEÑ-A2-TB		0,600								
VLF-A1-TB	09/07/03 a 15/07/03	0,945	0,932	115,50	9715	16,07	123,72	-7,12	2,05	7,15
VLF-A2-TB		0,918								

**Tabla 8.208. Resultados quincenal, carcasa Tipo B**

REF	Periodo de muestreo	Concentración nitrato ( $\mu\text{g/ml}$ )	Concentración nitrato promedio ( $\mu\text{g/ml}$ )	Concentración real Consellería Ozono ( $\mu\text{g/m}^3$ )	Tiempo exposición (min)	S individual ( $\text{cm}^3/\text{min}$ )	Concentración estimada pasivos ( $\mu\text{g/m}^3$ )	Desviación (%)	Precisión (%)	Exactitud (%)
BUR-A1-TB	09/07/03 a 23/07/03	1,157	1,060	78,00	20068	13,11	55,83	28,42	12,94	28,77
BUR-A2-TB		0,963								
PEÑ-A1-TB	09/07/03 a 23/07/03	1,100	1,300	68,40	20246	18,16	67,85	0,81	21,71	1,63
PEÑ-A2-TB		1,499								
VLF-A1-TB	09/07/03 a 23/07/03	2,260	2,282	105,35	22715	18,46	106,20	-0,80	1,36	0,87
VLF-A2-TB		2,304								

En la Figura 8.126 se muestra la evolución de los coeficientes de captación individual calculados para la campaña semanal y la campaña quincenal y las dos carcacas de protección utilizadas y en la Figura 8.127 se muestra la correlación entre los coeficientes de captación obtenidos por ambos métodos. De la observación de la Figura 8.126 y la Figura 8.127 se concluye que el coeficiente de captación resultado de medidas semanales es generalmente mayor al coeficiente de captación resultado de medidas quincenales.



*Figura 8.126. Evolución de los coeficientes de captación. Efecto del tiempo de medida en el captador Ogawa para medir ozono.*

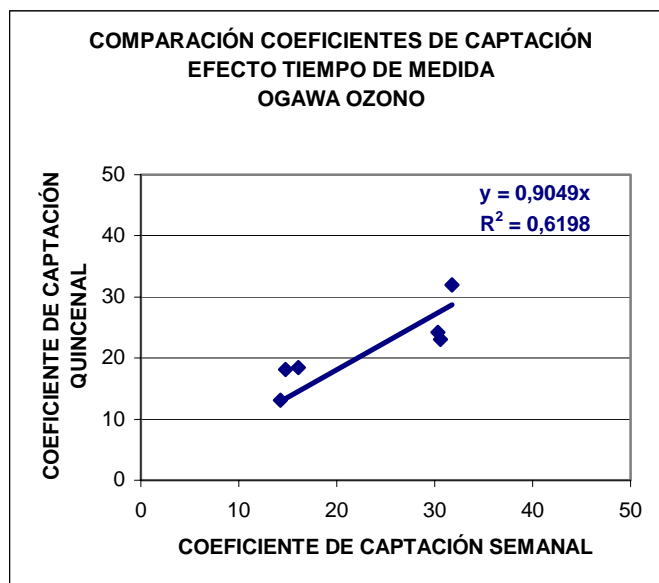


Figura 8.127. Correlación de los coeficientes de captación. Efecto del tiempo de medida en el captador Ogawa para medir ozono.

En la Tabla 8.209 se resumen los resultados del coeficiente de captación obtenidos. En ella se observa que en el caso de la carcasa Tipo G, el coeficiente de captación semanal es mayor al coeficiente de captación quincenal, sin embargo, en el caso de la carcasa Tipo B es todo lo contrario.

Tabla 8.209. Resultados coeficiente captación. Efecto del tiempo de medida

COEFICIENTE CAPTACIÓN	CARCASA TIPO G		CARCASA TIPO B	
	SEMANAL	QUINCENAL	SEMANAL	QUINCENAL
PROMEDIO (cm <sup>3</sup> /min)	30,89	27,49	15,04	18,31
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (cm <sup>3</sup> /min)	0,79	6,29	0,92	0,21
DSR (%)	2,6	22,9	6,1	1,1

### 8.2.3.1.2. Desviación, precisión y exactitud

#### 8.2.3.1.2.1. *Desviación*

Los resultados de desviación obtenidos en cada punto de referencia se muestran en la Tabla 8.205 a Tabla 8.208. Los resultados promedio de cada método se reflejan en la Tabla 8.210

Tabla 8.210. Resultados desviación, precisión y exactitud. Efecto del tiempo de medida

ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO	CARCASA TIPO G		CARCASA TIPO B		PROMEDIO SEMANAL	PROMEDIO QUINCENAL
	SEMANAL	QUINCENAL	SEMANAL	QUINCENAL		
DESVIACIÓN (%)	1,95	14,7	4,48	10,01	3,22	12,36
PRECISIÓN (%)	4,85	4,14	15,16	12,01	10,01	8,08
EXACTITUD (%)	2,09	14,96	4,68	10,42	3,39	12,69

En la Figura 8.128 se muestra que la desviación promedio semanal es considerablemente mejor a la obtenida quincenalmente variando de un 3% la primera hasta un 12% la segunda.

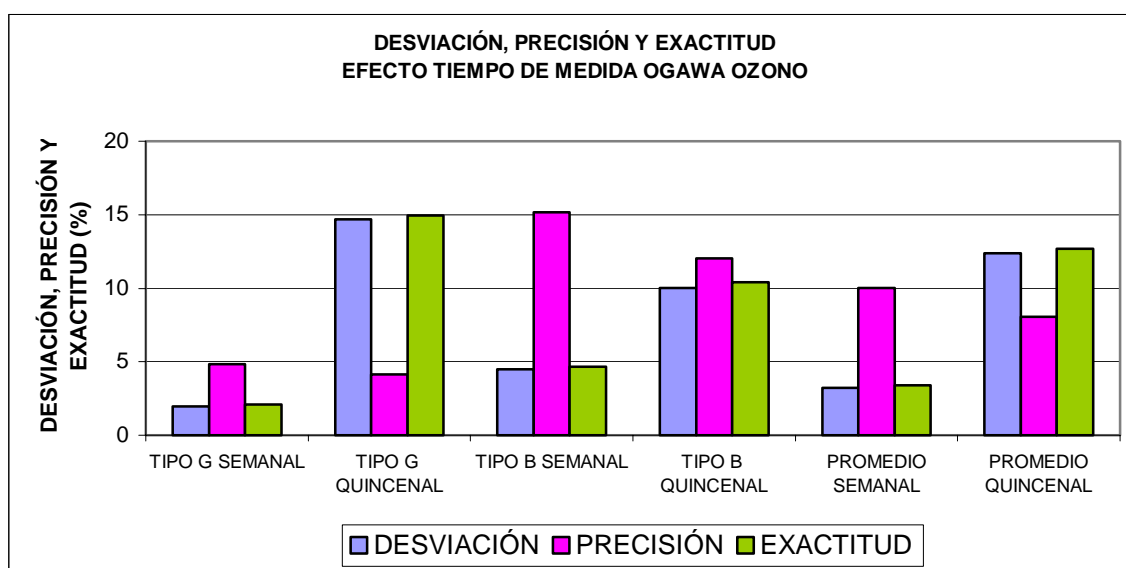


Figura 8.128. Desviación, precisión y exactitud Ogawa para medir ozono, efecto del tiempo de medida

#### 8.2.3.1.2.2. Precisión

Los resultados de precisión obtenidos en cada punto de referencia se muestran en la Tabla 8.205 a Tabla 8.208. Los resultados promedio de cada método se reflejan en la Tabla 8.210 y en la Figura 8.128. La precisión promedio quincenal es ligeramente mejor a la obtenida semanalmente variando desde un 10% semanal a un 8% quincenal.

#### 8.2.3.1.2.3. Exactitud

Los resultados de exactitud obtenidos en cada punto de referencia se muestran en la Tabla 8.205 a Tabla 8.208. Los resultados promedio de cada método se reflejan en la Tabla 8.210 y en la Figura 8.128. La exactitud promedio semanal es mejor a la obtenida quincenalmente variando desde un 3% a un 12%

Las dos cumplen con el criterio tanto del NIOSH del 25% (Bartley, 2001; Kennedy et al., 1998) como del CEN del 30% (CEN).

#### 8.2.3.1.3. Comparación de los resultados obtenidos mediante el método Ogawa con el método de referencia

A fin de estudiar la correlación de los resultados ofrecidos por cada uno de los dos periodos de medida con los datos del método de referencia se comparan los valores cedidos por la Conselleria de Medio Ambiente de la Generalitat Valenciana y los resultados de concentración estimada con el captador pasivo Ogawa según los dos tiempos de medida. Los resultados de concentración estimada se muestran en la Tabla 8.205 a Tabla 8.208.

#### 8.2.3.1.3.1. Evolución de los niveles medidos mediante ambos métodos

Para realizar la comparación entre el método de referencia y los distintos resultados ofrecidos por los dos tiempos de medida se han representado los datos obtenidos con el captador Ogawa junto con los datos medidos en las estaciones de referencia para observar si los niveles medidos por ambos métodos siguen las mismas tendencias y dan valores análogos. Dicha representación se muestra en la Figura 8.129.

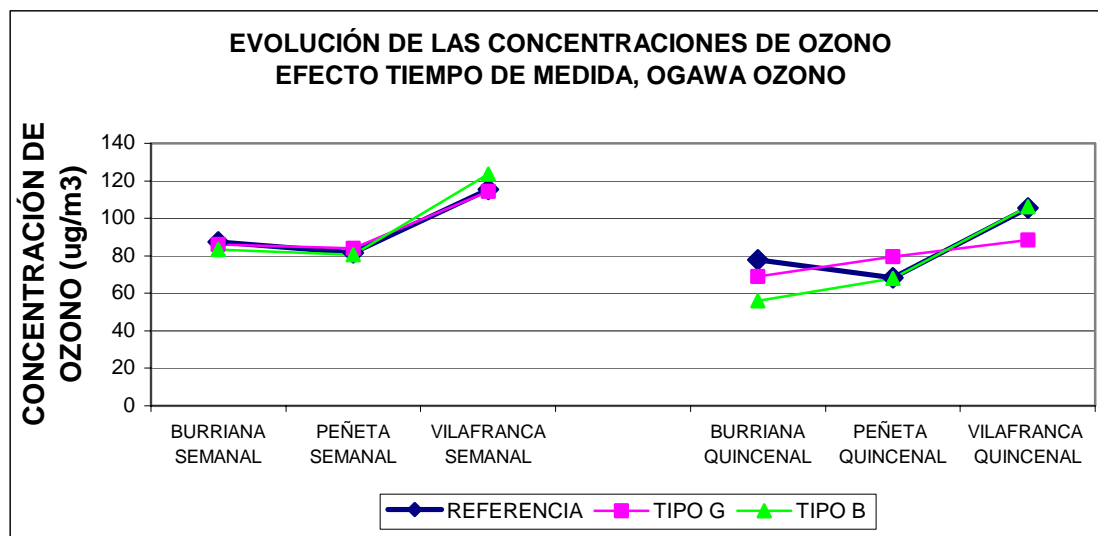


Figura 8.129. Variación de la concentración medida Ogawa Ozono y valores de referencia. Efecto del tiempo de medida

Se aprecia en la Figura 8.129 que las concentraciones de ozono obtenidas semanalmente siguen las mismas tendencias a lo largo de los puntos de referencia. Las curvas obtenidas quincenalmente, aunque dan valores similares, en algún caso no son casi coincidentes como ocurría en el caso de las medidas semanales.

#### 8.2.3.1.3.2. Correlación entre ambos métodos

Para comparar la bondad de los datos obtenidos con los dos tiempos de medida se ha realizado una correlación de las concentraciones obtenidas con cada uno y los valores de concentración de referencia. En la Figura 8.130 se representa la recta de correlación obtenida.

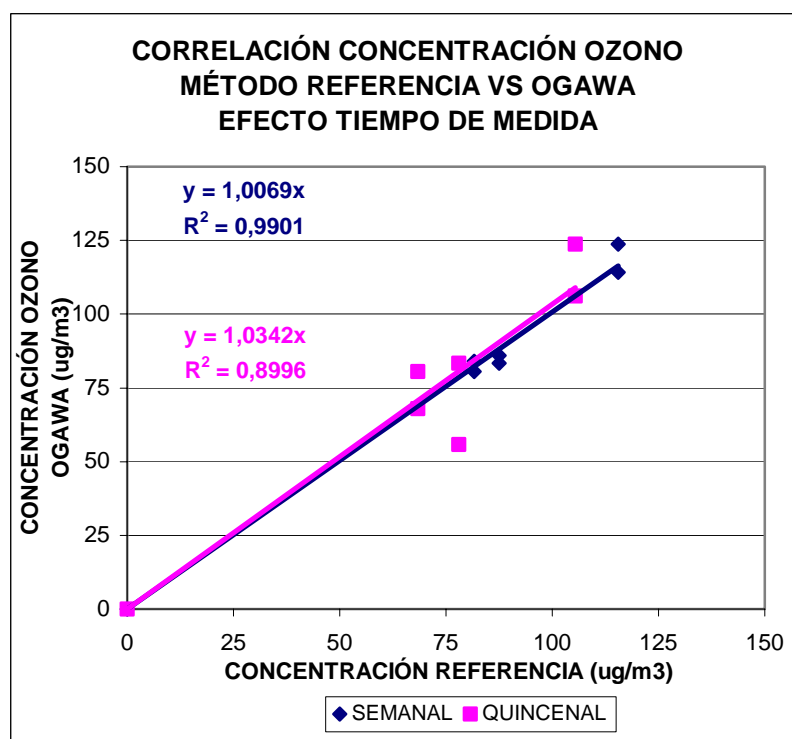


Figura 8.130. Comparación concentraciones captador pasivo Ogawa método de referencia



La recta de correlación de las concentraciones obtenidas semanalmente con las obtenidas en el método de referencia presenta un coeficiente de determinación de 0,94, un error asociado de  $4,27 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y una pendiente de 1, siendo la mejor recta de correlación. Los resultados obtenidos quincenalmente presentan un coeficiente de determinación de 0,69, un error asociado de  $13,73 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y sobreestima en un 3% las concentraciones de referencia.

Tras el estudio en campo se determina que las medidas semanales son las más adecuadas para determinar los niveles de ozono troposférico mediante captadores pasivos Ogawa.

### 8.2.3.2. Optimización tiempo medida en el método Radiello para medir ozono

#### 8.2.3.2.1. Determinación del coeficiente de captación

Los resultados obtenidos a lo largo de los periodos de muestreo en los que se han intercomparado se muestran en la Tabla 8.211 a Tabla 8.212. Los resultados se han obtenido con las carcasas protectoras Tipo R.

Tabla 8.211. Resultados semanal

REF	Periodo de muestreo	Masa ozono ( $\mu\text{g}$ )	Masa ozono promedio ( $\mu\text{g}$ )	Concentración real Conselleria Ozono ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Tiempo exposición (min)	S individual ( $\text{cm}^3/\text{min}$ )	Concentración estimada pasivos ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Desviación (%)	Precisión (%)	Exactitud (%)
BUR-B1	09/07/03 a 15/07/03	15,249	17,776	87,56	8548	23,75	76,19	12,99	12,32	17,99
BUR-B2		18,959								
BUR-B3		19,119								
PEÑ-B1	09/07/03 a 15/07/03	25,419	25,899	81,65	8646	36,69	109,75	-34,41	4,90	37,53
PEÑ-B2		24,939								
PEÑ-B3		27,339								
VLF-B1	09/07/03 a 15/07/03	26,469	25,226	115,50	9715	22,48	95,13	17,64	4,47	19,59
VLF-B2		24,939								
VLF-B3		24,269								
BUR-B1	09/07/03 a 15/07/03	17,939	17,399	69,70	11520	21,67	55,33	20,61	8,92	25,07
BUR-B2		15,649								
BUR-B3		18,609								
PEÑ-B1	09/07/03 a 15/07/03	25,159	24,949	59,50	11600	36,15	78,80	-32,43	0,76	33,08
PEÑ-B2		24,899								
PEÑ-B3		24,789								
VLF-B1	09/07/03 a 15/07/03	28,689	29,226	97,58	13000	23,04	82,37	15,59	1,87	16,70
VLF-B2		29,209								
VLF-B3		29,779								

Tabla 8.212. Resultados quincenal

REF	Periodo de muestreo	Masa ozono ( $\mu\text{g}$ )	Masa ozono promedio ( $\mu\text{g}$ )	Concentración real Conselleria Ozono ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Tiempo exposición (min)	S individual ( $\text{cm}^3/\text{min}$ )	Concentración estimada pasivos ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Desviación (%)	Precisión (%)	Exactitud (%)
BUR-B1	09/07/03 a 23/07/03	30,479	30,164	78,00	20068	19,27	78,74	-0,95	1,48	2,09
BUR-B2		29,849								
BUR-B3										
PEÑ-B1	09/07/03 a 23/07/03	34,239	33,396	68,40	20246	24,12	86,41	-26,33	2,24	28,52
PEÑ-B2		32,809								
PEÑ-B3		33,139								
VLF-B1	09/07/03 a 23/07/03	33,429	33,236	105,35	22715	13,89	76,65	27,25	0,55	27,59
VLF-B2		33,069								
VLF-B3		33,209								

En la Figura 8.126 se muestra la evolución de los coeficientes de captación individual calculados para la campaña semanal y la campaña quincenal y en la Figura 8.127 se muestra la correlación entre los coeficientes de captación obtenidos. De la observación de la Figura 8.126 y la Figura 8.127 se concluye que el coeficiente de captación resultado de medidas semanales es siempre mayor al coeficiente de captación resultado de medidas quincenales.

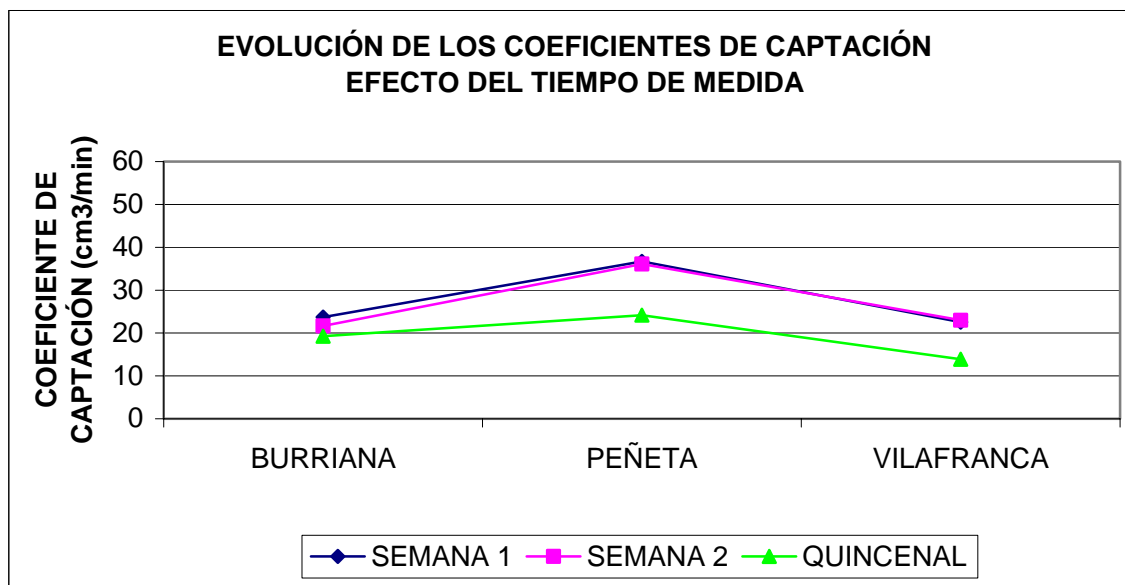


Figura 8.131. Evolución de los coeficientes de captación. Efecto del tiempo de medida en el captador Radiello para medir ozono.

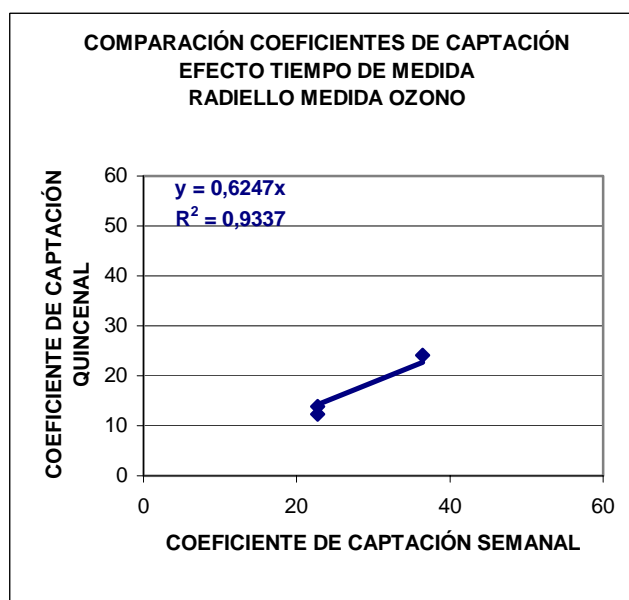


Figura 8.132. Correlación de los coeficientes de captación resultado del tiempo de medida en el captador Radiello para ozono.

En la Tabla 8.209 se resumen los resultados del coeficiente de captación obtenidos semanalmente y quincenalmente. En ella se observa que el promedio semanal es un 40% superior al promedio quincenal.

**Tabla 8.213. Resultados coeficiente captación. Efecto del tiempo de medida**

COEFICIENTE DE CAPTACIÓN	SEMANA 1	SEMANA 2	PROMEDIO SEMANAL	PROMEDIO QUINCENAL
PROMEDIO (cm <sup>3</sup> /min)	27,6	27,0	27,3	19,1
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (cm <sup>3</sup> /min)	7,9	8,0	8,0	5,1
DSR (%)	28,4	29,7	29,1	26,8

8.2.3.2.2. Desviación, precisión y exactitud

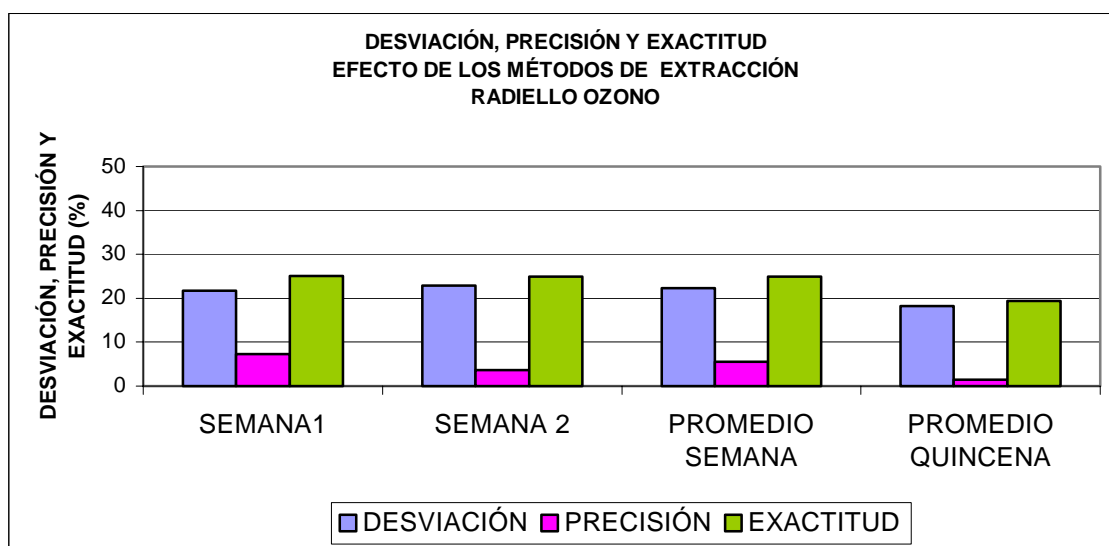
8.2.3.2.2.1. *Desviación*

Los resultados de desviación obtenidos en cada punto de referencia se muestran en la Tabla 8.211 a Tabla 8.212. Los resultados promedio de cada método se reflejan en la Tabla 8.214

**Tabla 8.214. Resultados desviación, precisión y exactitud. Efecto del tiempo de medida**

ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO	SEMANA 1	SEMANA 2	PROMEDIO SEMANAL	PROMEDIO QUINCENAL
DESVIACIÓN (%)	21,68	22,88	22,28	18,18
PRECISIÓN (%)	7,23	3,65	5,54	1,42
EXACTITUD (%)	25,03	24,95	24,99	19,4

En la Figura 8.133 se muestra que la desviación promedio semanal es considerablemente mejor a la obtenida quincenalmente variando de un 3% la primera hasta un 12% la segunda.



*Figura 8.133. Desviación, precisión y exactitud Radiello para medir ozono, efecto del tiempo de medida*

8.2.3.2.2.2. *Precisión*

Los resultados de precisión obtenidos en cada punto de referencia se muestran en Tabla 8.211 a Tabla 8.212. Los resultados promedio de cada método se reflejan en la Tabla 8.214 y en la Figura 8.133. La precisión promedio quincenal es mejor a la obtenida semanalmente variando desde un 1% quincenal a un 6% semanal.

### 8.2.3.2.2.3. Exactitud

Los resultados de exactitud obtenidos en cada punto de referencia se muestran en Tabla 8.211 a Tabla 8.212. Los resultados promedio de cada método se reflejan en la Tabla 8.214 y en la Figura 8.133. La exactitud promedio quincenal es mejor que la obtenida semanalmente variando desde un 28% semanal a un 19% quincenal.

Las medidas quincenales cumplen los dos criterios (NIOSH y CEN), pero las medidas semanales sólo cumplen el criterio CEN.

### 8.2.3.2.3. Comparación de los resultados obtenidos mediante el método Radiello con el método de referencia

A fin de estudiar la correlación de los resultados ofrecidos por cada uno de los dos periodos de medida con los datos del método de referencia se comparan los valores cedidos por la Conselleria de Medio Ambiente de la Generalitat Valenciana y los resultados de concentración estimada con el captador pasivo Radiello según los dos tiempos de medida. Los resultados de concentración estimada se muestran en Tabla 8.211 a Tabla 8.212.

#### 8.2.3.2.3.1. Evolución de los niveles medidos mediante ambos métodos

Para realizar la comparación entre el método de referencia y los distintos resultados ofrecidos por los dos tiempos de medida se han representado los datos obtenidos con el captador Radiello junto con los datos medidos en las estaciones de referencia para observar si los niveles medidos por ambos métodos siguen las mismas tendencias y dan valores análogos. Dicha representación se muestra en la Figura 8.134.

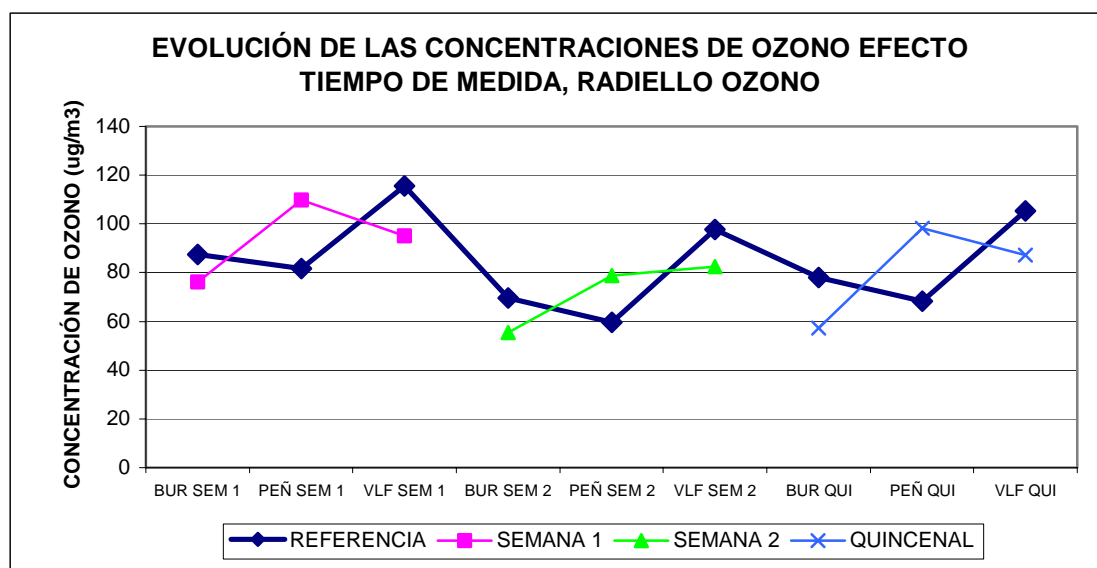


Figura 8.134. Variación de la concentración medida Radiello Ozono y valores de referencia. Efecto del tiempo de medida

Se aprecia en la Figura 8.134. que las concentraciones de ozono obtenidas se mueven en el mismo rango de concentraciones, aunque las tendencias no son las mismas.

### 8.2.3.2.3.2. Correlación entre ambos métodos

Para comparar la bondad de los datos obtenidos con los dos tiempos de medida se ha realizado una correlación de las concentraciones obtenidas con cada uno y los valores de concentración de referencia. En la Figura 8.135 se representa la recta de correlación obtenida.

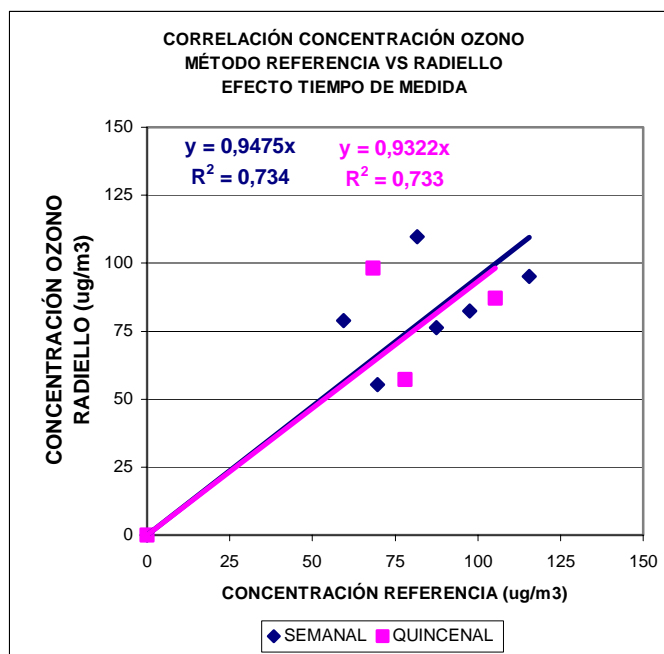


Figura 8.135. Comparación concentraciones captador pasivo Radiello método de referencia

Las dos rectas presentan resultados similares con coeficientes de determinación de 0,73 y pendientes en torno al 0,93. Los errores asociados son de 19,4 y 27,3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en el caso semanal y quincenal respectivamente.

Tras el estudio en campo se determina que las medidas quincenales son las más adecuadas para determinar los niveles de ozono troposférico mediante captadores pasivos Radiello.

### 8.2.3.3. Optimización tiempo medida en el método Radiello para medir NO<sub>2</sub>

#### 8.2.3.3.1. Determinación del coeficiente de captación

Los resultados obtenidos a lo largo de los periodos de muestreo en los que se han intercomparado se muestran en la Tabla 8.215 a Tabla 8.216. Los resultados se han obtenido con las carcasas protectoras Tipo R.

Tabla 8.215. Resultados semanal

REF	Periodo de muestreo	Masa nitrato ( $\mu\text{g/ml}$ )	Masa nitrato promedio ( $\mu\text{g/ml}$ )	Concentración real Consellería NO <sub>2</sub> ( $\mu\text{g/m}^3$ )	Tiempo exposición (min)	S individual ( $\text{cm}^3/\text{min}$ )	Concentración estimada pasivos ( $\mu\text{g/m}^3$ )	Desviación (%)	Precisión (%)	Exactitud (%)
BUR-N1	09/07/03 a 15/07/03	1,443	1,485	20,51	8548	84,70	20,78	-1,29	10,69	2,86
BUR-N2		1,661								
BUR-N3		1,352								
PEÑ-N1	09/07/03 a 15/07/03	0,999	1,016	14,27	8646	82,35	14,05	1,52	1,49	1,75
PEÑ-N2		1,023								
PEÑ-N3		1,027								
VLF-N1	09/07/03 a 15/07/03	-0,006	-0,002	DATO NO VÁLIDO						
VLF-N2		0,010								
VLF-N3		-0,010								
BUR-N1	09/07/03 a 15/07/03	1,396	1,749	18,20	11520	83,42	18,16	0,24	19,03	3,88
BUR-N2		1,795								
BUR-N3		2,057								
PEÑ-N1	09/07/03 a 15/07/03	1,107	1,023	10,50	11600	84,02	10,55	-0,48	8,99	2,23
PEÑ-N2		1,039								
PEÑ-N3		0,925								
VLF-N1	09/07/03 a 15/07/03	0,141	0,105	5,17	13000	15,62	DATO NO VÁLIDO			
VLF-N2		0,083								
VLF-N3		0,092								

Tabla 8.216. Resultados quincenal

REF	Periodo de muestreo	Masa nitrato ( $\mu\text{g/ml}$ )	Masa nitrato promedio ( $\mu\text{g/ml}$ )	Concentración real Consellería NO <sub>2</sub> ( $\mu\text{g/m}^3$ )	Tiempo exposición (min)	S individual ( $\text{cm}^3/\text{min}$ )	Concentración estimada pasivos ( $\mu\text{g/m}^3$ )	Desviación (%)	Precisión (%)	Exactitud (%)
BUR-N1	09/07/03 a 23/07/03	3,271	3,570	19,10	20068	93,15	19,40	-1,55	8,41	4,72
BUR-N2		3,845								
BUR-N3		3,354								
PEÑ-N1	09/07/03 a 23/07/03	2,545	2,157	11,80	20246	90,29	11,62	1,55	10,32	5,30
PEÑ-N2		1,945								
PEÑ-N3		1,954								
VLF-N1	09/07/03 a 23/07/03	0,325	0,451	5,16	22715	38,44	DATO NO VÁLIDO			
VLF-N2		0,468								
VLF-N3		0,424								

En la Figura 8.136 se muestra la evolución de los coeficientes de captación individual calculados para la campaña semanal y la campaña quincenal y en la Figura 8.137 se muestra la correlación entre los coeficientes de captación obtenidos. En primer lugar hay que destacar que en el emplazamiento Vilfranca, debido a que los niveles de concentración de NO<sub>2</sub> son muy bajos, el comportamiento del coeficiente de captación es anómalo, tal y como se vió en el punto 7.1.3. De la observación de la Figura 8.136 y la Figura 8.137 se concluye que el coeficiente de captación resultado de medidas quincenales es siempre mayor al coeficiente de captación resultado de medidas semanales.

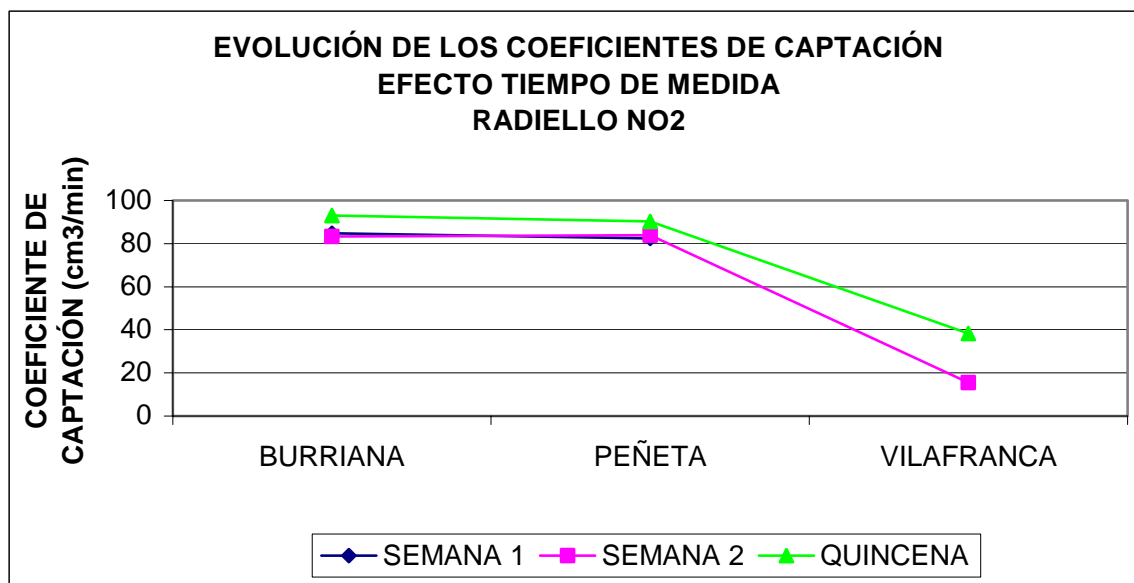


Figura 8.136. Evolución de los coeficientes de captación. Efecto del tiempo de medida captador Radiello para medir NO<sub>2</sub>.

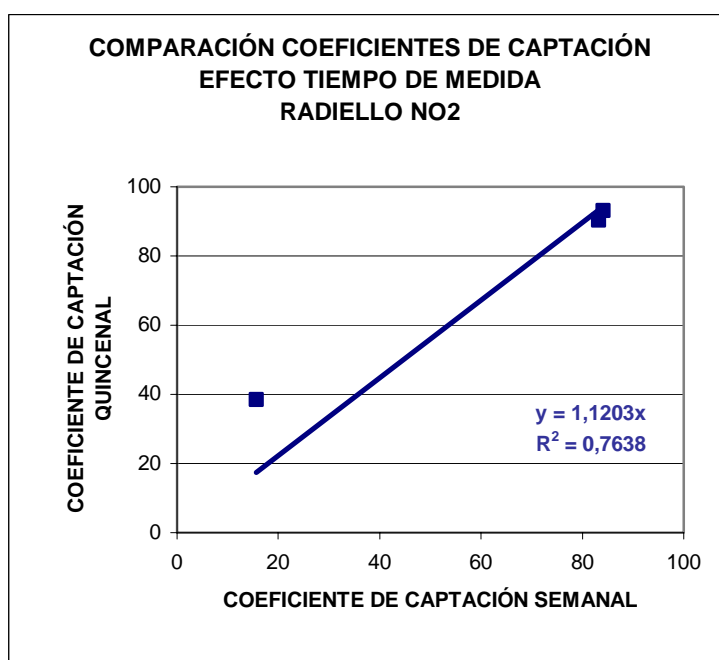


Figura 8.137. Correlación de los coeficientes de captación resultado del tiempo de medida en el captador Radiello para NO<sub>2</sub>.

En la Tabla 8.217 se resumen los resultados del coeficiente de captación obtenidos semanalmente y quincenalmente. En ella se observa que el promedio semanal es un 10% inferior al promedio quincenal.

**Tabla 8.217. Resultados coeficiente captación. Efecto del tiempo de medida**

COEFICIENTE DE CAPTACIÓN	SEMANA 1	SEMANA 2	PROMEDIO SEMANAL	PROMEDIO QUINCENAL
PROMEDIO (cm <sup>3</sup> /min)	83,5	83,7	83,62	91,7
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (cm <sup>3</sup> /min)	1,7	0,4	1,00	2,0
DSR (%)	2,0	0,5	0,01	2,2

8.2.3.3.2. Desviación, precisión y exactitud

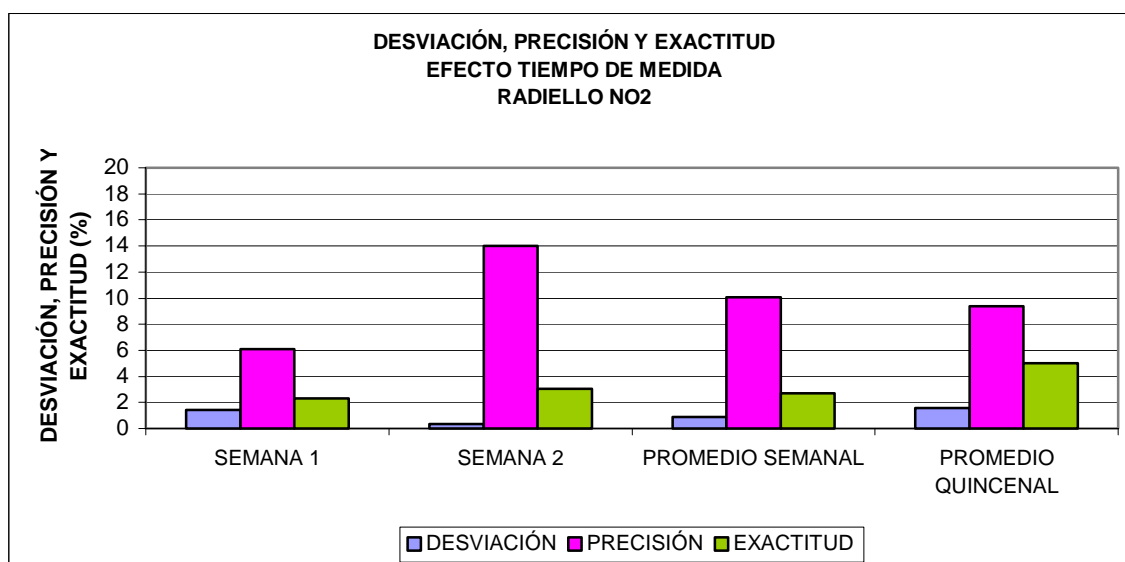
8.2.3.3.2.1. *Desviación*

Los resultados de desviación obtenidos en cada punto de referencia se muestran en la Tabla 8.215 a Tabla 8.216. Los resultados promedio de cada método se reflejan en la Tabla 8.218

**Tabla 8.218. Resultados desviación, precisión y exactitud. Efecto del tiempo de medida**

ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO	SEMANA 1	SEMANA 2	PROMEDIO SEMANAL	PROMEDIO QUINCENAL
DESVIACIÓN (%)	1,41	0,36	0,88	1,55
PRECISIÓN (%)	6,09	14,01	10,05	9,37
EXACTITUD (%)	2,31	3,05	2,68	5,01

En la Figura 8.138 se muestra que la desviación promedio semanal es considerablemente mejor a la obtenida quincenalmente variando de un 1% la semanal hasta un 1,5% quincenalmente.



*Figura 8.138. Desviación, precisión y exactitud Radiello para medir NO<sub>2</sub>, efecto del tiempo de medida*

8.2.3.3.2.2. *Precisión*

Los resultados de precisión obtenidos en cada punto de referencia se muestran en la Tabla 8.215 a Tabla 8.216. Los resultados promedio de cada método se reflejan en la Tabla 8.218 y en la Figura 8.138. La precisión es muy similar en ambos casos situándose en torno al 10%.



### 8.2.3.3.2.3. Exactitud

Los resultados de exactitud obtenidos en cada punto de referencia se muestran en la Tabla 8.215 a Tabla 8.216. Los resultados promedio de cada método se reflejan en la Tabla 8.218 y en la Figura 8.138. La exactitud promedio quincenal es peor a la obtenida semanalmente variando desde un 3% semanal a un 5% quincenal. Ambas medidas cumplen los dos criterios (NIOSH y CEN).

### 8.2.3.3.3. Comparación de los resultados obtenidos mediante el método Radiello con el método de referencia

A fin de estudiar la correlación de los resultados ofrecidos por cada uno de los dos periodos de medida con los datos del método de referencia se comparan los valores cedidos por la Conselleria de Medio Ambiente de la Generalitat Valenciana y los resultados de concentración estimada con el captador pasivo Radiello según los dos tiempos de medida. Los resultados de concentración estimada se muestran en la Tabla 8.215 a Tabla 8.216.

#### 8.2.3.3.3.1. Evolución de los niveles medidos mediante ambos métodos

Para realizar la comparación entre el método de referencia y los distintos resultados ofrecidos por los dos tiempos de medida se han representado los datos obtenidos con el captador Radiello junto con los datos medidos en las estaciones de referencia para observar si los niveles medidos por ambos métodos siguen las mismas tendencias y dan valores análogos. Dicha representación se muestra en la Figura 8.139.

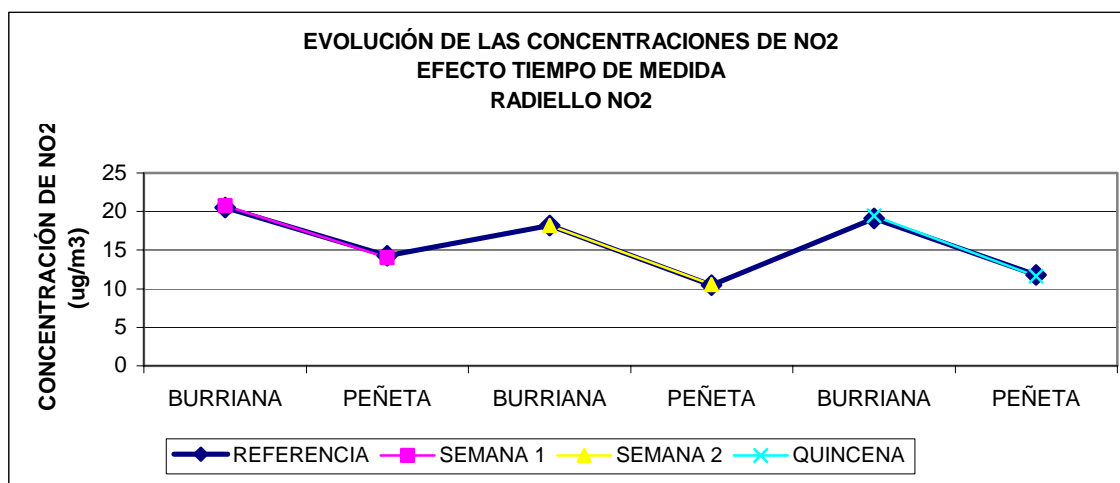


Figura 8.139. Variación de la concentración medida Radiello NO2 y valores de referencia. Efecto del tiempo de medida

Se aprecia en la Figura 8.139 que las concentraciones de NO<sub>2</sub> son casi coincidentes con las medidas de referencia.

#### 8.2.3.3.3.2. Correlación entre ambos métodos

Para comparar la bondad de los datos obtenidos con los dos tiempos de medida se ha realizado una correlación de las concentraciones obtenidas con cada uno y los valores de concentración de referencia. En la Figura 8.140 se representa la recta de correlación obtenida.

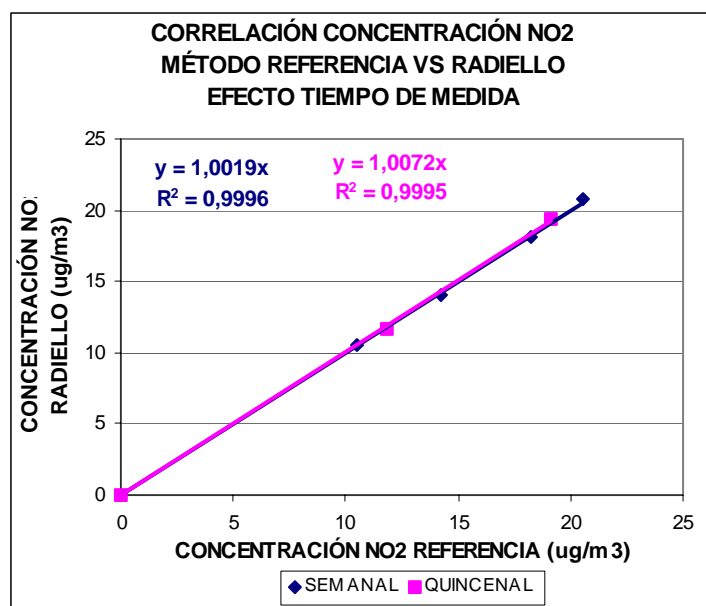


Figura 8.140. Comparación concentraciones captador pasivo Radiello método de referencia

Las dos rectas presentan resultados similares con coeficientes de determinación de 0,99 y pendientes en torno al 1. Los errores asociados a la correlación son de 0,19 y 0,29  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  para la exposición semanal y quincenal respectivamente.

Tras el estudio en campo se determina que las medidas semanales son las más adecuadas para determinar los niveles de NO<sub>2</sub> mediante captadores pasivos Radiello.

## 8.3. DESARROLLO DE NUEVOS CAPTADORES PASIVOS

### 8.3.1. PROPUESTA DE UN NUEVO CAPTADOR PASIVO

#### 8.3.1.1. Descripción del nuevo captador pasivo

##### 8.3.1.1.1. Geometría

La geometría del captador es un tema clave que afecta al coeficiente de captación efectivo,  $S$ , tal y como muestra la propia definición:

$$S = \frac{D \cdot a}{L} \quad (8.20)$$

donde  $S$  es el coeficiente de captación teórico (cm<sup>3</sup>/min),  $D$  es el coeficiente de difusión de un gas A (contaminante) en otro gas B (aire) (cm<sup>2</sup>/min),  $a$  es el área transversal a la difusión (cm<sup>2</sup>) y  $L$  es la longitud de difusión en el interior del captador (cm).

Una vez definidos los factores geométricos de un captador, el área transversal y la longitud de difusión, el coeficiente de captación teórico sólo dependerá del coeficiente de difusión. El coeficiente de captación es por tanto fijo para un gas o vapor concreto y puede únicamente ser alterado con cambios en el tamaño o forma de los captadores.

Hay tres diseños básicos de captadores pasivos: tubos longitudinales, discos o placas y tubos radiales.

- Los captadores longitudinales tienen forma de tubo y el muestreo se realiza desde un extremo abierto a través de una sección pequeña y la longitud de difusión es muy larga. Tienen generalmente coeficientes de muestreo pequeños, del orden de 1 ml/min o menos, puesto que el área es pequeña y la longitud de difusión muy grande.
- Los captadores en forma de disco o placa (en inglés badge-type) captan el contaminante a través de un área mayor que los anteriores y una longitud de difusión pequeña. Tienen un coeficiente de captación intermedio, del orden de 10 ml/min debido a que el área de captación es grande y la longitud de difusión es muy pequeña.
- Los captadores radiales tienen forma de tubo y el muestreo se produce difundiendo a través de las paredes hacia el interior del eje del tubo. Tienen coeficientes de muestreo más elevados, del orden de 100 ml/min, puesto que el área de captación es muy grande (todo el área del cilindro expuesto) y la longitud de difusión es reducida, el radio del cilindro.

En la Figura 8.141 se muestran esquemáticamente el mecanismo de difusión de los tres tipos de captadores descritos. En la Figura 8.142 se presentan varios modelos comerciales representativos de cada uno de los tipos de captadores definidos.

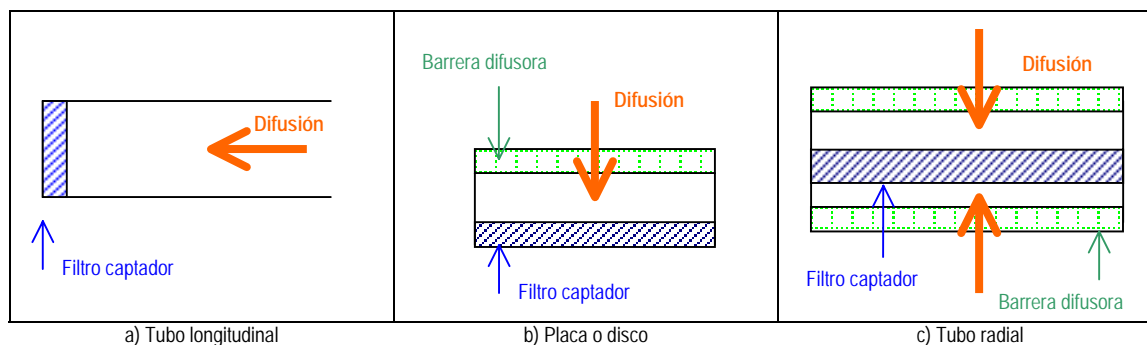


Figura 8.141. Mecanismo de difusión en los tres tipos de captadores pasivos

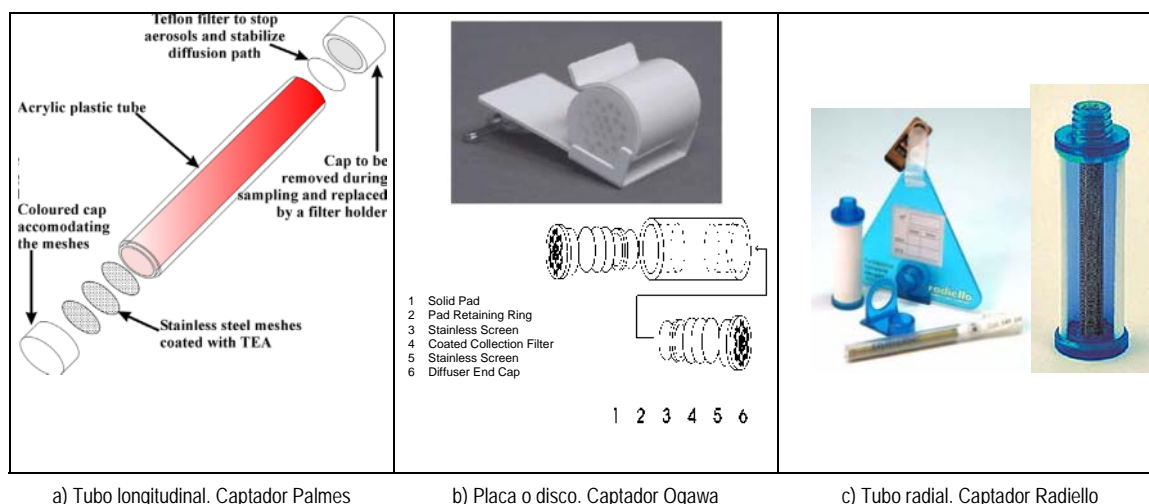


Figura 8.142. Ejemplos comerciales de los tres tipos de captadores pasivos

De entre las tres geometrías descritas, el nuevo captador se va a diseñar con una geometría de disco o placa.

El nuevo captador está basado en una junta de tubos rácor comercial. El filtro absorbente es un filtro de fibra de vidrio Whatman GF-A de 22 mm de diámetro. Dicho filtro se sitúa sobre el tubo rácor entre dos rejillas de plástico. La zona de difusión se crea mediante una junta tórica de 18,72 mm de diámetro y 2,62 mm de profundidad. Sobre la junta tórica y a modo de barrera de difusión se sitúa un filtro de fibra de cuarzo, Quartz microfiber filters QMA cat No 1851-100 Whatman, de 24 mm de diámetro. Finalmente, se fija todo mediante el tapón rosca de la junta rácor. Las dimensiones son 5,3 cm de alto, 20 mm de diámetro de área de paso y 2,62 mm de longitud de difusión.

En la Figura 8.143 se muestra el esquema y las dimensiones del modelo propuesto del nuevo captador.

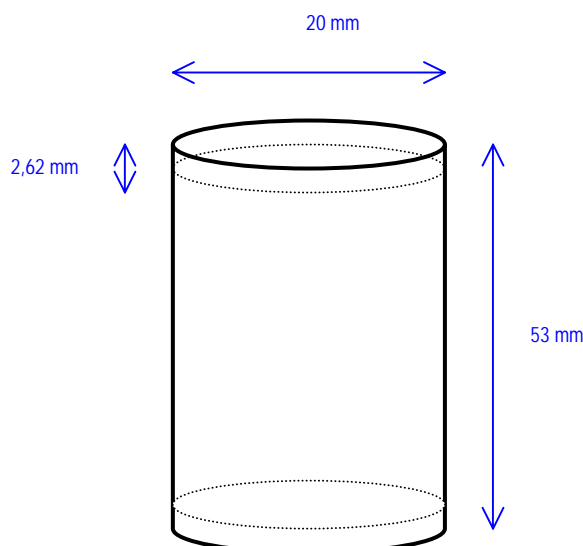


Figura 8.143. Esquema y dimensiones del modelo propuesto de captador pasivo.

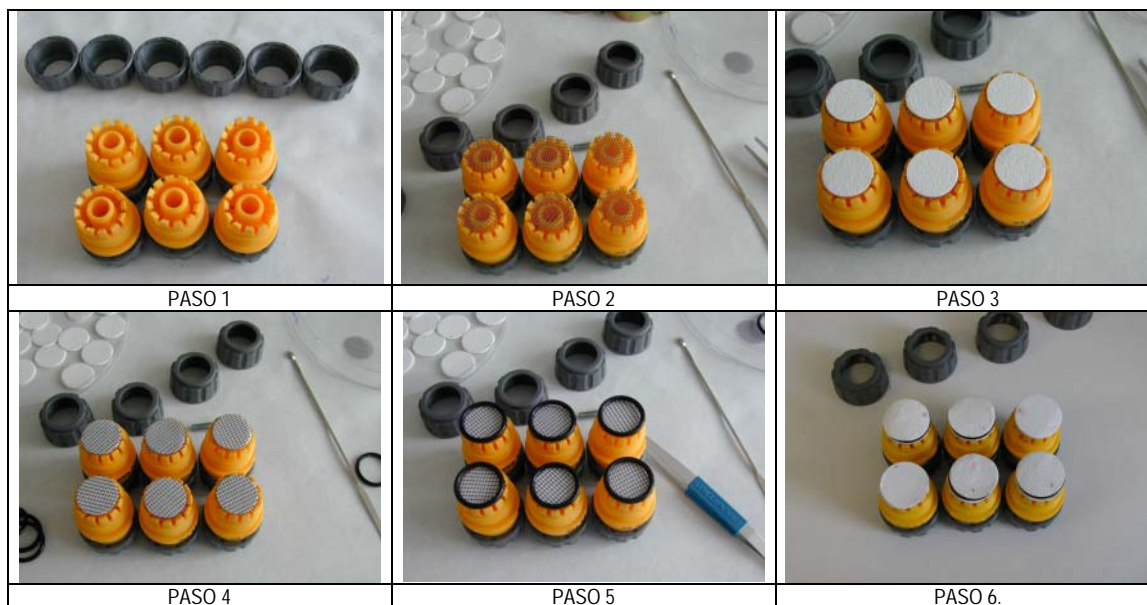
En la Figura 8.144 se muestran los componentes del modelo propuesto del nuevo captador.

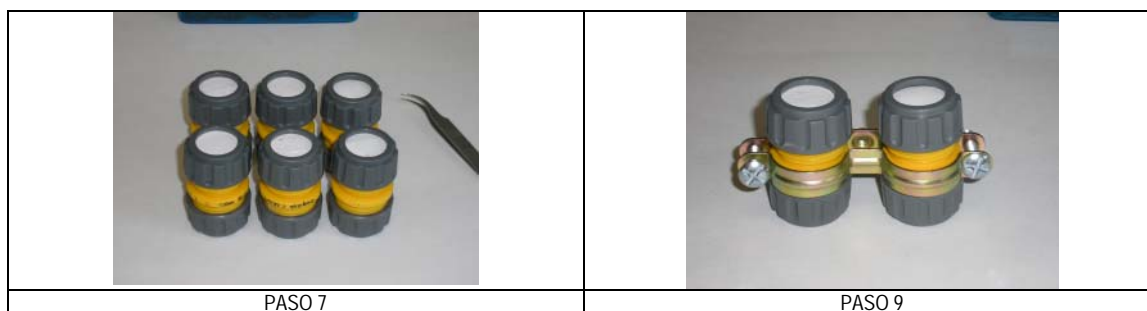


Figura 8.144. Componentes de los dos modelos propuestos del nuevo captador pasivo

En la Figura 8.145 se muestra el proceso de montaje de los captadores, el cual consta de los siguientes pasos:

- 1.- Se colocan todas las juntas sin sus tapones
- 2.- Se coloca la rejilla de plástico
- 3.- Se coloca el filtro impregnado con el reactivo
- 4.- Se coloca la segunda rejilla de plástico
- 5.- Se coloca la junta tórica para facilitar el espacio de difusión
- 6.- Se coloca un filtro de fibra de vidrio a modo de barrera de difusión.
- 7.- Se coloca el tapón roscado que unifica todas las partes.
- 8.- Se da la vuelta al captador y se repiten los pasos 1 a 7 en el otro extremo del captador.
- 9.- Se coloca la anilla de sujeción para poder sujetarlos en la carcasa protectora.





*Figura 8.145. Montaje del nuevo captador pasivo*

#### 8.3.1.1.2. Disoluciones captadoras

Las disoluciones captadoras utilizadas son disoluciones que se encuentran descritas en la bibliografía. Dichas disoluciones se describen a continuación.

##### *8.3.1.1.2.1. Disolución captadora A para medir ozono*

La disolución captadora A para medir ozono, basada en el método utilizado por los captadores pasivos Ogawa (Ogawa, 2001), es una disolución de nitrito que al reaccionar con el ozono atmosférico se oxida a nitrato. Este nitrato posteriormente es extraído en el laboratorio y analizado por cromatografía iónica.

La disolución impregnante es una disolución 0,24 M de  $\text{NaNO}_2$  con carbonato potásico y glicerol, que se almacena en cámara frigorífica a 4°C hasta su uso. La impregnación se lleva a cabo en una cámara seca de metacrilato (libre de contaminantes) con 100 ml de disolución de impregnación utilizando una micropipeta (Galan Madruga et al., 2001).

##### *8.3.1.1.2.2. Disolución captadora N para medir $\text{NO}_2$*

La disolución captadora N para medir  $\text{NO}_2$ , basada en la reacción de quimiadsorción del  $\text{NO}_2$  en la trietanolamina (TEA) en forma de nitrito. Este nitrito puede ser posteriormente analizado tras su extracción por cromatografía iónica o también por espectrofotometría UV a 540nm tras un revelado mediante la conocida reacción de Griess-Saltzman.

La disolución impregnante es una disolución al 15% v/v de TEA en agua MQ (Kirby et al., 2000). La impregnación se lleva a cabo en una cámara seca de metacrilato (libre de contaminantes) con 100 ml de disolución de impregnación utilizando una micropipeta.

#### 8.3.1.1.3. Denominación del nuevo modelo

El nuevo modelo se va a denominar Modelo Z. Su abreviatura será ZA para los nuevos captadores que miden ozono y ZN para los nuevos captadores que miden  $\text{NO}_2$ .

### 8.3.1.2. Caracterización de los captadores desarrollados

#### 8.3.1.2.1. Captador pasivo para medir ozono

##### *8.3.1.2.1.1. Selectividad*

El estudio de la selectividad es el mismo que aplicaba en el punto 8.1.1.3.1. puesto que es el fundamento químico es el mismo que el utilizado en los captadores Ogawa para medir ozono.

##### *8.3.1.2.1.2. Determinación del coeficiente de captación*

Para conocer el coeficiente de captación efectivo de los captadores pasivos, se ha realizado una calibración de los mismos, colocándolos junto a analizadores de referencia

propiedad de la Conselleria de Medio Ambiente de la Generalitat Valenciana a lo largo de determinadas semanas.

En cada periodo de muestreo, se calcula el coeficiente de captación individual,  $S_{indiv}$ , en cada estación de referencia conforme a la siguiente ecuación:

$$(8.21) \quad S_{indiv} = \frac{M_{NO_3^-} * V_{extraccion} * \left( \frac{PM_{O_3}}{PM_{NO_3^-}} \right)}{C_{O_3Ref} * t} \cdot 10^6$$

donde  $S_{indiv}$  (cm<sup>3</sup>/min) es el coeficiente de captación individual,  $M_{NO_3^-}$  (µg/ml) es la masa de nitrato que ha reaccionado con el ozono ambiental y que ha sido analizada en el cromatógrafo iónico,  $V_{extracción}$  (ml) es el volumen de extracción del nitrato empleado en el análisis,  $PM_{O_3}$  (µg/µmol) es el peso molecular del ozono,  $PM_{NO_3^-}$  (µg/µmol) es el peso molecular del nitrato,  $C_{O_3-Ref}$  (µg/m<sup>3</sup>) es la concentración de referencia obtenida en el analizador por fotometría UV y  $t$  (min) es el tiempo que el captador pasivo ha estado expuesto en el punto de muestreo.

Los datos correspondientes al coeficiente de captación individual  $S_{indiv}$  (cm<sup>3</sup>/min) calculados para las diferentes campañas y las distintas estaciones de referencia se muestran en Tabla 8.219

Tabla 8.219. Resultados validación captador nuevo medida ozono

REF	Periodo de muestreo	Concentración nitrato (µg/ml)	Concentración nitrato promedio (µg/ml)	Concentración real Conselleria Ozono (µg/m <sup>3</sup> )	Tiempo exposición (min)	S individual (cm <sup>3</sup> /min)	Concentración estimada pasivos (µg/m <sup>3</sup> )	Desviación (%)	Precisión (%)	Exactitud (%)
BUR-ZA1-TG	09/06/03 a 24/06/03	4,085	3,796	58,22	20970	55,04	61,19	-5,10	21,45	7,66
BUR-ZA2-TG		4,353								
BUR-ZA3-TG		2,950								
BUR-ZA1-TG	09/07/03 a 15/07/03	2,292	1,883	87,56	8548	48,69	81,41	7,02	30,72	8,34
BUR-ZA2-TG		1,474								
BUR-ZA3-TG		-								
BUR-ZA1-TG	26/08/03 a 04/09/03	1,697	2,379	73,75	12960	48,18	67,85	8,00	24,91	9,61
BUR-ZA2-TG		2,765								
BUR-ZA3-TG		2,676								
GRA-ZA1-TG	26/08/03 a 02/09/03	1,393	1,954	62,00	10035	60,78	71,95	-16,05	25,45	17,65
GRA-ZA2-TG		2,341								
GRA-ZA3-TG		2,127								
PEÑ-ZA1-TG	26/08/03 a 02/09/03	2,241	2,177	86,60	10020	48,56	80,30	7,28	22,70	8,42
PEÑ-ZA2-TG		2,636								
PEÑ-ZA3-TG		1,654								
BUR-ZA1-TG	08/09/03 a 16/09/03	1,748	1,833	62,28	11948	47,67	56,69	8,98	4,46	9,24
BUR-ZA2-TG		1,839								
BUR-ZA3-TG		1,911								
GRA-ZA1-TG	09/09/03 a 17/09/03	1,694	1,668	54,83	11550	50,96	53,36	2,69	2,25	2,82
GRA-ZA2-TG		1,641								
GRA-ZA3-TG		-								
PEÑ-ZA1-TG	09/09/03 a 17/09/03	2,678	2,822	82,38	11530	57,51	90,47	-9,82	4,48	10,13
PEÑ-ZA2-TG		2,913								
PEÑ-ZA3-TG		2,876								
BUR-ZA1-TG	26/09/03 a 05/10/03	1,502	1,531	42,20	12975	54,10	43,59	-3,30	2,63	3,48
BUR-ZA2-TG		1,559								
BUR-ZA3-TG		-								

Tabla 8.219 Cont.

REF	Periodo de muestreo	Concentración nitrato (µg/ml)	Concentración nitrato promedio (µg/ml)	Concentración real Consellería Ozono (µg/m³)	Tiempo exposición (min)	S individual (cm³/min)	Concentración estimada pasivos (µg/m³)	Desviación (%)	Precisión (%)	Exactitud (%)
GRA-ZA1-TG	23/09/03 a 30/09/03	1,453	1,307	38,37	9645	68,37	50,09	-30,56	13,24	31,45
GRA-ZA2-TG		1,353								
GRA-ZA3-TG		1,116								
BUR-ZA1-TG	05/10/03 a 19/10/03	1,168	0,878	37,00	19910	23,06	16,29	55,96	43,72	57,94
BUR-ZA2-TG		1,024								
BUR-ZA3-TG		0,443								
GRA-ZA1-TG	30/09/03 a 06/10/03	1,286	1,133	41,32	8795	60,35	47,62	-15,24	11,81	16,16
GRA-ZA2-TG		1,080								
GRA-ZA3-TG		1,035								

En la Figura 8.146 se muestra la evolución de los coeficientes de captación individual calculados para el nuevo diseño de captador para medir ozono. Se aprecia como el coeficiente de captación se mantiene aproximadamente constante a lo largo de los distintos emplazamientos estudiados y de los distintos periodos de muestreo, siendo el valor promedio del coeficiente de captación efectivo 54 cm³/min con una desviación estándar de 7 cm³/min.

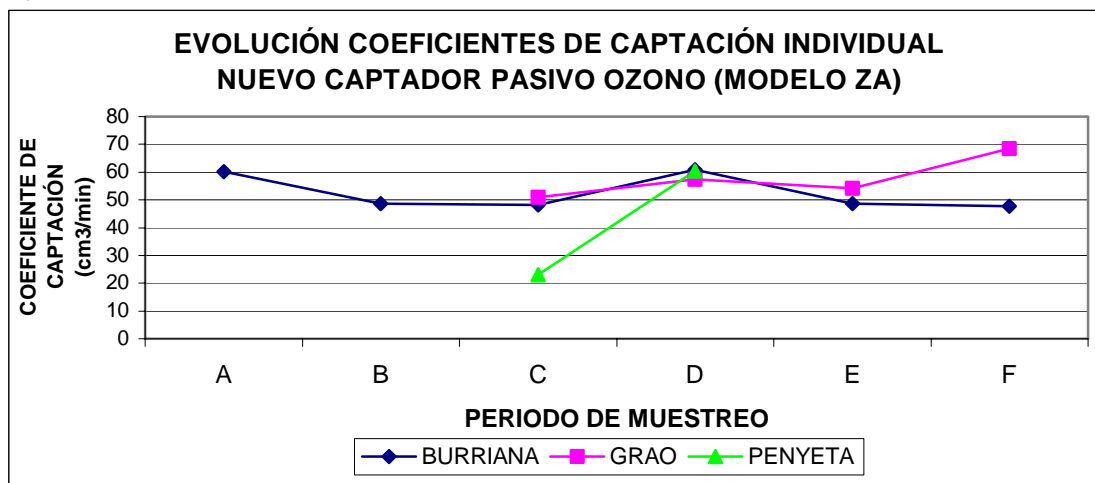


Figura 8.146. Evolución de los coeficientes de captación individual Captador nuevo para medir ozono.

### 8.3.1.2.1.3. Desviación, precisión y exactitud

#### 8.3.1.2.1.3.1. Desviación

Los valores concentración estimada se calculan a partir de los datos de nitrato promedio y tiempo muestreado que se muestran en la Tabla 8.219 y el valor promedio del coeficiente de captación (10,5 cm³/min) según la siguiente ecuación:

$$C_{O_3} = \frac{M_{NO_3^-} * V_{extraccion} * \left( \frac{PM_{O_3}}{PM_{NO_3^-}} \right)}{S_{efectivo} * t} * 10^6 \quad (8.22)$$

donde,  $C_{O_3}$  (µg/m³) es la concentración de obtenida con el captador pasivo Ogawa®,  $M_{NO_3^-}$  (µg/ml) es la masa de nitrato que ha reaccionado con el ozono ambiental y que ha sido analizada en el cromatógrafo iónico,  $V_{extraccion}$  (ml) es el volumen de extracción del nitrato empleado en el análisis,  $PM_{O_3}$  (µg/µmol) es el peso molecular del ozono,  $PM_{NO_3^-}$  (µg/µmol) es



## 8.- PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

el peso molecular del nitrato,  $S_{efectivo}$  ( $\text{cm}^3/\text{min}$ ) es el coeficiente de captación efectivo correspondiente a dicho periodo de muestreo (según los tres métodos) y  $t$  (min) es el tiempo que el captador pasivo ha estado expuesto en el punto de muestreo.

Los resultados de desviación obtenidos se muestran en la Tabla 8.219. La desviación promedio es del  $14,9\% \pm 14,9\%$ . Es un resultado promedio bueno, sin embargo, la desviación estándar es muy elevada.

## 8.3.1.2.1.3.2. Precisión

Para el estudio de la precisión se analiza la desviación estándar de los captadores colocados por tríos en los distintos emplazamientos de referencia. En la Tabla 8.219 se presentan los resultados obtenidos. La precisión promedio es del  $17,3\% \pm 13,0\%$ .

## 8.3.1.2.1.3.3. Exactitud

La exactitud es la diferencia del valor estimado por el captador y el valor verdadero. La exactitud es una función que depende de los valores de la desviación y de la precisión. La exactitud se calcula conforme a lo especificado en el punto 8.1.1.2.5.3. Los valores de exactitud se muestran en la Tabla 8.219. La exactitud promedio es del  $15,2\% \pm 15,4\%$ .

El criterio de NIOSH exige que para que un método pueda ser validado la exactitud del método debe ser inferior a 25% con un nivel de confianza del 95% (Bartley, 2001; Kennedy et al., 1998) y la norma europea establecida por el Comité Europeo de Normalización (CEN) para validar un método establece un límite de incertidumbre alrededor del 30%. Los resultados proporcionados por el presente método están dentro de los límites establecidos de forma general, sin embargo debido al elevado valor de la desviación estándar, en algunos casos puede superar ambos límites.

*8.3.1.2.1.4. Comparación de los resultados obtenidos mediante el nuevo captador pasivo con el método de referencia*

A fin de estudiar la correlación del captador pasivo nuevo propuesto con el método de referencia se comparan los valores obtenidos mediante el método de referencia (valores cedidos por la Conselleria de Medio Ambiente de la Generalitat Valenciana) y los resultados de concentración estimada con captadores pasivos reflejados en la Tabla 8.219.

## 8.3.1.2.1.4.1. Evolución de los niveles medidos mediante ambos métodos

Para realizar la comparación entre el método de referencia y el captador pasivo nuevo se han representado los datos obtenidos con dichos captadores junto con los datos medidos en las estaciones de referencia para observar si los niveles medidos por ambos métodos siguen las mismas tendencias y dan valores análogos. Dicha representación se muestra en la Figura 8.147.

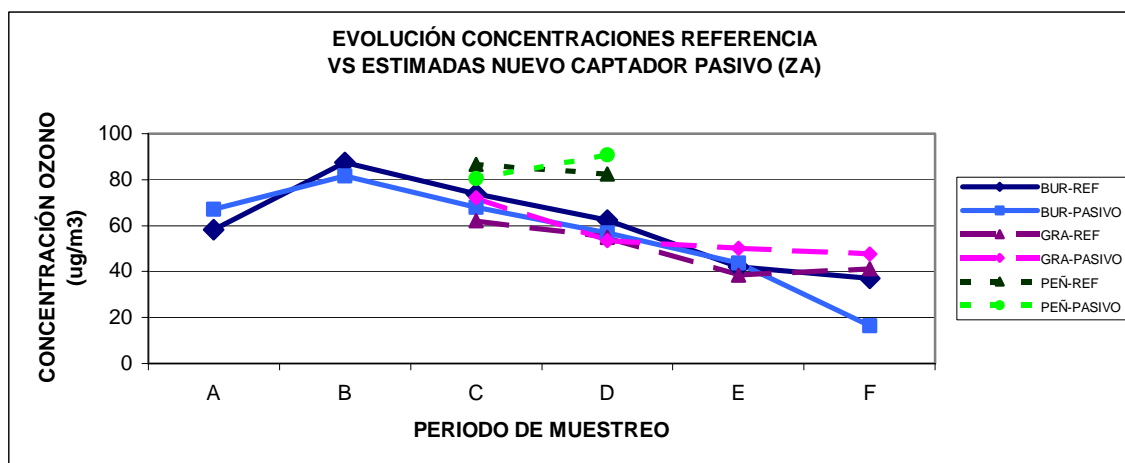


Figura 8.147. Variación de la concentración medida con el captador pasivo nuevo y valores de referencia

Se aprecia en la Figura 8.147 que las concentraciones siguen las mismas tendencias a lo largo de los periodos de muestreo realizados.

#### 8.3.1.2.1.4.2. Correlación entre ambos métodos

Para comparar la bondad de los datos medidos mediante el nuevo captador pasivo para medir ozono se ha estudiado la correlación de las concentraciones medidas con dicho captador con los valores de concentración medidos con el método de referencia. En la Figura 8.148 se representa la recta de correlación obtenida.

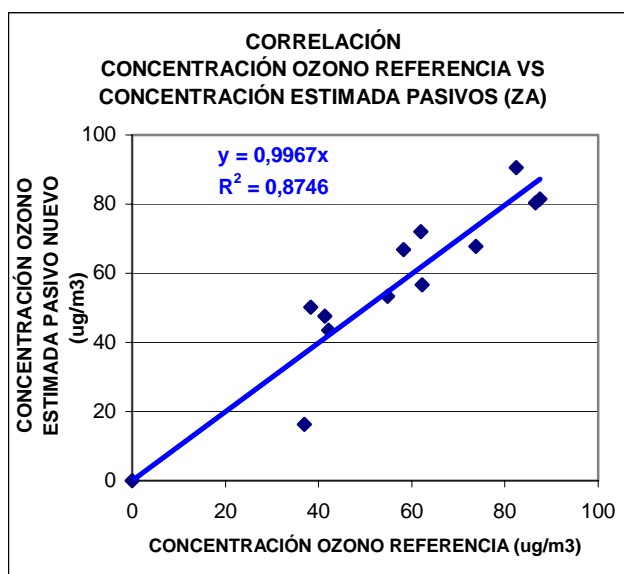


Figura 8.148. Comparación concentraciones captador pasivo nuevo método de referencia

La recta de correlación presenta un coeficiente de determinación de 0,87, un error asociado de 9,48  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y una pendiente de 1, por lo que cabe destacar que el nuevo captador pasivo desarrollado estima correctamente las concentraciones de ozono con una correlación entre las concentraciones medidas con el captador pasivo y las medidas con el método de referencia del 87%.

### 8.3.1.2.2. Captador pasivo para medir NO<sub>2</sub>

#### 8.3.1.2.2.1. *Selectividad*

El estudio de la selectividad es el mismo que aplicaba en el punto 8.1.3.3.1. puesto que es el fundamento químico es el mismo que el utilizado en los captadores Radiello para medir NO<sub>2</sub>.

#### 8.3.1.2.2.2. *Determinación del coeficiente de captación*

Para conocer el coeficiente de captación efectivo de los captadores pasivos, se ha realizado una calibración de los mismos, colocándolos junto a analizadores de referencia propiedad de la Conselleria de Medio Ambiente de la Generalitat Valenciana a lo largo de determinadas semanas. Se han utilizado carcasas protectoras Tipo G para cubrir los captadores.

En cada periodo de muestreo, se calcula el coeficiente de captación individual,  $S_{indiv}$ , en cada estación de referencia conforme a la siguiente ecuación:

$$(8.23) \quad S_{indiv} = \frac{M_{NO_2^-} * V_{extraccion} * \left( \frac{PM_{NO_2}}{PM_{NO_2^-}} \right)}{C_{NO_2 Ref} * t} \quad 10^6$$

donde  $S_{indiv}$  (cm<sup>3</sup>/min) es el coeficiente de captación individual,  $M_{NO_2^-}$  (μg/ml) es la masa de nitrito que se ha quimiadsorbido en la trietanolamina,  $V_{extracción}$  (ml) es el volumen de extracción del nitrito empleado en el análisis,  $PM_{NO_2}$  (μg/μmol) es el peso molecular del dióxido de nitrógeno,  $PM_{NO_2^-}$  (μg/μmol) es el peso molecular del nitrito,  $C_{NO_2-Ref}$  (μg/m<sup>3</sup>) es la concentración de referencia obtenida en el analizador por quimioluminiscencia y  $t$  (min) es el tiempo que el captador pasivo ha estado expuesto en el punto de muestreo.

Los datos correspondientes al coeficiente de captación individual  $S_{indiv}$  (cm<sup>3</sup>/min) calculados para las diferentes campañas y las distintas estaciones de referencia se muestran en Tabla 8.220.

Tabla 8.220. Resultados validación captador nuevo medida NO<sub>2</sub>

REF	Periodo de muestreo	Concentración nitrato (µg/ml)	Concentración nitrato promedio (µg/ml)	Concentración real Conselleria NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Tiempo exposición (min)	S individual (cm <sup>3</sup> /min)	Concentración estimada pasivos (µg/m <sup>3</sup> )		Desviación (%)		Precisión (%)	Exactitud (%)	
							M1	M2	M1	M2		M1	M2
BUR-ZN1-TG	24/09/04 a 01/10/04	2,217	2,271	20,3	8814	126,9	20	18	2	12	3	2	13
BUR-ZN2-TG		2,326											
GRA-ZN1-TG	24/09/04 a 01/10/04	1,682	1,684	27,0	9060	68,8	30	21	-11	23	0	12	23
GRA-ZN2-TG		1,687											
ALC-ZN1-TG	24/09/04 a 01/10/04	2,273	2,212	33,1	10035	66,6	36	29	-8	11	4	8	12
ALC-ZN2-TG		2,151											
VLF-ZN1-TG	24/09/04 a 01/10/04	0,418	0,437	9,0	12480	38,9	6	7	37	22	6	37	23
VLF-ZN2-TG		0,457											
BUR-ZN1-TG	15/10/04 a 22/10/04	2,367	2,510	19,7	9945	128,1	19	24	1	-21	8	3	23
BUR-ZN2-TG		2,653											
GRA-ZN1-TG	15/10/04 a 22/10/04	2,471	2,311	36,8	10145	61,9	37	36	0	2	10	2	3
GRA-ZN2-TG		2,151											
ALC-ZN1-TG	15/10/04 a 22/10/04	2,499	2,420	33,1	9845	74,2	40	40	-20	-22	5	21	23
ALC-ZN2-TG		2,341											
VLF-ZN1-TG	15/10/04 a 22/10/04	0,350	0,307	5,4	9950	57,0	5	5	8	2	20	10	5
VLF-ZN2-TG		0,264											
BUR-ZN1-TG	22/10/04 a 29/10/04	3,057	3,094	22,9	10135	133,3	24	30	-3	-31	2	4	32
BUR-ZN2-TG		3,130											
GRA-ZN1-TG	22/10/04 a 29/10/04	2,569	2,456	37,7	10140	64,2	39	31	-4	19	7	5	20
GRA-ZN2-TG		2,343											
ALC-ZN1-TG	22/10/04 a 29/10/04	2,990	3,042	37,3	10220	79,8	48	39	-29	-5	2	30	6
ALC-ZN2-TG		3,094											
VLF-ZN1-TG	22/10/04 a 29/10/04	0,315	0,292	6,5	10095	44,5	5	7	28	-7	11	29	8
VLF-ZN2-TG		0,269											

M1 y M2 representan los resultados obtenidos con los Métodos 1 y 2 respectivamente propuestos en el apartado 8.3.1.2.2.2.2

En la Figura 8.149 se muestra la evolución de los coeficientes de captación individual calculados para el nuevo diseño de captador para medir NO<sub>2</sub>. Se aprecia como el coeficiente de captación se mantiene aproximadamente constante a lo largo de los distintos emplazamientos estudiados y de los diferentes periodos de muestreo, siendo el valor promedio del coeficiente de captación efectivo 61,8 cm<sup>3</sup>/min con una desviación estándar de 13,2 cm<sup>3</sup>/min, excepto en Burriana, en la cual el coeficiente de captación es de 129,4 cm<sup>3</sup>/min con una desviación estándar de 13,4 cm<sup>3</sup>/min.

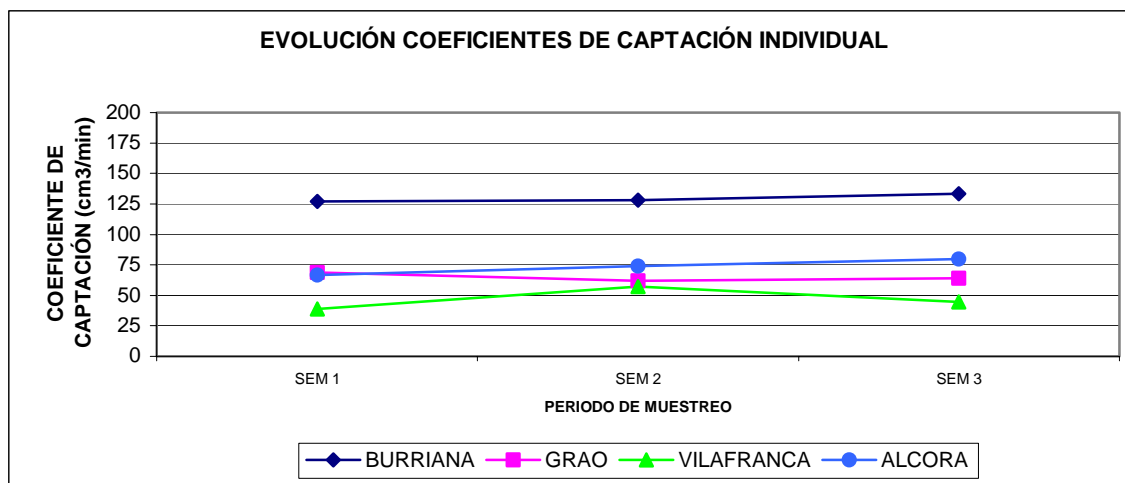


Figura 8.149. Evolución de los coeficientes de captación individual Captador nuevo para medir NO<sub>2</sub>.

8.3.1.2.2.1. Estudio de la variación del coeficiente de captación

En el presente apartado se va a realizar un estudio de la variación de los valores de captación individual con respecto a las distintas variables meteorológicas y niveles de contaminantes recogidos en las estaciones de referencia propiedad de la Conselleria de Medio Ambiente.

8.3.1.2.2.1.1. Efecto de la meteorología en el coeficiente de captación

Para estudiar el efecto de la meteorología en el coeficiente de captación se ha calculado una matriz de correlación entre las distintas variables meteorológicas y el coeficiente de captación individual. La matriz de correlación obtenida se presenta a continuación en la Tabla 8.221.

Tabla 8.221. Matriz de correlaciones coeficiente de captación individual con variables meteorológicas.

		Correlaciones								
		se	velocidad	direccion	temperatura	HR	rad	plu	pre	
se	Correlación de Pearson	1	,055	,781*	,735**	,738**	-,226	-,159	,591*	
	Sig. (bilateral)		,888	,013	,006	,006	,559	,683	,043	
	N	12	9	9	12	12	9	9	12	
velocidad	Correlación de Pearson	,055	1	,239	-,057	-,063	-,040	-,503	-,601	
	Sig. (bilateral)	,888		,536	,885	,871	,919	,168	,087	
	N	9	9	9	9	9	9	9	9	
direccion	Correlación de Pearson	,781*	,239	1	,429	,676*	-,498	-,205	,305	
	Sig. (bilateral)	,013	,536		,249	,046	,172	,596	,425	
	N	9	9	9	9	9	9	9	9	
temperatura	Correlación de Pearson	,735**	-,057	,429	1	,432	,245	-,091	,808**	
	Sig. (bilateral)	,006	,885	,249		,161	,525	,815	,001	
	N	12	9	9	12	12	9	9	12	
HR	Correlación de Pearson	,738**	-,063	,676*	,432	1	,020	,056	,340	
	Sig. (bilateral)	,006	,871	,046	,161		,959	,887	,279	
	N	12	9	9	12	12	9	9	12	
rad	Correlación de Pearson	-,226	-,040	-,498	,245	,020	1	-,243	,061	
	Sig. (bilateral)	,559	,919	,172	,525	,959		,528	,875	
	N	9	9	9	9	9	9	9	9	
plu	Correlación de Pearson	-,159	-,503	-,205	-,091	,056	-,243	1	,195	
	Sig. (bilateral)	,683	,168	,596	,815	,887	,528		,614	
	N	9	9	9	9	9	9	9	9	
pre	Correlación de Pearson	,591*	-,601	,305	,808**	,340	,061	,195	1	
	Sig. (bilateral)	,043	,087	,425	,001	,279	,875	,614		
	N	12	9	9	12	12	9	9	12	

\*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

\*\*.. La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Donde *Se* es coeficiente de captación, *velocidad* es la Velocidad del viento, *dirección* es Dirección Promedio del Viento, *temperatura* es Temperatura, *HR* es la Humedad Relativa, *rad* es la Radiación, *Plu* es pluviometría y *pre* es Presión atmosférica.

De la observación de la matriz de correlación anterior se puede concluir que el coeficiente de captación individual depende de los valores Humedad Relativa y Temperatura con una significatividad bilateral del 99% de confianza y de la Dirección Promedio del viento y Presión con una significatividad del 95% de confianza. En la Tabla 8.222 se muestran los coeficientes de correlación de Pearson, la significatividad bilateral y el número de casos considerados para el análisis de la correlación entre los coeficientes de captación y las variables significativas identificadas extraídas de la anterior matriz de correlación.

Tabla 8.222. Variables correlacionadas con coeficiente de captación individual

DESCRIPTIVOS ESTADÍSTICOS	Dirección Promedio Viento	Temperatura	Humedad Relativa	Presión
Correlación de Pearson (R)	0,781	0,735	0,738	0,591
Significatividad (bilateral)	0,013	0,006	0,006	0,043
Numero de casos	9	12	12	12

### 8.3.1.2.2.1.2. Efecto de los niveles de contaminantes en el coeficiente de captación

Para estudiar el efecto de los niveles de contaminantes en el coeficiente de captación se ha calculado una matriz de correlación entre los distintos niveles registrados de contaminantes medidos en las estaciones de referencia y el coeficiente de captación individual. La matriz de correlación obtenida se muestra en la Tabla 8.223.

Tabla 8.223. Matriz de correlaciones coeficiente de captación individual con niveles de contaminantes

		Correlaciones									
		se	so2	co	o3	no	no2	nox	pm2.5	pm10	
se	Correlación de Pearson	1	,261	-,496	-,477	-,120	-,131	,001	,605	,451	
	Sig. (bilateral)		,412	,175	,194	,710	,685	,998	,204	,141	
	N	12	12	9	9	12	12	12	6	12	
so2	Correlación de Pearson	,261	1	-,341	,111	,489	,794**	,654*	-,083	,668*	
	Sig. (bilateral)	,412		,369	,776	,107	,002	,021	,876	,018	
	N	12	12	9	9	12	12	12	6	12	
co	Correlación de Pearson	-,496	-,341	1	,603	,349	,108	,293	,044	-,307	
	Sig. (bilateral)	,175	,369		,086	,357	,783	,445	,934	,422	
	N	9	9	9	9	9	9	9	6	9	
o3	Correlación de Pearson	-,477	,111	,603	1	,083	,105	,094	-,119	,119	
	Sig. (bilateral)	,194	,776	,086		,832	,789	,810	,822	,760	
	N	9	9	9	9	9	9	9	6	9	
no	Correlación de Pearson	-,120	,489	,349	,083	1	,799**	,961**	-,385	,551	
	Sig. (bilateral)	,710	,107	,357	,832		,002	,000	,451	,064	
	N	12	12	9	9	12	12	12	6	12	
no2	Correlación de Pearson	,131	,794**	,108	,105	,799**	1	,934**	-,471	,768**	
	Sig. (bilateral)	,685	,002	,783	,789	,002		,000	,345	,004	
	N	12	12	9	9	12	12	12	6	12	
nox	Correlación de Pearson	,001	,654*	,293	,094	,961**	,934**	1	-,430	,684*	
	Sig. (bilateral)	,998	,021	,445	,810	,000	,000		,395	,014	
	N	12	12	9	9	12	12	12	6	12	
pm2.5	Correlación de Pearson	,605	-,083	,044	-,119	-,385	-,471	-,430	1	,142	
	Sig. (bilateral)	,204	,876	,934	,822	,451	,345	,395		,788	
	N	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
pm10	Correlación de Pearson	,451	,668*	-,307	,119	,551	,768**	,684*	,142	1	
	Sig. (bilateral)	,141	,018	,422	,760	,064	,004	,014	,788		
	N	12	12	9	9	12	12	12	6	12	

\*\* La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

\* La correlación es significante al nivel 0,05 (bilateral).

donde *Se* es el coeficiente de captación

De la lectura de la matriz de correlación (Tabla 8.223) se puede concluir que el coeficiente de captación individual no depende de ningún contaminante.

8.3.1.2.2.1.3. *Estimación del modelo matemático*

Teniendo en cuenta la dependencia del coeficiente de captación con determinadas variables meteorológicas y niveles de contaminantes, se pretende encontrar la expresión matemática que mejor describa la variación del coeficiente de captación con dichas variables.

En Figura 8.150 se muestra la variación del coeficiente de captación con las variables con las que correlaciona.

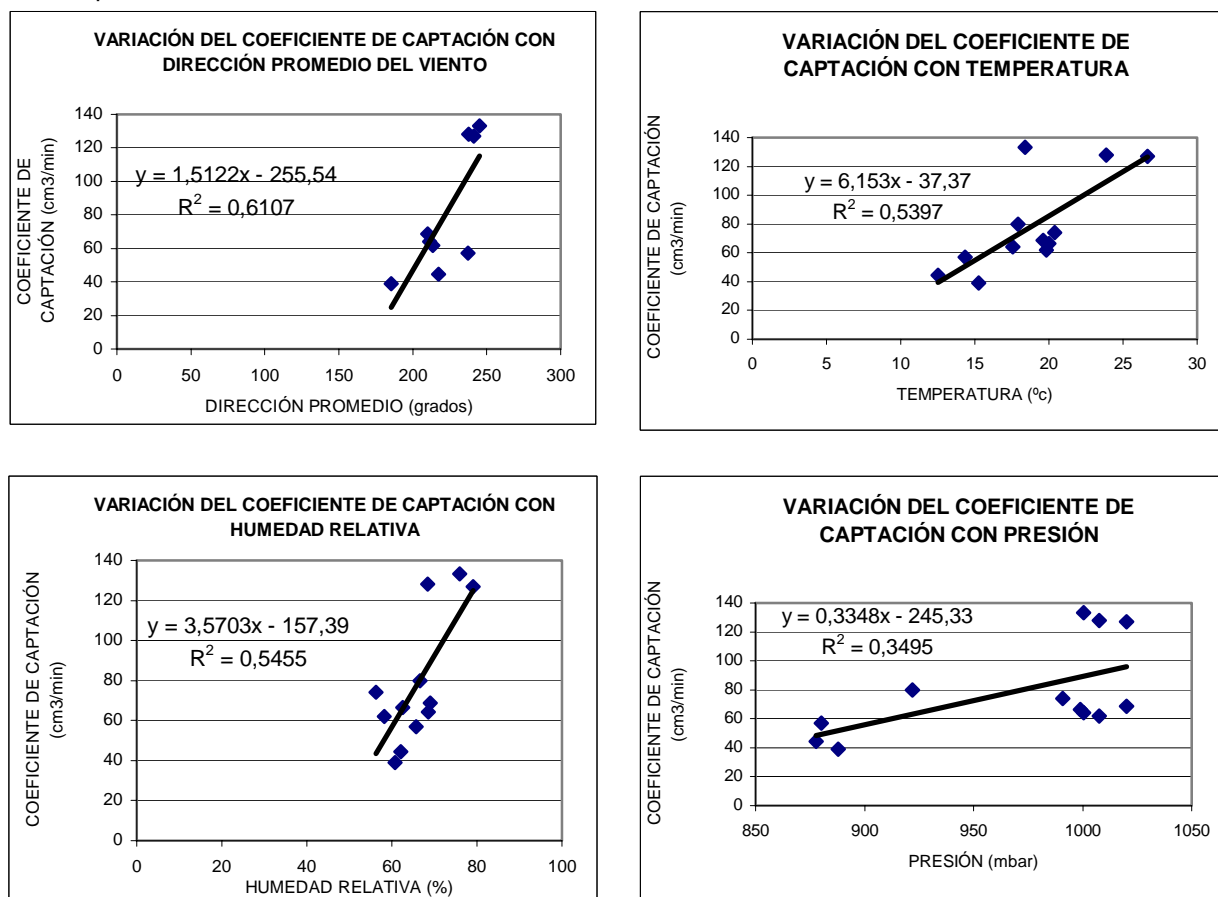


Figura 8.150. Correlación del coeficiente de captación con las variables meteorológicas escogidas.

Observando la Figura 8.150 se aprecia que las variables meteorológicas identificadas correlacionan de forma lineal con el coeficiente de captación.

Antes de empezar el análisis matemático se va a estudiar la dependencia entre las cuatro variables meteorológicas identificadas. La matriz de correlación entre ellas se muestra en la Tabla 8.224.

Tabla 8.224. Matriz correlación entre variables meteorológicas que correlacionan con el coeficiente de captación.

		Correlaciones			
		direccion	temperatura	HR	pre
direccion	Correlación de Pearson	1	,429	,676*	,305
	Sig. (bilateral)		,249	,046	,425
	N	9	9	9	9
temperatura	Correlación de Pearson	,429	1	,432	,808**
	Sig. (bilateral)	,249		,161	,001
	N	9	12	12	12
HR	Correlación de Pearson	,676*	,432	1	,340
	Sig. (bilateral)	,046	,161		,279
	N	9	12	12	12
pre	Correlación de Pearson	,305	,808**	,340	1
	Sig. (bilateral)	,425	,001	,279	
	N	9	12	12	12

\*. La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

\*\*. La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Donde *direccion* es Dirección Promedio del Viento, *temperatura* es Temperatura, *HR* es la Humedad Relativa y *pre* es Presión atmosférica.

En esta matriz se aprecia que la Dirección Promedio del viento correlaciona con la Humedad Relativa. Por lo tanto, en el análisis matemático se va a considerar únicamente las variables Temperatura, Humedad Relativa y Presión.

Se va a empezar el análisis matemático con los modelos matemáticos que se obtendrían al utilizar las variables independientemente. Se han obtenido los modelos que relacionan el coeficiente de captación efectivo con las variables mencionadas mediante el paquete estadístico SPSS 10.0 para Windows® (Surfer) por regresión lineal con el método "Introducir" considerando las variables por parejas. Los descriptivos estadísticos significativos para la decisión del modelo más adecuado se exponen en la Tabla 8.225.

Tabla 8.225. Descriptivos estadísticos de los modelos matemáticos

VARIABLES INTRODUCIDAS EN EL MODELO	R2	R2 corregido	s2	F
Temperatura	0,540	0,494	538	12
Humedad Relativa	0,544	0,499	534	12
Presión	0,350	0,285	762	5

Analizando los distintos descriptivos estadísticos mostrados en la tabla podemos llegar a las siguientes conclusiones:

- El modelo que mejor coeficiente de determinación ( $R^2$ ) y mejor coeficiente de determinación corregido ( $R^2$  corregido) presenta es el modelo que considera la Humedad Relativa ( $R^2 = 0,545$  y  $R^2$  corregido =  $0,499$ ).
- El modelo que mejor datos obtiene del residual de la media cuadrática ( $s^2$ ) es el que considera el la Humedad Relativa con un valor de 534.
- Finalmente, el modelo que mayor estadístico F obtiene es de la Humedad Relativa.

De todo ello concluimos que el modelo matemático que mejor describe la variación del coeficiente de captación es el que considera la Humedad Relativa. A esta conclusión también se llega observando la Tabla 8.221 y Tabla 8.222.



En un segundo intento de refinar el modelo matemático, vamos a probar las combinaciones de la Humedad Relativa con el resto de variables influyentes en el coeficiente de captación efectivo. Los resultados se presentan en la Tabla 8.226.

Tabla 8.226. Descriptivos estadísticos de los modelos matemáticos.

VARIABLES INTRODUCIDAS EN EL MODELO	R2	R2 corregido	s2	F
Humedad Relativa – Temperatura	0,757	0,704	316	18
Humedad Relativa- Presión	0,675	0,603	423	9

Analizando los distintos descriptivos estadísticos mostrados en la tabla podemos llegar a las siguientes conclusiones:

- El modelo que mejor coeficiente de determinación ( $R^2$ ) y mejor coeficiente de determinación corregido ( $R^2$  corregido) presenta es el modelo que considera la humedad relativa y la temperatura ( $R^2 = 0,757$  y  $R^2$  corregido =  $0,704$ ).
- El modelo que mejor datos obtiene del residual de la media cuadrática ( $s^2$ ) es el que considera la humedad relativa y la temperatura con un valor de 316.
- Finalmente, el modelo que mayor estadístico F obtiene es el que considera la humedad relativa y la temperatura.

De todo ello concluimos que el modelo matemático que mejor describe la variación del coeficiente de captación es el que considera la humedad relativa y la temperatura.

En un tercer intento de refinar el modelo matemático, vamos a probar las combinaciones de la humedad relativa y la temperatura con el resto de variables influyentes en el coeficiente de captación efectivo. Los resultados se presentan en la Tabla 8.227

Tabla 8.227. Descriptivos estadísticos de los modelos matemáticos.

VARIABLES INTRODUCIDAS EN EL MODELO	R2	R2 corregido	s2	F
Humedad Relativa – Temperatura - Presión	0.757	0.666	355	8

De este tercer afinamiento obtendríamos que el modelo *HR-T-P* como descriptivo de la variación del coeficiente de captación efectivo no ofrece mejores resultados que el modelo binario *HR-T* puesto que no se produce un aumento del coeficiente de determinación, el residual de la media cuadrática aumenta desde 316 a 355 y se produce también una reducción de F desde 17 a 8. Por lo tanto, el modelo matemático que mejor describe la variación del coeficiente de captación de forma más simplificada es el que considera las variables *HR-T*. Este modelo se describe mediante la siguiente ecuación:

$$S_{\text{indiv}} = - 167,348 + 4,288 (T) + 2,498 (HR)$$

$$R = 0,870$$

$$R^2 = 0,757$$

$$\text{Error Típico de la estimación} = 17,8 \text{ (cm}^3\text{/min)}$$

donde  $S_{\text{indiv}}$  = Coeficiente de Captación Individual (cm<sup>3</sup>/min)

T = Temperatura (°C)

HR = Humedad relativa (%)

En la Figura 8.151 se muestran los valores de  $S_{\text{indiv}}$  calculados y los  $S_{\text{indiv}}$  estimados mediante el modelo matemático escogido. Solo se representan los valores de coeficiente de captación estimado matemáticamente donde existían valores para las tres variables de entrada del modelo. Se aprecia que el modelo se ajusta aceptablemente a los datos experimentales.

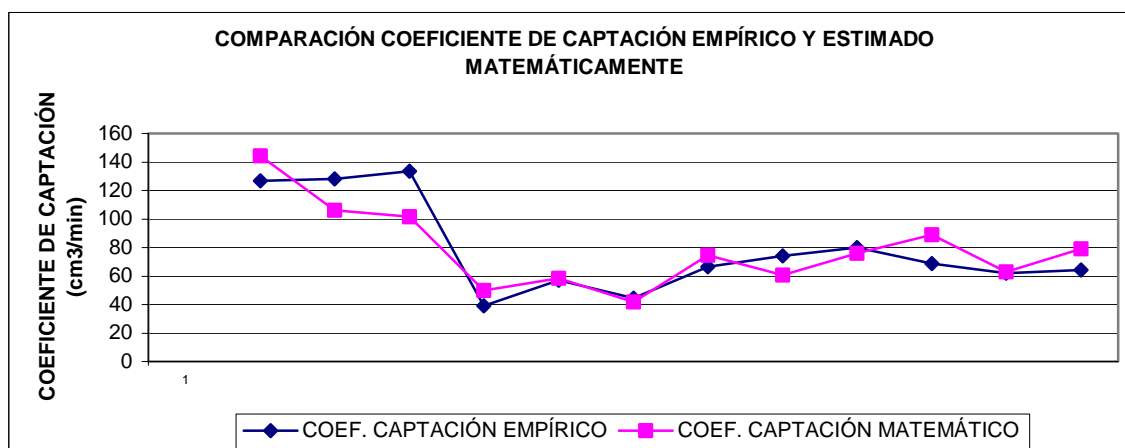


Figura 8.151. Valores del coeficiente de captación individual calculados y estimados según modelo

En la Figura 8.152. se representan los valores de los residuales calculados según la siguiente fórmula:

$$(8.24) \quad \text{Residual} = S_{\text{indiv-empírico}} - S_{\text{indiv-matemático}}$$

Los valores de los residuales se representan en la siguiente figura.

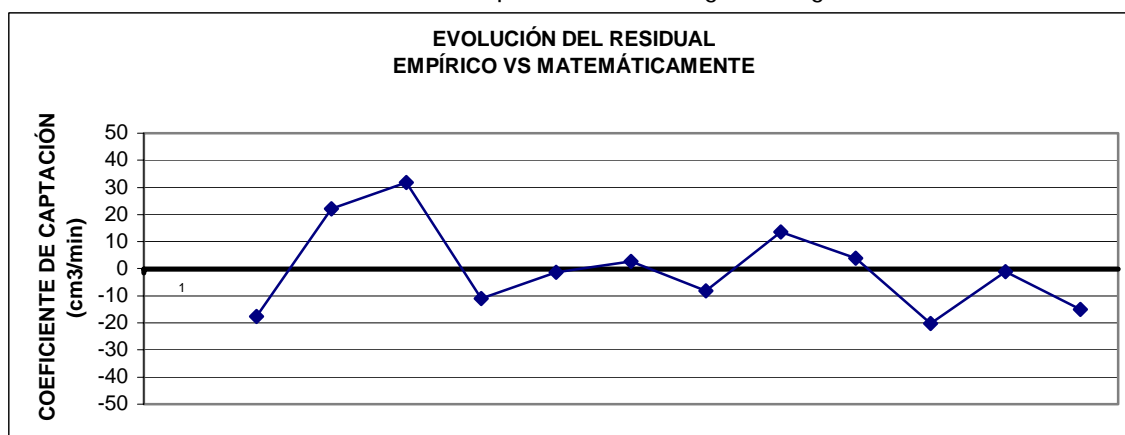


Figura 8.152. Variación de los residuales

De la observación de la Figura 8.152 se deduce que más el 90 % de los residuales está dentro del intervalo  $\pm 20 \text{ cm}^3/\text{min}$ .

Del presente estudio se desprende que los valores del coeficiente de captación para el nuevo captadores para medir  $\text{NO}_2$  depende de los niveles de determinadas variables meteorológicas, no presentando un valor constante. Dichas variables meteorológicas son fácilmente medibles.

#### 8.3.1.2.2.2. Cálculo del coeficiente de captación efectivo

Teniendo en cuenta que el valor del coeficiente de captación se ve influenciado por determinadas variables meteorológicas, para la obtención de los valores de concentración se calcula un valor de coeficiente de captación efectivo según los siguientes métodos:

**MÉTODO 1:** En vista de los resultados mostrados en la Tabla 8.220, se propone utilizar, para este caso concreto, dos valores del coeficiente de captación. Uno sería el promedio de los valores obtenidos en Burriana y sería solo aplicable a dicha estación de referencia, el otro sería un promedio del resto de los casos, y sería aplicable a dichas estaciones de referencia. Los valores del coeficiente de captación aplicables se muestran en la Tabla 8.228

Tabla 8.228. Valores del coeficiente de captación promedios

EMPLAZAMIENTO	COEFICIENTE CAPTACIÓN (cm <sup>3</sup> /min)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR (cm <sup>3</sup> /min)
Burriana	129,4	3,4
RESTO	61,8	13,2

**MÉTODO 2:** Se propone utilizar los valores de coeficiente de captación individual estimados a partir del modelo matemático descrito en el punto anterior. Los valores del coeficiente de captación calculados se muestran en la Tabla 8.229

Tabla 8.229. Valores del coeficiente de captación estimados matemáticamente

SEMANA	EMPLAZAMIENTO	TEMPERATURA (°C)	HUMEDAD RELATIVA (%)	COEFICIENTE CAPTACIÓN (cm <sup>3</sup> /min)
1	BUR	27	79	144,4
2	BUR	24	68	106,0
3	BUR	18	76	101,4
1	VLF	15	61	49,9
2	VLF	14	66	58,4
3	VLF	13	62	41,7
1	ALC	20	63	74,8
2	ALC	20	56	60,8
3	ALC	18	67	75,9
1	GRA	20	69	89,1
2	GRA	20	58	63,1
3	GRA	18	69	79,3

### 8.3.1.2.2.3. Desviación, precisión y exactitud

#### 8.3.1.2.2.3.1. Desviación

Los valores concentración estimada se calculan a partir de los datos de nitrato promedio y tiempo muestreado que se muestran en la Tabla 8.220 y el valor promedio del coeficiente de captación (10,5 cm<sup>3</sup>/min) según la siguiente ecuación:

$$(8.25) \quad C_{NO_2} = \frac{M_{Nitrito} * V_{extraccion} * \left( \frac{PM_{NO_2}}{PM_{Nitrito}} \right)}{S_{efectivo} * t} \quad 10^6$$

donde,  $C_{NO_2}$  (µg/m<sup>3</sup>) es la concentración de obtenida con el Captador pasivo nuevo de NO<sub>2</sub>,  $M_{Nitrito}$  (µg/ml) es la masa de nitrito formada tras la quimiadsorción del NO<sub>2</sub> y que ha sido analizada,  $V_{extracción}$  (ml) es el volumen de extracción del nitrito empleado en el análisis (10 ml),  $PM_{NO_2}$  (µg/µmol) es el peso molecular del dióxido de nitrógeno,  $PM_{Nitrito}$  (µg/µmol) es el peso molecular del nitrito,  $S_{efectivo}$  (cm<sup>3</sup>/min) es el coeficiente de captación efectivo correspondiente a dicho periodo de muestreo y  $t$  (min) es el tiempo que el captador pasivo ha estado expuesto en el punto de muestreo.

Los resultados de desviación obtenidos se muestran en la Tabla 8.220 para cada uno de los dos métodos propuestos de cálculo del coeficiente de captación.

La desviación promedio del Método 1 es del  $12,6\% \pm 12,7\%$  y en el Método 2 es del  $14,8\% \pm 9,5\%$ . Ambos resultados de desviación son buenos.

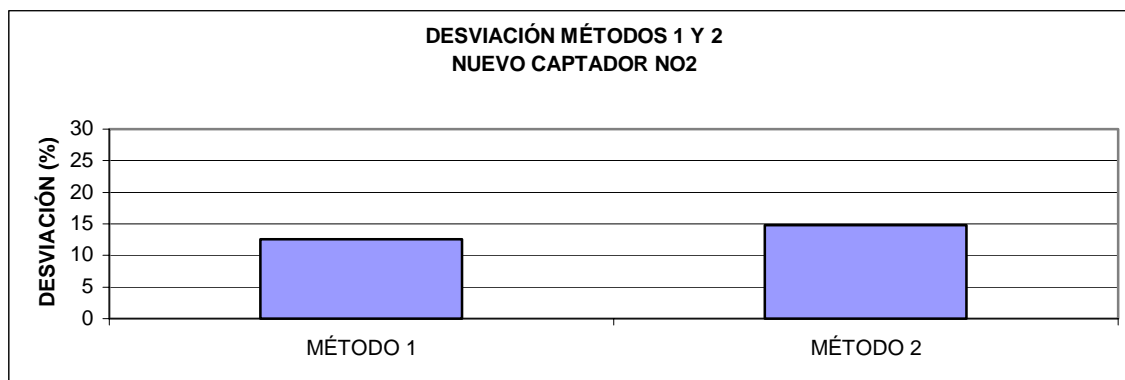


Figura 8.153. Desviación de Métodos 1 y 2 del nuevo captador NO<sub>2</sub>

#### 8.3.1.2.2.3.2. Precisión

Para el estudio de la precisión se analiza la desviación estándar de los captadores colocados por tríos en los distintos emplazamientos de referencia. En la Tabla 8.220 se presentan los resultados obtenidos. La precisión promedio es del  $6,5 \pm 5,4\%$ .

#### 8.3.1.2.2.3.3. Exactitud

La exactitud es la diferencia del valor estimado por el captador y el valor verdadero. La exactitud es una función que depende de los valores de la desviación y de la precisión. Los valores de exactitud se muestran en la Tabla 8.220.

La exactitud promedio del Método 1 es  $13,6\% \pm 12,4\%$  y del Método 2 es  $15,9\% \pm 9,3\%$  tal y como se muestra en la Figura 8.154.

El criterio de NIOSH exige que para que un método pueda ser validado la exactitud del método debe ser inferior a 25% con un nivel de confianza del 95% (Bartley, 2001; Kennedy et al., 1998) y la norma europea establecida por el Comité Europeo de Normalización (CEN) para validar un método establece un límite de incertidumbre alrededor del 30%. Los resultados proporcionados por el presente método están dentro de los límites establecidos de forma general, sin embargo, en el caso del cálculo mediante el Método 1, debido al elevado valor de la desviación estándar, en algunos casos puede superar ambos límites.

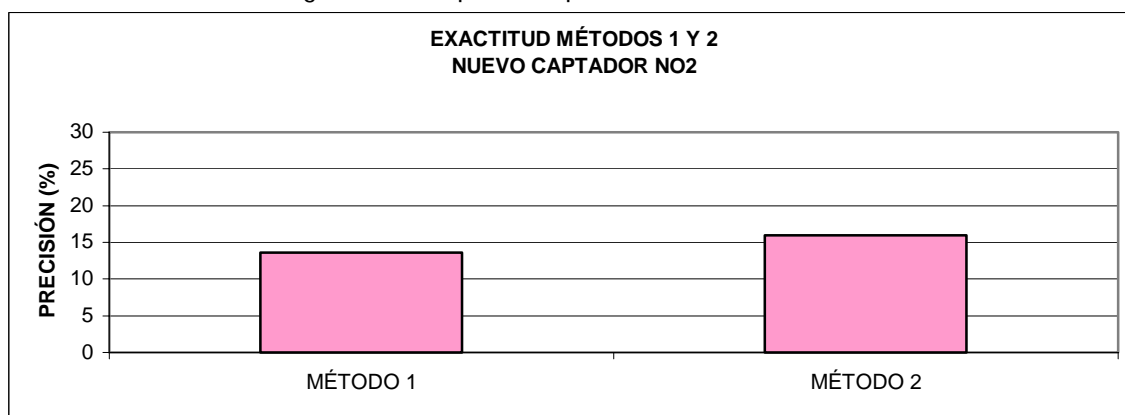


Figura 8.154. Exactitud de los Métodos 1 y 2 del nuevo captador de NO<sub>2</sub>

8.3.1.2.2.4. Comparación de los resultados obtenidos mediante nuevo captador pasivo de NO<sub>2</sub> con el método de referencia

A fin de estudiar la correlación del captador pasivo nuevo propuesto con el método de referencia se comparan los valores obtenidos mediante el método de referencia (valores cedidos por la Conselleria de Medio Ambiente de la Generalitat Valenciana) y los resultados de concentración estimada con captadores pasivos reflejados en la Tabla 8.220 obtenidos con ambos métodos de estimación del coeficiente de captación efectivo.

8.3.1.2.2.4.1. Evolución de los niveles medidos mediante ambos métodos

Para llevar a cabo la comparación entre el método de referencia y el captador pasivo nuevo se han representado los datos obtenidos con dichos captadores junto con los datos medidos en las estaciones de referencia para observar si los niveles medidos por ambos métodos siguen las mismas tendencias y dan valores análogos. Dicha representación se muestra en la Figura 8.155 para los resultados obtenidos con el Método 1 y en la Figura 8.156 para los resultados obtenidos con el Método 2.

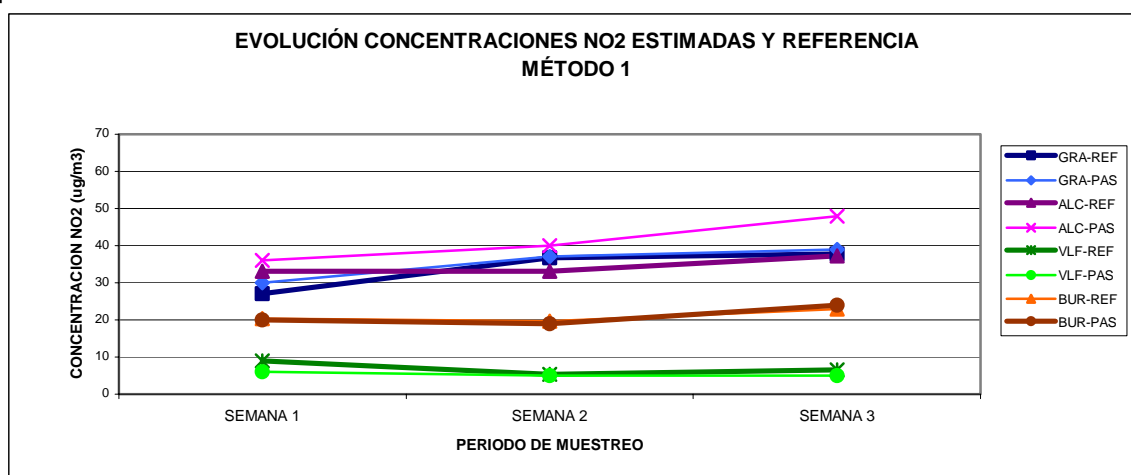


Figura 8.155. Variación de la concentración medida con el captador pasivo nuevo y valores de referencia

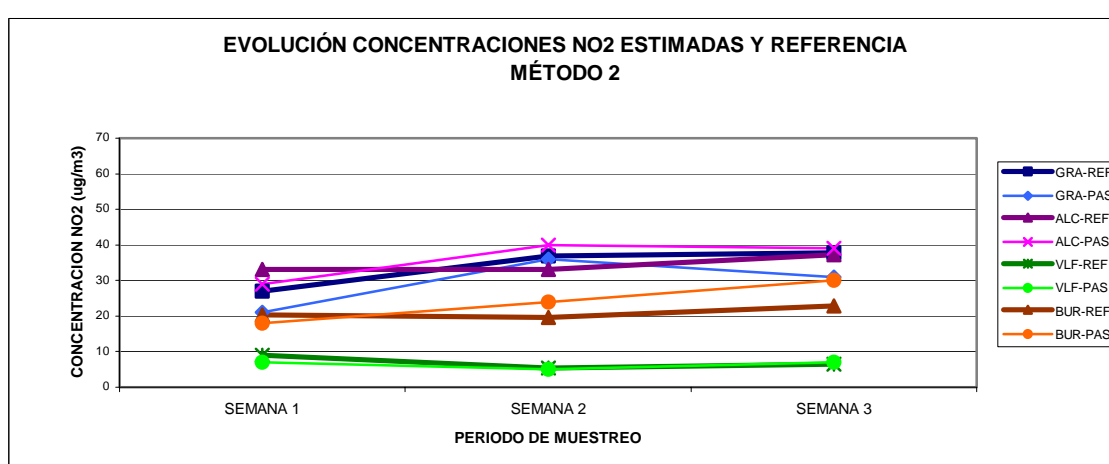


Figura 8.156. Variación de la concentración medida con el captador pasivo nuevo y valores de referencia

Se aprecia en ambas figuras que las concentraciones siguen las mismas tendencias a lo largo de los periodos de muestreo estudiados

## 8.3.1.2.2.4.2. Correlación entre ambos métodos

Para comparar la bondad de los datos medidos mediante el nuevo captador pasivo para medir  $\text{NO}_2$  con ambos métodos de determinación del coeficiente de captación se ha estudiado una correlación de las concentraciones medidas con dicho captador con los valores de concentración medidos con el método de referencia. En la Figura 8.157 se representa las rectas de correlación obtenidas.

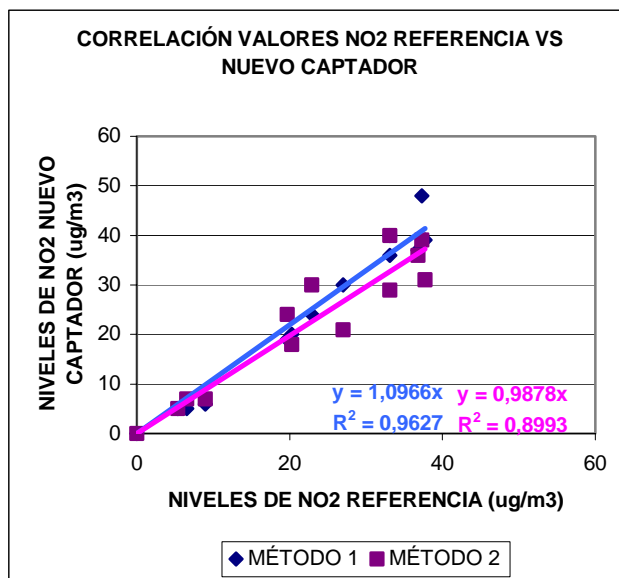


Figura 8.157. Comparación concentraciones captador pasivo nuevo método de referencia

La recta de correlación obtenida para el Método 1 presenta un coeficiente de determinación de 0,95, un error de  $2,96 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y una pendiente de 1,1 por lo que cabe destacar que el nuevo captador pasivo sobreestima un 10% las concentraciones de  $\text{NO}_2$  calculando el coeficiente de captación efectivo con dicho método. Sin embargo cabe destacar que la correlación entre las concentraciones medidas con el captador pasivo y las medidas con el método de referencia es del 96%. Si se calcula el coeficiente de captación con el Método 2 se obtiene una recta de correlación con coeficiente de determinación de 0,87, un error de  $2,96 \mu\text{g}/\text{m}^3$  con una pendiente de 0,99. Por lo tanto con este método de cálculo del coeficiente de captación se estima correctamente las concentraciones de  $\text{NO}_2$  en un 87% de los casos. En ambos casos, cabe destacar que el nuevo captador tiene un buen comportamiento en intervalos de concentración de  $\text{NO}_2$  bajos.

### 8.3.2. ENSAYOS DE OPTIMIZACIÓN

#### 8.3.2.1. Optimización de la impregnación de los filtros colectores

Se pretende optimizar la cantidad de disolución captadora que se debe impregnar en los filtros. Para ello se van a realizar pruebas en las cuales los filtros se impregnarán con 100µl, 200µl y 300µl. Los resultados se presentan en la Tabla 8.230 y Tabla 8.231

Tabla 8.230. Optimización del volumen de impregnación de filtros colectores para medir ozono

REFERENCIA	Periodo de muestreo	Concentración nitrato (µg/ml)	Concentración nitrato promedio (µg/ml)	Concentración real Conselleria Ozono (µg/m³)	Tiempo exposición (min)	S individual (cm³/min)	Precisión (%)
BUR-ZA-TG-200-1	09/07/03 a 15/07/03	2,292	1,883	87,56	8548	48,69	30,72
BUR-ZA-TG-200-2		1,474					
BUR-ZA-TG-400-1	09/07/03 a 15/07/03	2,473	2,364	87,56	8548	61,13	6,52
BUR-ZA-TG-400-2		2,255					
BUR-ZA-TG-600-1	09/07/03 a 15/07/03	3,607	4,783	87,56	8548	123,67	34,76
BUR-ZA-TG-600-2		5,958					

Tabla 8.231. Optimización del volumen de impregnación de filtros colectores para medir NO<sub>2</sub>

REFERENCIA	Periodo de muestreo	Concentración nitrato (µg/ml)	Concentración nitrato promedio (µg/ml)	Concentración real Conselleria Ozono (µg/m³)	Tiempo exposición (min)	S individual (cm³/min)	Precisión (%)
BUR-ZN-TG-200-1	09/07/03 a 15/07/03	0,756	0,974	20,51	8548	55,56	31,65
BUR-ZN-TG-200-2		1,192					
BUR-ZN-TG-400-1	09/07/03 a 15/07/03	2,655	2,279	20,51	8548	129,99	23,33
BUR-ZN-TG-400-2		1,903					
BUR-ZN-TG-600-1	09/07/03 a 15/07/03	1,673	1,739	20,51	8548	99,19	5,37
BUR-ZN-TG-600-2		1,805					

Los resultados de dichas tablas se presentan en la Figura 8.158 y Figura 8.159 el efecto del volumen de impregnación en el coeficiente de captación efectiva y precisión de nuevos captadores para medir ozono

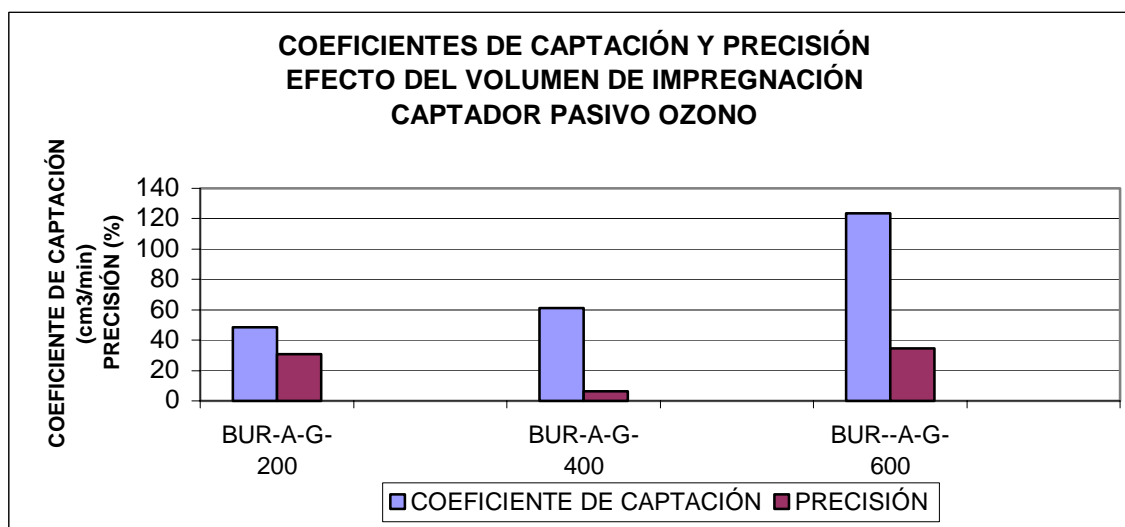
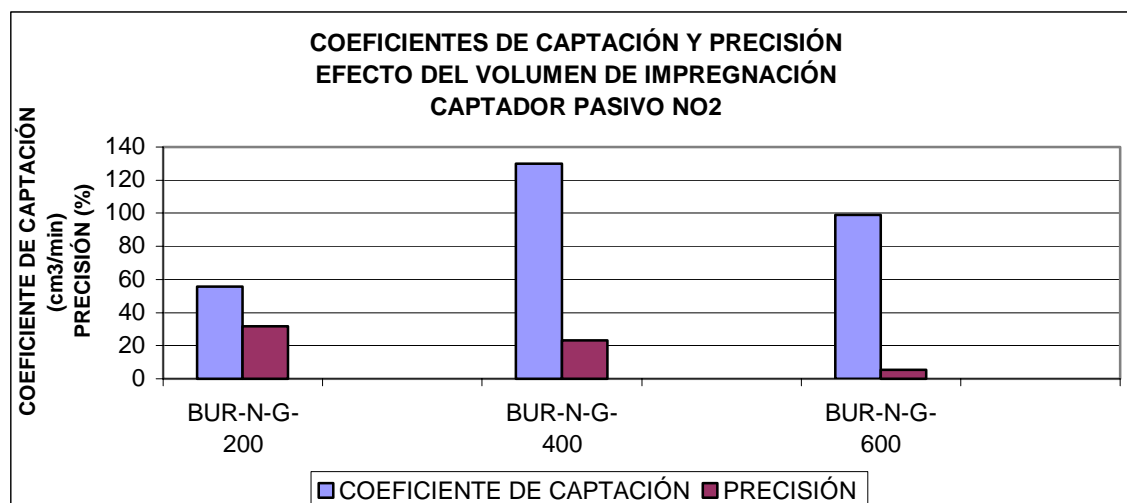


Figura 8.158. Efecto del volumen de impregnación en el coeficiente de captación efectiva y precisión de

*nuevos captadores para medir ozono*

*Figura 8.159. Efecto del volumen de impregnación en el coeficiente de captación efectiva y precisión de nuevos captadores para medir dióxido de nitrógeno*

De la observación de la Figura 8.158 se aprecia que la mejor combinación de precisión y elevado coeficiente de captación efectivo se obtiene impregnando los filtros con 200μl, es decir que el captador tenga una cantidad de 400μl de disolución captadora para reaccionar con el ozono atmosférico.

Observando la Figura 8.159 se deduce que la mejor combinación del coeficiente de captación con la precisión del captador se obtiene con filtros impregnados con un volumen de 300μl, es decir que el captador tenga una cantidad de 600μl de disolución captadora para reaccionar con el dióxido de nitrógeno.

### 8.3.2.2. Optimización de la carcasa protectora

#### 8.3.2.2.1. Captador pasivo para medir ozono

Se pretende encontrar cuál es la carcasa protectora que mejores resultados proporciona para la estabilidad de la captación pasiva. Para ello se van a realizar pruebas colocando los captadores pasivos nuevos en distintas carcasas. Las carcasas que se van a usar son las mismas que se han ensayado en el apartado 7.2.2, es decir, la carcasa Tipo G, Tipo C y Tipo B. En la Figura 8.160 se muestra la disposición del nuevo captador pasivo en las carcasas estudiadas.



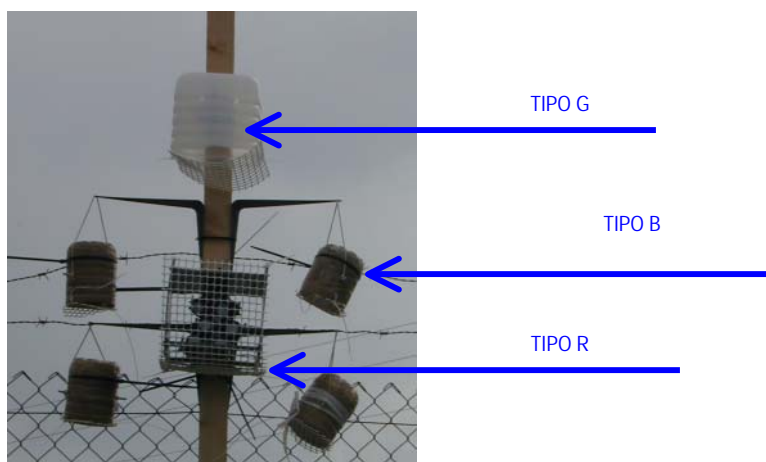


Figura 8.160. Optimización de las carcassas protectoras en nuevo captador.

8.3.2.2.1.1. Determinación del coeficiente de captación

Los resultados obtenidos a lo largo de los periodos de muestreo en los que se han intercomparado se muestran en la Tabla 8.219 para la carcassa Tipo G, Tabla 8.232 para la carcassa TIPO C y Tabla 8.233 para los resultados obtenidos con la carcassa Tipo B.

Tabla 8.232. Resultados validación captador nuevo medida ozono. Carcassa Tipo C

REF	Periodo de muestreo	Concentración nitrato (µg/ml)	Concentración nitrato promedio (µg/ml)	Concentración real Conselleria Ozono (µg/m³)	Tiempo exposición (min)	S individual (cm³/min)	Concentración estimada pasivos (µg/m³)	Desviación (%)	Precisión (%)	Exactitud (%)
BUR-ZA1-TC	26/08/03 a 04/09/03	2,577	2,728	73,75	12960	55,24	59,70	19,05	13,51	20,06
BUR-ZA2-TC		3,148								
BUR-ZA3-TC		2,459								
GRA-ZA1-TC	26/08/03 a 02/09/03	2,233	1,852	62,00	10035	57,60	52,34	15,59	22,08	16,90
GRA-ZA2-TC		1,902								
GRA-ZA3-TC		1,420								
PEÑ-ZA1-TC	26/08/03 a 02/09/03	2,949	3,261	86,60	10020	72,74	92,32	-6,60	12,10	7,49
PEÑ-ZA2-TC		3,130								
PEÑ-ZA3-TC		3,705								
BUR-ZA1-TC	08/09/03 a 16/09/03	2,055	2,224	62,28	11948	57,84	52,79	15,24	6,59	15,71
BUR-ZA2-TC		2,297								
BUR-ZA3-TC		2,319								
GRA-ZA1-TC	09/09/03 a 17/09/03	2,193	1,871	54,83	11550	57,17	45,94	16,22	19,25	17,53
GRA-ZA2-TC		1,482								
GRA-ZA3-TC		1,937								
PEÑ-ZA1-TC	09/09/03 a 17/09/03	3,129	3,243	82,38	11530	66,08	79,77	3,17	9,99	3,95
PEÑ-ZA2-TC		3,608								
PEÑ-ZA3-TC		2,991								
BUR-ZA1-TC	26/09/03 a 05/10/03	2,434	2,935	42,20	12975	103,75	64,16	-52,03	14,78	54,09
BUR-ZA2-TC		3,192								
BUR-ZA3-TC		3,179								
GRA-ZA1-TC	23/09/03 a 30/09/03	0,769	0,903	38,37	9645	47,21	26,54	30,82	12,85	31,44
GRA-ZA2-TC		0,977								
GRA-ZA3-TC		0,962								
BUR-ZA1-TC	05/10/03 a 19/10/03	1,317	1,570	37,00	19910	41,25	22,37	39,55	17,22	41,00
BUR-ZA2-TC		1,855								
BUR-ZA3-TC		1,540								

## 8.- PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

GRA-ZA1-TC	30/09/03 a 06/10/03	1,175	1,369	41,32	8795	72,89	44,13	-6,81	12,29	7,61
GRA-ZA2-TC		1,457								
GRA-ZA3-TC		1,475								
BUR-ZA1-TC	26/08/03 a 04/09/03	2,792	2,956	53,84	12697	83,68	66,02	-22,62	6,49	23,34
BUR-ZA2-TC		2,909								
BUR-ZA3-TC		3,167								
GRA-ZA1-TC	26/08/03 a 02/09/03	2,544	2,665	48,00	12670	84,82	59,66	-24,30	5,57	24,89
GRA-ZA2-TC		2,622								
GRA-ZA3-TC		2,831								
PEÑ-ZA1-TC	26/08/03 a 02/09/03	3,685	3,467	67,10	11510	86,87	85,42	-27,30	18,28	29,19
PEÑ-ZA2-TC		3,963								
PEÑ-ZA3-TC		2,753								

Tabla 8.233. Resultados validación captador nuevo medida ozono. Carcasa Tipo B.

REF	Periodo de muestreo	Concentración nitrato ( $\mu\text{g/ml}$ )	Concentración nitrato promedio ( $\mu\text{g/ml}$ )	Concentración real Consellería Ozono ( $\mu\text{g/m}^3$ )	Tiempo exposición (min)	S individual ( $\text{cm}^3/\text{min}$ )	Concentración estimada pasivos ( $\mu\text{g/m}^3$ )	Desviación (%)	Precisión (%)	Exactitud (%)
BUR-ZA1-TB	26/08/03 a 04/09/03	2,203	1,802	73,75	12960	36,48	54,84	25,63	21,31	26,68
BUR-ZA2-TB		1,438								
BUR-ZA3-TB		1,764								
GRA-ZA1-TB	26/08/03 a 02/09/03	1,301	1,267	62,00	10035	39,40	49,80	19,68	4,69	19,87
GRA-ZA2-TB		1,301								
GRA-ZA3-TB		1,198								
PEÑ-ZA1-TB	26/08/03 a 02/09/03	1,646	1,629	86,60	10020	36,33	64,14	25,94	0,95	25,97
PEÑ-ZA2-TB		1,625								
PEÑ-ZA3-TB		1,616								
BUR-ZA1-TB	08/09/03 a 16/09/03	1,728	1,982	62,28	11948	51,55	65,44	-5,08	11,12	5,78
BUR-ZA2-TB		2,094								
BUR-ZA3-TB		2,124								
GRA-ZA1-TB	09/09/03 a 17/09/03	1,879	1,699	54,83	11550	51,91	58,02	-5,81	15,03	6,75
GRA-ZA2-TB		1,518								
GRA-ZA3-TB		-								
PEÑ-ZA1-TB	09/09/03 a 17/09/03	2,585	2,445	82,38	11530	49,81	83,65	-1,54	8,14	2,02
PEÑ-ZA2-TB		2,532								
PEÑ-ZA3-TB		2,217								
BUR-ZA1-TB	26/09/03 a 05/10/03	2,319	2,381	42,20	12975	84,15	72,39	-71,53	6,87	72,32
BUR-ZA2-TB		2,566								
BUR-ZA3-TB		2,257								
GRA-ZA1-TB	23/09/03 a 30/09/03	0,834	0,749	38,37	9645	39,15	30,62	20,19	16,50	20,84
GRA-ZA2-TB		0,607								
GRA-ZA3-TB		0,805								
BUR-ZA1-TB	05/10/03 a 19/10/03	1,168	1,135	37,00	19910	29,81	22,48	39,24	13,33	40,06
BUR-ZA2-TB		0,970								
BUR-ZA3-TB		1,267								
GRA-ZA1-TB	30/09/03 a 06/10/03	1,092	1,002	41,32	8795	53,37	44,95	-8,79	7,80	9,16
GRA-ZA2-TB		0,969								
GRA-ZA3-TB		0,947								
BUR-ZA1-TB	26/08/03 a 04/09/03	2,576	2,299	53,84	12697	65,09	71,43	-32,67	10,76	33,59
BUR-ZA2-TB		2,222								

BUR-ZA3-TB		2,100								
GRA-ZA1-TB	26/08/03 a 02/09/03	1,308	1,362	48,00	12670	43,34	42,40	11,66	18,43	12,71
GRA-ZA2-TB		1,636								
GRA-ZA3-TB		1,143								
PEÑ-ZA1-TB	26/08/03 a 02/09/03	2,397	2,290	67,10	11510	57,39	78,50	-16,99	18,20	18,23
PEÑ-ZA2-TB		2,644								
PEÑ-ZA3-TB		1,831								

En la Figura 8.161 se muestra la evolución de los coeficientes de captación individual calculados para el nuevo diseño de captador para medir ozono con las tres carcassas ensayadas. Se aprecia como el coeficiente de captación se mantiene aproximadamente constante a lo largo de los distintos emplazamientos estudiados y de los diferentes periodos de muestreo.

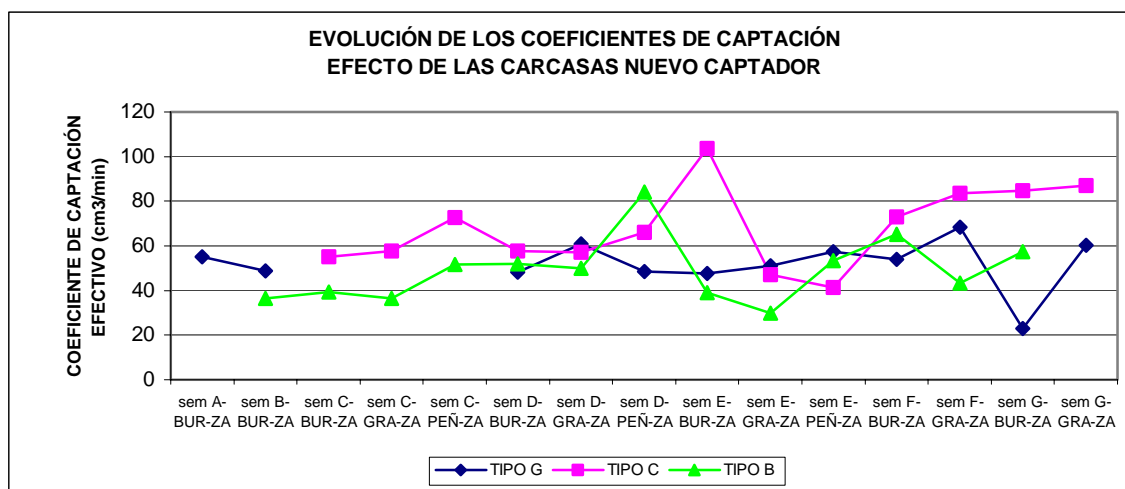


Figura 8.161. Evolución de los coeficientes de captación individual Captador nuevo para medir ozono.

En la Tabla 8.234 se resumen los resultados del coeficiente de captación obtenidos con las distintas carcassas protectoras. En ella se observa que la carcasa Tipo C proporciona unos coeficientes de captación más elevados que las demás carcassas, siendo la carcasa Tipo B la que presenta menores coeficientes de captación. Sin embargo, es la carcasa Tipo G la que menor variación presenta en los valores del coeficiente de captación puesto que su desviación estándar relativa (DSR) es del 21%, mientras que la carcasa Tipo C presenta una DSR del 26% y la carcasa Tipo B presenta una DSR del 29%.

Tabla 8.234. Resultados coeficiente captación. Efecto carcassas protectoras.

COEFICIENTE CAPTACIÓN	CARCASA TIPO G	CARCASA TIPO C	CARCASA TIPO B
PROMEDIO (cm3/min)	51,94	68,24	49,06
DESVIACIÓN ESTÁNDAR (cm3/min)	11,09	17,91	14,45
DSR (%)	21,36	26,25	29,46

Los resultados de la Tabla 8.234 se representan en la Figura 8.162. En ella se aprecia más fácilmente que el valor del coeficiente de captación del nuevo captador alojado en la carcasa Tipo C es superior al obtenido en cualquier otra carcasa de las estudiadas. Sin embargo su desviación también es superior a las demás carcassas. En este respecto la carcasa que

mejores valores presenta de desviación estándar del coeficiente de captación es la carcasa Tipo G.

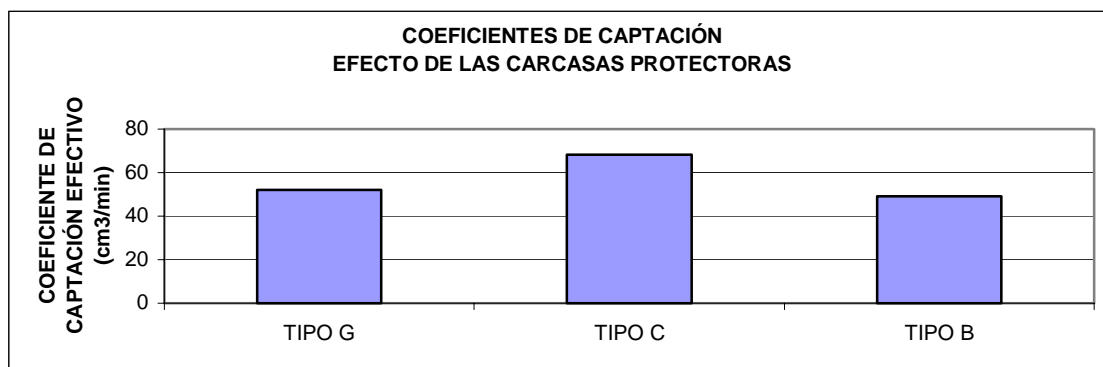


Figura 8.162. Coeficientes de captación del nuevo captador, efectos de las carcassas

### 8.3.2.2.1.2. Desviación, precisión y exactitud

#### 8.3.2.2.1.2.1. Desviación

Los valores concentración estimada se calculan a partir de los datos de nitrato promedio y tiempo muestreado que se muestran en la Tabla 8.219 para la carcasa Tipo G, Tabla 8.232 para la carcasa TIPO C y Tabla 8.233 para la carcasa Tipo B y el valor promedio del coeficiente de captación reflejado en la En la Tabla 8.234.

Los resultados de desviación obtenidos cada periodo de muestreo se muestran en la Tabla 8.219 para la carcasa Tipo G, Tabla 8.232 para la carcasa TIPO C y Tabla 8.233 para la carcasa Tipo B. Los resultados promedio de cada método se reflejan en la Tabla 8.235.

Tabla 8.235. Resultados desviación, precisión y exactitud. Efecto carcassas protectoras.

ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO	CARCASA TIPO G	CARCASA TIPO C	CARCASA TIPO B
DESVIACIÓN (%)	14,17	20,51	26,64
PRECISIÓN (%)	17,32	14,07	11,78
EXACTITUD (%)	15,24	21,58	22,61

En la Figura 8.163 se muestra que la desviación promedio de la carcasa Tipo G es la mejor de todas con un valor del 14%, frente a un 21% y 27% de la carcasa Tipo C y Tipo B respectivamente.

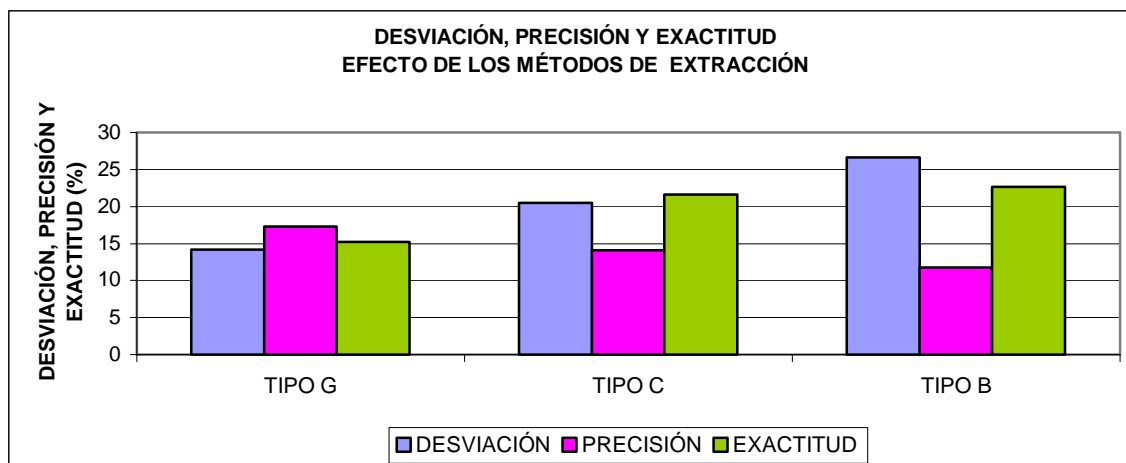


Figura 8.163. Desviación, precisión y exactitud. Efecto de las carcassas protectoras

#### 8.3.2.2.1.2.2. Precisión

Para el estudio de la precisión se analiza la desviación estándar de los captadores colocados por tríos en los distintos emplazamientos de referencia. Los resultados de precisión obtenidos cada periodo de muestreo se muestran en la Tabla 8.219 para la carcassa Tipo G, Tabla 8.232 para la carcassa TIPO C y Tabla 8.233 para la carcassa Tipo B. Los resultados promedio de cada método se reflejan en la Tabla 8.235.

En la Figura 8.163 se muestra que la precisión mejor la presenta la carcassa Tipo B con un 12%, frente a un 14% de la carcassa Tipo C y un 17% de la carcassa Tipo G.

#### 8.3.2.2.1.2.3. Exactitud

La exactitud es la diferencia del valor estimado por el captador y el valor verdadero. Los resultados de exactitud obtenidos cada periodo de muestreo se muestran en la Tabla 8.219 para la carcassa Tipo G, Tabla 8.232 para la carcassa TIPO C y Tabla 8.233 para la carcassa Tipo B. Los resultados promedio de cada método se reflejan en la Tabla 8.235.

En la Figura 8.163 se muestra que la exactitud de la carcassa Tipo G es la mejor de todas con un  $15\% \pm 15\%$ , lo cual indica que cumple con el criterio tanto del NIOSH del 25% (Bartley, 2001; Kennedy et al., 1998) como del CEN del 30% (CEN). Las carcassas Tipo C y Tipo B presentan una exactitud peor a la carcassa Tipo G con valores de  $21\% \pm 16\%$  y  $23\% \pm 19\%$ . Estas dos carcassas, aunque nominalmente se encuentran dentro de los dos límites establecidos, debido a su elevada desviación estándar es fácil que en algunas ocasiones no cumplan con dichos límites.

#### 8.3.2.2.1.3. Comparación de los resultados obtenidos mediante el nuevo captador de ozono con el método de referencia

A fin de estudiar la correlación del captador pasivo nuevo propuesto con el método de referencia se comparan los valores obtenidos mediante el método de referencia (valores cedidos por la Conselleria de Medio Ambiente de la Generalitat Valenciana) y los resultados de concentración estimada con el captador pasivo nuevo en las distintas carcassas. Dichos resultados se muestran en la Tabla 8.219 para la carcassa Tipo G, Tabla 8.232 para la carcassa TIPO C y Tabla 8.233 para la carcassa Tipo B.

8.3.2.2.1.3.1. Evolución de los niveles medidos mediante ambos métodos

Para realizar la comparación entre el método de referencia y los distintos resultados del captador pasivo nuevo con las diferentes carcasas se han representado los datos obtenidos con dichos captadores junto con los datos medidos en las estaciones de referencia para observar si los niveles medidos por ambos métodos siguen las mismas tendencias y dan valores análogos. Dicha representación se muestra en Figura 8.164.

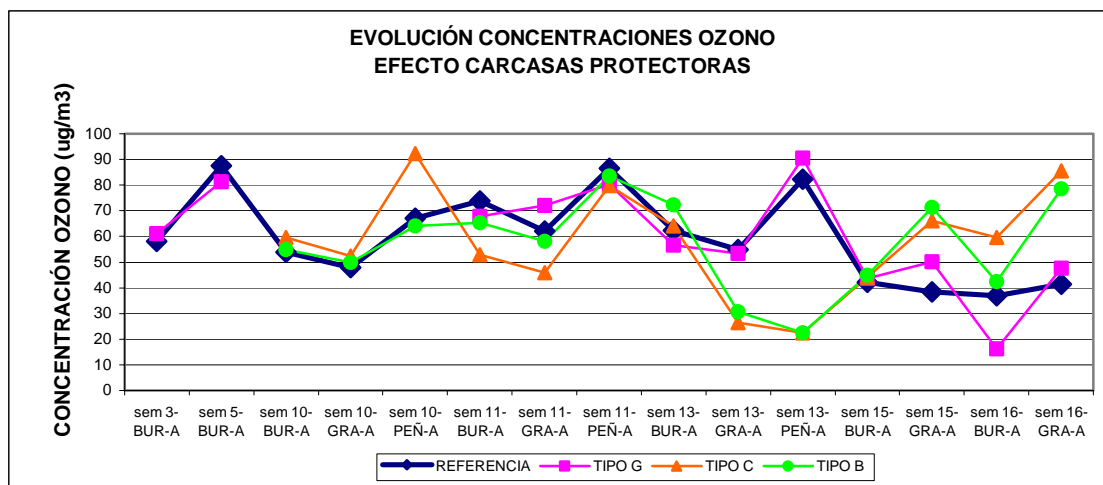
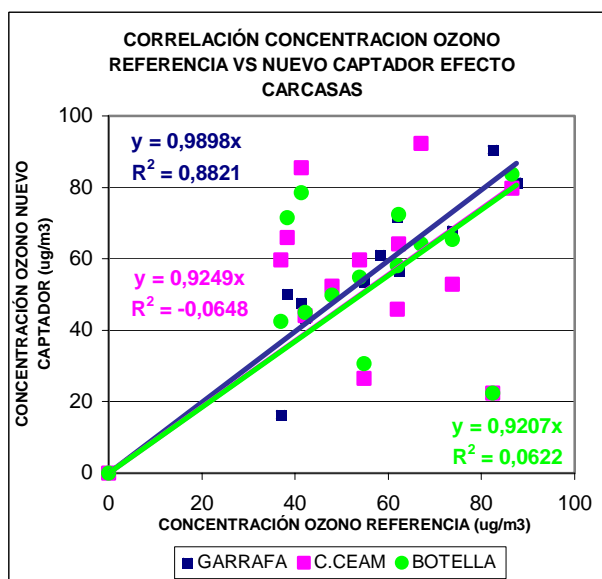


Figura 8.164. Variación de la concentración medida con el captador pasivo nuevo y valores de referencia. Efecto de las carcasas protectoras.

Se aprecia en la Figura 8.164 que las concentraciones siguen las mismas tendencias a lo largo de los periodos de muestreo realizados. La curva que parece aproximarse más a la curva de referencia es la obtenida mediante la carcasa Tipo G.

8.3.2.2.1.3.2. Correlación entre ambos métodos

Para comparar la bondad de los datos medidos con las distintas carcasas se ha realizado una correlación de las concentraciones medidas con el nuevo captador pasivo con las tres carcasas examinadas con los valores de concentración medidos con el método de referencia. En la Figura 8.165 se representa la recta de correlación obtenida.

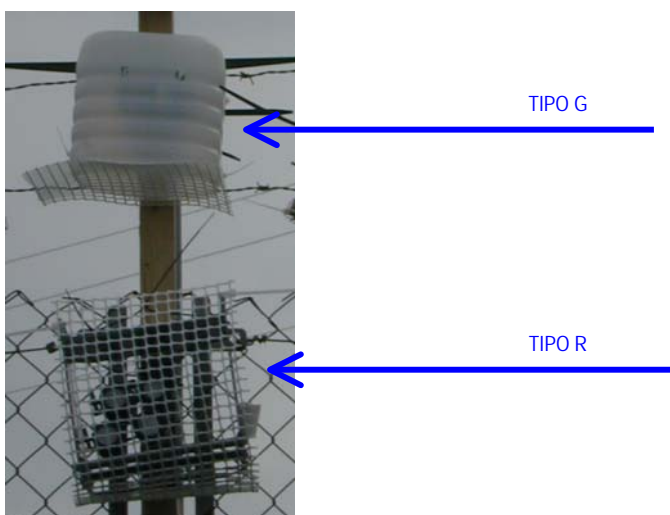


**Figura 8.165. Comparación concentraciones captador pasivo nuevo método de referencia**

La recta de correlación de las concentraciones obtenidas con el nuevo captador en la carcasa Tipo G con las obtenidas en el método de referencia presenta un coeficiente de determinación de 0,88, un error de 9,14  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y una pendiente de 0,99, siendo la mejor recta de correlación de todas. Los peores resultados son los obtenidos con la carcasa Tipo B y Tipo C, puesto que presentan un coeficiente de determinación de -0,06 y 0,06, con errores de 24,24 y 21,16  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  respectivamente y subestiman en un 8% las concentraciones de referencia.

**8.3.2.2.2. Captador pasivo para medir  $\text{NO}_2$**

Se pretende encontrar cuál es la carcasa protectora que mejores resultados proporciona en la estabilidad de la captación pasiva. Para ello se van a realizar pruebas colocando los captadores pasivos nuevos en distintas carcasas. Las carcasas que se van a usar son las mismas que se han ensayado son la carcasa Tipo G y Tipo R. En la Figura 8.166 se muestra la disposición del nuevo captador pasivo en las carcasas estudiadas.



**Figura 8.166. Optimización de las carcasas protectoras en nuevo captador.**

**8.3.2.2.2.1. Determinación del coeficiente de captación**

Los resultados obtenidos a lo largo de los periodos de muestreo en los que se han intercomparado se muestran en la Tabla 8.220 para la carcasa Tipo G y Tabla 8.236 para los resultados obtenidos con la carcasa Tipo R.

**Tabla 8.236. Resultados validación captador nuevo medida  $\text{NO}_2$ . Carcasa Tipo R**

REF	Periodo de muestreo	Concentración nitrito ( $\mu\text{g}/\text{ml}$ )	Concentración nitrito promedio ( $\mu\text{g}/\text{ml}$ )	Concentración real Conselleria $\text{NO}_2$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Tiempo exposicion (min)	S individual ( $\text{cm}^3/\text{min}$ )	Concentración estimada pasivos ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		Desviación (%)		Precisión (%)	Exactitud (%)	
							M1	M2	M1	M2		M1	M2
BUR-ZN1-TR	24/09/04 a 01/10/04	2,877	2,776	20,3	8814	155,1	20	19	2	6	5	3	14
BUR-ZN2-TR		2,676											
GRA-ZN1-TR	24/09/04 a 01/10/04	2,201	2,150	27,0	9060	87,9	30	26	-9	5	3	10	23
GRA-ZN2-TR		2,100											
ALC-ZN1-TR	24/09/04 a 01/10/04	2,151	2,482	33,1	10035	74,7	31	-	7	-	19	10	-
ALC-ZN2-TR		2,813											
VLF-ZN1-TR	24/09/04 a 01/10/04	0,601	0,599	9,0	12480	53,3	6	12	34	-28	0	33	22
VLF-ZN2-TR		0,597											

BUR-ZN1-TR	15/10/04 a 22/10/04	3,024	3,024	19,7	9945	154,3	19	9	3	53	-	-	45
BUR-ZN2-TR		-											
GRA-ZN1-TR	15/10/04 a 22/10/04	3,051	3,159	36,8	10145	84,6	39	32	-5	14	5	6	3
GRA-ZN2-TR		3,267											
ALC-ZN1-TR	15/10/04 a 22/10/04	2,838	2,789	33,1	9845	85,6	35	-	-6	-	2	7	-
ALC-ZN2-TR		2,740											
VLF-ZN1-TR	15/10/04 a 22/10/04	0,502	0,434	5,4	9950	80,7	5	4	0	24	22	4	6
VLF-ZN2-TR		0,366											
BUR-ZN1-TR	22/10/04 a 29/10/04	3,799	3,859	22,9	10135	166,2	24	28	-5	-24	2	6	32
BUR-ZN2-TR		3,918											
GRA-ZN1-TR	22/10/04 a 29/10/04	3,360	3,415	37,7	10140	89,3	42	39	-11	-4	2	12	19
GRA-ZN2-TR		3,470											
ALC-ZN1-TR	22/10/04 a 29/10/04	3,635	3,633	37,3	10220	95,3	44	-	-19	-	0	19	-
ALC-ZN2-TR		3,630											
VLF-ZN1-TR	22/10/04 a 29/10/04	0,520	0,475	6,5	10095	72,3	6	7	10	0	14	13	9
VLF-ZN2-TR		0,429											

M1 y M2 representan los resultados obtenidos con los Métodos 1 y 2 respectivamente propuestos en el apartado 8.3.2.2.2.4

En la Figura 8.161 se muestra la evolución de los coeficientes de captación individual calculados para el nuevo diseño de captador para medir NO<sub>2</sub> con las dos carcacas ensayadas.

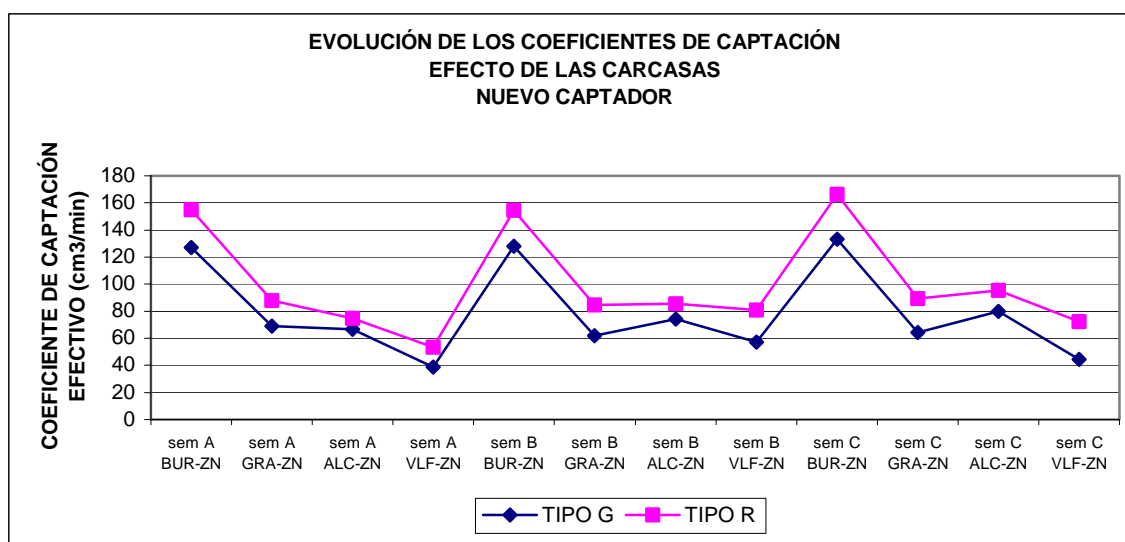


Figura 8.167. Evolución de los coeficientes de captación individual Captador nuevo para medir NO<sub>2</sub>.

En el caso de la carcaca Tipo R también se aprecia que el coeficiente de captación no permanece constante.

#### 8.3.2.2.2.2. Estudio de la variación del coeficiente de captación nuevo captador NO<sub>2</sub> en carcaca Tipo R

En el presente apartado se va a realizar un estudio de la variación de los valores de captación individual con respecto a las distintas variables meteorológicas y niveles de contaminantes recogidos en las estaciones de referencia propiedad de la Conselleria de Medio Ambiente.



## 8.3.2.2.2.1. Efecto de la meteorología en el coeficiente de captación

Para estudiar el efecto de la meteorología en el coeficiente de captación se ha calculado una matriz de correlación entre las distintas variables meteorológicas y el coeficiente de captación individual. La matriz de correlación obtenida se presenta a continuación en la Tabla 8.237.

Tabla 8.237. Matriz de correlaciones coeficiente de captación individual con variables meteorológicas.

		Correlaciones							
		se	direccion	temperatura	HR	rad	plu	pre	velocidad
se	Correlación de Pearson	1	,818**	,657*	,783**	-,290	-,140	,532	,056
	Sig. (bilateral)		,007	,020	,003	,449	,720	,075	,886
	N	12	9	12	12	9	9	12	9
direccion	Correlación de Pearson	,818**	1	,429	,676*	-,498	-,205	,305	,239
	Sig. (bilateral)	,007		,249	,046	,172	,596	,425	,536
	N	9	9	9	9	9	9	9	9
temperatura	Correlación de Pearson	,657*	,429	1	,432	,245	-,091	,808**	-,057
	Sig. (bilateral)	,020	,249		,161	,525	,815	,001	,885
	N	12	9	12	12	9	9	12	9
HR	Correlación de Pearson	,783**	,676*	,432	1	,020	,056	,340	-,063
	Sig. (bilateral)	,003	,046	,161		,959	,887	,279	,871
	N	12	9	12	12	9	9	12	9
rad	Correlación de Pearson	-,290	-,498	,245	,020	1	-,243	,061	-,040
	Sig. (bilateral)	,449	,172	,525	,959		,528	,875	,919
	N	9	9	9	9	9	9	9	9
plu	Correlación de Pearson	-,140	-,205	-,091	,056	-,243	1	,195	-,503
	Sig. (bilateral)	,720	,596	,815	,887	,528		,614	,168
	N	9	9	9	9	9	9	9	9
pre	Correlación de Pearson	,532	,305	,808**	,340	,061	,195	1	-,601
	Sig. (bilateral)	,075	,425	,001	,279	,875	,614		,087
	N	12	9	12	12	9	9	12	9
velocidad	Correlación de Pearson	,056	,239	-,057	-,063	-,040	-,503	-,601	1
	Sig. (bilateral)	,886	,536	,885	,871	,919	,168	,087	
	N	9	9	9	9	9	9	9	9

\*\* La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

\* La correlación es significante al nivel 0,05 (bilateral).

Donde *Se* es coeficiente de captación, *velocidad* es la Velocidad del viento, *dirección* es Dirección Promedio del Viento, *temperatura* es Temperatura, *HR* es la Humedad Relativa, *rad* es la Radiación, *Plu* es pluviometría y *pre* es Presión atmosférica.

De la observación de la matriz de correlación anterior se puede concluir que el coeficiente de captación individual depende de los valores Humedad Relativa y Dirección Promedio del Tiempo con una significatividad bilateral del 99% de confianza y de la Temperatura con una significatividad del 95% de confianza. En la Tabla 8.238 se muestran los coeficientes de correlación de Pearson, la significatividad bilateral y el número de casos considerados para el análisis de la correlación entre los coeficientes de captación y las variables significativas identificadas extraídas de la anterior matriz de correlación.

Tabla 8.238. Variables correlacionadas con coeficiente de captación individual

DESCRIPTIVOS ESTADÍSTICOS	Dirección Promedio Viento	Temperatura	Humedad Relativa
Correlación de Pearson ®	0,818	0,657	0,783
Significatividad (bilateral)	0,07	0,020	0,003
Numero de casos	9	12	12

## 8.3.2.2.2.2. Efecto de los niveles de contaminantes en el coeficiente de captación

Para estudiar el efecto de los niveles de contaminantes en el coeficiente de captación se ha calculado una matriz de correlación entre los distintos niveles registrados de contaminantes

**Tabla 8.239.** Matriz de correlaciones coeficiente de captación individual con niveles de contaminantes

		Correlaciones									
		se	so2	co	o3	no	no2	nox	pm2.5	pm10	
se	Correlación de Pearson	1	,174	-,443	-,534	-,145	,055	-,049	,630	,348	
	Sig. (bilateral)		,588	,233	,139	,652	,866	,879	,180	,267	
	N	12	12	9	9	12	12	12	6	12	
so2	Correlación de Pearson	,174	1	-,341	,111	,489	,794**	,654*	-,083	,668*	
	Sig. (bilateral)	,588		,369	,776	,107	,002	,021	,876	,018	
	N	12	12	9	9	12	12	12	6	12	
co	Correlación de Pearson	-,443	-,341	1	,603	,349	,108	,293	,044	-,307	
	Sig. (bilateral)	,233	,369		,086	,357	,783	,445	,934	,422	
	N	9	9	9	9	9	9	9	6	9	
o3	Correlación de Pearson	-,534	,111	,603	1	,083	,105	,094	-,119	,119	
	Sig. (bilateral)	,139	,776	,086		,832	,789	,810	,822	,760	
	N	9	9	9	9	9	9	9	6	9	
no	Correlación de Pearson	-,145	,489	,349	,083	1	,799**	,961**	-,385	,551	
	Sig. (bilateral)	,652	,107	,357	,832		,002	,000	,451	,064	
	N	12	12	9	9	12	12	12	6	12	
no2	Correlación de Pearson	,055	,794**	,108	,105	,799**	1	,934**	-,471	,768**	
	Sig. (bilateral)	,866	,002	,783	,789	,002		,000	,345	,004	
	N	12	12	9	9	12	12	12	6	12	
nox	Correlación de Pearson	-,049	,654*	,293	,094	,961**	,934**	1	-,430	,684*	
	Sig. (bilateral)	,879	,021	,445	,810	,000	,000		,395	,014	
	N	12	12	9	9	12	12	12	6	12	
pm2.5	Correlación de Pearson	,630	-,083	,044	-,119	-,385	-,471	-,430	1	,142	
	Sig. (bilateral)	,180	,876	,934	,822	,451	,345	,395		,788	
	N	6	6	6	6	6	6	6	6	6	
pm10	Correlación de Pearson	,348	,668*	-,307	,119	,551	,768**	,684*	,142	1	
	Sig. (bilateral)	,267	,018	,422	,760	,064	,004	,014	,788		
	N	12	12	9	9	12	12	12	6	12	

\*\*-. La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

\*. La correlación es significante al nivel 0,05 (bilateral).

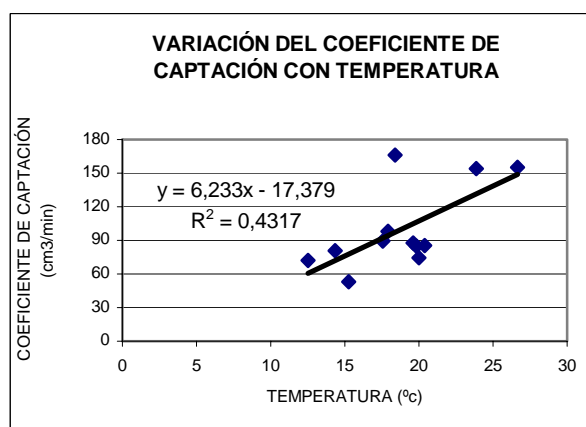
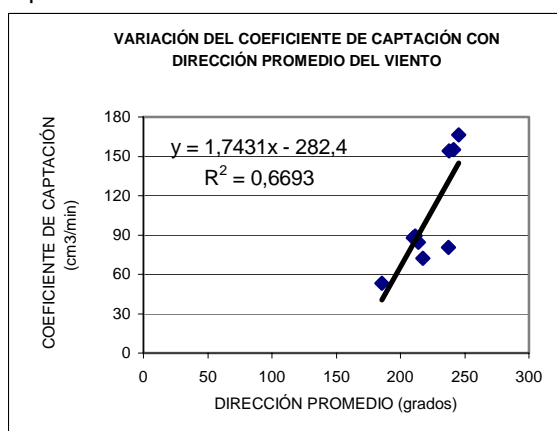
donde *Se* es el coeficiente de captación

De la lectura de la matriz de correlación (Tabla 8.239) se puede concluir que el coeficiente de captación individual no depende de ningún contaminante.

### 8.3.2.2.2.3. Estimación del modelo matemático

Teniendo en cuenta la dependencia del coeficiente de captación con determinadas variables meteorológicas y niveles de contaminantes, se pretende encontrar la expresión matemática que mejor describa la variación del coeficiente de captación con dichas variables.

En Figura 8.168 se muestra la variación del coeficiente de captación con las variables con las que correlaciona.



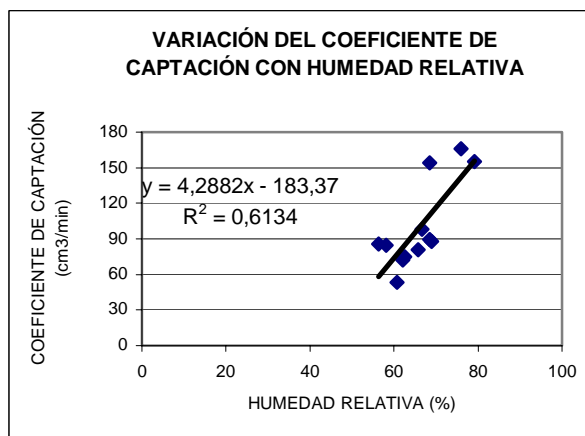


Figura 8.168. Correlación del coeficiente de captación con las variables meteorológicas escogidas.

Observando la Figura 8.168 se aprecia que las variables meteorológicas identificadas correlacionan de forma lineal con el coeficiente de captación.

Se va a empezar el análisis matemático con los modelos matemáticos que se obtendrían al utilizar las variables independientemente. Se han obtenido los modelos que relacionan el coeficiente de captación efectivo con las variables mencionadas mediante el paquete estadístico SPSS 10.0 para Windows® (Surfer) por regresión lineal con el método “Introducir” considerando las variables por parejas. Los descriptivos estadísticos significativos para la decisión del modelo más adecuado se exponen en la Tabla 8.240.

Tabla 8.240. Descriptivos estadísticos de los modelos matemáticos.

VARIABLES INTRODUCIDAS EN EL MODELO	R2	R2 corregido	s2	F
Temperatura	0.431	0.375	855	8
Humedad Relativa	0.612	0.574	583	16
Dirección Viento	0.669	0.622	660	14

Analizando los distintos descriptivos estadísticos mostrados en la tabla podemos llegar a las siguientes conclusiones:

- El modelo que mejor coeficiente de determinación ( $R^2$ ) y mejor coeficiente de determinación corregido ( $R^2$  corregido) presenta es el modelo que considera la Dirección promedio del viento ( $R^2 = 0,669$  y  $R^2$  corregido =  $0,622$ ).
- El modelo que mejor datos obtiene del residual de la media cuadrática ( $s^2$ ) es el que considera la Humedad relativa con un valor de 583.
- Finalmente, el modelo que mayor estadístico F obtiene es de la Humedad relativa.

En un segundo intento de refinar el modelo matemático, vamos a probar las combinaciones de la Dirección del Viento con el resto de variables influyentes en el coeficiente de captación efectivo. Los resultados se presentan en la Tabla 8.241

Tabla 8.241. Descriptivos estadísticos de los modelos matemáticos.

VARIABLES INTRODUCIDAS EN EL MODELO	R2	R2 corregido	s2	F
Dirección Viento – Temperatura	0.846	0.794	360	16
Dirección Viento-Humedad Relativa	0.793	0.724	481	11

Analizando los distintos descriptivos estadísticos mostrados en la tabla podemos llegar a las siguientes conclusiones:

- El modelo que mejor coeficiente de determinación ( $R^2$ ) y mejor coeficiente de determinación corregido ( $R^2$  corregido) presenta es el modelo que considera la dirección promedio del viento y la temperatura ( $R^2 = 0,846$  y  $R^2$  corregido =  $0,793$ ).
- El modelo que mejor datos obtiene del residual de la media cuadrática ( $s^2$ ) es el que considera la dirección promedio del viento y la temperatura con un valor de 360.
- Finalmente, el modelo que mayor estadístico F obtiene es el que considera la dirección promedio del viento y la temperatura.

De todo ello concluimos que el modelo matemático que mejor describe la variación del coeficiente de captación es el que considera la dirección promedio del viento y la temperatura.

En un tercer intento de refinar el modelo matemático, vamos a probar las combinaciones de las tres variables conjuntamente. Los resultados se presentan en la Tabla 8.242

Tabla 8.242. Descriptivos estadísticos de los modelos matemáticos.

VARIABLES INTRODUCIDAS EN EL MODELO	R2	R2 corregido	s2	F
Dirección Viento-Humedad Relativa – Temperatura	0.877	0.804	343	12

De este tercer afinamiento obtendríamos que el modelo *DirV-HR-T* como descriptivo de la variación del coeficiente de captación efectivo no ofrece mejores resultados que el modelo binario *DirV-T* puesto que no se produce un aumento del coeficiente de determinación considerable, el residual de la media cuadrática desciende levemente y se produce también una reducción de F. Por lo tanto, el modelo matemático que mejor describe la variación del coeficiente de captación de forma más simplificada es el que considera las variables *DirV-T*. Este modelo se describe mediante la siguiente ecuación:

$$S_{indiv} = - 268,51 + 1.318(DirV) + 4.312 (T)$$

$R = 0,920$   
 $R^2 = 0,846$   
 Error Típico de la estimación = 18,9 (cm<sup>3</sup>/min)

donde  $S_{indiv}$  = Coeficiente de Captación Individual (cm<sup>3</sup>/min)  
 DirV = Dirección promedio (grados)  
 T = Temperatura promedio (°C)

En la Figura 8.169 se muestran los valores de  $S_{indiv}$  calculados y los  $S_{indiv}$  estimados mediante el modelo matemático escogido. Solo se representan los valores de coeficiente de captación estimado matemáticamente donde existían valores para las tres variables de entrada del modelo. Se aprecia que el modelo se ajusta aceptablemente a los datos experimentales.

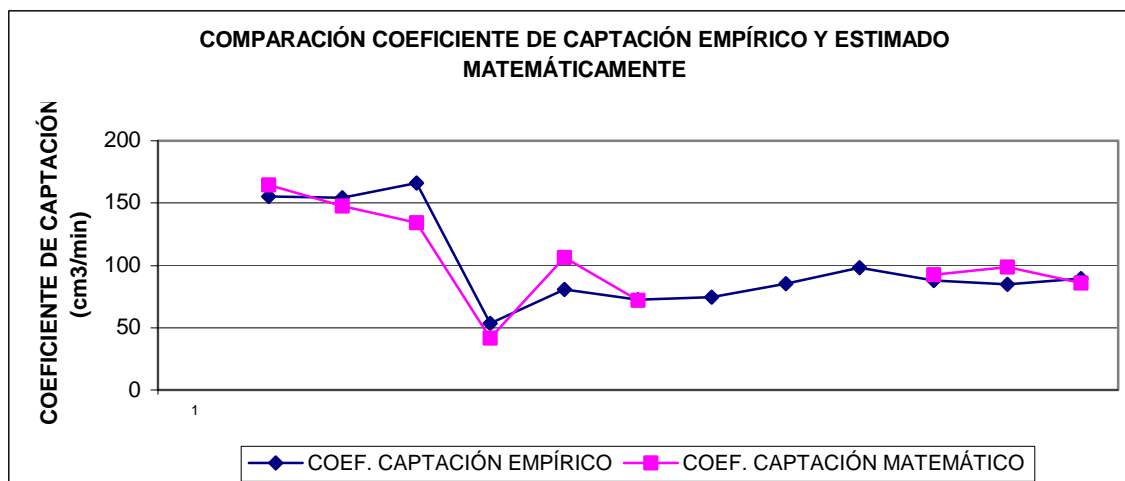


Figura 8.169. Valores del coeficiente de captación individual calculados y estimados según modelo

En la Figura 8.170. se representan los valores de los residuales calculados según la siguiente fórmula:

$$(8.26) \quad \text{Residual} = S_{\text{indiv-empírico}} - S_{\text{indiv-matemático}}$$

Los valores de los residuales se representan en la siguiente figura.

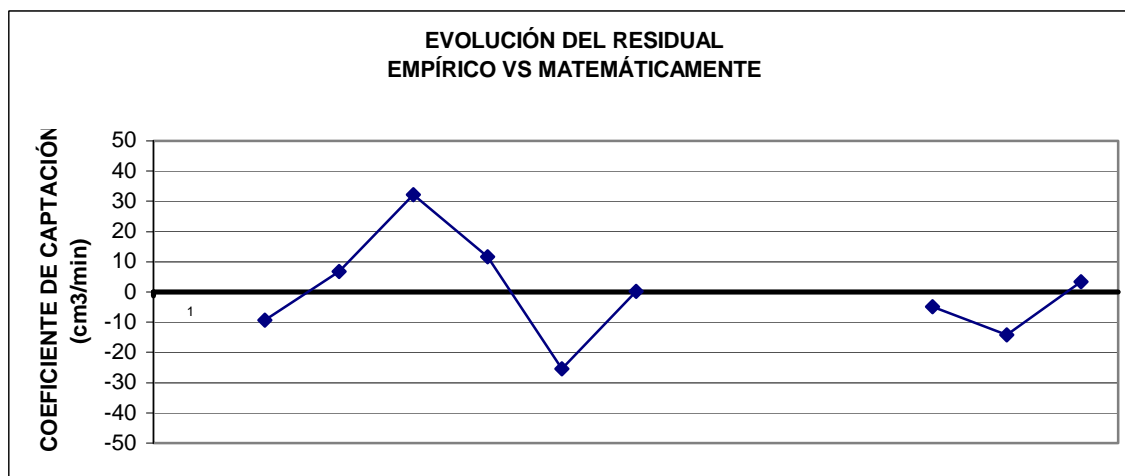


Figura 8.170. Variación de los residuales

De la observación de la Figura 8.170 se deduce que más el 90 % de los residuales está dentro del intervalo  $\pm 20 \text{ cm}^3/\text{min}$ .

Del presente estudio se desprende que los valores del coeficiente de captación para el nuevo captadores para medir  $\text{NO}_2$  depende de los niveles de determinadas variables meteorológicas, no presentando un valor constante. Dichas variables meteorológicas son fácilmente medibles.

## 8.3.2.2.2.4. Cálculo del coeficiente de captación efectivo

Teniendo en cuenta que el valor del coeficiente de captación se ve influenciado por determinadas variables meteorológicas, para la obtención de los valores de concentración se calcula un valor de coeficiente de captación efectivo según los siguientes métodos:

**MÉTODO 1:** En vista de los resultados mostrados en la Tabla 8.236, se propone utilizar, para este caso concreto, dos valores del coeficiente de captación. Uno sería el promedio de los valores obtenidos en Burriana y sería solo aplicable a dicha estación de referencia, el otro sería un promedio del resto de los casos, y sería aplicable a dichas estaciones de referencia. Los valores del coeficiente de captación aplicables se muestran en la Tabla 8.243

Tabla 8.243. Valores del coeficiente de captación promedios

EMPLAZAMIENTO	COEFICIENTE CAPTACIÓN (cm <sup>3</sup> /min)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR (cm <sup>3</sup> /min)
Burriana	158.6	6.7
RESTO	80.4	12.4

**MÉTODO 2:** Se propone utilizar los valores de coeficiente de captación individual estimados a partir del modelo matemático descrito en el punto anterior. Los valores del coeficiente de captación calculados se muestran en la Tabla 8.244

Tabla 8.244. Valores del coeficiente de captación estimados matemáticamente

SEMANA	EMPLAZAMIENTO	DIRECCIÓN PROMEDIO (grados)	TEMPERATURA (°C)	COEFICIENTE CAPTACIÓN (cm <sup>3</sup> /min)
1	BUR	241	27	164,4
2	BUR	238	24	147,5
3	BUR	245	18	134,1
1	VLF	185	15	41,6
2	VLF	237	14	106,2
3	VLF	217	13	72,1
1	ALC	NO SE DISPONE DE DATOS	20	NO SE PUEDE APLICAR LA ECUACIÓN
2	ALC		20	
3	ALC		18	
1	GRA	210	20	92,8
2	GRA	214	20	98,8
3	GRA	211	18	85,9

## 8.3.2.2.2.5. Comparación resultados del coeficiente de captación obtenidos con ambas carcassas

En la Figura 8.167 se observa que la carcasa Tipo R proporciona unos coeficientes de captación más elevados que la carcasa Tipo G y una menor desviación estándar relativa. Sin embargo, se observa en el apartado 8.3.2.2.2.3 que la carcasa Tipo R tiene una mayor dependencia de la dirección del viento.

## 8.3.2.2.2.3. Desviación, precisión y exactitud

## 8.3.2.2.2.3.1. Desviación

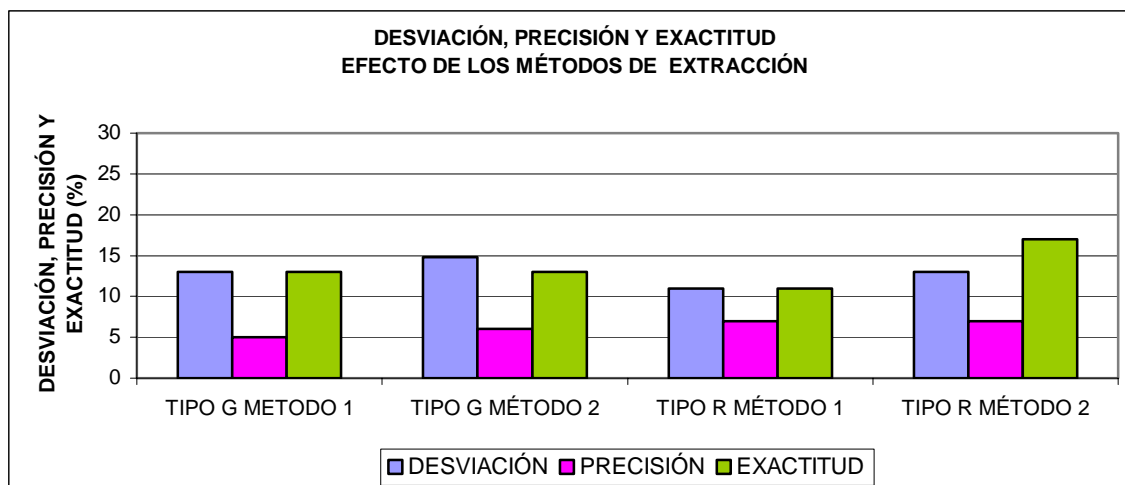
Los valores concentración estimada se calculan a partir de los datos de nitrato promedio y tiempo muestreado que se muestran en la Tabla 8.220 para la carcasa Tipo G y en la Tabla 8.236 para la carcasa Tipo R.

Los resultados promedio de desviación para cada carcasa y cada método se reflejan en la Tabla 8.245.

**Tabla 8.245. Resultados desviación, precisión y exactitud. Efecto carcasas protectoras.**

ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO	CARCASA TIPO G		CARCASA TIPO R	
	MÉTODO 1	MÉTODO 2	MÉTODO 1	MÉTODO 2
DESVIACIÓN (%)	13	15	11	13
PRECISIÓN (%)	5	6	7	7
EXACTITUD (%)	13	13	11	17

En la Figura 8.171 se muestra que la desviación promedio de la carcasa Tipo R Método 1 es la que mejores resultados proporciona.



*Figura 8.171. Desviación, precisión y exactitud. Efecto de las carcasas protectoras*

#### 8.3.2.2.3.2. Precisión

Para el estudio de la precisión se analiza la desviación estándar de los captadores colocados por parejas en los distintos emplazamientos de referencia. Los resultados promedio de cada método se reflejan en la Tabla 8.245. En la Figura 8.171 se muestra que la precisión mejor la presenta la carcasa Tipo G Método 1.

#### 8.3.2.2.3.3. Exactitud

Para el estudio de la precisión se analiza la desviación estándar de los captadores colocados por parejas en los distintos emplazamientos de referencia. Los resultados promedio de cada método se reflejan en la Tabla 8.245. En la Figura 8.171 se muestra que la precisión mejor la presenta la carcasa Tipo R Método 1. Con una exactitud promedio del 11%. Todas ellas cumplen con el criterio tanto del NIOSH del 25% (Bartley, 2001; Kennedy et al., 1998) como del CEN del 30% (CEN).

#### 8.3.2.2.4. Comparación de los resultados obtenidos mediante el nuevo captador de NO<sub>2</sub> con el método de referencia

A fin de estudiar la correlación del captador pasivo nuevo propuesto con el método de referencia se comparan los valores obtenidos mediante el método de referencia (valores cedidos por la Conselleria de Medio Ambiente de la Generalitat Valenciana) y los resultados de concentración estimada con el captador pasivo nuevo en las distintas carcassas. Dichos resultados se muestran en la Tabla 8.220 para la carcassa Tipo G y en la Tabla 8.236 para la carcassa Tipo R.

##### 8.3.2.2.4.1. Evolución de los niveles medidos mediante ambos métodos

Para realizar la comparación entre el método de referencia y los distintos resultados del captador pasivo nuevo con las diferentes carcassas se han representado los datos obtenidos con dichos captadores junto con los datos medidos en las estaciones de referencia para observar si los niveles medidos por ambos métodos siguen las mismas tendencias y dan valores análogos. Dicha representación se muestra en Figura 8.172.

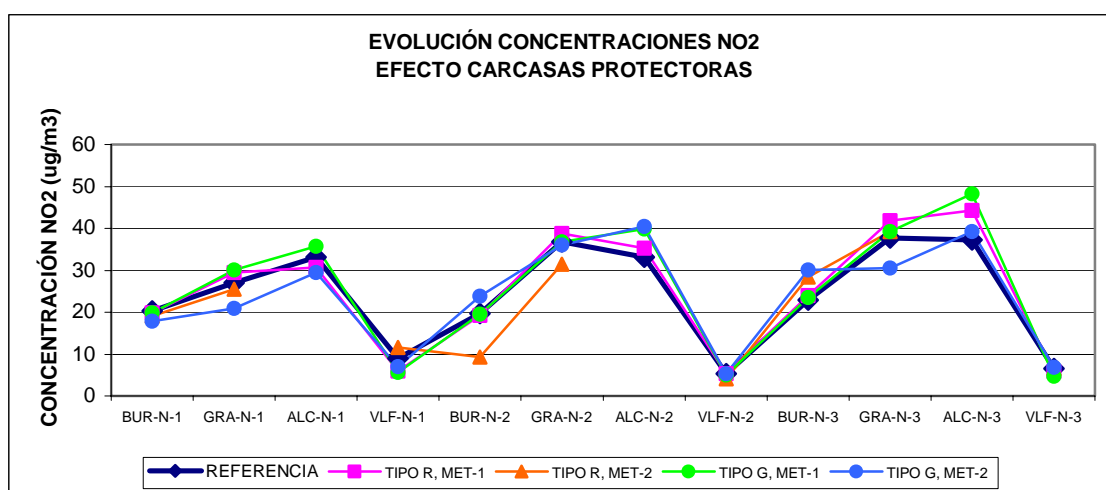


Figura 8.172. Variación de la concentración medida con el captador pasivo nuevo y valores de referencia. Efecto de las carcassas protectoras.

Se aprecia en la Figura 8.172 que las concentraciones siguen las mismas tendencias a lo largo de los periodos de muestreo realizados. La curva que parece alejarse más a la curva de referencia es la obtenida mediante la carcassa Tipo R calculando los coeficientes de captación mediante el Método 2.

##### 8.3.2.2.4.2. Correlación entre ambos métodos

Para comparar la bondad de los datos medidos con las distintas carcassas y los diferentes métodos de cálculo del coeficiente de captación se ha realizado una correlación de las concentraciones medidas con el nuevo captador pasivo con las dos carcassas examinadas con los valores de concentración medidos con el método de referencia. En la Figura 8.173 se representa las rectas de correlación obtenidas.



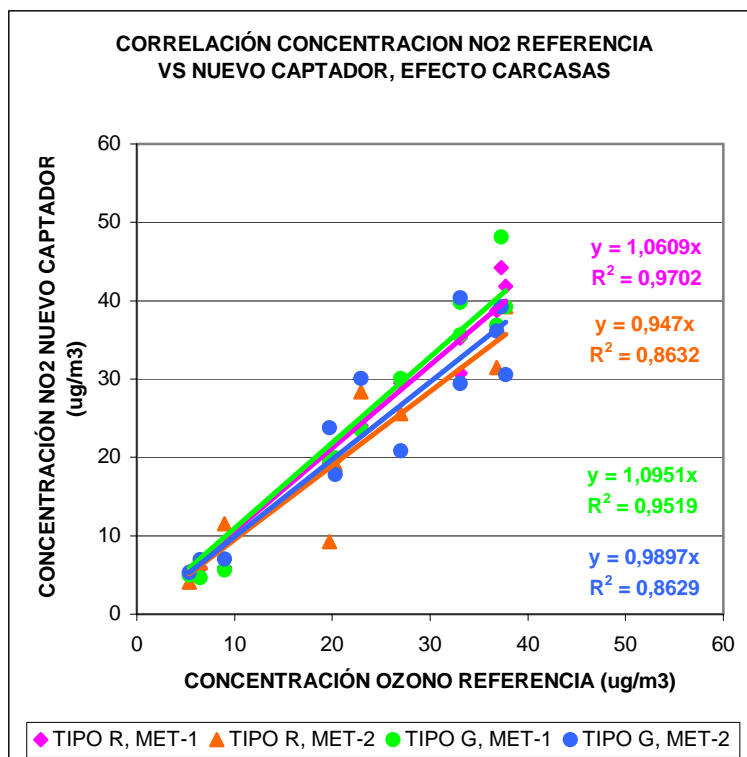


Figura 8.173. Comparación concentraciones captador pasivo nuevo método de referencia

En ambas carcassas los peores resultados son aquellos mostrados calculando el coeficiente de captación con el Método 2, con coeficientes de determinación en ambos casos de 0,86. En el caso de los resultados ofrecidos por el Método 1, apreciamos que el mejor comportamiento ofrece es el captador alojado en la carcassa Tipo R, con un coeficiente de determinación de 0,97 frente al coeficiente de determinación de 0,95 de la carcassa Tipo G. Sin embargo, ambos resultados son muy satisfactorios. Observando la pendiente obtenida en ambas rectas, apreciamos que se sobreestiman los niveles de NO<sub>2</sub> en un 6% en el caso de la carcassa Tipo R y en un 10% en la carcassa Tipo G.

Como conclusión se puede decir que ambas carcassas ofrecen resultados similares, incluso con ligeras diferencias al utilizar el Método 1 o 2 de cálculo del coeficiente de captación. Sin embargo, la carcassa Tipo R, presenta un inconveniente, su dependencia con la dirección del viento, el cual unido a la velocidad con la que sopla afectará en mayor o menor medida a las medidas realizadas con dicha carcassa.

### 8.3.2.3. Optimización del tiempo de medida

Se verá en la intercomparación de todos los métodos de medida (Radiello, Ogawa, Passam, Analyst y Modelo Z) en el capítulo 8.4.

## 8.4.1. INTERCOMPARACIÓN CAPTADORES PASIVOS MEDIDA OZONO

### 8.4.1.1. Descripción de captadores pasivos utilizados

#### 8.4.1.1.1. Radiello (B)

Los captadores pasivos Radiello son los mismos que los descritos en el Epígrafe 5.2.6 Método Medición Pasivo Radiello.

La concentración medida de ozono se calcula con la siguiente ecuación:

$$C_{O_3} = \frac{M_{O_3}}{S_{efectivo} * t} * 10^6 \quad (8.27)$$

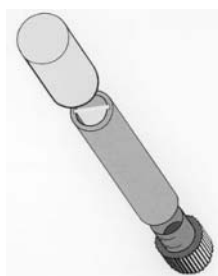
donde,  $C_{O_3}$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) es la concentración de ozono obtenida con el captador pasivo,  $M_{O_3}$  ( $\mu\text{g}$ ) es la masa de ozono equivalente a la concentración de 4,4-dipiridilaldehído medida en el espectrofotómetro UV,  $S_{efectivo}$  ( $\text{cm}^3/\text{min}$ ) es el coeficiente de captación efectivo y  $t$  (min) es el tiempo que el captador pasivo ha estado expuesto en el punto de muestreo.

En el caso del captador pasivo Radiello se ha visto en el capítulo 8.1.2. que el coeficiente de captación efectivo adecuado es el valor promedio de los coeficientes de captación individuales correspondiente a dicho periodo de muestreo.

#### 8.4.1.1.2. Passam (PA)

Los captadores pasivos Passam fueron desarrollados en el Federal Institute of Technology, Zurich (Suiza) por el Dr. Markus Hangartner.

El captador pasivo consiste en un tubo de 4,9 cm de largo con un diámetro interior de 0,9 cm. Dentro de este tubo el aire se difunde por difusión molecular (Passam-ag, 2004). En un extremo del tubo existe un filtro de fibra de vidrio impregnado con una disolución de 1,2-Di(4-pyridyl)etileno (DPE) en el cual se queda fijado el ozono. El otro extremo del filtro permanece abierto para favorecer la entrada de aire y su difusión hacia el filtro captador (Bernard et al., 1999). Dicho muestreador se muestra en la Figura 8.174.



a) Captador pasivo Passam Ozono



b) Filtro captador impregnado con DPE

**Figura 8.174. Captador pasivo Passam para medir ozono**

El método de análisis de dicho muestreador es el mismo que el descrito para el caso del captador pasivo Radiello. Adición de 3-metil-2-benzotiazolinona hidrazona hdrocloruro (MBTH) y medida en el espectrofotómetro a 442 nm tras una hora de agitación.

La concentración medida de ozono se calcula con la Ecuación ( 8.27 ) teniendo en cuenta que el coeficiente de captación efectivo,  $S_{efectivo}$ , es 0,85  $\text{cm}^3/\text{min}$  (Passam-ag, 2000).

### 8.4.1.1.3. Analyst (ANA)

Los captadores pasivos Analyst se han desarrollado en el CNR – Instituto Inquinamento Atmosférico por el Dr. De Santis y col.

El captador pasivo Analyst consta de un cuerpo cilíndrico polimérico opaco. En el fondo de dicho cilíndrico existe un disco de polietileno que tiene tres salientes el cual alberga un filtro de fibra de vidrio impregnado de nitrito sódico en el cual se queda atrapado el ozono. Dicho disco queda fijado al tubo cilíndrico mediante un anillo de acero inoxidable. El captador permanece cerrado mientras no está inactivo, sin embargo cuando se está muestreando se quita el tapón y se coloca una malla de acero inoxidable (De Santis et al., 2002) Dicho muestreador se muestra en la Figura 8.175



Figura 8.175. Captador pasivo Analyst para medir ozono

El método de análisis de dicho muestreador es el mismo que el descrito para el caso del captador pasivo Ogawa. Extracción del nitrato reaccionado con agua MQ durante 1 hora en agitación y medida en el cromatógrafo iónico.

La concentración medida de ozono se calcula con la Ecuación ( 8.28):

$$(8.28) \quad C_{O_3} = \frac{M_{NO_3^-} * V_{extraccion}}{S_{efectivo} * t}$$

donde,  $C_{O_3}$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) es la concentración de ozono obtenida con el captador pasivo,  $M_{NO_3^-}$  ( $\mu\text{g}/\text{ml}$ ) es la masa de nitrato que ha reaccionado con el ozono ambiental y que ha sido analizada en el cromatógrafo iónico,  $V_{extraccion}$  (ml) es el volumen de extracción del nitrato empleado en el análisis,  $PM_{O_3}$  ( $\mu\text{g}/\mu\text{mol}$ ) es el peso molecular del ozono,  $PM_{NO_3^-}$  ( $\mu\text{g}/\mu\text{mol}$ ) es el peso molecular del nitrato,  $S_{efectivo}$  ( $\text{m}^3/\text{h}$ ) es el coeficiente de captación efectivo correspondiente a dicho periodo de muestreo (según los tres métodos) y  $t$  (h) es el tiempo que el captador pasivo ha estado expuesto en el punto de muestreo.

El coeficiente de captación del captador Analyst depende de la Temperatura promedio existente en el periodo de muestreo, por lo que se calcula según la siguiente ecuación:

$$(8.29) \quad S_{efectivo} = \frac{1}{2650} * \left( \frac{273 + T}{293} \right)^{1,8}$$

donde,  $S_{efectivo}$  ( $\text{m}^3/\text{h}$ ) es el coeficiente de captación efectivo y  $T$  es la temperatura medida en  $^{\circ}\text{C}$  (De Santis).

#### 8.4.1.1.4. Ogawa (A)

Los captadores pasivos Ogawa son los mismos que los descritos en el Epígrafe 5.2.5 Método Medición Pasivo Ogawa. La concentración medida de ozono se calcula con la siguiente ecuación:

$$(8.30) \quad C_{O_3} = \frac{M_{NO_3^-} * V_{extraccion} * \left( \frac{PM_{O_3}}{PM_{NO_3^-}} \right)}{S_{efectivo} * t} * 10^6$$

donde,  $C_{O_3}$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) es la concentración de ozono obtenida con el captador pasivo Ogawa,  $M_{NO_3^-}$  ( $\mu\text{g}/\text{ml}$ ) es la masa de nitrato que ha reaccionado con el ozono ambiental y que ha sido analizada en el cromatógrafo iónico,  $V_{extracción}$  (ml) es el volumen de extracción del nitrato empleado en el análisis,  $PM_{O_3}$  ( $\mu\text{g}/\mu\text{mol}$ ) es el peso molecular del ozono,  $PM_{NO_3^-}$  ( $\mu\text{g}/\mu\text{mol}$ ) es el peso molecular del nitrato,  $S_{efectivo}$  ( $\text{cm}^3/\text{min}$ ) es el coeficiente de captación efectivo correspondiente a dicho periodo de muestreo (según los tres métodos) y  $t$  (min) es el tiempo que el captador pasivo ha estado expuesto en el punto de muestreo.

En el caso del captador pasivo Ogawa se ha visto en el capítulo 8.1.1. que el coeficiente de captación efectivo adecuado es el valor promedio de los coeficientes de captación individuales correspondiente a dicho periodo de muestreo.

#### 8.4.1.1.5. ZA-400

Los captadores pasivos ZA-400 son los captadores pasivos desarrollados en el capítulo 8.3. Estos captadores se caracterizan por tener el diseño propuesto en dicho capítulo y por llevar dos filtros impregnados con 200  $\mu\text{l}$  de disolución captadora. La concentración medida de ozono se calcula con Ecuación ( 8.30 ).

El coeficiente de captación efectivo de estos captadores pasivos es 61,13  $\text{cm}^3/\text{min}$  según lo estudiado en el epígrafe 8.3.2.1.

### 8.4.1.2. Diseño de la campaña de intercomparación

#### 8.4.1.2.1. Periodos de muestreo

Se ha diseñado el experimento en dos periodos consecutivos de muestreo semanales y una periodo quincenal que engloba a dichos periodos. El primer periodo semanal comprende desde el 01 de Octubre de 2004 al 08 de octubre de 2004 y el segundo periodo semanal comprende desde el 08 de Octubre de 2004 al 15 de octubre de 2004. El periodo quincenal que engloba a estos dos periodos semanales comprende desde el 01 de octubre de 2004 al 15 de octubre de 2004.

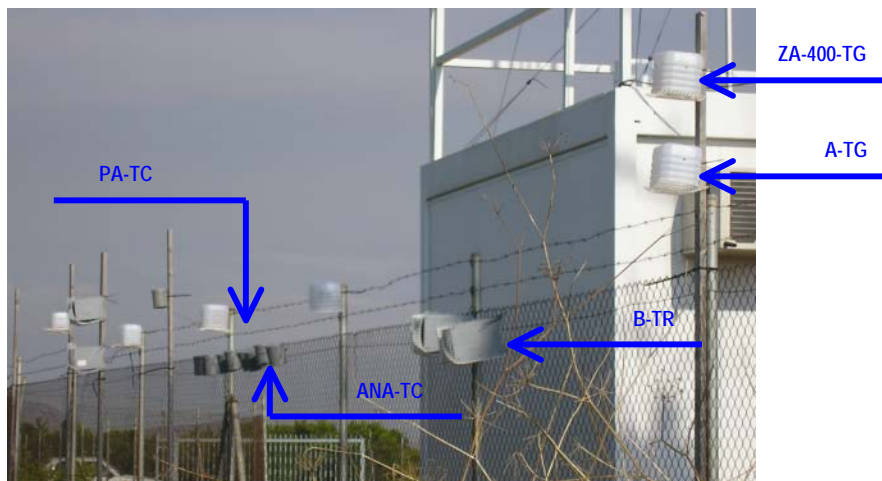
#### 8.4.1.2.2. Emplazamientos de muestreo

Se han escogidos tres emplazamientos donde la Conselleria de Medi Ambient tiene medidores de referencia. Los lugares escogidos han sido Alcora, Burriana y Grao de Castellón. En dichos emplazamientos se han colocado los siguientes captadores por parejas con las siguientes carcasas protectoras:

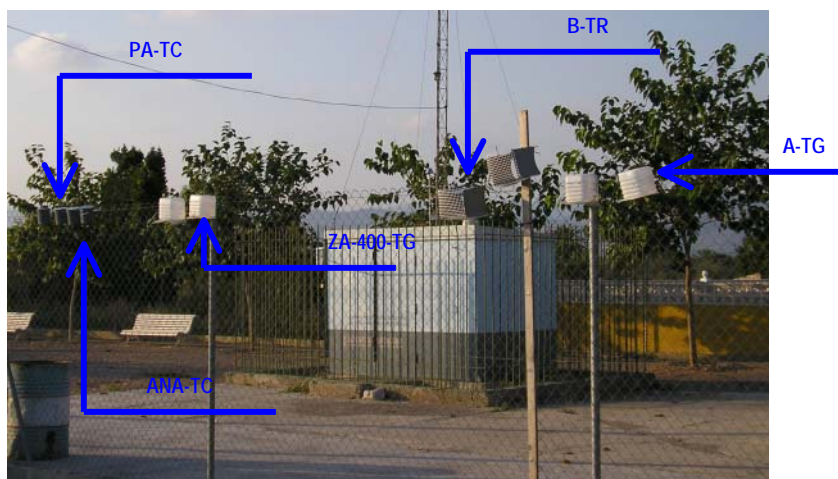
**Tabla 8.246. Distribución de captadores y carcasas protectoras**

CAPTADOR PASIVO	CARCASA PROTECTORA
RADIELLO (B)	TIPO R
PASSAM (PA)	TIPO C
ANALYST (ANA)	TIPO C
OGAWA (A)	TIPO G
ZA-400	TIPO G

En las siguientes ilustraciones se muestran los lugares escogidos con los captadores pasivos intercomparados.



*Figura 8.176. Emplazamiento intercomparación N°1: Burriana*



*Figura 8.177. Emplazamiento intercomparación N°2: Grao*

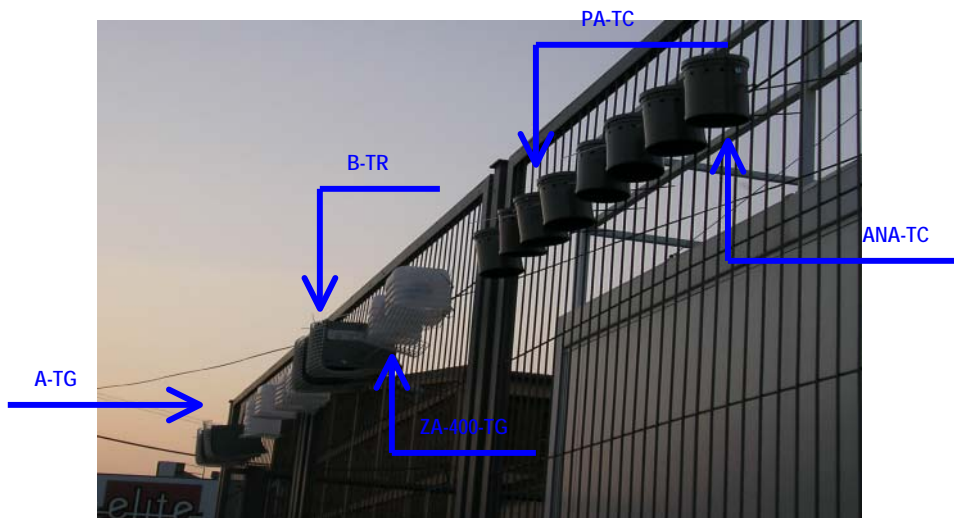


Figura 8.178. Emplazamiento intercomparación N°3: Alcora

En la Figura 8.179 se muestran los captadores utilizados con las carcassas protectoras utilizadas.



a) Radiello en carcassa Tipo R ( B-TR)



b) Passam en carcassa Tipo C (PA-TC)



c) Analyst en carcassa Tipo C (ANA-TC)



d) Ogawa en carcassa Tipo G (A-TG)



e) Captador nuevo ZA-400 en carcassa Tipo G (ZA-400-TG)

Figura 8.179. Captadores utilizados en la intercomparación con las carcassas protectoras

### 8.4.1.3. Validación de cada método en medidas semanales

#### 8.4.1.3.2. Selectividad

El principio químico por el cual se rigen los captadores pasivos Radiello y Passam es la ozonólisis del 1,2-di(4-piridil)etileno (DPE) a un aldehído (4,4-dipiridilaldehído). Por lo tanto el estudio de selectividad realizado en el punto 8.1.2.3.1. es válido para ambos captadores.

El principio químico mediante el cual se capta el ozono en los captadores Ogawa, Analyst y ZA-400 está basado en la oxidación del nitrito al nitrato mediante el ozono. Por lo tanto, el estudio de selectividad realizado en el punto 8.1.2.3.1. es válido para estos tres captadores.

#### 8.4.1.3.3. Comparación del coeficiente de captación

En la Tabla 8.247 se muestran los coeficientes de captación y la desviación estándar de cada uno de cada uno de los captadores estudiados.

Tabla 8.247. Coeficiente captación. Intercomparación de captadores

CAPTADOR PASIVO	COEFICIENTE DE CAPTACIÓN (cm <sup>3</sup> /min)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR (cm <sup>3</sup> /min)	REFERENCIA
RADIELLO (B)	25,9	3,3	Tabla 8.248 Capítulo 8.1.2.
PASSAM (PA)	0,85	-	(Passam-ag, 2000)
ANALYST (ANA)	6,4	0,13	(De Santis) Tabla 8.248
OGAWA (A)	35,4	7,2	Tabla 8.248 Capítulo 8.1.1.
ZA-400	61,1	-	Epígrafe 8.3.2.1.

Los resultados de la Tabla 8.247 se representan en la Figura 8.180. En ella se aprecia que el captador pasivo ZA-400 es el captador que mayor coeficiente de captación presenta con un valor de 61,1 cm<sup>3</sup>/min. En contrapartida, el captador Passam es el captador que menor coeficiente de captación posee, con un valor de 0,85 cm<sup>3</sup>/min.

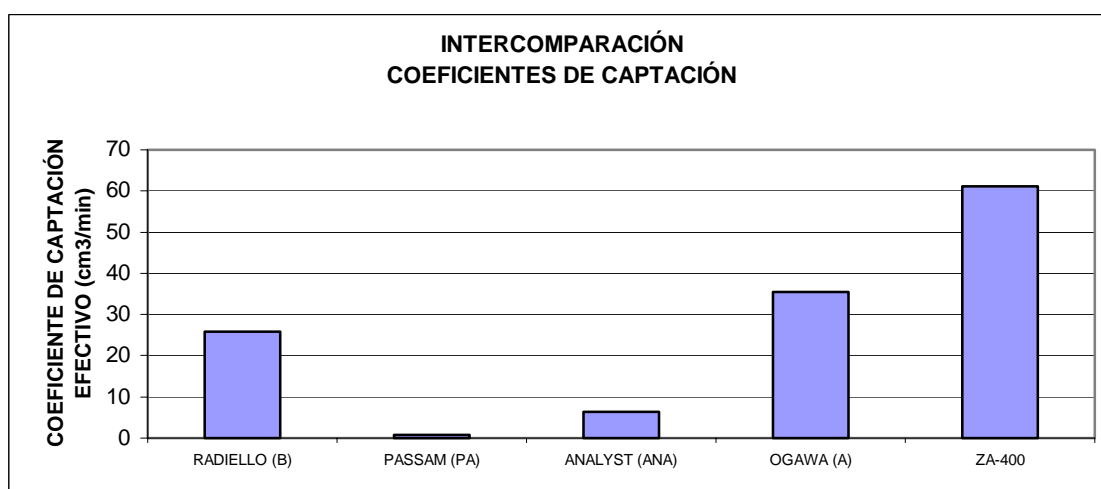


Figura 8.180. Intercomparación de coeficientes de captación

En la Tabla 8.248 se muestran los valores a partir de los cuales se han calculado los correspondientes coeficientes de captación que no presentan valor constante.

Tabla 8.248. Cálculo del coeficiente de captación

REF	Período de muestreo	Masa ozono equivalente (µg)	Concentración nitrato promedio (µg/ml)	Temperatura promedio (°C)	Concentración real Conselleria Ozono (µg/m³)	Tiempo exposición (min)	Coeficiente captación (cm³/min)		
							RADIELLO	ANALYST	OGAWA
BUR S1	01/10/04 a 8/10/04	9,595	2,733	27,3	30,0	9930	32,2	6,6	45,9
GRA S1	01/10/04 a 8/10/04	10,125	2,772	20,2	34,7	9585	30,4	6,3	41,7
ALC S1	01/10/04 a 8/10/04	9,615	2,419	21,1	40,0	9660	24,9	6,3	31,3
BUR S2	8/10/04 a 15/10/04	10,170	3,520	25,1	39,6	10240	25,1	6,5	43,4
GRA S2	8/10/04 a 15/10/04	10,075	2,850	19,0	39,2	10070	25,5	6,3	36,1
ALC S2	8/10/04 a 15/10/04	10,540	2,637	18,9	44,2	10335	23,1	6,2	28,9

8.4.1.3.4. Estimación de concentraciones de ozono

En las siguientes tablas se presenta el valor de concentración de ozono estimado con cada uno de los cinco captadores pasivos estudiados.

Tabla 8.249. Estimación de concentraciones de ozono. Radiello (B)

REF	Período de muestreo	Masa de ozono equivalente (µg)	Masa de ozono equivalente promedio (µg)	Concentración real Conselleria Ozono (µg/m³)	Tiempo exposición (min)	Concentración estimada pasivos (µg/m³)	Desviación (%)	Precisión (%)	Exactitud (%)
BUR-B1-TR	01/10/04 a 8/10/04	10,150	9,595	30,0	9930	33	-10	8	16
BUR-B2-TR		9,040							
GRA-B1-TR	01/10/04 a 8/10/04	10,410	10,125	34,7	9585	36	-4	4	7
GRA-B2-TR		9,840							
ALC-B1-TR	01/10/04 a 8/10/04	9,710	9,615	40,0	9660	34	15	1	15
ALC-B2-TR		9,520							
BUR-B1-TR	8/10/04 a 15/10/04	10,610	10,170	39,6	10240	40	-2	6	5
BUR-B2-TR		9,730							
GRA-B1-TR	8/10/04 a 15/10/04	9,760	10,075	39,2	10070	41	-4	4	6
GRA-B2-TR		10,390							
ALC-B1-TR	8/10/04 a 15/10/04	10,250	10,540	44,2	10335	41	6	4	8
ALC-B2-TR		10,830							

Tabla 8.250. Estimación de concentraciones de ozono. Passam (PA)

REF	Período de muestreo	Masa de ozono equivalente (µg)	Masa de ozono equivalente promedio (µg)	Concentración real Conselleria Ozono (µg/m³)	Tiempo exposición (min)	Concentración estimada pasivos (µg/m³)	Desviación (%)	Precisión (%)	Exactitud (%)
BUR-PA1-TC	01/10/04 a 8/10/04	0,372	0,394	30,0	8740	53	-76	8	76
BUR-PA2-TC		0,415							
GRA-PA1-TC	01/10/04 a 8/10/04	0,634	0,679	34,7	9585	83	-139	9	139
GRA-PA2-TC		0,723							
ALC-PA1-TC	01/10/04 a 8/10/04	0,683	0,685	40,0	9660	83	-108	0	108
ALC-PA2-TC		0,686							
BUR-PA1-TC	8/10/04 a 15/10/04	0,628	0,610	39,6	10240	70	-76	4	76
BUR-PA2-TC		0,592							
GRA-PA1-TC	8/10/04 a 15/10/04	0,546	0,526	39,2	10070	61	-56	5	56
GRA-PA2-TC		0,506							
ALC-PA1-TC	8/10/04 a 15/10/04	0,497	0,506	44,2	10335	57	-30	3	30
ALC-PA2-TC		0,515							



Tabla 8.251. Estimación de concentraciones de ozono. Analyst (ANA)

REF	Periodo de muestreo	Concent. nitrato ( $\mu\text{g/ml}$ )	Concentración nitrato promedio ( $\mu\text{g/ml}$ )	Concentración real Conselleria Ozono ( $\mu\text{g/m}^3$ )	Tiempo exposición (min)	Concentración estimada pasivos ( $\mu\text{g/m}^3$ )	Desviación (%)	Precisión (%)	Exactitud (%)
BUR-ANA1-TC	01/10/04 a 8/10/04	0,072	0,095	30,0	9930	7	76	35	76
BUR-ANA2-TC		0,119							
GRA-ANA1-TC	01/10/04 a 8/10/04	0,046	0,113	34,7	9585	9	73	84	74
GRA-ANA2-TC		0,180							
ALC-ANA1-TC	01/10/04 a 8/10/04	0,135	0,070	40,0	9660	6	86	130	86
ALC-ANA2-TC		0,006							
BUR-ANA1-TC	8/10/04 a 15/10/04	0,152	0,329	39,6	10240	25	38	76	39
BUR-ANA2-TC		0,506							
GRA-ANA1-TC	8/10/04 a 15/10/04	0,141	0,158	39,2	10070	12	68	16	68
GRA-ANA2-TC		0,176							
ALC-ANA1-TC	8/10/04 a 15/10/04	0,179	0,369	44,2	10335	32	27	73	28
ALC-ANA2-TC		0,560							

Tabla 8.252. Estimación de concentraciones de ozono. Ogawa (A)

REF	Periodo de muestreo	Concent. nitrato ( $\mu\text{g/ml}$ )	Concentración nitrato promedio ( $\mu\text{g/ml}$ )	Concentración real Conselleria Ozono ( $\mu\text{g/m}^3$ )	Tiempo exposición (min)	Concentración estimada pasivos ( $\mu\text{g/m}^3$ )	Desviación (%)	Precisión (%)	Exactitud (%)
BUR-A1-TG	01/10/04 a 8/10/04	2,626	2,733	30,0	9930	35	-16	6	17
BUR-A2-TG		2,841							
GRA-A1-TG	01/10/04 a 8/10/04	3,204	2,772	34,7	9585	37	-5	22	9
GRA-A2-TG		2,340							
ALC-A1-TG	01/10/04 a 8/10/04	3,189	2,419	40,0	9660	32	21	45	26
ALC-A2-TG		1,650							
BUR-A1-TG	8/10/04 a 15/10/04	3,735	3,520	39,6	10240	48	-20	9	22
BUR-A2-TG		3,305							
GRA-A1-TG	8/10/04 a 15/10/04	2,856	2,850	39,2	10070	39	0	0	3
GRA-A2-TG		2,845							
ALC-A1-TG	8/10/04 a 15/10/04	1,968	2,637	44,2	10335	35	20	36	24
ALC-A2-TG		3,307							

Tabla 8.253. Estimación de concentraciones de ozono. ZA-400

REF	Periodo de muestreo	Concent. nitrato ( $\mu\text{g/ml}$ )	Concentración nitrato promedio ( $\mu\text{g/ml}$ )	Concentración real Conselleria Ozono ( $\mu\text{g/m}^3$ )	Tiempo exposición (min)	Concentración estimada pasivos ( $\mu\text{g/m}^3$ )	Desviación (%)	Precisión (%)	Exactitud (%)
BUR-ZA1-TG	01/10/04 a 8/10/04	4,082	4,278	30,0	9930	35	-17	6	19
BUR-ZA2-TG		4,474							
GRA-ZA1-TG	01/10/04 a 8/10/04	3,372	3,238	34,7	9585	28	20	6	22
GRA-ZA2-TG		3,104							
ALC-ZA1-TG	01/10/04 a 8/10/04	4,458	4,390	40,0	9660	37	7	2	7
ALC-ZA2-TG		4,322							
BUR-ZA1-TG	8/10/04 a 15/10/04	10,060	9,327	39,6	10240	75	-88	11	93
BUR-ZA2-TG		8,594							
GRA-ZA1-TG	8/10/04 a 15/10/04	6,871	7,095	39,2	10070	58	-47	4	49
GRA-ZA2-TG		7,319							
ALC-ZA1-TG	8/10/04 a 15/10/04	7,629	7,434	44,2	10335	59	-33	4	34
ALC-ZA2-TG		7,238							

#### 8.4.1.3.4.1. Desviación, precisión y exactitud

##### 8.4.1.3.4.1.1. Desviación

Los resultados de desviación obtenidos cada periodo de muestreo se muestran en la Tabla 8.249 a Tabla 8.253. Los resultados promedio de cada captador se reflejan en la Tabla 8.254.

Tabla 8.254. Resultados desviación, precisión y exactitud. Intercomparación de captadores pasivos

ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO	RADIELLO (B)	PASSAM (PA)	ANALYST (ANA)	OGAWA (A)	ZA-400
DESVIACIÓN (%)	6,8	80,8	49,9	13,7	35,3
PRECISIÓN (%)	4,5	4,8	60,3	19,7	5,6
EXACTITUD (%)	9,5	80,8	50,8	16,8	37,3

En la Figura 8.181 se muestra las desviaciones promedio de cada uno de los captadores pasivos estudiados. En ella se aprecia que el captador pasivo Radiello es el que mejor resultados de desviación presenta con un 7%. El caso del captador Passam es el que peor resultado de desviación muestra con un valor del 80%.

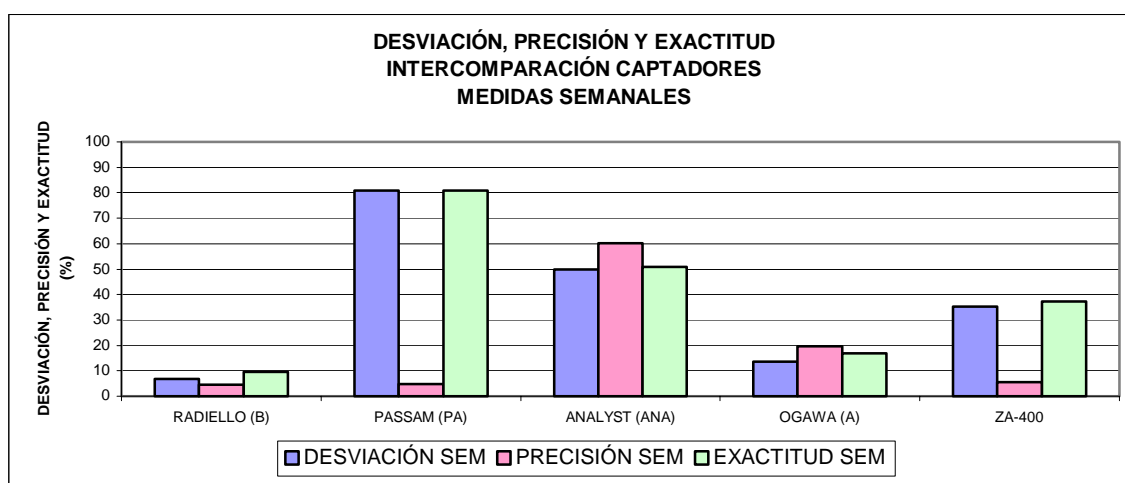


Figura 8.181. Desviación, precisión y exactitud. Intercomparación de captadores

##### 8.4.1.3.4.1.2. Precisión

Los resultados de precisión obtenidos cada periodo de muestreo se muestran en la Tabla 8.249 a Tabla 8.253. Los resultados promedio de cada captador se reflejan en la Tabla 8.254. En la Figura 8.181 se aprecia que los captadores pasivos que mejores resultados de precisión ofrecen son Radiello, Passam y ZA-400. Sin embargo, el captador Analyst es el que peor comportamiento muestra alcanzando precisiones del orden del 60%.

##### 8.4.1.3.4.1.3. Exactitud

Los resultados de exactitud obtenidos cada periodo de muestreo se muestran en la Tabla 8.249 a Tabla 8.253. Los resultados promedio de cada captador se reflejan en la Tabla 8.254. En la Figura 8.181 se muestra que la exactitud del captador pasivo Radiello es la mejor seguida de la exactitud del captador pasivo Ogawa. Ambas cumple con el criterio tanto del NIOSH del 25% (Bartley, 2001; Kennedy et al., 1998) como del CEN del 30% (CEN). El caso de

los captadores Passam y Analyst son los que peor comportamiento tienen puesto que la exactitud de ambos métodos está en torno al 80% en el primer caso y en torno al 50% en el segundo.

#### 8.4.1.3.4.2. Comparación de los resultados obtenidos mediante los captadores pasivos de ozono con el método de referencia

A fin de estudiar la correlación de los captadores pasivos con el método de referencia se comparan los valores obtenidos mediante el método de referencia (valores cedidos por la Conselleria de Medio Ambiente de la Generalitat Valenciana) y los resultados de concentración estimada con cada uno de los captadores pasivos. Dichos resultados se muestran en la Tabla 8.249 a Tabla 8.253.

##### 8.4.1.3.4.2.1. Evolución de los niveles medidos mediante ambos métodos

Para realizar la comparación entre el método de referencia y los distintos resultados de los captadores pasivos se han representado los datos obtenidos con dichos captadores junto con los datos medidos en las estaciones de referencia para observar si los niveles medidos por ambos métodos siguen las mismas tendencias y dan valores análogos. Dicha representación se muestra en Figura 8.182.

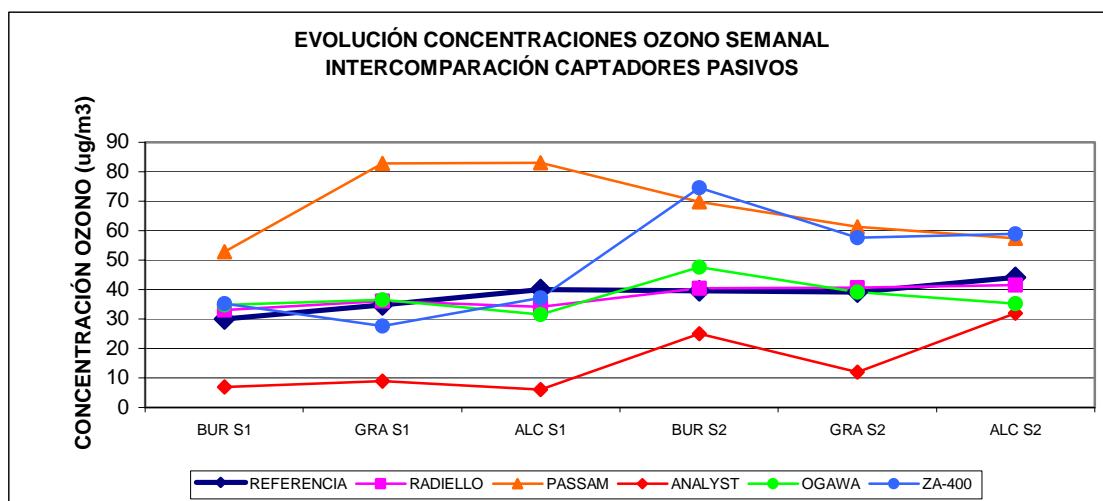


Figura 8.182. Variación de la concentración medida con el captadores pasivos y valores de referencia.

Se aprecia en la Figura 8.182 que las concentraciones estimadas con los captadores pasivos Radiello y Ogawa siguen las mismas tendencias que el método de referencia. El captador pasivo ZA-400 tiene un comportamiento similar al analizador de referencia la primera semana, pero ofrece valores más elevados la segunda semana. El captador pasivo Passam da valores muy elevados en comparación con los ofrecidos por el analizador de referencia y el captador pasivo Analyst valores muy pequeños.

##### 8.4.1.3.4.2.2. Correlación entre ambos métodos

Para comparar la bondad de los datos medidos con los diferentes captadores pasivos se ha realizado una correlación de las concentraciones medidas con ellos con los valores de concentración medidos con el método de referencia. En la Figura 8.183 se representa las rectas de correlación obtenidas.

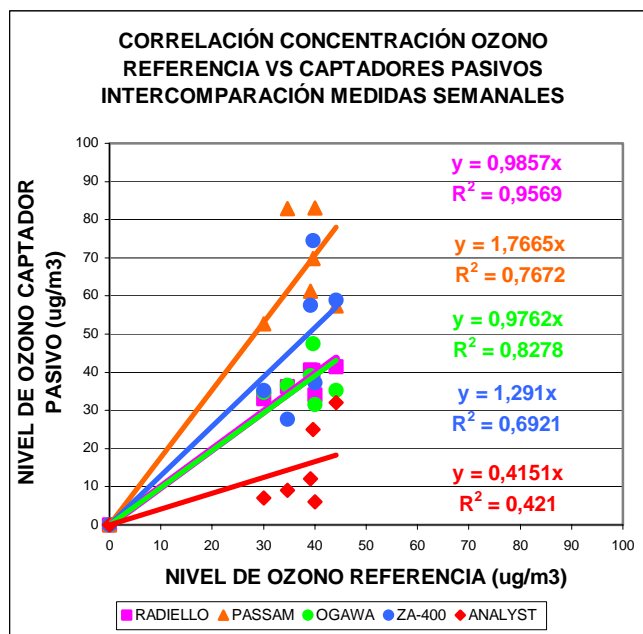


Figura 8.183. Comparación concentraciones captadores pasivos con método de referencia

La recta de correlación que mejores resultados ofrece tanto en valor del coeficiente de determinación como en la pendiente de la recta es la del captador pasivo Radiello ( $R^2=0,96$ , error  $3,33 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y pendiente  $0,99$ ). El captador pasivo Ogawa también predice bien las concentraciones de ozono con una recta de pendiente de  $0,98$ , un error de  $6,91 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y un coeficiente de determinación de  $0,83$ . Los captadores pasivos Passam y ZA-400 presentan datos de menor calidad. En el caso del captador Passam la recta sobreestima las concentraciones un  $76\%$  con una correlación del  $76\%$  y un error de  $14,76 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . El captador pasivo ZA-400 sobreestima las concentraciones un  $30\%$ , presenta un coeficiente de correlación de  $0,70$  y un error de  $15,04 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . El captador pasivo Analyst infraestima las concentraciones de ozono en un  $60\%$ , el coeficiente de determinación es de  $0,42$  y el error asociado de  $9,36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

#### 8.4.1.4. Validación de cada método en medidas quincenales

##### 8.4.1.4.2. Comparación del coeficiente de captación

En la Tabla 8.255 se muestran los coeficientes de captación y la desviación estándar de cada uno de cada uno de los captadores estudiados.

Tabla 8.255. Coeficiente captación. Intercomparación de captadores. Quincenal

CAPTADOR PASIVO	COEFICIENTE DE CAPTACIÓN (cm³/min)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR (cm³/min)	REFERENCIA
RADIELLO (B)	24,0	1,5	Tabla 8.248 Capítulo 7.1.2.
PASSAM (PA)	0,85	-	(Passam-ag, 2000)
ANALYST (ANA)	6,4	0,1	(De Santis) Tabla 8.248
OGAWA (A)	30,5	5,9	Tabla 8.248 Capítulo 7.1.1.
ZA-400	61,1	-	Epígrafe 7.3.2.1.

Los resultados de la Tabla 8.255 se representan en la Figura 8.184. En ella se aprecia que en general en el caso de Radiello y Ogawa los coeficientes de captación son menores en periodos de muestreo quincenal que en los periodos de muestreo semanal, siendo un  $8\%$  inferior

en el caso Radiello y un 16% en el caso Ogawa. Los captadores pasivos Passam y ZA-400 no varían los coeficientes puesto que estos se habían definido constantes. El captador pasivo Analyst mantiene inalterado su coeficiente de captación.

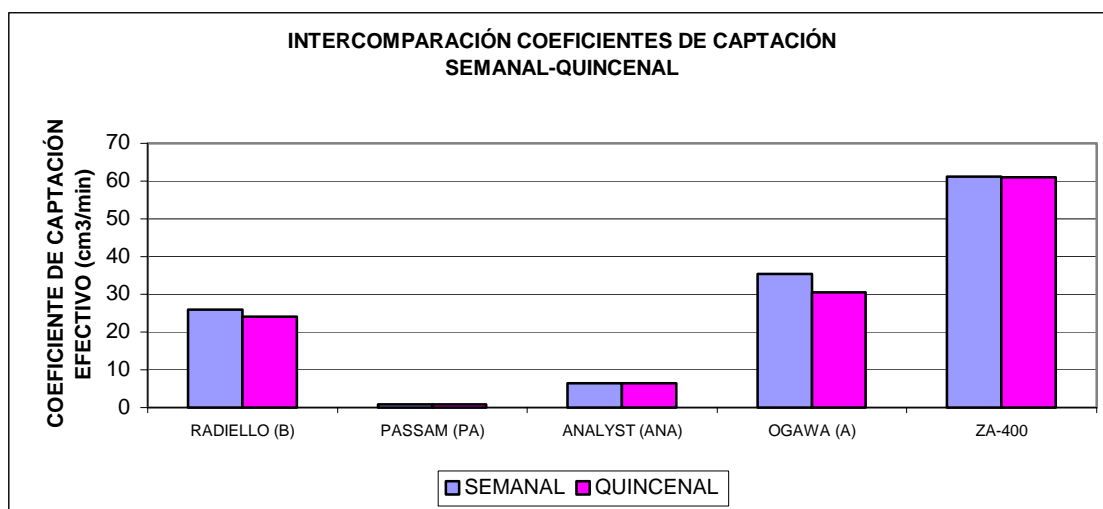


Figura 8.184. Intercomparación de coeficientes de captación. Semanal vs. Quincenal

En la Tabla 8.256 se muestran los valores a partir de los cuales se han calculado los correspondientes coeficientes de captación que no presentan valor constante.

Tabla 8.256. Cálculo del coeficiente de captación

REF	Periodo de muestreo	Masa ozono equivalente (µg)	Concentración nitrato promedio (µg/ml)	Temperatura promedio (°C)	Concentración real Conselleria Ozono (µg/m³)	Tiempo exposicion (min)	Coeficiente captación (cm³/min)		
							RADIELLO	ANALYST	OGAWA
BUR QUI	01/10/04 a 15/10/04	18,375	3,393	26,2	35,5	20170	25,7	6,5	23,7
GRA QUI	01/10/04 a 15/10/04	17,240	4,957	19,6	37,0	19655	23,7	6,3	34,1
ALC QUI	01/10/04 a 15/10/04	19,235	5,715	20,0	42,4	19995	22,7	6,3	33,7

#### 8.4.1.4.3. Estimación de concentraciones de ozono

En las siguientes tablas se presenta el valor de concentración de ozono estimado con cada uno de los cinco captadores pasivos estudiados.

Tabla 8.257. Estimación de concentraciones de ozono. Radiello (B) Quincenal

REF	Periodo de muestreo	Masa de ozono equivalente (µg)	Masa de ozono equivalente promedio (µg)	Concentración real Conselleria Ozono (µg/m³)	Tiempo exposicion (min)	Concentración estimada pasivos (µg/m³)	Desviación (%)	Precisión (%)	Exactitud (%)
BUR-B1-TR	01/10/04 a 15/10/04	18,375	35,5	20170	18,375	38	-6,9	5	12
BUR-B2-TR		9,040							
GRA-B1-TR	01/10/04 a 15/10/04	17,240	37,0	19655	17,240	37	1,2	1	2
GRA-B2-TR		9,840							
ALC-B1-TR	01/10/04 a 15/10/04	19,235	42,4	19995	19,235	40	5,5	1	6
ALC-B2-TR		9,520							

Tabla 8.258. Estimación de concentraciones de ozono. Passam (PA) Quincenal

REF	Periodo de muestreo	Masa de ozono equivalente ( $\mu\text{g}$ )	Masa de ozono equivalente promedio ( $\mu\text{g}$ )	Concentración real Conselleria Ozono ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Tiempo exposición (min)	Concentración estimada pasivos ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Desviación (%)	Precisión (%)	Exactitud (%)
BUR-PA1-TC	01/10/04 a 15/10/04	0,602	35,5	18910	0,602	37,3	-5	24	6
BUR-PA2-TC									
GRA-PA1-TC	01/10/04 a 15/10/04	0,700	37,0	19655	0,700	41,7	-13	15	13
GRA-PA2-TC									
ALC-PA1-TC	01/10/04 a 15/10/04	0,591	42,4	19995	0,591	34,6	18	15	19
ALC-PA2-TC									

Tabla 8.259. Estimación de concentraciones de ozono. Analyst (ANA) Quincenal

REF	Periodo de muestreo	Concent. nitrato ( $\mu\text{g}/\text{ml}$ )	Concentración nitrato promedio ( $\mu\text{g}/\text{ml}$ )	Concentración real Conselleria Ozono ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Tiempo exposición (min)	Concentración estimada pasivos ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Desviación (%)	Precisión (%)	Exactitud (%)
BUR-ANA1-TC	01/10/04 a 15/10/04	0,364	0,729	35,5	20170	33	8	71	11
BUR-ANA2-TC		1,095							
GRA-ANA1-TC	01/10/04 a 15/10/04	0,345	0,404	37,0	19655	19	50	21	50
GRA-ANA2-TC		0,464							
ALC-ANA1-TC	01/10/04 a 15/10/04	0,911	0,723	42,4	19995	33	23	37	24
ALC-ANA2-TC		0,535							

Tabla 8.260. Estimación de concentraciones de ozono. Ogawa (A) Quincenal

REF	Periodo de muestreo	Concent. nitrato ( $\mu\text{g}/\text{ml}$ )	Concentración nitrato promedio ( $\mu\text{g}/\text{ml}$ )	Concentración real Conselleria Ozono ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Tiempo exposición (min)	Concentración estimada pasivos ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Desviación (%)	Precisión (%)	Exactitud (%)
BUR-A1-TG	01/10/04 a 15/10/04	7,819	7,819	35,5	20170	48	-34	-	-
BUR-A2-TG		-							
GRA-A1-TG	01/10/04 a 15/10/04	5,315	4,957	37,0	19655	31	16	10	14
GRA-A2-TG		4,600							
ALC-A1-TG	01/10/04 a 15/10/04	5,276	5,715	42,4	19995	35	17	11	14
ALC-A2-TG		6,154							

Tabla 8.261. Estimación de concentraciones de ozono. ZA-400 Quincenal

REF	Periodo de muestreo	Concent. nitrato ( $\mu\text{g}/\text{ml}$ )	Concentración nitrato promedio ( $\mu\text{g}/\text{ml}$ )	Concentración real Conselleria Ozono ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Tiempo exposición (min)	Concentración estimada pasivos ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Desviación (%)	Precisión (%)	Exactitud (%)
BUR-ZA1-TG	01/10/04 a 15/10/04	13,306	14,593	35,5	20170	59	-67	12	77
BUR-ZA2-TG		15,880							
GRA-ZA1-TG	01/10/04 a 15/10/04	10,412	10,727	37,0	19655	45	-21	4	23
GRA-ZA2-TG		11,042							
ALC-ZA1-TG	01/10/04 a 15/10/04	13,134	12,733	42,4	19995	52	-23	4	26
ALC-ZA2-TG		12,332							

#### 8.4.1.4.3.1. Desviación, precisión y exactitud

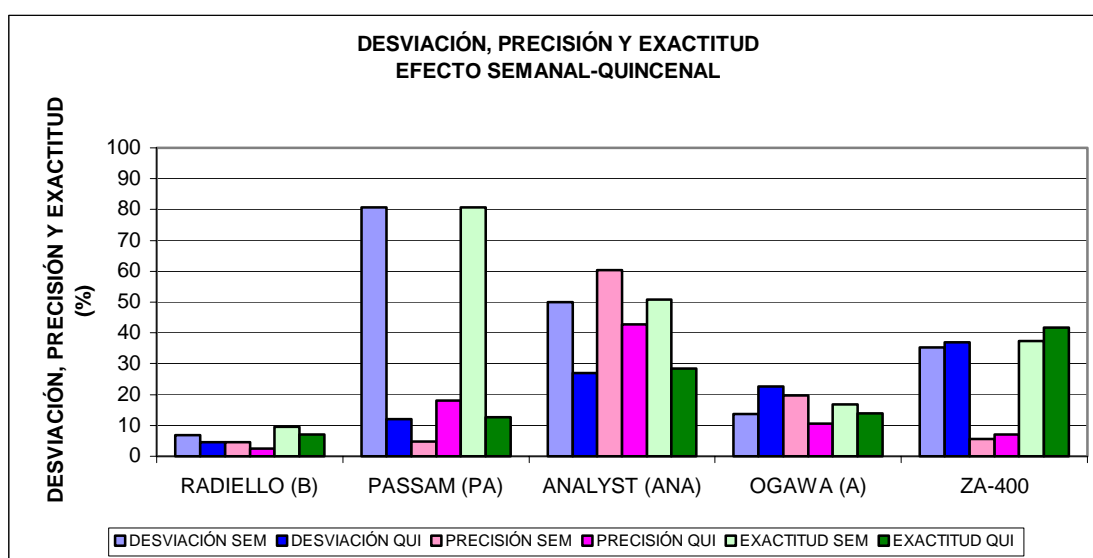
##### 8.4.1.4.3.1.1. Desviación

Los resultados de desviación obtenidos se muestran en la Tabla 8.257 a Tabla 8.261. Los resultados promedio de cada captador se reflejan en la Tabla 8.262.

**Tabla 8.262. Resultados desviación, precisión y exactitud. Intercomparación de captadores pasivos, quincenal**

ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO	RADIELLO (B)	PASSAM (PA)	ANALYST (ANA)	OGAWA (A)	ZA-400
DESVIACIÓN (%)	4,5	12,1	27,0	22,6	37,0
PRECISIÓN (%)	2,4	18,1	42,8	10,5	7,0
EXACTITUD (%)	7,0	12,7	28,5	13,9	41,8

En la Figura 8.185 se muestra las desviaciones promedio de cada uno de los captadores pasivos estudiados. En ella se aprecia que en general las medidas quincenales presentan una menor desviación que las medidas semanales. Sin embargo en el caso de Ogawa y ZA-400 aumenta ligeramente la desviación en las medidas quincenales.



*Figura 8.185. Desviación, precisión y exactitud. Intercomparación de captadores, semanal vs. quincenal*

#### 8.4.1.4.3.1.2. Precisión

Los resultados de precisión obtenidos se muestran en la Tabla 8.257 a Tabla 8.261. Los resultados promedio de cada captador se reflejan en la Tabla 8.262.

En la Figura 8.185 se muestra la precisión promedio de cada uno de los captadores. Se aprecia que, excepto en el caso del captador ZA-400, todos los captadores pasivos mejoran la precisión en las medidas quincenales.

#### 8.4.1.4.3.1.3. Exactitud

Los resultados de exactitud obtenidos se muestran en la Tabla 8.257 a Tabla 8.261. Los resultados promedio de cada captador se reflejan en la Tabla 8.262.

En la Figura 8.185 se muestra la exactitud promedio de cada uno de los captadores. Excepto en el caso del captador ZA-400, todos los captadores pasivos también mejoran la exactitud en las medidas quincenales. El caso más acusado es el del captador pasivo Passam que pasa de presentar una exactitud promedio del 80% en las medidas semanales a una exactitud del 12% en las medidas quincenales. Según los datos obtenidos, los captadores pasivos Radiello, Passam y Ogawa cumplen con el criterio tanto de NIOSH del 25% (Bartley, 2001; Kennedy et al., 1998) como del CEN del 30% (CEN). El captador Analyst sólo cumple con el criterio del CEN y el captador pasivo ZA-400 no cumple con ninguno de ellos.

#### 8.4.1.4.3.2. Comparación de los resultados obtenidos mediante los captadores pasivos de ozono con el método de referencia

A fin de estudiar la correlación de los captadores pasivos con el método de referencia se comparan los valores obtenidos mediante el método de referencia (valores cedidos por la Conselleria de Medio Ambiente de la Generalitat Valenciana) y los resultados de concentración estimada con cada uno de los captadores pasivos en periodos de muestreo quincenal. Dichos resultados se muestran en la Tabla 8.249 a Tabla 8.253.

##### 8.4.1.4.3.2.1. Evolución de los niveles medidos mediante ambos métodos

Para realizar la comparación entre el método de referencia y los distintos resultados de los captadores pasivos se han representado los datos obtenidos con dichos captadores quincenalmente junto con los datos medidos en las estaciones de referencia para observar si los niveles medidos por ambos métodos siguen las mismas tendencias y dan valores análogos. Dicha representación se muestra en la Figura 8.186.

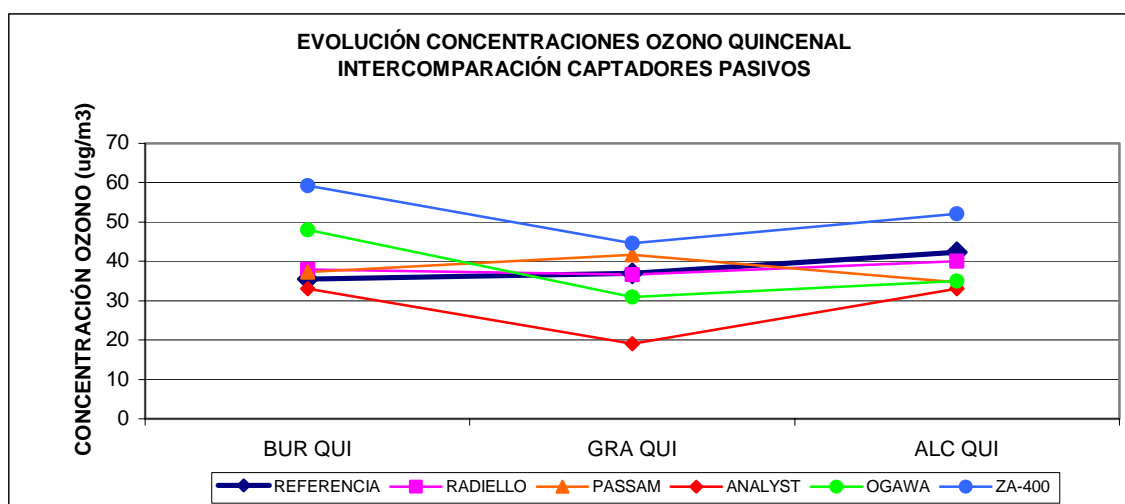


Figura 8.186. Variación de la concentración medida con el captadores pasivos y valores de referencia. Quincenal

Se aprecia en la Figura 8.186 que las concentraciones estimadas con los captadores pasivos Radiello y Passam siguen las mismas tendencias que el método de referencia. Los captadores pasivos Analyst, Ogawa y ZA-400 siguen una misma tendencia, aunque difieren ligeramente de la tendencia del método de referencia. En el caso de estos tres captadores, el método Ogawa es el que proporciona unos resultados más próximos al método de referencia. Por otro lado, el captador ZA-400 sobreestima las concentraciones de ozono y el captador Analyst las infraestima.

##### 8.4.1.4.3.2.2. Correlación entre ambos métodos

Para comparar la bondad de los datos medidos con los diferentes captadores pasivos se ha realizado una correlación de las concentraciones medidas con ellos con los valores de concentración medidos con el método de referencia. En la Figura 8.187 se representa las rectas de correlación obtenidas con los resultados quincenales.



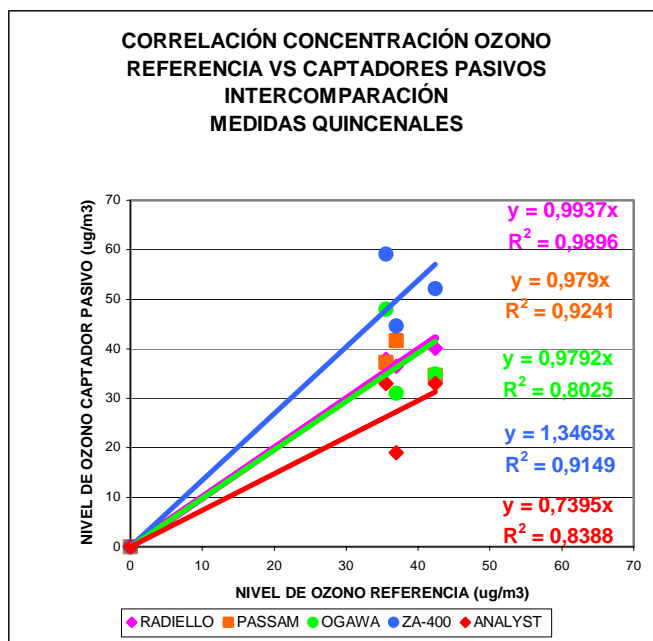


Figura 8.187. Comparación concentraciones captadores pasivos con método de referencia. Medidas quincenales.

La recta que mejor respuesta presenta de todas vuelve a ser en este caso la recta del captador pasivo Radiello con coeficiente de determinación de 0,99, error de 2,43  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y pendiente de 0,99. En segundo lugar se observa el comportamiento, positivamente mejorado del captador pasivo Passam respecto a los resultados semanales. En las medidas quincenales presenta una recta de correlación de pendiente 0,98, un error de 6,44  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y coeficiente de determinación de 0,92. En este orden de magnitud también se aprecian los resultados ofrecidos por el captador pasivo Ogawa con coeficiente de correlación de 0,8, error de 11,02  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y pendiente de 0,98. El captador pasivo ZA-400 sobreestima un 35% los valores de ozono medidos con un 91% de confianza en la medida y un error de 9,31  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , mientras que el captador pasivo Analyst infraestima los valores en un 26% y con coeficientes de determinación de 0,84 y un error asociado a la estimación de 7,68  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

## 8.4.2. INTERCOMPARACIÓN CAPTADORES PASIVOS MEDIDA DE NO<sub>2</sub>

### 8.4.2.1. Descripción de captadores pasivos utilizados

#### 8.4.2.1.1. Radiello (N)

Los captadores pasivos Radiello son los mismos que los descritos en el Epígrafe 5.2.6 Método Medición Pasivo Radiello.

La concentración medida de NO<sub>2</sub> se calcula con la siguiente ecuación:

$$(8.31) \quad C_{NO_2} = \frac{M_{Nitrito} * V_{extraccion} * \left( \frac{PM_{NO_2}}{PM_{Nitrito}} \right)}{S_{efectivo} * t} * 10^6$$

donde,  $C_{NO_2}$  ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) es la concentración de NO<sub>2</sub> obtenida con el captador pasivo Radiello,  $M_{nitrito}$  ( $\mu\text{g}/\text{ml}$ ) es la masa de nitrito formada tras la quimiadsorción del NO<sub>2</sub> y que ha sido analizada,  $V_{extracción}$  (ml) es el volumen de extracción del nitrito empleado en el análisis,  $PM_{NO_2}$  ( $\mu\text{g}/\mu\text{mol}$ ) es el peso molecular del dióxido de nitrógeno,  $PM_{Nitrito}$  ( $\mu\text{g}/\mu\text{mol}$ ) es el peso molecular del nitrito,  $S_{efectivo}$  ( $\text{cm}^3/\text{min}$ ) es el coeficiente de captación efectivo correspondiente a dicho periodo de muestreo y  $t$  (min) es el tiempo que el captador pasivo ha estado expuesto en el punto de muestreo.

En el caso del captador pasivo Radiello se ha visto en el capítulo 8.1.3. que el coeficiente de captación efectivo adecuado es el valor promedio de los coeficientes de captación individuales correspondiente a dicho periodo de muestreo en aquellos lugares donde se espera que la concentración de NO<sub>2</sub> sea superior a 15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

#### 8.4.2.1.2. Passam (PN)

Los captadores pasivos Passam fueron desarrollados en el Federal Institute of Technology, Zurich (Suiza) por el Dr. Markus Hangartner.

El captador pasivo, basado en el captador pasivo Palmes, consiste en un tubo de polipropileno de 7,35 cm de largo con un diámetro interior de 9,79 mm (Passam-ag, 2004b). Dentro de este tubo el aire se difunde por difusión molecular. En un extremo del tubo existen tres rejillas de acero inoxidable impregnadas con una disolución de trietanolamina (TEA) en el cual se queda quimiadsorbido el NO<sub>2</sub>. El otro extremo del filtro permanece abierto para favorecer la entrada de aire y su difusión hacia las rejillas captadoras (Passam-ag, 2004a). Dicho muestreador se muestra en la Figura 8.188.



a) Captador pasivo Passam NO<sub>2</sub>

b) Partes del captador impregnado con DPE

**Figura 8.188. Captador pasivo Passam para medir NO<sub>2</sub>**

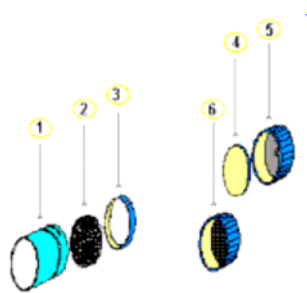
El método de análisis de dicho muestreador es el mismo que el descrito para el caso del captador pasivo Radiello. Se determina espectrofotométricamente según el método de Saltzman.

La concentración medida de  $\text{NO}_2$  se calcula con la Ecuación ( 8.31 ) teniendo en cuenta que el coeficiente de captación efectivo,  $S_{\text{efectivo}}$ , es 0,8536  $\text{cm}^3/\text{min}$  (Passam-ag, 2004a; Passam-ag, 2004b).

#### 8.4.2.1.3. Analyst (ANN)

Los captadores pasivos Analyst se han desarrollado en el CNR – Istituto Inquinamento Atmosférico por el Dr. De Santis y col.

El captador pasivo Analyst consta de un cuerpo cilíndrico de vidrio. En el fondo del captador existe una almohadilla impregnada en el cual se queda atrapado el  $\text{NO}_2$  en forma de nitrito. La almohadilla queda fijada al captador mediante un anillo de acero inoxidable (De Santis). El captador permanece cerrado mientras no está inactivo, sin embargo cuando se está muestreando se quita el tapón y se coloca una malla de acero inoxidable (De Santis et al., 2002) Dicho muestreador se muestra en la Figura 8.189



a) Partes del Captador Analyst NO2



b) Captador Pasivo Analyst NO2 y malla de acero inoxidable

**Figura 8.189.** Captador pasivo Analyst para medir  $\text{NO}_2$ . a) 1 – cuerpo del captador; 2 – filtro adsorbente; 3 – anillo de acero inoxidable, 4 – septum; 5 – tapón de plástico; 6 – barrera de difusión.

El método de análisis de dicho muestreador es el mismo que el descrito para el caso del captador pasivo Ogawa. Extracción del nitrato reaccionado con agua MQ durante 1 hora en agitación y medida en el cromatógrafo iónico.

La concentración medida de  $\text{NO}_2$  se calcula con la Ecuación ( 8.32 ). El coeficiente de captación del captador Analyst depende de la Temperatura promedio existente en el periodo de muestreo, por lo que se calcula según la siguiente ecuación:

$$(8.32) \quad S_{\text{efectivo}} = \frac{1}{1670} * \left( \frac{273 + T}{293} \right)^{1,8}$$

donde,  $S_{\text{efectivo}}$  ( $\text{m}^3/\text{h}$ ) es el coeficiente de captación efectivo y  $T$  es la temperatura medida en  $^{\circ}\text{C}$  (De Santis).

#### 8.4.2.1.4. Ogawa (OGN)

Los captadores pasivos Ogawa son los mismos que los descritos en el Epígrafe 5.2.5 Método Medición Pasivo Ogawa. En este caso, los filtros van impregnados con la disolución N descrita en el epígrafe 8.3.1.1.2.2.

En el caso del captador pasivo Ogawa se ha visto en el capítulo 8.1.1. que el coeficiente de captación efectivo adecuado es el valor promedio de los coeficientes de captación individuales correspondiente a dicho periodo de muestreo.

En el caso del captador pasivo Ogawa se va a aplicar el mismo criterio que para los captadores Radiello. Es decir, el coeficiente de captación efectivo adecuado es el valor promedio

de los coeficientes de captación individuales correspondiente a dicho periodo de muestreo en aquellos lugares donde se espera que la concentración de NO<sub>2</sub> sea superior a 15 µg/m<sup>3</sup>.

#### 8.4.2.1.5. ZN-600

Los captadores pasivos ZN-600 son los captadores pasivos desarrollados en el capítulo 7.3. Estos captadores se caracterizan por tener el diseño propuesto en dicho capítulo y por llevar dos filtros impregnados con 300 µl de disolución captadora. La concentración medida de NO<sub>2</sub> se calcula con Ecuación ( 8.32 ).

El coeficiente de captación efectivo de estos captadores pasivos según lo estudiado en el epígrafe 8.3.1.1.2. depende de varias variables meteorológicas en el caso del captador ZN-600. Sin embargo para el caso del captador ZN-600 no se disponen de estos datos. Por otra parte, como el principio de operación es el mismo que en el caso Radiello y Ogawa, y estos establecen el coeficiente de captación como el valor promedio de los coeficientes de captación individuales correspondientes a dicho periodo de muestreo en aquellos lugares donde se espera que la concentración de NO<sub>2</sub> sea superior a 15 µg/m<sup>3</sup>, en el caso del captador ZN-600 se propone aplicar el mismo criterio.

#### 8.4.2.2. Diseño de la campaña de intercomparación

##### 8.4.2.2.1. Periodos de muestreo

Se ha diseñado el experimento en dos periodos consecutivos de muestreo semanales y una periodo quincenal que engloba a dichos periodos. El primer periodo semanal comprende desde el 01 de Octubre de 2004 al 08 de octubre de 2004 y el segundo periodo semanal comprende desde el 08 de Octubre de 2004 al 15 de octubre de 2004. El periodo quincenal que engloba a estos dos periodos semanales comprende desde el 01 de octubre de 2004 al 15 de octubre de 2004.

##### 8.4.2.2.2. Emplazamientos de muestreo

Se han escogidos tres emplazamientos donde la Conselleria de Medi Ambient tiene medidores de referencia. Los lugares escogidos han sido Alcora, Burriana y Vilafranca. En dichos emplazamientos se han colocado los siguientes captadores por parejas con las siguientes carcasas protectoras:

Tabla 8.263. Distribución de captadores y carcasas protectoras

CAPTADOR PASIVO	CARCASA PROTECTORA
RADIELLO (N)	TIPO R
PASSAM (PN)	TIPO C
ANALYST (ANN)	TIPO C
OGAWA (OGN)	TIPO G
ZN-200	TIPO G

En las siguientes ilustraciones se muestran los lugares escogidos con los captadores pasivos intercomparados.

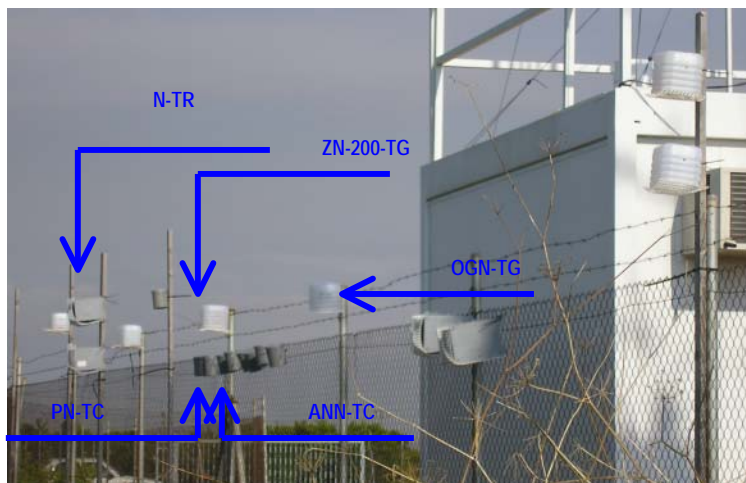


Figura 8.190. Emplazamiento intercomparación N°1: Burriana

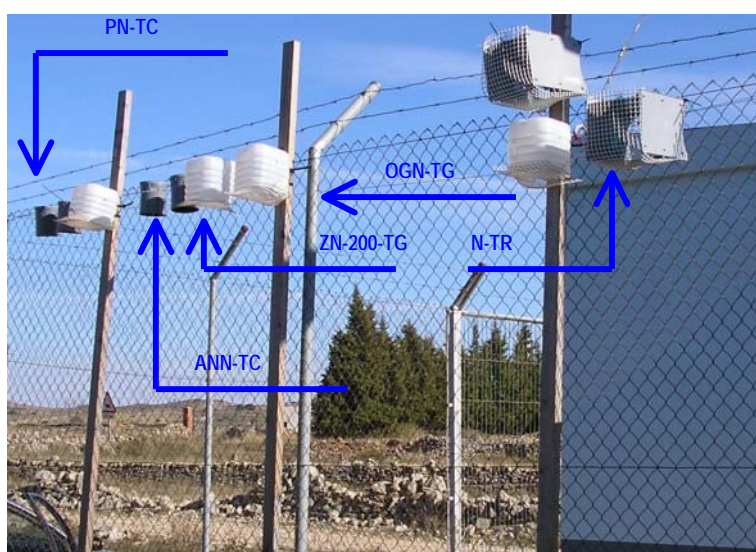


Figura 8.191. Emplazamiento intercomparación N°2: Vilafranca

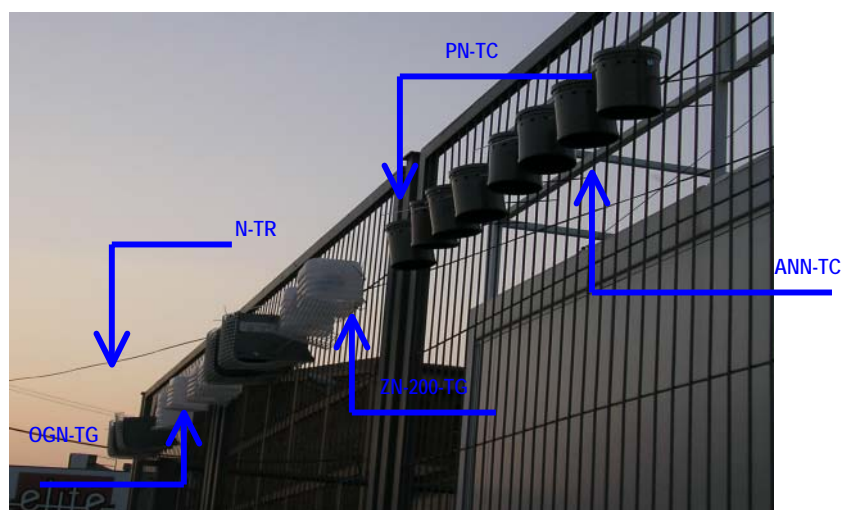


Figura 8.192. Emplazamiento intercomparación N°3: Alcora

En la Figura 8.193 se muestran los captadores utilizados con las carcasas protectoras utilizadas.



a) Radiello en carcasa Tipo R ( N-TR)



b) Passam en carcasa Tipo C (PN-TC)



c) Analyst en carcasa Tipo C (ANN-TC)



d) Ogawa en carcasa Tipo G (OGN-TG)



e) Captador nuevo ZN-200 en carcasa Tipo G (ZN-200-TG)

**Figura 8.193. Captadores utilizados en la intercomparación con las carcassas protectoras**

### 8.4.2.3. Validación de cada método en medidas semanales

#### 8.4.2.3.1. Selectividad

El principio químico por el cual se rigen los captadores pasivos Radiello, Passam, Ogawa y ZN-200 es la quimiadsorción del NO<sub>2</sub> en la trietanolamina en forma de nitrito. Por lo tanto el estudio de selectividad realizado en el punto 8.1.3.3.1. es válido para todos los captadores. En el caso del captador Analyst los investigadores no han desvelado el principio mediante el cual el NO<sub>2</sub> queda retenido en forma de nitrito. Por lo tanto se deberían realizar pruebas en el laboratorio para determinar su selectividad.

#### 8.4.2.3.2. Comparación del coeficiente de captación

En la Tabla 8.264 se muestran los coeficientes de captación y la desviación estándar de cada uno de cada uno de los captadores estudiados.

Tabla 8.264. Coeficiente captación. Intercomparación de captadores

CAPTADOR PASIVO	COEFICIENTE DE CAPTACIÓN (cm <sup>3</sup> /min)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR (cm <sup>3</sup> /min)	REFERENCIA
RADIELLO (N)	8,5	2,1	Tabla 8.265 Capítulo 8.1.3.
PASSAM (PN)	0,8536	-	(Passam-ag, 2004a; Passam-ag, 2004b)
ANALYST (ANN)	10,1	0,2	(De Santis) Tabla 8.265
OGAWA (OGN)	1,7	1,4	Tabla 8.265 Capítulo 8.1.3
ZN-200	47,9	15,2	Tabla 8.265 Capítulo 8.1.3

Los resultados de la Tabla 8.264 se representan en la Figura 8.194. En ella se aprecia que el captador pasivo ZN-600 es el captador que mayor coeficiente de captación presenta con un valor de 45,5 cm<sup>3</sup>/min. En contrapartida, el captador Passam es el captador que menor coeficiente de captación posee, con un valor de 0,85 cm<sup>3</sup>/min.

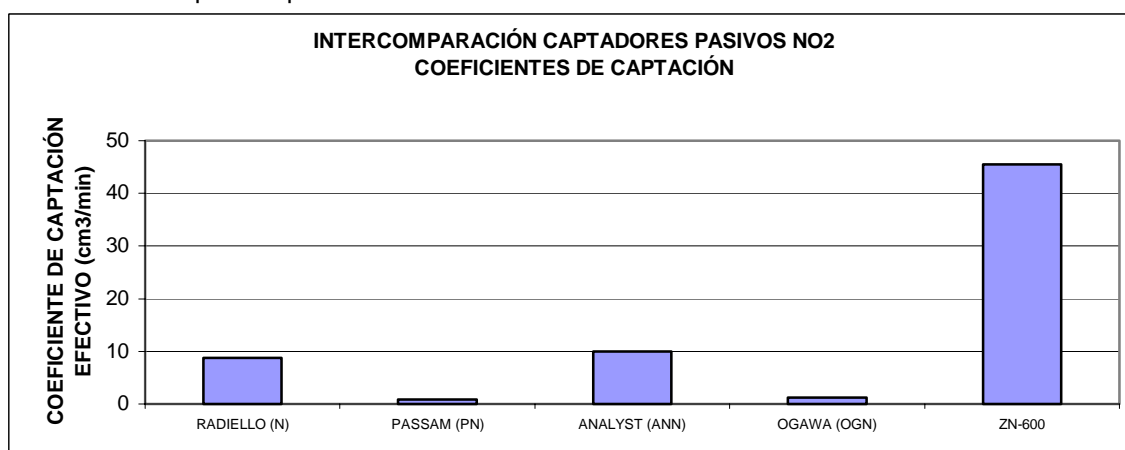


Figura 8.194. Intercomparación de coeficientes de captación.

En la Tabla 8.265 se muestran los valores a partir de los cuales se han calculado los correspondientes coeficientes de captación que no presentan valor constante.

Tabla 8.265. Cálculo del coeficiente de captación

REF	Periodo de muestreo	Concentración nitrato promedio ( $\mu\text{g/ml}$ )			Temperatura promedio ( $^{\circ}\text{C}$ )	Concentración real Conselleria $\text{NO}_2$ ( $\mu\text{g/m}^3$ )	Tiempo exposición (min)	Coeficiente captación ( $\text{cm}^2/\text{min}$ )			
		RADIELLO	OGAWA	ZN-600				RADIELLO	ANALYST	OGAWA	ZN-600
BUR S1	01/10/04 a 8/10/04	2,021	0,140	2,186	27,3	20,6	9930	9,9	10,4	3,4	53,4
VLF S1	01/10/04 a 8/10/04	0,248	-0,136	0,008	17,5	9,5	7425	-	10,3	-	-
ALC S1	01/10/04 a 8/10/04	2,444	0,152	2,549	21,1	38,6	9660	6,6	10,4	2,0	34,2
BUR S2	8/10/04 a 15/10/04	1,705	0,019	2,112	25,1	15,4	10240	10,8	10,0	0,6	66,9
VLF S2	8/10/04 a 15/10/04	0,150	-0,082	0,428	12,0	6,0	10330	-	9,9	-	-
ALC S2	8/10/04 a 15/10/04	1,995	0,035	2,178	18,9	28,3	10335	6,8	10,0	0,6	37,2

8.4.2.3.3. Estimación de concentraciones de  $\text{NO}_2$ 

En las siguientes tablas se presenta el valor de concentración de  $\text{NO}_2$  estimado con cada uno de los cinco captadores pasivos estudiados.

Tabla 8.266. Estimación de concentraciones de  $\text{NO}_2$ . Radiello (N)

REF	Periodo de muestreo	Conc. Nitrito ( $\mu\text{g/ml}$ )	Conc. Nitrito Promedio ( $\mu\text{g/ml}$ )	Concentración real Conselleria $\text{NO}_2$ ( $\mu\text{g/m}^3$ )	Tiempo exposición (min)	Concentración estimada pasivos ( $\mu\text{g/m}^3$ )	Desviación (%)	Precisión (%)	Exactitud (%)
BUR-N1-TR	01/10/04 a 8/10/04	1,645	2,021	20,6	9930	25	-20,5	26	26
BUR-N2-TR		2,396							
VLF-N1-TR	01/10/04 a 8/10/04	0,266	0,248	9,5	7425	-	-	-	-
VLF-N2-TR		0,230							
ALC-N1-TR	01/10/04 a 8/10/04	2,464	2,444	38,6	9660	31	20,1	1	21
ALC-N2-TR		2,423							
BUR-N1-TR	8/10/04 a 15/10/04	1,709	1,705	15,4	10240	19	-22,9	0	23
BUR-N2-TR		1,701							
VLF-N1-TR	8/10/04 a 15/10/04	0,158	0,150	6,0	10330	-	-	-	-
VLF-N2-TR		0,142							
ALC-N1-TR	8/10/04 a 15/10/04	1,997	1,995	28,3	10335	22	22,5	0	23
ALC-N2-TR		1,992							

Tabla 8.267. Estimación de concentraciones de  $\text{NO}_2$ . Passam (PN)

REF	Periodo de muestreo	Conc. Nitrito ( $\mu\text{g/ml}$ )	Conc. Nitrito Promedio ( $\mu\text{g/ml}$ )	Concentración real Conselleria $\text{NO}_2$ ( $\mu\text{g/m}^3$ )	Tiempo exposición (min)	Concentración estimada pasivos ( $\mu\text{g/m}^3$ )	Desviación (%)	Precisión (%)	Exactitud (%)
BUR-PN1-TC	01/10/04 a 8/10/04	0,059	0,055	20,6	8740	7,4	64	10	64
BUR-PN2-TC		0,051							
VLF-PN1-TC	01/10/04 a 8/10/04	0,035	0,036	9,5	7425	5,6	41	2	41
VLF-PN2-TC		0,036							
ALC-PN1-TC	01/10/04 a 8/10/04	0,086	0,089	38,6	9660	10,8	72	5	72
ALC-PN2-TC		0,092							
BUR-PN1-TC	8/10/04 a 15/10/04	0,036	0,039	15,4	10240	4,4	71	9	71
BUR-PN2-TC		0,041							
VLF-PN1-TC	8/10/04 a 15/10/04	0,019	0,014	6,0	10330	1,6	74	51	74
VLF-PN2-TC		0,009							
ALC-PN1-TC	8/10/04 a 15/10/04	0,054	0,126	28,3	10335	14,3	50	81	50
ALC-PN2-TC		0,198							



Tabla 8.268. Estimación de concentraciones de NO<sub>2</sub>. Analyst (ANN)

REF	Periodo de muestreo	Conc. Nitrito (µg/ml)	Conc. Nitrito Promedio (µg/ml)	Concentración real Conselleria NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Tiempo exposicion (min)	Concentración estimada pasivos (µg/m <sup>3</sup> )	Desviación (%)	Precisión (%)	Exactitud (%)
BUR-ANN1-TC	01/10/04 a 8/10/04	0,406	0,497	20,6	9930	38	-85	26	86
BUR-ANN2-TC		0,587							
VLF-ANN1-TC	01/10/04 a 8/10/04	-0,009	0,051	9,5	7425	5	43	167	45
VLF-ANN2-TC		0,110							
ALC-ANN1-TC	01/10/04 a 8/10/04	0,579	0,651	38,6	9660	56	-46	16	46
ALC-ANN2-TC		0,722							
BUR-ANN1-TC	8/10/04 a 15/10/04	0,235	0,332	15,4	10240	25	-61	41	63
BUR-ANN2-TC		0,429							
VLF-ANN1-TC	8/10/04 a 15/10/04	-0,055	0,047	6,0	10330	4	40	307	45
VLF-ANN2-TC		0,149							
ALC-ANN1-TC	8/10/04 a 15/10/04	0,345	0,443	28,3	10335	39	-37	31	38
ALC-ANN2-TC		0,540							

Tabla 8.269. Estimación de concentraciones de NO<sub>2</sub>. Ogawa (OGN)

REF	Periodo de muestreo	Conc. Nitrito (µg/ml)	Conc. Nitrito Promedio (µg/ml)	Concentración real Conselleria NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Tiempo exposicion (min)	Concentración estimada pasivos (µg/m <sup>3</sup> )	Desviación (%)	Precisión (%)	Exactitud (%)
BUR-OGN1-TG	01/10/04 a 8/10/04	0,113	0,140	20,6	9930	26	-27	27	24
BUR-OGN2-TG		0,167							
VLF-OGN1-TG	01/10/04 a 8/10/04	-0,135	-0,136	9,5	7425	-	-	-	-
VLF-OGN2-TG		-0,136							
ALC-OGN1-TG	01/10/04 a 8/10/04	0,174	0,152	38,6	9660	29	25	21	22
ALC-OGN2-TG		0,129							
BUR-OGN1-TG	8/10/04 a 15/10/04	0,029	0,019	15,4	10240	15	0	74	52
BUR-OGN2-TG		0,009							
VLF-OGN1-TG	8/10/04 a 15/10/04	-0,079	-0,082	6,0	10330	-	-	-	-
VLF-OGN2-TG		-0,085							
ALC-OGN1-TG	8/10/04 a 15/10/04	0,020	0,035	28,3	10335	28	2	59	32
ALC-OGN2-TG		0,049							

Tabla 8.270. Estimación de concentraciones de NO<sub>2</sub>. ZN-600

REF	Periodo de muestreo	Conc. Nitrito (µg/ml)	Conc. Nitrito Promedio (µg/ml)	Concentración real Conselleria NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Tiempo exposicion (min)	Concentración estimada pasivos (µg/m <sup>3</sup> )	Desviación (%)	Precisión (%)	Exactitud (%)
BUR-ZN1-TG	01/10/04 a 8/10/04	2,443	2,186	20,6	9930	25	-22	17	25
BUR-ZN2-TG		1,929							
VLF-ZN1-TG	01/10/04 a 8/10/04	-0,075	0,008	9,5	7425	-	-	-	-
VLF-ZN2-TG		0,092							
ALC-ZN1-TG	01/10/04 a 8/10/04	2,608	2,549	38,6	9660	30	22	3	22
ALC-ZN2-TG		2,490							
BUR-ZN1-TG	8/10/04 a 15/10/04	2,035	2,112	15,4	10240	20	-28	5	30
BUR-ZN2-TG		2,188							
VLF-ZN1-TG	8/10/04 a 15/10/04	0,452	0,428	6,0	10330	-	-	-	-
VLF-ZN2-TG		0,404							
ALC-ZN1-TG	8/10/04 a 15/10/04	2,155	2,178	28,3	10335	20	29	1	29
ALC-ZN2-TG		2,200							

#### 8.4.2.3.3.1. Desviación, precisión y exactitud

##### 8.4.2.3.3.1.1. Desviación

Los resultados de desviación obtenidos cada periodo de muestreo se muestran en la Tabla 8.266 a Tabla 8.270. Los resultados promedio de cada captador se reflejan en la Tabla 8.271.

Tabla 8.271. Resultados desviación, precisión y exactitud. Intercomparación de captadores pasivos

ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO	RADIELLO (N)	PASSAM (PN)	ANALYST (ANN)	OGAWA (OGN)	ZN-600
DESVIACIÓN (%)	21,5	62,0	52,0	13,3	25,1
PRECISIÓN (%)	7,0	26,3	97,9	45,5	6,6
EXACTITUD (%)	22,9	62,1	53,7	32,3	26,7

En la Figura 8.195 se muestra las desviaciones promedio de cada uno de los captadores pasivos estudiados. En ella se aprecia que el captador pasivo Radiello y el ZN-600 son los que mejor resultados de desviación presentan con un 23% y 26% respectivamente. Los captadores Passam y Analyst son los que peores resultados ofrecen con desviaciones del 62% y del 54%.

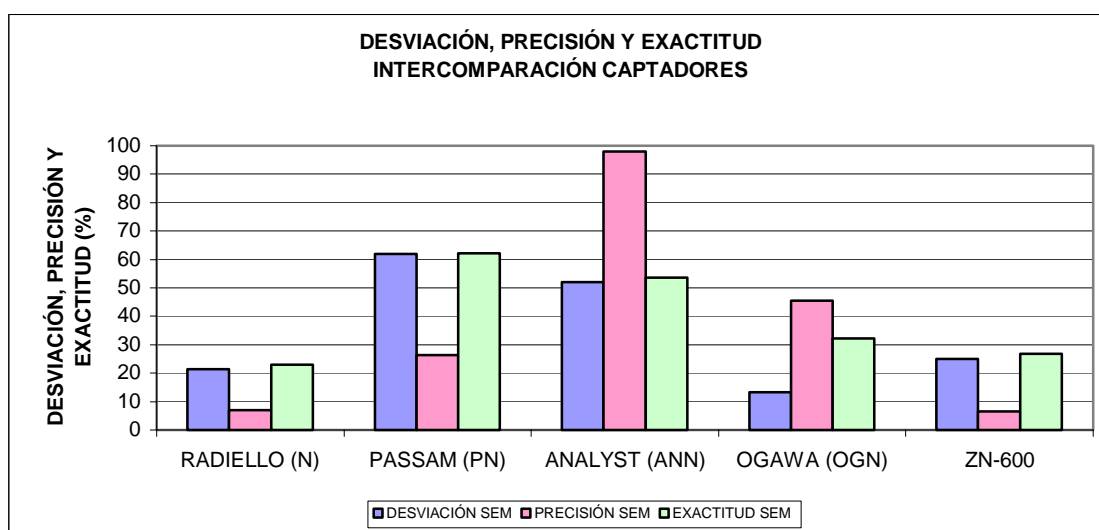


Figura 8.195. Desviación, precisión y exactitud. Intercomparación de captadores

##### 8.4.2.3.3.1.2. Precisión

Los resultados de precisión obtenidos cada periodo de muestreo se muestran en la Tabla 8.266 a Tabla 8.270. Los resultados promedio de cada captador se reflejan en la Tabla 8.271. En la Figura 8.195 se aprecia que los captadores pasivos que mejores resultados de precisión ofrecen son Radiello y ZN-600. Por otro lado, el captador Analyst es el que peor comportamiento muestra alcanzando precisiones del orden del 100%. Los captadores Ogawa y Passam tampoco presentan buenos resultados de precisión.

##### 8.4.2.3.3.1.3. Exactitud

Los resultados de exactitud obtenidos cada periodo de muestreo se muestran en la Tabla 8.266 a Tabla 8.270. Los resultados promedio de cada captador se reflejan en la Tabla 8.271. En la Figura 8.195 se muestra que la exactitud del captador pasivo Radiello es la mejor cumpliendo con el criterio tanto del NIOSH del 25% (Bartley, 2001; Kennedy et al., 1998) y del

CEN del 30% (CEN). El captador pasivo ZN-600 no cumple con el criterio de NIOSH, pero sí cumple con el criterio CEN. El captador Ogawa no cumple con ninguno de los dos criterios, pero su valor de exactitud es muy próximo al 30%. El resto de captadores no cumple con ninguno de los criterios propuestos, alcanzando valores de exactitud de 50 y 60%.

#### 8.4.2.3.3.2. Comparación de los resultados obtenidos mediante los captadores pasivos de NO<sub>2</sub> con el método de referencia

A fin de estudiar la correlación de los captadores pasivos con el método de referencia se comparan los valores obtenidos mediante el método de referencia (valores cedidos por la Conselleria de Medio Ambiente de la Generalitat Valenciana) y los resultados de concentración estimada con cada uno de los captadores pasivos. Dichos resultados se muestran en la Tabla 8.266 a Tabla 8.270.

##### 8.4.2.3.3.2.1. Evolución de los niveles medidos mediante ambos métodos

Para realizar la comparación entre el método de referencia y los distintos resultados de los captadores pasivos se han representado los datos obtenidos con dichos captadores junto con los datos medidos en las estaciones de referencia para observar si los niveles medidos por ambos métodos siguen las mismas tendencias y dan valores análogos. Dicha representación se muestra en Figura 8.196.

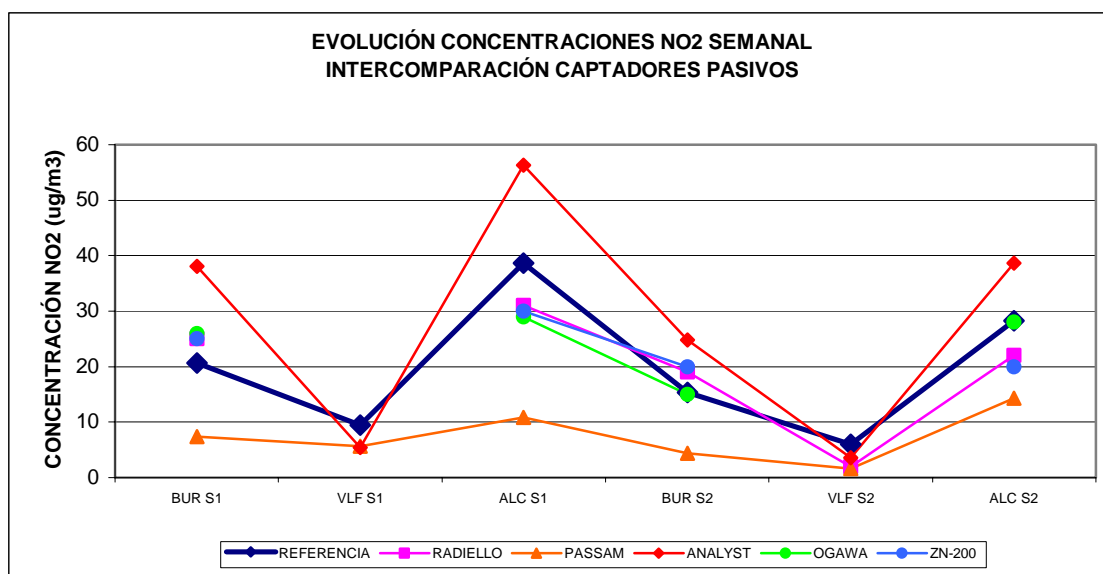


Figura 8.196. Variación de la concentración medida con el captadores pasivos y valores de referencia.

Se aprecia en la Figura 8.196 que las concentraciones estimadas con los captadores pasivos siguen las mismas tendencias que el método de referencia, aunque unas con mayor proximidad a la curva de referencia que otras. Este es el caso del captador pasivo Passam, el cual siempre da valores por debajo de los valores de referencia, o el caso del captador Analyst el cual suele dar valores superiores a los de referencia.

##### 8.4.2.3.3.2.2. Correlación entre ambos métodos

Para comparar la bondad de los datos medidos con los diferentes captadores pasivos se ha realizado una correlación de las concentraciones medidas con ellos con los valores de concentración medidos con el método de referencia. En la Figura 8.197 se representa las rectas de correlación obtenidas.

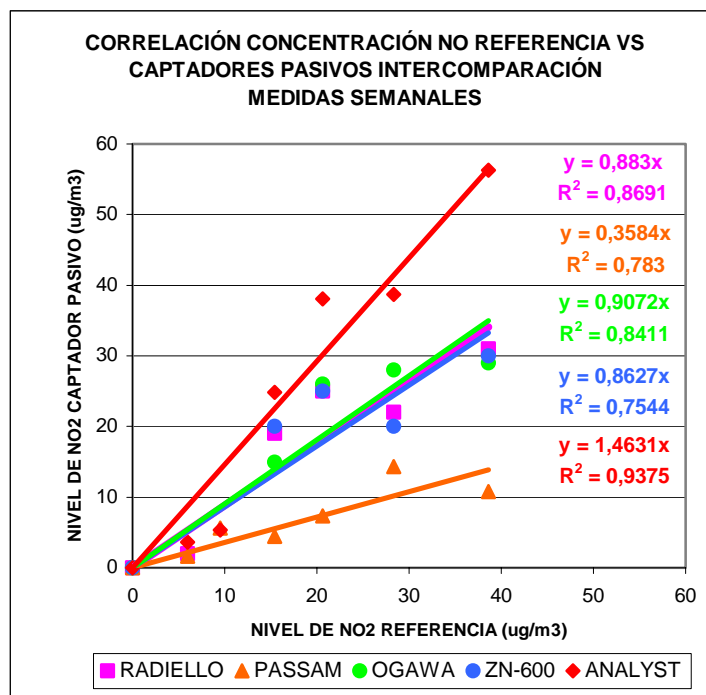


Figura 8.197. Comparación concentraciones captadores pasivos con método de referencia

La recta de correlación que mejores resultados ofrece tanto en valor del coeficiente de determinación como en la pendiente de la recta es la del captador pasivo Radiello ( $R^2=0,86$ , error de  $5,02 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y pendiente  $0,88$ ). El captador pasivo Ogawa también predice bien las concentraciones de  $\text{NO}_2$  con una recta de pendiente de  $0,90$ , un error de  $5,19 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y un coeficiente de determinación de  $0,84$ . El captador ZN-600 también está en esta línea de resultados con coeficientes de determinación de  $0,75$ , error de  $5,78 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y pendiente de  $0,86$ . Estos tres métodos infraestiman entre un  $10\%$  y un  $14\%$  los valores de  $\text{NO}_2$ . Los captadores pasivos Passam y Analyst presentan datos de menor calidad. En el caso del captador Analyst la recta sobreestima las concentraciones un  $46\%$  con una correlación del  $94\%$  y un error de  $5,65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . El captador pasivo Passam infraestima las concentraciones un  $65\%$  y presenta un coeficiente de correlación de  $0,78$  y lleva un error asociado de  $2,52 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

#### 8.4.2.4. Validación de cada método en medidas quincenales

##### 8.4.2.4.1. Comparación del coeficiente de captación

En la Tabla 8.272 se muestran los coeficientes de captación y la desviación estándar de cada uno de cada uno de los captadores estudiados.

Tabla 8.272. Coeficiente captación. Intercomparación de captadores. Quincenal

CAPTADOR PASIVO	COEFICIENTE DE CAPTACIÓN (cm <sup>3</sup> /min)	DESVIACIÓN ESTÁNDAR (cm <sup>3</sup> /min)	REFERENCIA
RADIELLO (N)	9,5	3,7	Tabla 8.265 Capítulo 7.1.3.
PASSAM (PN)	0,8536	-	(Passam-ag, 2004a; Passam-ag, 2004b)
ANALYST (ANN)	9,7	0,2	(De Santis) Tabla 8.265
OGAWA (OGN)	0,2	0,3	Tabla 8.265 Capítulo 7.1.3
ZN-600	40,6	14,3	Tabla 8.265 Capítulo 7.1.3

Los resultados de la Tabla 8.272 se representan en la Figura 8.198. En ella se aprecia que en el caso de Ogawa y ZN-600 los coeficientes de captación son menores en periodos de muestreo quincenal que en los periodos de muestreo semanal. Contrariamente, el captador pasivo Radiello aumenta el coeficiente de captación en el muestreo quincenal. Finalmente, el captador pasivo Passam no varía el coeficiente de captación.

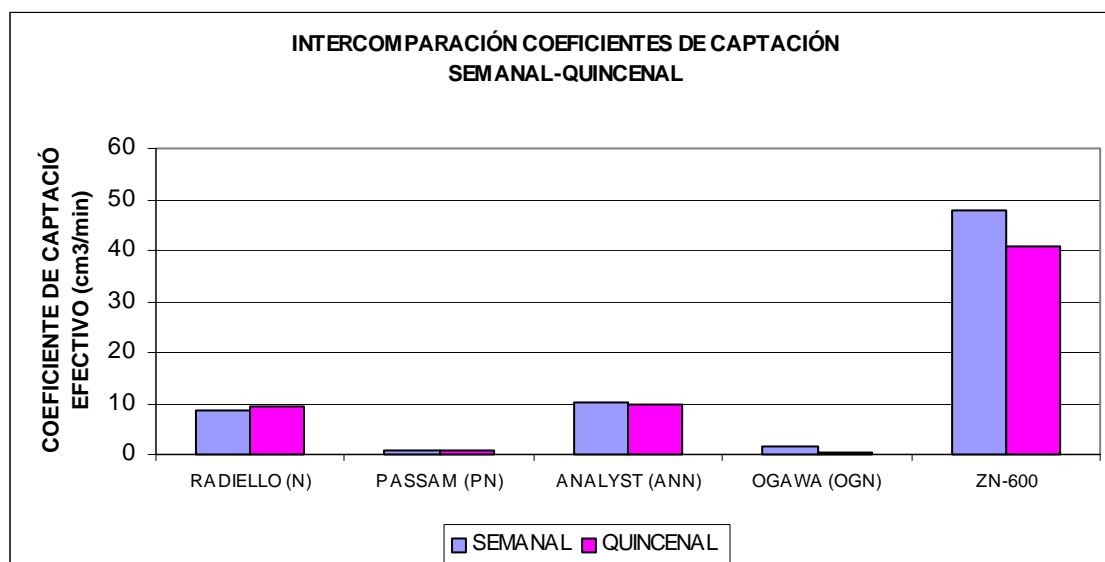


Figura 8.198. Intercomparación de coeficientes de captación. Semanal vs. Quincenal

En la Tabla 8.273 se muestran los valores a partir de los cuales se han calculado los correspondientes coeficientes de captación que no presentan valor constante.

Tabla 8.273. Cálculo del coeficiente de captación

REF	Periodo de muestreo	Concentración nitrilo promedio (µg/ml)			Temperatura promedio (°C)	Concentración real Conselleria NO <sub>2</sub> (µg/m³)	Tiempo exposición (min)	Coeficiente captación (cm³/min)			
		RADIELLO	OGAWA	ZN-600				RADIELLO	ANALYST	OGAWA	ZN-600
BUR QUI	01/10/04 a 15/10/04	4,163	0,001	3,640	26,2	17,8	20170	11,6	9,8	0,0	50,7
VLF QUI	01/10/04 a 15/10/04				14,4	7,4	17755		9,5		
ALC QUI	01/10/04 a 15/10/04	4,186	0,062	4,039	20,0	33,2	19995	6,3	9,6	0,5	30,4

#### 8.4.2.4.2. Estimación de concentraciones de NO<sub>2</sub>

En las siguientes tablas se presenta el valor de concentración de NO<sub>2</sub> estimado con cada uno de los cinco captadores pasivos estudiados.

Tabla 8.274. Estimación de concentraciones de NO<sub>2</sub>. Radiello (N) Quincenal

REF	Periodo de muestreo	Concent. nitrilo (µg/ml)	Concentración nitrilo promedio (µg/ml)	Concentración real Conselleria NO <sub>2</sub> (µg/m³)	Tiempo exposición (min)	Concentración estimada pasivos (µg/m³)	Desviación (%)	Precisión (%)	Exactitud (%)
BUR-N1-TR	01/10/04 a 15/10/04	4,171	4,163	17,8	20170	23	-28,8	0	29
BUR-N2-TR		4,155							
VLF-N1-TR	01/10/04 a 15/10/04	0,457	0,462	7,4	17755	-	-	-	-
VLF-N2-TR		0,467							
ALC-N1-TR	01/10/04 a 15/10/04	4,091	4,186	33,2	19995	23	29,9	3	31
ALC-N2-TR		4,281							

Tabla 8.275. Estimación de concentraciones de NO<sub>2</sub>. Passam (PN) Quincenal

REF	Periodo de muestreo	Concent. nitrito (µg/ml)	Concentración nitrito promedio (µg/ml)	Concentración real Conselleria NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Tiempo exposición (min)	Concentración estimada pasivos (µg/m <sup>3</sup> )	Desviación (%)	Precisión (%)	Exactitud (%)
BUR-PN1-TC	01/10/04 a 15/10/04	0,094	0,087	17,8	20170	5,0	72	12	72
BUR-PN2-TC		0,079							
VLF-PN1-TC	01/10/04 a 15/10/04	0,016	0,019	7,4	17755	1,2	84	19	84
VLF-PN2-TC		0,021							
ALC-PN1-TC	01/10/04 a 15/10/04	0,111	0,113	33,2	19995	6,6	80	3	80
ALC-PN2-TC		0,115							

Tabla 8.276. Estimación de concentraciones de NO<sub>2</sub>. Analyst (ANN) Quincenal

REF	Periodo de muestreo	Concent. nitrito (µg/ml)	Concentración nitrito promedio (µg/ml)	Concentración real Conselleria NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Tiempo exposición (min)	Concentración estimada pasivos (µg/m <sup>3</sup> )	Desviación (%)	Precisión (%)	Exactitud (%)
BUR-ANN1-TC	01/10/04 a 15/10/04	0,673	0,762	17,8	20170	10,6	34	-92	93
BUR-ANN2-TC		0,851							
VLF-ANN1-TC	01/10/04 a 15/10/04	0,181	0,181	7,4	17755	6,9	9	-24	24
VLF-ANN2-TC		0,181							
ALC-ANN1-TC	01/10/04 a 15/10/04	1,239	1,128	33,2	19995	8,5	51	-53	54
ALC-ANN2-TC		1,017							

Tabla 8.277. Estimación de concentraciones de NO<sub>2</sub>. Ogawa (OGN) Quincenal

REF	Periodo de muestreo	Concent. nitrito (µg/ml)	Concentración nitrito promedio (µg/ml)	Concentración real Conselleria NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Tiempo exposición (min)	Concentración estimada pasivos (µg/m <sup>3</sup> )	Desviación (%)	Precisión (%)	Exactitud (%)
BUR-OGN1-TG	01/10/04 a 15/10/04	-0,024	0,001	17,8	20170	1	97	6930	68
BUR-OGN2-TG		0,025							
VLF-OGN1-TG	01/10/04 a 15/10/04	-0,175	-0,175	7,4	17755	-	-	-	-
VLF-OGN2-TG		-0,175							
ALC-OGN1-TG	01/10/04 a 15/10/04	0,077	0,062	33,2	19995	78	-133	34	14
ALC-OGN2-TG		0,047							

Tabla 8.278. Estimación de concentraciones de NO<sub>2</sub>. ZN-600 Quincenal

REF	Periodo de muestreo	Concent. nitrito (µg/ml)	Concentración nitrito promedio (µg/ml)	Concentración real Conselleria NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Tiempo exposición (min)	Concentración estimada pasivos (µg/m <sup>3</sup> )	Desviación (%)	Precisión (%)	Exactitud (%)
BUR-ZN1-TG	01/10/04 a 15/10/04	3,548	3,640	17,8	20170	22	-25	4	26
BUR-ZN2-TG		3,732							
VLF-ZN1-TG	01/10/04 a 15/10/04	0,278	0,268	7,4	17755	-	-	-	-
VLF-ZN2-TG		0,257							
ALC-ZN1-TG	01/10/04 a 15/10/04	4,016	4,039	33,2	19995	25	25	1	25
ALC-ZN2-TG		4,062							

#### 8.4.2.4.2.1. Desviación, precisión y exactitud

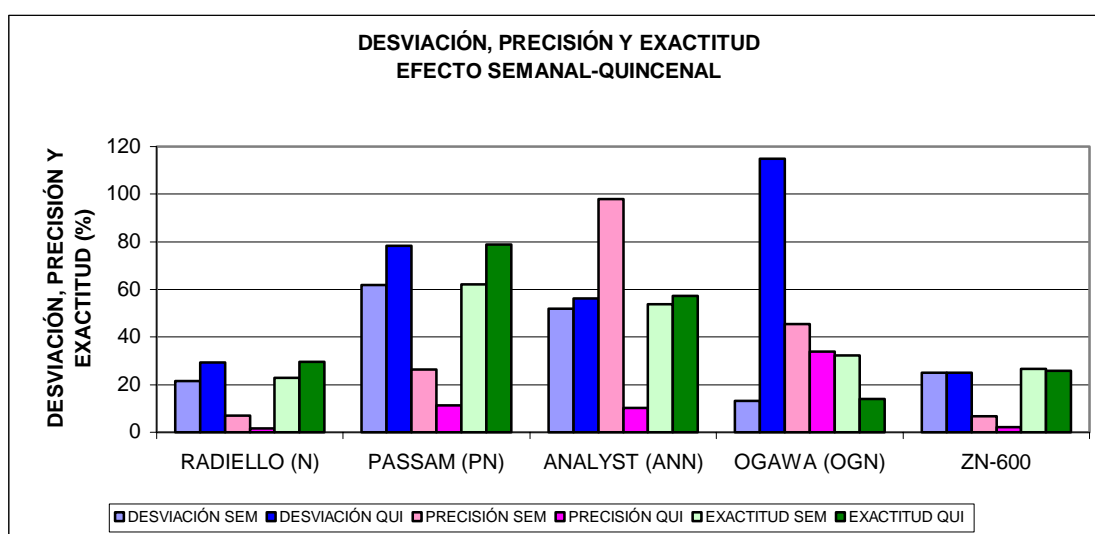
##### 8.4.2.4.2.1.1. Desviación

Los resultados de desviación obtenidos se muestran en la Tabla 8.274 a Tabla 8.278. Los resultados promedio de cada captador se reflejan en la Tabla 8.279.

**Tabla 8.279. Resultados desviación, precisión y exactitud. Intercomparación de captadores pasivos, quincenal**

ESTADÍSTICO DESCRIPTIVO	RADIELLO (N)	PASSAM (PN)	ANALYST (ANN)	OGAWA (OGN)	ZN-600
DESVIACIÓN (%)	29,4	78,4	56,3	114,8	25,0
PRECISIÓN (%)	1,7	11,3	10,1	34,0	2,2
EXACTITUD (%)	29,7	78,7	57,2	14,0	25,7

En la Figura 8.199 se muestra las desviaciones promedio de cada uno de los captadores pasivos estudiados. En ella se aprecia que en general las medidas quincenales presentan una mayor desviación que las medidas semanales. En el caso del captador Ogawa este aumento es bastante considerable. Por otro lado, el captador ZN-600 se mantiene inalterable en cuanto a la desviación se refiere.



*Figura 8.199. Desviación, precisión y exactitud. Intercomparación de captadores, semanal vs. quincenal*

#### 8.4.2.4.2.1.2. Precisión

Los resultados de precisión obtenidos se muestran en la Tabla 8.274 a Tabla 8.278. Los resultados promedio de cada captador se reflejan en la Tabla 8.279.

En la Figura 8.199 se muestra la precisión promedio de cada uno de los captadores. Se aprecia que en todos los casos se mejora la precisión en las medidas quincenales. En el captador pasivo Analyst esta mejora en la precisión es realmente a tener en cuenta, puesto que se pasa de una precisión en torno al 100% a una del 10%.

#### 8.4.2.4.2.1.3. Exactitud

Los resultados de exactitud obtenidos se muestran en la Tabla 8.274 a Tabla 8.278. Los resultados promedio de cada captador se reflejan en la Tabla 8.279.

En la Figura 8.199 se muestra la exactitud promedio de cada uno de los captadores. Según los datos obtenidos, el captador pasivo Ogawa cumple con el criterio tanto de NIOSH del 25% (Bartley, 2001; Kennedy et al., 1998) como del CEN del 30% (CEN). El captador Analyst y el captador Passam no cumplen con ninguno de ellos. Finalmente, los captadores Radiello y ZN-600 sólo cumplen con el criterio CEN.

#### 8.4.2.4.2.2. Comparación de los resultados obtenidos mediante los captadores pasivos de NO<sub>2</sub> con el método de referencia

A fin de estudiar la correlación de los captadores pasivos con el método de referencia se comparan los valores obtenidos mediante el método de referencia (valores cedidos por la Conselleria de Medio Ambiente de la Generalitat Valenciana) y los resultados de concentración estimada con cada uno de los captadores pasivos en periodos de muestreo quincenal. Dichos resultados se muestran en la Tabla 8.266 a Tabla 8.270.

##### 8.4.2.4.2.2.1. Evolución de los niveles medidos mediante ambos métodos

Para realizar la comparación entre el método de referencia y los distintos resultados de los captadores pasivos se han representado los datos obtenidos con dichos captadores quincenalmente junto con los datos medidos en las estaciones de referencia para observar si los niveles medidos por ambos métodos siguen las mismas tendencias y dan valores análogos. Dicha representación se muestra en la Figura 8.200.

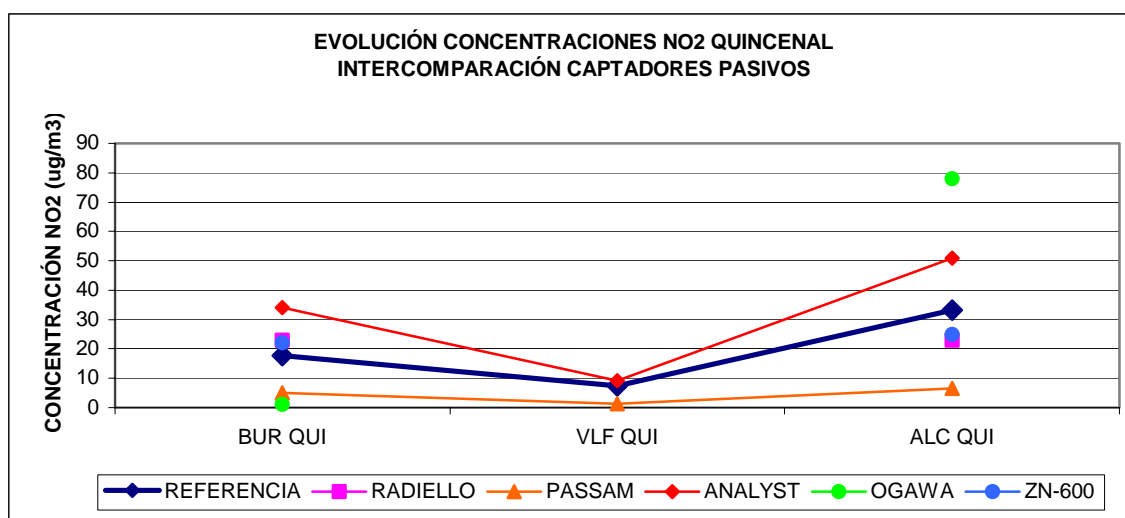


Figura 8.200. Variación de la concentración medida con el captadores pasivos y valores de referencia. Quincenal

Se aprecia en la Figura 8.200 que las concentraciones estimadas con los captadores pasivos siguen las mismas tendencias que los valores registrados con el método de referencia. Por otro lado hay que destacar que en tres métodos, no se ha podido calcular el valor estimado con el captador pasivo, puesto que se ha considerado que la técnica no se puede aplicar en zonas con valores esperables inferiores a 15 µg/m<sup>3</sup>.

##### 8.4.2.4.2.2.2. Correlación entre ambos métodos

Para comparar la bondad de los datos medidos con los diferentes captadores pasivos se ha realizado una correlación de las concentraciones medidas con ellos con los valores de concentración medidos con el método de referencia. En la Figura 8.201 se representa las rectas de correlación obtenidas con los resultados quincenales.



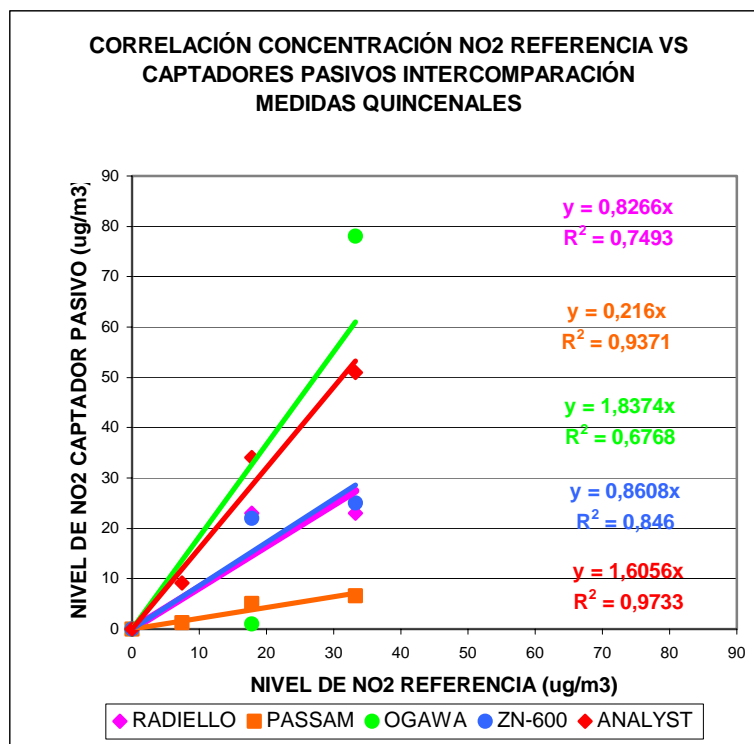


Figura 8.201. Comparación concentraciones captadores pasivos con método de referencia. Medidas quincenales.

La recta que mejor respuesta presenta de todas vuelve a ser en este caso la recta del captador pasivo ZN-600 y del captador pasivo Radiello con coeficiente de determinación de 0,85 y 0,75 respectivamente, errores de 4,63  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y 8,70  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y pendientes de 0,86 y 0,83. Esto implica que se produzca una infraestimación de los niveles de NO<sub>2</sub> de entre el 14% y el 17%. Por otro lado apreciamos que el captador Passam infraestima los niveles de NO<sub>2</sub> considerablemente (80%). Sin embargo, presenta un coeficiente de determinación bastante bondadoso con un valor de 0,94 y un error de 0,94  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Finalmente, los captadores Analyst y Ogawa sobrevaloran las concentraciones de dióxido de nitrógeno. El primero da valores un 60% superiores y el segundo un 84% superior. En el caso del captador Analyst la recta de correlación tiene un coeficiente de determinación muy bueno ( $R^2 = 0,97$ ) y un error asociado de 4,63  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , pero el captador pasivo Ogawa es el que peor coeficiente de determinación presenta de los cinco captadores pasivos estudiados ( $R^2 = 0,67$ ) y el mayor error, 33,29  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

## 8.5. ESTUDIO DE LOS NIVELES DE OZONO Y DIÓXIDO DE NITRÓGENO

Una vez han sido validados los tres métodos de captación pasiva utilizados, Ogawa para medida de ozono y Radiello para medida de ozono y óxidos de nitrógeno, se pretende determinar los niveles de ambos contaminantes en el área de estudio.

### 8.5.1. DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE OZONO

#### 8.5.1.1. Determinación de los niveles de ozono con captadores pasivos

##### 8.5.1.1.1. Determinación de los niveles de ozono con captadores pasivos Ogawa

En las siguientes tablas se presentan los resultados de ozono obtenidos mediante el captador pasivo Ogawa en las campañas de muestreo de verano 2001, invierno 2002, verano 2002 y verano 2003 según el Método 1 descrito en el capítulo 8.1.1.3.2.2.

Tabla 8.280. Niveles de ozono troposférico medido con captadores pasivos Ogawa. Verano 2001

LOCALIZACIÓN		Concentración Ozono Ogawa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )												
CÓDIGO	GENÉRICO	Sem 6	Sem 7	Sem 8	Sem 9	Sem 10	Sem 11	Sem 12	Sem 13	Sem 14	Sem 15	Sem 16	PROME D	S
UXO	La Vall d'Uixó	38,6	56,1	53,8	41,8	47,4	62,4	39,0	74,7	70,5	60,2	82,9	57,0	14,8
VVJ	La Vilavella	34,6	49,7	49,3	40,3	44,4	53,9	39,0	63,6	60,9	57,9	*	49,4	9,8
LLO	Burriana Llombai	-	44,2	44,3	28,9	40,8	42,2	34,2	51,2	19,7	45,5	*	39,0	9,7
VIL E	Villarreal Este	35,5	42,5	44,4	29,3	36,4	39,0	30,0	58,7	45,0	18,2	36,2	37,7	10,4
ERM	Ermita	38,4	43,1	41,7	15,1	39,3	40,4	28,3	56,3	43,7	40,9	40,1	38,8	10,2
GRA	Grao de Castellón	61,1	45,2	51,7	33,6	45,7	48,5	35,7	55,4	47,3	49,7	38,9	46,6	8,2
CAM	Cámara Comercio Castellón	46,5	50,7	64,9	40,2	47,5	55,0	35,8	71,7	59,7	53,8	40,8	51,5	11,0
CAC	Casino Antiguo Castellón	46,3	57,0	65,9	37,6	47,8	60,3	33,4	62,9	58,2	59,1	35,1	51,2	11,7
PEÑ	Penyeta	47,1	57,0	71,8	41,8	42,8	70,3	42,1	66,2	75,2	59,2	48,2	56,5	12,8
FND	Camí Fondo Este	37,8	59,3	45,9	30,9	36,4	49,3	32,8	62,1	51,9	43,6	*	45,0	10,7
OND N	Onda Norte	35,0	63,0	59,1	40,3	36,7	51,8	46,6	56,3	67,4	47,4	41,5	49,6	10,9
SJM	Sant Joan de Moró	39,2	66,0	62,7	45,3	42,6	64,1	46,6	74,7	81,6	70,1	*	59,3	14,8
MAG	Magdalena	46,8	70,3	72,4	45,2	52,2	75,1	47,4	72,7	79,9	77,0	*	63,9	14,1
ORO	Oropesa	45,6	64,3	69,9	40,2	53,2	70,0	45,8	73,3	75,8	73,3	*	61,1	13,6
TOR	Torreblanca	48,7	52,0	60,2	36,1	43,5	*	*	*	69,7	73,3	50,3	54,2	12,7
RIB	Ribesalbes	-	56,5	55,1	44,2	43,9	56,6	48,4	67,4	-	-	46,6	52,3	8,1

(-) Dato no válido

(\*) No se coloca

Tabla 8.281. Niveles de ozono troposférico medido con captadores pasivos Ogawa. Invierno 2002

LOCALIZACIÓN		Concentración Ozono Ogawa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )							
CÓDIGO	GENÉRICO	Sem 17	Sem 18	Sem 19	Sem 20	PROMED Sem 17-18	S Sem 17-18	PROMED Sem 17-20	S Sem 17-20
UXO	La Vall d'Uixó	20,4	29,1	*	*	25	6,2	*	*
VVJ	La Vilavella	19,7	28,5	*	*	24	6,2	*	*
LLO	Burriana Llombai	15,8	22,6	*	*	19	4,9	*	*
VIL E	Villarreal Este	14,3	25,2	*	*	20	7,7	*	*
ERM	Ermita	12,9	24,5	29,0	55,1	19	8,2	30,37	17,84
GRA	Grao de Castellón	15,8	27,5	42,0	57,2	22	8,2	35,63	17,91
CAM	Cámara de Comercio Castellón	14,3	28,4	*	*	21	10,0	*	*
CAC	Casino Antiguo Castellón	12,7	24,9	*	*	19	8,6	*	*
PEÑ	Penyeta	-	40,3	51,3	83,6	40	-	58,42	22,50
FND	Camí Fondo Este	23,6	29,4	*	*	27	4,1	*	*
OND N	Onda Norte	25,1	37,4	47,7	70,1	31	8,7	45,08	19,09
SJM	Sant Joan de Moró	24,7	42,9	*	*	34	12,8	*	*
MAG	La Magdalena	27,7	43,8	*	*	36	11,4	*	*
ORO	Oropesa	30,8	40,4	*	*	36	6,8	*	*
TOR	Torreblanca	29,4	41,0	*	*	35	8,2	*	*
RIB	Ribesalbes	24,9	39,4	*	*	32	10,2	*	*
BRN	La Barona	30,0	37,7	*	*	34	5,5	*	*

(-) Dato no válido (\*) No se coloca

Tabla 8.282. Niveles de ozono troposférico medido con captadores pasivos Ogawa. Verano 2002

LOCALIZACIÓN		Concentración Ozono Ogawa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )															
CÓDIGO	GENÉRICO	Sem 21	Sem 22	Sem 23	Sem 24	Sem 25	Sem 26	Sem 27	Sem 28	Sem 29	Sem 30	Sem 31	Sem 32	Sem 33	Sem 34	PRO MED	S
UXO	La Vall d'Uixó	78,9	55,2	65,7	74,7	70,4	61,2	48,3	57,8	81,8	74,4	60,4	59,5	48,8	44,4	63,0	11,8
BUR C	Burriana Casa	70,5	61,3	56,8	58,4	45,4	43,7	33,9	40,4	59,7	52,6	53,3	54,3	35,5	41,2	50,5	10,7
RIB	Ribesalbes	*	55,0	56,8	73,0	66,8	56,7	43,9	60,1	53,0	64,7	61,6	61,2	52,3	55,3	58,5	7,3
VIL O	Villarreal Oeste	*	47,7	57,4	64,1	56,7	53,5	46,3	51,1	53,6	81,0	65,8	62,1	42,4	44,6	55,9	10,6
ERM	Ermita	69,1	53,3	57,0	63,0	58,0	51,5	40,6	47,5	54,4	52,6	52,5	59,7	41,2	38,2	52,8	8,7
GRA	Grao de Castellón	*	64,0	64,4	66,6	55,7	38,2	43,4	45,9	57,9	51,2	61,0	58,8	49,0	44,9	53,9	9,1
CAM	Cámara Comercio Castellón	84,4	62,8	-5,2	76,1	58,4	48,8	46,9	50,3	61,0	64,2	73,5	61,7	58,3	39,5	55,8	21,3
CAC	Casino Antiguo Castellón	80,8	61,3	58,0	70,7	56,6	51,1	47,7	60,9	62,4	61,7	59,6	62,3	43,7	45,4	58,7	9,9
PEÑ	Penyeta	86,3	70,1	75,0	92,2	74,2	76,3	91,6	64,8	84,5	86,4	80,9	72,5	41,2	60,2	75,4	13,7
VLF	Villafranca	89,9	69,7	83,1	104,0	80,1	81,9	65,9	94,7	77,6	77,1	74,5	66,4	75,1	77,0	79,8	10,6
OND O	Onda Oeste	76,7	53,8	67,5	84,4	74,3	57,0	51,4	64,3	61,3	72,6	69,2	55,6	55,3	60,7	64,6	9,9

Tabla 8.282. Cont

LOCALIZACIÓN		Concentración Ozono Ogawa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )															
CÓDIGO	GENÉRICO	Sem 21	Sem 22	Sem 23	Sem 24	Sem 25	Sem 26	Sem 27	Sem 28	Sem 29	Sem 30	Sem 31	Sem 32	Sem 33	Sem 34	PRO MED	S
MAG	La Magdalena	84,9	68,6	67,8	86,4	69,5	64,8	51,0	61,5	*	80,6	*	73,0	*	68,7	70,6	10,4
BRN	La Barona	71,9	65,6	70,5	77,5	66,2	77,9	47,1	59,6	55,0	65,5	59,6	58,4	66,6	62,4	64,6	8,5
ORO	Oropesa	75,9	60,7	66,7	85,0	67,2	60,2	56,4	63,5	64,4	72,5	74,5	76,7	43,5	61,0	66,3	10,3
TOR	Torreblanca	78,6	58,4	63,9	74,6	63,1	69,7	54,0	61,2	63,0	65,9	73,3	62,3	58,5	51,6	64,1	7,7
ROS	Rosildos	*	81,8	-	99,0	92,9	103,0	64,6	83,8	73,6	71,3	65,0	71,5	62,6	71,6	78,4	13,7

(-) Dato no válido (\*) No se coloca

Tabla 8.283. Niveles de ozono troposférico medido con captadores pasivos Ogawa. Verano 2003

LOCALIZACIÓN		Concentración Ozono Ogawa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )													
CÓDIGO	GENÉRICO	Sem 35	Sem 36	Sem 37	Sem 38	Sem 39	Sem 40	Sem 41	Sem 42	Sem 43	Sem 44	Sem 45	Sem 46	PROM ED	S
GRA	Grao	53,6	56,4	-	40,6	26,4	32,1	43,4	43,2	44,1	19,0	21,5	-	38,0	12,8
BUR	Burriana REF	52,1	38,8	14,8	51,7	63,5	31,5	49,0	7,3	31,1	23,9	6,1	12,1	31,8	19,4
ERM	Ermita	43,7	24,7	41,8	45,2	20,8	28,8	31,7	31,8	54,4	20,1	11,8	21,1	31,3	12,7
PEÑ	Penyeta	*	46,3	57,3	63,7	47,9	31,7	50,4	52,8	*	*	*	*	50,0	10,0
VLF	Vilafranca	*	77,1	70,1	74,2	83,4	68,8	-	-	51,4	34,7	26,5	28,1	57,2	22,4
ROS	Rosildos	*		62,4	91,1	65,6	39,6	*	*	*	*	*	*	64,7	21,1
CAB	Cabanes	*	*	*	*	*	*	*	*	13,6	28,9	15,5	44,9	25,7	14,5
CAS	Castellón	*	49,1	41,4	48,5	73,7	65,7	33,9	27,1	20,4	27,4	17,5	35,2	40,0	18,0
CAM	Cámara Comercio Castellón	*		51,7	41,8	46,6	35,0	44,3	33,7	27,9	8,4	16,7	20,1	32,6	14,2
ALZ	Almazora	*	53,0	48,1	55,4	71,0	51,7	34,8	30,2	34,4	32,0	4,4	20,9	39,6	18,5
MAG	La Magdalena	*	*	*	*	*	*	*	*	36,9	51,4	20,9	32,7	35,5	12,6
BEN	Benicassim	*	42,2	42,2	50,6	53,6	37,6	37,8	35,5	31,7	25,8	14,9	49,9	38,3	11,4
ORO	Oropesa	*	*	*	*	*	*	*	*	26,9	45,6	53,5	20,7	36,7	15,4
TOR	Torreblanca	*		38,6	54,8	36,0	41,4	36,6	83,2	82,2	40,3	-	43,2	50,7	19,0
OND	Onda Oeste	*	45,8	-	82,5	71,3	46,1	65,3	38,9	42,4	39,1	40,1	28,4	50,0	17,1
ALC	Alcora	*	44,2	44,5	66,6	72,3	60,9	44,0	39,8	35,9	23,4	19,2	17,0	42,5	18,5
RIB	Ribesalbes	*	*	*	*	*	*	*	*	*	15,5	46,8	22,9	28,4	16,3
VIL	Villarreal Oeste	*	*	*	*	*	*	*	*	*	33,9	14,9	29,3	26,0	9,9
UXO	La Vall d'Uixó	*	*	90,9	46,3	64,8	47,5	62,5	42,4	21,2	41,6	*	*	52,1	20,7
RAM	Rambla de la Viuda	72,1	49,0		54,5		48,2		32,1		46,0		-	48,3	10,9
CIR	Cirat	87,6	48,4		63,4		46,6		36,8		55,1		40,4	52,4	14,2
VAL	Valbona	110,1	56,8		63,8		52,1		52,1		53,6		47,7	59,6	16,6
ALG	Algar	71,2	39,4		52,4		44,9		40,5		43,6		37,6	45,9	9,3
JER	Jérica	96,3	47,0		66,3		60,8		38,7		60,2		36,1	56,5	16,7

(-) Dato no válido      (\*) No se coloca

En las siguientes figuras se muestra la evolución de los niveles de ozono troposférico medido con los captadores pasivos Ogawa.

#### 8.5.1.1.2. Determinación de los niveles de ozono con captadores pasivos Radiello

En las siguientes tablas se presentan los resultados de ozono obtenidos mediante el captador pasivo Radiello en las campañas de muestreo de verano 2001, invierno 2002, verano 2002 y verano 2003 según el Método 1 descrito en el capítulo 8.1.2.3.2.2.

**Tabla 8.284. Niveles de ozono troposférico medido con captadores pasivos Radiello. Primera Subcampaña Verano 2001**

LOCALIZACIÓN		Concentración Ozono Radiello ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )						
CÓDIGO	GENÉRICO	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	PROMED	S
UXO	La Vall d'Uixó	31,4	-	49,6	50,1	55,1	46,6	10,4
VVJ	La Vilavella	53,5	55,9	53,2	51,9	53,2	53,5	1,4
LLO	Burriana Llombai	49,6	50,0	49,9	48,7	57,5	51,1	3,6
VIL E	Villarreal Este	46,8	49,0	-	45,1	51,8	48,2	2,9
ERM	Ermita	-	44,3	43,4	47,3	49,6	46,1	2,9
GRA	Grao de Castellón	46,6	58,7	57,4	51,3	53,9	53,6	4,9
CAM	Cámara Comercio Castellón	54,9	60,6	59,1	60,2	59,3	58,8	2,3
CAC	Casino Antiguo Castellón	46,7	55,0	-	50,4	68,4	55,1	9,5
PEÑ	Penyeta	59,4	-	57,9	62,2	59,9	59,8	1,8
FND	CamiFondo Este	45,8	48,1	49,5	46,1	49,9	47,9	1,9
OND N	Onda Norte	-	-	54,4	57,6	51,2	54,4	3,2
SJM	Sant Joan de Moró	54,2	61,3	56,6	61,4	61,1	58,9	3,3
MAG	Magdalena	59,9	65,9	68,6	66,7	58,6	63,9	4,4
ORO	Oropesa	45,0	66,8	68,8	64,3	66,0	62,2	9,7
TOR	Torreblanca	52,8	56,0	54,7	61,2	58,4	56,6	3,2
CAB	Cabanes	53,5	56,1	45,5	54,9	53,9	52,8	4,2

(-) Dato no válido      (\*) No se coloca

Tabla 8.285. Niveles de ozono troposférico medido con captadores pasivos Radiello. Segunda Subcampaña Verano 2001

LOCALIZACIÓN		Concentración Ozono Radiello ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )												
CÓDIGO	GENÉRICO	Sem 6	Sem 7	Sem 8	Sem 9	Sem 10	Sem 11	Sem 12	Sem 13	Sem 14	Sem 15	Sem 16	PROME D	S
MON	Moncofar	42,7	46,5	47,3	37,5	47,5	32,1	26,2	69,2	29,4	48,5	32,1	41,7	12,2
BUR C	Burriana Casa	35,7	40,7	51,1	29,1	43,6	38,4	31,3	56,4	42,7	39,2	31,9	40,0	8,3
ART	Artana	38,8	54,5	43,5	49,1	49,6	43,1	36,2	59,8	46,1	43,2	36,2	45,5	7,4
VIL O	Villarreal Oeste	43,1	45,0	45,1	34,5	45,3	46,6	39,7	76,2	43,3	41,1	36,9	45,2	11,0
ERM	Ermita	36,6	44,9	40,2	27,6	39,8	38,7	31,6	59,0	43,9	45,5	37,9	40,5	8,2
GRA	Grao de Castellón	41,0	43,6	53,1	35,9	45,2	50,3	32,3	66,2	47,0	43,8	41,8	45,5	9,0
CAM	Cámara Comercio Castellón	48,8	51,0	54,1	46,8	48,8	45,2	40,6	66,3	50,1	54,2	37,5	49,4	7,6
CAC	Casino Antiguo Castellón	43,0	45,7	52,5	48,8	47,3	51,1	37,5	64,0	46,7	50,2	35,9	47,5	7,6
PEÑ	Penyeta	49,9	49,3	-	55,6	53,4	56,5	42,0	74,1	57,2	54,6	46,5	49,0	18,4
UJI	Universitat Jaume I	45,2	49,9	53,9	38,5	37,2	39,4	29,5	78,6	37,0	48,5	35,3	44,8	13,3
BEN S	Benicassim Sur	46,4	46,5	49,4	37,5	41,1	48,3	36,9	67,4	49,1	42,7	40,8	46,0	8,4
ALC T	Alcora Campo Tiro	41,3	47,3	49,8	45,0	51,1	-	34,7	50,5	42,6	-	38,9	44,6	5,7
FND O	Camí Fondo Oeste	44,2	45,3	47,0	42,0	42,5	46,1	37,5	77,7	48,6	54,0	42,6	47,9	10,7
ALZ P	Almazora Playa	42,3	45,9	54,7	38,9	47,9	48,5	34,8	64,6	43,9	48,3	40,3	46,4	8,1
FIG	Figueroles	29,4	41,9	58,5	46,1	51,6	39,9	45,1	69,0	51,0	55,0	40,0	47,9	10,7
CAB	Cabanes	46,4	46,8	53,2	48,3	52,1	45,1	-	68,0	55,1	54,5	44,3	51,4	7,0

(-) Dato no válido (\*) No se coloca

Tabla 8.286. Niveles de ozono troposférico medido con captadores pasivos Radiello. Invierno 2002

LOCALIZACIÓN		Concentración Ozono Radiello ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )							
CÓDIGO	GENÉRICO	Sem 17	Sem 18	Sem 19	Sem 20	PROMED Sem 17-18	S Sem 17-18	PROMED Sem 17-20	S Sem 17-20
MON	Moncofar	13,4	13,3	*	*	13	0,1	*	*
BUR C	Burriana Casa	15,1	18,9	*	*	17	2,7	*	*
RIB	Ribesalbes	15,8	26,1	42,1	52,3	21	7,3	34,08	16,27
VIL O	Villarreal Oeste	15,6	20,8	*	*	18	3,7	*	*
ERM	Ermita	12,8	23,4	42,4	40,5	18	7,5	29,77	14,17
GRA	Grao de Castellón	15,7	13,6	37,9	44,0	15	1,5	27,81	15,38
CAM	Cámara Comercio Castellón	13,5	28,6	*	*	21	10,7	*	*
CAC	Casino Antiguo Castellón	9,9	23,9	*	*	17	9,9	*	*
PEÑ	Penyeta	-	35,2	51,7	60,8	35	-	49,23	12,95
UJI	Universitat Jaume I	14,6	-	*	*	15	-	*	*
OND O	Onda Oeste	20,4	32,3	45,3	56,3	26	8,4	38,54	15,59
ALC AZ	Alcora Lago Azul	14,8	21,2	*	*	18	4,5	*	*

Tabla 8.286. Cont

LOCALIZACIÓN		Concentración Ozono Radiello ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )							
CÓDIGO	GENÉRICO	Sem 17	Sem 18	Sem 19	Sem 20	PROMED Sem 17-18	S Sem 17-18	PROMED Sem 17-20	S Sem 17-20
BEN S	Benicassim Sur	15,8	33,5	*	*	25	12,5	*	*
ALZ P	Almazora Playa	16,9	27,1	*	*	22	7,2	*	*
FIG	Figueroles	19,6	32,4	*	*	26	9,0	*	*
CAB	Cabanes	25,4	32,1	*	*	29	4,7	*	*
BRN	La Barona	25,3	30,2	*	*	28	3,5	*	*

(-) Dato no válido (\*) No se coloca

Tabla 8.287. Niveles de ozono troposférico medido con captadores pasivos Radiello. Verano 2002

LOCALIZACIÓN		Concentración Ozono Radiello ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )															
CÓDIGO	GENÉRICO	Sem 21	Sem 22	Sem 23	Sem 24	Sem 25	Sem 26	Sem 27	Sem 28	Sem 29	Sem 30	Sem 31	Sem 32	Sem 33	Sem 34	PRO MED	S
UXO	La Vall d'Uixó	*	56,5	70,8	72,0	60,0	72,0	48,6	58,6	72,8	81,3	63,0	79,1	48,0	56,4	64,6	10,9
BUR C	Burriana Casa	*	56,9	59,0	58,1	38,5	49,9	37,7	38,5	56,5	55,5	44,2	54,5	27,3	41,4	47,5	10,2
RIB	Ribesalbes	*	62,1	70,5	76,0	64,6	70,7	56,0	52,8	61,7	49,2	64,6	69,6	51,7	58,1	62,1	8,3
VIL E	Villarreal Oeste	*	56,6	63,2	-	66,5	69,5	52,9	54,8	74,1	77,2	62,0	74,6	46,9	56,4	58,1	19,7
ERM	Ermita	*	56,5	59,1	62,5	54,4	55,1	46,3	47,9	58,5	38,0	54,7	55,5	40,3	48,1	52,1	7,4
GRA	Grao de Castellón	*	61,8	73,5	71,9	57,5	47,8	54,4	50,9	64,3	61,8	56,8	69,2	47,4	49,7	59,0	9,0
CAM	Cámara Comercio Castellón	*	72,8	69,1	77,8	64,5	80,1	58,3	57,8	77,5	79,2	61,8	78,4	57,7	46,7	67,8	10,8
CAC	Casino Antiguo Castellón	*	58,8	66,2	72,7	58,7	61,7	48,3	54,9	69,0	69,8	59,1	76,1	43,7	50,7	60,7	9,8
PEÑ	Penyeta	*	69,7	76,0	91,2	81,0	79,5	68,7	65,0	97,9	99,6	82,5	88,7	56,9	75,5	79,4	12,7
VLF	Villafranca	*	59,3	75,5	98,3	75,3	32,6	66,9	80,2	43,2	79,5	69,9	49,6	66,3	75,5	67,1	17,4
ONDO	Onda Oeste	*	63,6	70,2	88,8	73,9	73,1	53,0	65,6	74,1	81,0	62,9	66,8	54,7	62,0	68,4	10,0
BEN	La Magdalena	*	64,7	69,7	71,8	64,9	70,4	52,5	55,4	60,0	69,1	65,3	68,7	53,2	56,8	63,3	6,9
BRN	La Barona	*	63,4	81,0	78,4	65,1	-	50,1	62,8	66,6	79,7	67,6	67,7	56,3	73,6	67,7	9,3
ORO	Oropesa	*	66,8	80,0	91,5	70,6	76,3	58,7	64,1	68,8	88,5	74,7	84,3	56,6	79,5	73,9	10,9
TOR	Torreblanca	*	60,5	66,5	86,3	68,2	75,7	58,5	59,4	79,3	85,1	73,0	71,9	59,0	68,1	70,1	9,6
ROS	Rosildos	*	64,9	79,5	86,0	90,1	83,7	67,4	66,2	79,8	79,1	67,3	69,0	61,4	77,7	74,8	9,2

(-) Dato no válido (\*) No se coloca

Tabla 8.288. Niveles de ozono troposférico medido con captadores pasivos Radiello. Verano 2003

LOCALIZACIÓN		Concentración Ozono Radiello ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )													
CÓDIGO	GENÉRICO	Sem 35	Sem 36	Sem 37	Sem 38	Sem 39	Sem 40	Sem 41	Sem 42	Sem 43	Sem 44	Sem 45	Sem 46	PROM ED	S
GRA	Grao	*	39,7	38,9	49,9	52,0	46,9	52,3	46,9	51,7	33,3	29,1	32,6	43,0	8,6
BUR	Burriana REF	*	43,9	32,1	56,5	49,0	40,4	59,3	29,1	50,1	41,4	39,2	14,5	41,4	12,9
ERM	Ermita	*	35,9	34,8	52,5	53,9	45,8	44,4	36,4	45,2	39,3	26,5	29,9	40,4	8,8
PEÑ	Penyeta	*	53,7	51,9	75,3	-9,5	59,2	75,7	47,2	70,5	*	*	*	53,0	27,5
VLF	Vilafranca	*	69,3	55,7	83,3	74,3	63,3	45,1		50,5	55,4	31,1	56,8	58,5	15,0
ROS	Rosildos	*	57,6	55,0	79,0	73,6	59,7	*	*	*	*	*	*	65,0	10,6
CAB	Cabanes	*	52,2	46,8	54,4	49,3	45,3	44,9	-	49,4	49,8	28,8	43,3	46,4	7,1
CAS	Castellón	*	43,0	38,6	45,5	56,6	41,5	55,9	43,7	42,3	39,0	26,1	27,2	41,8	9,6
CAM	Cámara Comercio Castellón	*	50,9	43,1	52,7	60,2	49,6	63,0	40,6	45,1	44,4	34,0	31,0	46,8	9,9
ALZ	Almazora	*	43,5	37,8	60,0	56,3	50,3	62,1	49,9	52,9	44,9	31,0	30,2	47,2	10,8
MAG	La Magdalena	*	50,6	45,5	74,4	78,7	58,7	68,9	58,1	71,3	76,7	47,4	45,1	61,4	13,1
BEN	Benicassim	*	-	34,1	59,8	62,6	52,7	56,1	57,2	52,4	61,5	35,9	40,6	51,3	10,6
ORO	Oropesa	*	48,8	53,2	72,9	73,4	56,9	65,6	50,4	69,3	63,1	35,6	46,2	57,8	12,2
TOR	Torreblanca	*	43,0	32,1	62,1	68,2	48,4	48,0	49,5	58,4	38,6	-	43,7	49,2	11,0
OND	Onda Oeste	*	47,7	49,7	70,5	70,8	59,1	65,7	17,4	57,5	-	36,6	19,5	45,0	23,7
ALC	Alcora	*	48,2	46,9	63,8	66,1	53,6	58,6	51,7	46,9	57,8	33,8	32,6	50,9	10,9
RIB	Ribesalbes	*	43,8	45,7	65,7	59,7	52,3	64,6	27,9	49,3	58,8	31,7	36,4	48,7	13,0
VIL	Villarreal Oeste	*	42,9	42,1	64,7	62,5	48,4	-	26,9	46,0	58,0	33,7	32,9	45,8	12,8
UXO	La Vall d'Uixó	*	*	40,3	53,0	58,1	55,8	60,3	53,3	53,2	64,1	-	-	54,8	7,0
CIR	Cirat	*	40,7		36,2		46,3		51,2		53,8		46,1	45,7	6,5
JER	Jérica	*	17,6		37,1		43,5		47,3		51,8		42,1	39,9	12,0
VAL	Valbona	*	41,0		36,5		44,4		46,1		52,9		45,1	44,3	5,5
ALG	Algar	*	41,2		36,7		45,7		49,1		52,8		43,7	44,9	5,7

(-) Dato no válido (\*) No se coloca

### 8.5.1.2. Determinación de los niveles de ozono con el método de referencia

En las siguientes tablas se presentan los resultados de ozono obtenidos mediante el método de referencia, valores cedidos por la Consellería de Medio Ambiente, en las campañas de muestreo de verano 2001, invierno 2002, verano 2002 y verano 2003.



Tabla 8.289. Niveles de ozono troposférico: Método de referencia. Primera Subcampaña Verano 2001

LOCALIZACIÓN		Concentración Ozono Radiello ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )						
CÓDIGO	GENÉRICO	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	PROMED	S
ERM	Ermita	-	56,0	56,2	56,5	40,4	52,3	7,9
GRA	Grao de Castellón	46,6	47,1	46,6	44,4	48,4	46,6	1,4
PEÑ	Penyeta	94,1	91,6	97,1	79,6	84,8	89,4	7,1
OND	Onda	102	100,5	90,9	90,1	85,2	93,7	7,2
CAS	Castelló	-	62,3	56	57,4	60,1	59,0	2,8

(-) Dato no válido

Tabla 8.290. Niveles de ozono troposférico: Método de referencia. Segunda Subcampaña Verano 2001

LOCALIZACIÓN		Concentración Ozono Radiello ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )												
CÓDIGO	GENÉRICO	Sem 6	Sem 7	Sem 8	Sem 9	Sem 10	Sem 11	Sem 12	Sem 13	Sem 14	Sem 15	Sem 16	PROME D	S
ERM	Ermita	40,1	45,5	47,6	33,8	48,3	42,8	30,9	56,3	39,4	39,5	33,7	41,6	7,5
GRA	Grao de Castellón	37,6	43,1	45,8	30,4	38,6	45,9	32,9	69,9	53,2	51,6	48,1	45,2	11,0
PEÑ	Penyeta	61,6	67,1	91,3	66,8	62,5	79,1	62,2	84,6	70,3	64,6	67,0	70,6	9,9
OND	Onda	67,5	81,4	90,9	85,2	68,4	74,7	82,5	89,4	70,5	67,7	66,4	76,8	9,3
CAS	Castelló	63,0	57,1	60,4	60,7	66,8	70,3	72,3	54,6	61,4	62,5	70,7	63,6	5,7

(-) Dato no válido

Tabla 8.291. Niveles de ozono troposférico: Método de referencia. Invierno 2002

LOCALIZACIÓN		Concentración Ozono Radiello ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )							
CÓDIGO	GENÉRICO	Sem 17	Sem 18	Sem 19	Sem 20	PROMED Sem 17-18	S Sem 17-18	PROMED Sem 17-20	S Sem 17-20
ERM	Ermita	15,5	37,2	35,3	37,9	26,4	15,3	31,5	10,7
GRA	Grao de Castellón	13,4	20,5	47,3	52,3	17,0	5,0	33,4	19,3
PEÑ	Penyeta	53,3	61,8	55,1	60,4	57,6	6,0	57,7	4,1
OND	Onda	55,9	62,0	61,0	67,8	59,0	4,3	61,7	4,9
CAS	Castelló	20,9	29,9	28,7	39,2	25,4	6,4	29,7	7,5

(-) Dato no válido

Tabla 8.292. Niveles de ozono troposférico: Método de referencia. Verano 2002

LOCALIZACIÓN		Concentración Ozono Radiello ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )															
CÓDIGO	GENÉRICO	Sem 21	Sem 22	Sem 23	Sem 24	Sem 25	Sem 26	Sem 27	Sem 28	Sem 29	Sem 30	Sem 31	Sem 32	Sem 33	Sem 34	PRO MED	S
ERM	Ermita	63,0	51,3	57,1	58,3	49,6	40,5	42,8	42,8	48,9	44,9	48,9	50,1	34,7	44,1	48,4	7,6
GRA	Grao de Castellón	-	65,7	71,4	69,5	62,5	55,9	59,0	55,5	62,5	58,9	61,3	67,6	49,4	67,4	62,0	6,3
PEÑ	Penyeta	-	67,9	75,6	88,4	72,9	60,8	62,9	59,8	80,7	81,6	79,5	68,4	63,7	84,0	72,8	9,6
OND	Onda	84,7	71,5	85,9	100,0	81,9	65,5	64,3	77,7	79,7	81,2	79,3	72,1	63,5	82,9	77,9	9,9
CAS	Castelló	64,9	63,7	66,8	69,6	72,5	55,7	52,3	46,6	55,3	53,0	55,6	57,0	41,6	54,7	57,8	8,7
VLF	Villafranca	99,5	-	88,5	113,4	83,7	79,9	76,7	97,4	84,5	85,7	81,5	75,8	75,7	86,8	86,9	10,9

(-) Dato no válido

Tabla 8.293. Niveles de ozono troposférico: Método de referencia. Verano 2003

LOCALIZACIÓN		Concentración Ozono Radiello ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )													
CÓDIGO	GENÉRICO	Sem 35	Sem 36	Sem 37	Sem 38	Sem 39	Sem 40	Sem 41	Sem 42	Sem 43	Sem 44	Sem 45	Sem 46	PROM ED	S
ERM	Ermita	-	29,0	40,7	52,7	56,6	41,4	51,7	52,4	50,9	45,4	34,3	37,6	44,8	8,9
GRA	Grao de Castellón	-	41,4	33,1	46,6	59,4	48	62	50,7	54,8	49,1	38,4	41,3	47,7	8,9
PEÑ	Penyeta	-	56,4	68,8	98,6	97,7	64,1	86,7	71,1	-	-	-	-	77,6	16,7
OND	Onda	-	71,4	82,9	107,1	92,9	74,2	83,5	62,4	69,4	86,8	55,1	67,8	77,6	14,8
CAS	Castelló	-	56,4	44,2	40,9	66,2	37,7	53,1	45,9	48,3	43,5	33,3	29,9	45,4	10,5
VLF	Villafranca	-	97,6	-	-	110,8	82,7	84,6	-	72,5	84,6	54,9	68,8	82,1	17,3
BUR	Burriana	-	60,7	50,8	77,9	65,6	53,8	73,8	46,3	62,3	53,8	42,2	37	56,7	12,8
ALC	Alcora	-	64,8	62,5	86,4	79,8	60,4	69,7	62,8	51,5	60,6	44,1	44,1	62,4	13,2

(-) Dato no válido

### 8.5.1.3. Comparación de los niveles obtenidos con los métodos pasivos respecto al método de referencia

En las siguientes tablas se presenta el promedio semanal medido con los dos métodos de medición pasivo, Radiello y Ogawa, y el método de referencia.

Tabla 8.294. Comparación niveles de ozono troposférico: Primera Subcampaña Verano 2001

MÉTODO	Concentración Ozono ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )				
	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5
OGAWA	*	*	*	*	*
RADIELLO	50,0	56,0	54,9	55,0	56,7
REFERENCIA	80,9	71,5	69,4	65,6	63,8

(-) Dato no válido

(\*) No se coloca

Tabla 8.295. Comparación niveles de ozono troposférico: Segunda Subcampaña Verano 2001

MÉTODO	Concentración Ozono ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )										
	Sem 6	Sem 7	Sem 8	Sem 9	Sem 10	Sem 11	Sem 12	Sem 13	Sem 14	Sem 15	Sem 16
OGAWA	43,3	54,7	57,3	36,6	43,5	55,5	39,0	63,8	59,7	54,9	42,0
RADIELLO	42,2	46,5	47,0	41,3	46,5	44,6	35,7	66,7	45,9	48,2	38,7
REFERENCIA	54,0	58,8	67,2	55,4	56,9	62,6	56,2	71,0	59,0	57,2	57,2

(-) Dato no válido

Tabla 8.296. Comparación niveles de ozono troposférico: Invierno 2002

MÉTODO	Concentración Ozono ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			
	Sem 17	Sem 18	Sem 19	Sem 20
OGAWA	21,4	33,4	42,5	66,5
RADIELLO	16,5	25,8	43,9	50,8
REFERENCIA	31,8	42,3	45,5	51,5

(-) Dato no válido

Tabla 8.297. Comparación niveles de ozono troposférico: Verano 2002

MÉTODO	Concentración Ozono ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )													
	Sem 21	Sem 22	Sem 23	Sem 24	Sem 25	Sem 26	Sem 27	Sem 28	Sem 29	Sem 30	Sem 31	Sem 32	Sem 33	Sem 34
OGAWA	79,0	62,3	60,0	78,3	65,7	62,3	52,3	60,6	63,0	68,0	66,0	63,8	51,8	54,8
RADIELLO	*	62,2	70,6	74,0	65,9	66,5	54,9	58,4	69,0	73,3	64,3	70,2	51,7	61,0
REFERENCIA	78,0	64,0	74,2	83,2	70,5	59,7	59,7	63,3	68,6	67,6	67,7	65,2	54,8	70,0

(-) Dato no válido

(\*) No se coloca

Tabla 8.298. Comparación niveles de ozono troposférico: Verano 2003

MÉTODO	Concentración Ozono ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )											
	Sem 35	Sem 36	Sem 37	Sem 38	Sem 39	Sem 40	Sem 41	Sem 42	Sem 43	Sem 44	Sem 45	Sem 46
OGAWA	73,3	47,9	49,7	58,6	57,8	45,8	46,2	39,2	37,7	35,0	29,4	31,0
RADIELLO	45,5	43,4	58,4	58,7	50,8	58,3	44,0	53,4	49,4	33,4	37,0	45,5
REFERENCIA	59,7	54,7	72,9	78,6	57,8	70,6	55,9	58,5	60,5	43,2	46,6	59,7

(-) Dato no válido

En la siguiente figura se representa la evolución de los niveles promedios registrados en la zona de muestreo cada periodo estudiado.

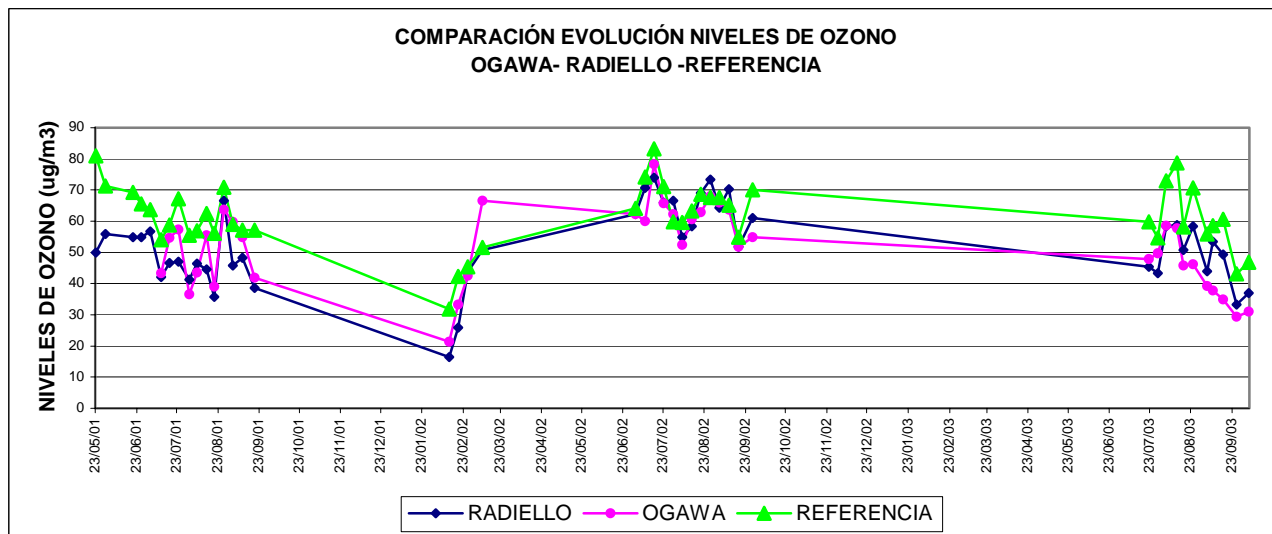
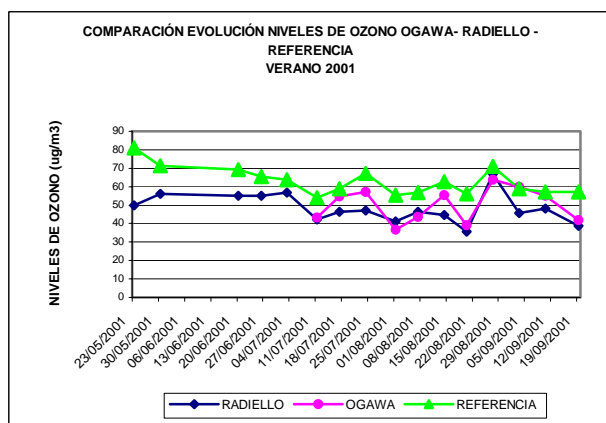
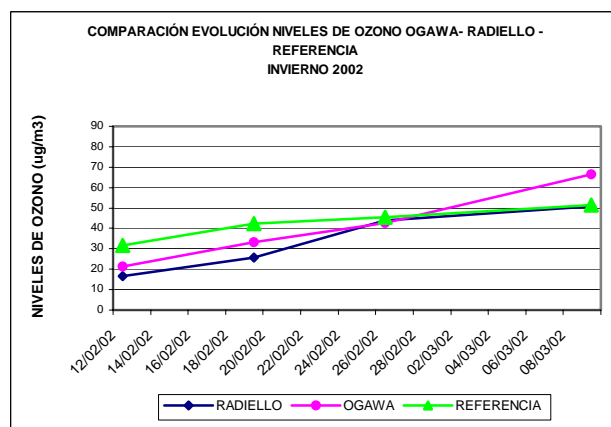


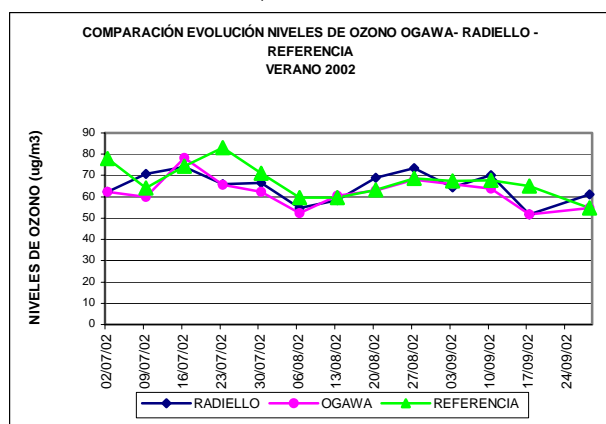
Figura 8.202. Comparación de la evolución de los niveles de ozono medidos con los tres métodos estudiados. Datos conjuntos



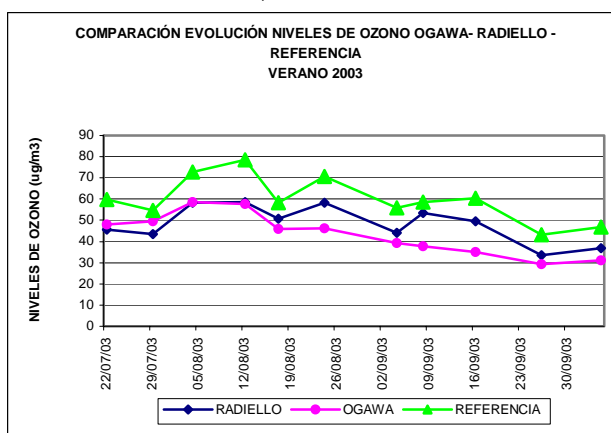
a) verano 2001



b) Invierno 2001



c) Verano 2002



d) Verano 2003

Figura 8.203. Comparación de la evolución de los niveles de ozono medidos con los tres métodos estudiados. Campañas individuales

Observando la Figura 8.202 y la Figura 8.203 se aprecia que los niveles de ozono registrados con los tres métodos siguen las mismas tendencias a lo largo de las distintas

campañas de muestreo. Hay que tener en cuenta que en estas gráficas se está realizando la comparación del promedio de todos los puntos de muestreo medidos en cada método pasivo, con el promedio de los valores registrados en las estaciones de referencia de la Conselleria de Medio Ambiente. Por lo tanto, pueden haber ligeras variaciones debido a que los promedios no consideran el mismo número de puntos en el promedio.

Clarificado este punto, cabe resaltar que generalmente, los captadores pasivos subestiman los niveles registrados de ozono troposférico. En el verano de 2001, los captadores pasivos Radiello son los que más subestiman los niveles de ozono, sin embargo, en el verano de 2003 son los captadores pasivos Ogawa los que menores valores de ozono troposférico proporcionan. En el verano de 2002 los valores medidos por los tres métodos son muy similares.

En la siguiente figura se muestra la correlación de los niveles promedios semanales medidos con los dos tipos de captadores pasivos, Radiello y Ogawa, y los niveles promedios registrados con el analizador de referencia.

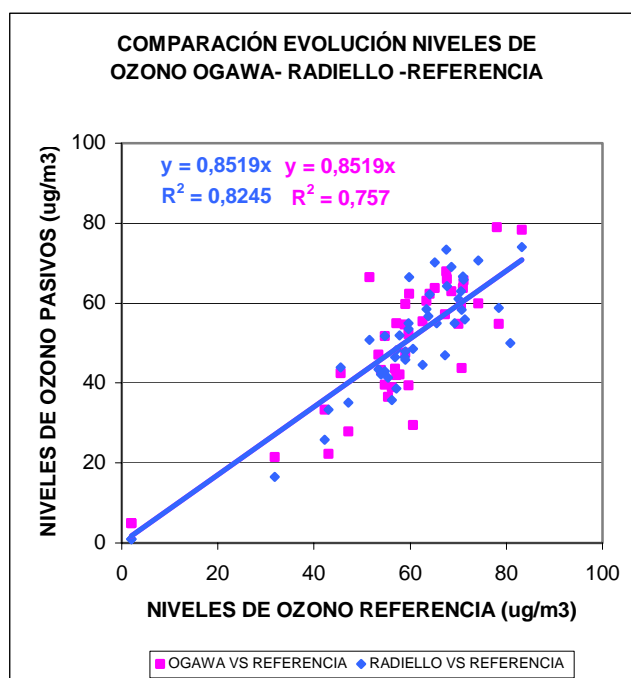


Figura 8.204. Correlación de los niveles de ozono medidos con los captadores pasivos Ogawa y Radiello frente al método de referencia

La Figura 8.204 nos muestra que ambos métodos pasivos presentan rectas de correlación frente al método de referencia buenas, con coeficientes de determinación de 0,82 en el caso del Método Radiello y de 0,76 en el caso del método Ogawa. En ambos casos, se produce una subestimación de los niveles de ozono, como ya se ha indicado anteriormente, siendo en ambos casos la pendiente de la recta 0,85. Los errores típicos de la estimación suponen  $9,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  para el caso del Método Ogawa y un error de  $7,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en el caso del Método Radiello.

En la Figura 8.205 se muestra la distribución de las concentraciones promedio de cada campaña de muestreo medidas con los dos métodos pasivos, Radiello y Ogawa, y el método de referencia. Dichos mapas se han obtenido con el programa Surfer 7.0 (Surfer) utilizando un modelo de interpolación para entender la variabilidad espacial de las concentraciones de ozono. El método utilizado para realizar la malla (grid) fue el método de Kriging por puntos. La descripción del semivariograma es del tipo de componente lineal, con una pendiente de 1, ángulo cero de anisotropía, relación o ratio de anisotropía 1, derivada polinomial de orden cero y nula desviación estándar de la malla kriguada.



8.- PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

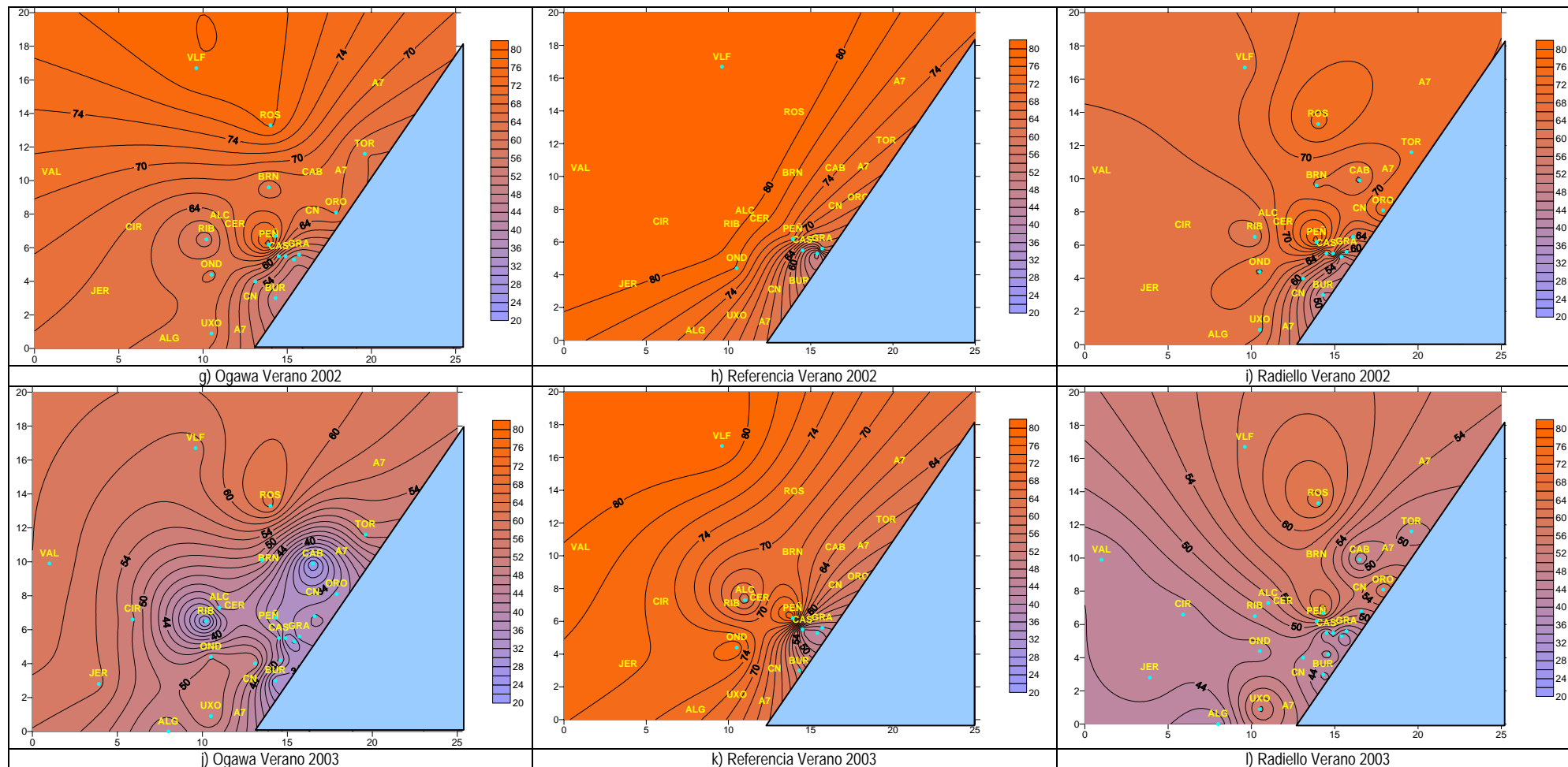


Figura 8.205. Distribución de concentraciones de ozono troposférico. Comparación de los tres métodos.

Observando la Figura 8.205 se aprecia que los valores menores de concentración de ozono se registran en todos los casos en la zona de Castellón y sus alrededores, aumentando la concentración a medida que nos alejamos hacia el interior.

También se puede observar que los mapas de concentración dibujados con el programa Surfer tienen mayor detalle en aquellos correspondientes a los dos métodos de medida pasivos que aquellos dibujados a partir de los datos de referencia. Esto se debe a que los mapas de referencia tienen un menor número de puntos, por lo que la resolución espacial que ofrecen es peor. Observamos en los mapas de referencia, que a medida que se van incorporando estaciones nuevas, los mapas van mejorando su resolución espacial. Este hecho se aprecia perfectamente en el mapa de referencia correspondiente al verano 2003, donde al haber instalado una estación de referencia en L'Alcora, aparece un foco frío en esa zona que antes no era capaz de predecir el método.

Analizando los mapas obtenidos a partir de método pasivo Ogawa, vemos como en todos los casos identifica un foco frío de ozono en la zona de Castellón y de los alrededores meridionales, mientras que las zonas de elevadas concentraciones de ozono las sitúa en la zona de Penyeta y del Desert de les Palmes y también en la zona interior. En el caso de los mapas de los veranos 2002 y 2003, aparece un foco frío situado en el eje de la cerámica Onda-Alcora, y en verano 2003 también en la zona de Cabanes.

En el caso de los mapas dibujados a partir de los datos ofrecidos por el método pasivo Radiello las interpretaciones son muy similares a las realizadas para los mapas obtenidos con el método Ogawa. Sin embargo, en este caso, el foco frío centrado en el área cerámica ya se identifica desde el primer momento en el verano de 2001.

## 8.5.2. DETERMINACIÓN DE LOS NIVELES DE DIÓXIDO DE NITRÓGENO

### 8.5.2.1. Determinación de los niveles de dióxido de nitrógeno con captadores pasivos

Para calcular los valores de  $\text{NO}_2$  obtenidos mediante el captador pasivo Radiello en las campañas de muestreo de verano 2001, invierno 2002, verano 2002 y verano 2003 según el Método 1 descrito en el capítulo 8.1.3.3.2.2. es necesario determinar primero los puntos de muestreo que se estima están en zonas con niveles de  $\text{NO}_2$  inferiores a  $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ . A dichos puntos (los que den positivo) no se les podrá calcular la concentración de  $\text{NO}_2$  obtenida con el Método Radiello y se le aplicará un valor global de  $15\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Para ello vamos a realizar la siguiente clasificación:



**Tabla 8.299. Determinación de puntos de muestreo localizados en zonas con niveles de NO<sub>2</sub> inferiores a 15µg/m<sup>3</sup>. Verano 2001**

CÓDIGO	GENÉRICO	TIPO DE ÁREA	INFERIOR A 15µg/m <sup>3</sup> SEGÚN TIPO DE ÁREA	INFERIOR A 15µg/m <sup>3</sup> SEGÚN MAPA CAPÍTULO 8.1.3.3.2.2.	ESTIMACIÓN GLOBAL INFERIOR A 15µg/m <sup>3</sup>
OND E	Onda Este	Suburbana	NO	SI	NO
A7B	Autopista A7 salida Burriana	Carretera	NO	NO	NO
ERM	Ermita	Rural	SI	SI	SI
CNV	Carretera N-340 Villarreal	Carretera	NO	NO	NO
PEÑ	Penyeta	Rural	SI	NO	NO
GRA	Grao Castellón	Suburbana	NO	NO	NO
CAM	Cámara Comercio Castellón	Urbana	NO	NO	NO
CAC	Casino Antiguo Castellón	Urbana	NO	NO	NO
BEN V	Villas Benicassim	Urbana	NO	SI	NO
CER	Carretera Alcora Choquera	Carretera	NO	NO	NO

**Tabla 8.300. Determinación de puntos de muestreo localizados en zonas con niveles de NO<sub>2</sub> inferiores a 15µg/m<sup>3</sup>. Invierno 2002**

CÓDIGO	GENÉRICO	TIPO DE ÁREA	INFERIOR A 15µg/m <sup>3</sup> SEGÚN TIPO DE ÁREA	INFERIOR A 15µg/m <sup>3</sup> SEGÚN MAPA CAPÍTULO 8.1.3.3.2.2.	ESTIMACIÓN GLOBAL INFERIOR A 15µg/m <sup>3</sup>
OND O	Onda Oeste	Rural	NO	NO	NO
A7B	Autopista A7 Burriana	Carretera	NO	NO	NO
ERM	Ermita	Rural	SI	SI	SI
CNV	Carretera N-340 Villarreal	Carretera	NO	NO	NO
PEÑ	Penyeta	Rural	SI	NO	NO
GRA	Grao Castellón	Suburbana	NO	NO	NO
CAM	Cámara Comercio Castellón	Urbana	NO	NO	NO
CAC	Casino Antiguo Castellón	Urbana	NO	NO	NO
BEN V	Villas Benicassim	Urbana	NO	NO	NO
CER	Carretera Alcora Choquera	Carretera	NO	NO	NO
BRN	La Barona	Rural	SI	NO	NO

**Tabla 8.301. Determinación de puntos de muestreo localizados en zonas con niveles de NO<sub>2</sub> inferiores a 15µg/m<sup>3</sup>. Verano 2002**

CÓDIGO	GENÉRICO	TIPO DE ÁREA	INFERIOR A 15µg/m <sup>3</sup> SEGÚN TIPO DE ÁREA	INFERIOR A 15µg/m <sup>3</sup> SEGÚN MAPA CAPÍTULO 8.1.3.3.2.2.	ESTIMACIÓN GLOBAL INFERIOR A 15µg/m <sup>3</sup>
UXO	Vall d'Uixó	Rural	SI	NO	NO
A7B	Autopista A7 Burriana	Carretera	NO	NO	NO
VLF	Villafranca	Rural	SI	SI	SI
CNV	Carretera N-340 Villareal	Carretera	NO	NO	NO
ERM	Ermita	Rural	SI	SI	SI
GRA	Grao	Suburbana	NO	NO	NO
CAM	Cámara Comercio Castellón	Urbana	NO	NO	NO
CAC	Casino Antiguo Castellón	Urbana	NO	NO	NO
PEÑ	Penyeta	Rural	SI	NO	NO
OND O	Onda Oeste	Suburbana	NO	SI	NO
CER	Carretera Alcora	Carretera	NO	NO	NO
BRN	La Barona	Rural	SI	SI	SI
TOR	Torreblanca	Rural	SI	SI	SI

**Tabla 8.302. Determinación de puntos de muestreo localizados en zonas con niveles de NO<sub>2</sub> inferiores a 15µg/m<sup>3</sup>. Verano 2002**

CÓDIGO	GENÉRICO	TIPO DE ÁREA	INFERIOR A 15µg/m <sup>3</sup> SEGÚN TIPO DE ÁREA	INFERIOR A 15µg/m <sup>3</sup> SEGÚN MAPA CAPÍTULO 8.1.3.3.2.2.	ESTIMACIÓN GLOBAL INFERIOR A 15µg/m <sup>3</sup>
UXO	Vall d'Uixó	Rural	SI	NO	NO
A7C	Autopista A7 Castellón	Carretera	NO	NO	NO
CNV	Carretera N-340 Villareal	Carretera	NO	NO	NO
ERM	Ermita	Rural	SI	NO	NO
GRA	Grao	Suburbana	NO	NO	NO
CAM	Cámara Comercio Castellón	Urbana	NO	NO	NO
CAS	Castellón	Urbana	NO	NO	NO
PEÑ	Penyeta	Rural	SI	NO	NO
MAG	Magdalena	Rural	NO	NO	NO
OND O	Onda Oeste	Suburbana	NO	SI	SI
RIB	Ribesalbes	Rural	NO	NO	NO
ALC	L'Alcora	Urbana	SI	NO	NO
CER	Carretera Alcora	Carretera	NO	NO	NO
VLF	Villafranca	Rural	SI	SI	SI
ROS	Rosildos	Carretera	NO	NO	NO
CAB	Cabanes	Rural	SI	NO	NO

Tabla 8.302 Cont.

CÓDIGO	GENÉRICO	TIPO DE ÁREA	INFERIOR A 15µg/m <sup>3</sup> SEGÚN TIPO DE ÁREA	INFERIOR A 15µg/m <sup>3</sup> SEGÚN MAPA CAPÍTULO 8.1.3.3.2.2.	ESTIMACIÓN GLOBAL INFERIOR A 15µg/m <sup>3</sup>
TOR	Torreblanca	Rural	SI	NO	NO
ORO	Oropesa	Suburbana	NO	NO	NO
CN	Carretera N-340 Torreblanca	Carretera	NO	NO	NO
VIL	Villareal	Rural	SI	NO	NO
BUR	Burriana	Rural	SI	NO	NO
ALZ	Almazora	Suburbana	NO	NO	NO
CIR	Cirat	Rural	SI	SI	SI
JER	Jérica	Rural	SI	SI	SI
VAL	Valbona	Rural	SI	SI	SI
ALG	Algar	Rural	SI	SI	SI

En la siguientes tablas se presentan los valores de dióxido de nitrógeno medidos con los el captador pasivo Radiello en aquellos puntos de medida donde se ha podido aplicar el Método 1 del capítulo 8.1.3.3.2.2. y que han dado negativo en las tablas Tabla 8.299 a Tabla 8.302.

Tabla 8.303. Niveles de NO<sub>2</sub> medido con captadores pasivos Radiello. Verano 2001

LOCALIZACIÓN		Concentración NO <sub>2</sub> Radiello (µg/m <sup>3</sup> )																PRO MED	S
CÓDIGO	GENÉRICO	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7	Sem 8	Sem 9	Sem 10	Sem 11	Sem 12	Sem 13	Sem 14	Sem 15	Sem 16		
OND E	Onda Este	-	-	37,0	32,2	33,6	25,6	26,6	21,5	36,9	22,2	30,9	17,8	17,9	23,7	-	*	24,8	6,1
A7B	Autopista A7 salida Burriana	-	-	49,0	45,0	54,6	35,7	50,4	32,1	83,5	55,6	43,3	45,3	33,8	50,7	41,9	*	47,2	14,9
ERM	Ermita	< 15 µg/m <sup>3</sup>																	
CNV	Carretera N-340 Villareal	-	-	51,5	45,0	38,1	35,7	44,9	36,7	67,9	42,5	43,2	29,0	36,5	43,5	25,4	*	40,5	11,6
PEÑ	Penyeta	-	-	22,5	22,1	17,1	17,6	26,1	15,1	32,9	13,9	21,2	18,1	20,4	21,5	*	*	20,8	5,8
GRA	Grao Castellón	-	-	31,0	19,9	20,0	15,9	28,6	19,9	22,9	25,5	19,1	18,6	18,2	25,7	12,3	*	20,7	5,0
CAM	Cámara Comercio Castellón	-	-	37,4	36,3	31,1	28,8	40,5	19,4	48,5	31,6	34,9	33,8	24,8	38,4	22,6	*	32,3	8,8
CAC	Casino Antiguo Castellón	-	-	41,1	41,4	40,2	32,8	49,4	30,5	56,4	38,1	39,8	41,7	40,4	53,7	28,0	*	41,1	9,6
BEN V	Villas Benicassim	-	-	32,8	31,2	31,5	24,7	30,1	21,1	32,9	25,4	30,0	27,9	20,1	28,7	*	*	26,8	4,3
CER	Carretera Alcora Choquera	-	-	39,6	38,9	44,4	30,8	44,5	30,9	36,2	33,0	37,4	18,4	33,0	34,0	-	*	33,1	6,9

(-) Dato no válido

(\*) No se coloca

**Tabla 8.304. Niveles de NO<sub>2</sub> medido con captadores pasivos Radiello. Invierno 2002**

LOCALIZACIÓN		Concentración NO <sub>2</sub> Radiello (µg/m <sup>3</sup> )							
CÓDIGO	GENÉRICO	Sem 17	Sem 18	Sem 19	Sem 20	PROMED Sem 17-18	S Sem 17-18	PROMED Sem 17-20	S Sem 17-20
OND O	Onda Oeste	20,1	31,1	31,4	35,1	25,6	7,8	*	*
A7B	Autopista A7 Burriana	72,2	-	*	*	72,2	-	*	*
ERM	Ermita	< 15 µg/m <sup>3</sup>							
CNV	Carretera N-340 Villareal	72,8	53,3	*	*	63,1	13,8	*	*
PEÑ	Penyeta	45,3	29,6	37,2	50,0	37,5	11,1	40,5	8,9
GRA	Grao Castellón	39,7	44,0	46,2	62,3	41,8	3,0	48,0	9,8
CAM	Cámara Comercio Castellón	62,4	57,8	*	*	60,1	3,2	*	*
CAC	Casino Antiguo Castellón	83,1	82,8	*	*	83,0	0,2	*	*
BEN V	Villas Benicassim	36,6	32,6	*	*	34,6	2,8	34,6	2,8
CER	Carretera Alcora Choquera	57,5	57,2	*	*	57,3	0,2	*	*
BRN	La Barona	45,7	18,9	*	*	32,3	18,9	32,3	18,9

(-) Dato no válido (\*) No se coloca

**Tabla 8.305. Niveles de NO<sub>2</sub> medido con captadores pasivos Radiello. Verano 2002**

LOCALIZACIÓN		Concentración NO <sub>2</sub> Radiello (µg/m <sup>3</sup> )															
CÓDIGO	GENÉRICO	Sem 21	Sem 22	Sem 23	Sem 24	Sem 25	Sem 26	Sem 27	Sem 28	Sem 29	Sem 30	Sem 31	Sem 32	Sem 33	Sem 34	PRO MED	S
UXO	Vall d'Uixó	*	16,6	15,9	20,4	20,7	47,1	17,5	14,3	16,9	23,1	22,0	21,2	19,3	*	21,2	8,6
A7B	Autopista A7 Burriana	*	40,8	44,4	47,3	48,8	72,6	47,8	35,0	39,4	51,9	53,5	48,8	48,7	*	48,2	9,3
VLF	Villafranca	*	< 15 µg/m <sup>3</sup>														
CNV	Carretera N-340 Villareal	*	28,2	26,9	36,9	32,1	64,2	36,9	25,5	24,3	35,1	-	-	39,4	*	35,0	11,6
ERM	Ermita	*	< 15 µg/m <sup>3</sup>														
GRA	Grao	*	16,1	12,6	16,8	21,6	21,3	16,8	16,3	16,7	30,1	27,1	20,4	28,9	*	20,4	5,6
CAM	Cámara Comercio Castellón	*	23,8	19,9	36,3	31,9	44,0	24,1	28,7	24,9	37,2	36,8	34,9	40,4	*	31,9	7,6
CAC	Casino Antiguo Castellón	*	32,3	29,2	42,2	41,8	52,0	26,0	29,9	32,3	50,2	50,4	41,4	59,5	*	40,6	10,8
PEÑ	Penyeta	*	12,1	12,3	19,4	21,7	31,1	20,6	19,7	10,1	15,2	15,7	25,2	25,0	*	19,0	6,3
OND O	Onda Oeste	*	15,9	12,2	15,1	8,5	26,5	11,0	10,0	8,7	12,3	25,0	19,1	11,6	*	14,7	6,0
CER	Carretera Alcora	*	27,7	-	38,6	24,8	61,8	16,7	16,0	23,3	35,4	32,2	-	33,7	*	31,0	13,2
BRN	La Barona	*	< 15 µg/m <sup>3</sup>														
TOR	Torreblanca	*	< 15 µg/m <sup>3</sup>														

(-) Dato no válido (\*) No se coloca

Tabla 8.306. Niveles de NO<sub>2</sub> medido con captadores pasivos Radiello. Verano 2003

LOCALIZACIÓN		Concentración NO <sub>2</sub> Radiello (µg/m <sup>3</sup> )													
CÓDIGO	GENÉRICO	Sem 35	Sem 36	Sem 37	Sem 38	Sem 39	Sem 40	Sem 41	Sem 42	Sem 43	Sem 44	Sem 45	Sem 46	PROM ED	S
UXO	Vall d'Uixó	*	17,6	28,2	48,8	25,6	19,5	21,0	12,2	22,9	23,9	*	*	24,4	10,3
A7C	Autopista A7 Castellón	*	41,7	48,0	99,9	50,0	41,7	38,9	32,5	33,2	48,6	44,9	37,8	47,0	18,5
CNV	Carretera N-340 Villareal	*	-	45,5	71,2	35,3	42,5	39,5	31,3	57,1	48,0	*	*	46,3	12,8
ERM	Ermita	*	29,9	35,7	100,7	41,9	30,0	23,4	21,3	39,6	44,2	39,3	46,4	41,1	21,4
GRA	Grao	*	13,5	26,7	65,6	26,5	25,8	18,7	19,3	35,3	36,3	20,4	35,0	29,4	14,1
CAM	Cámara Comercio Castellón	*	27,6	37,0	111,3	52,0	40,8	33,4	30,2	59,0	78,3	56,4	63,5	53,6	24,8
CAS	Castellón	*	39,7	52,8	122,6	55,5	39,3	39,5	48,9	62,0	69,9	51,5	49,9	57,4	23,6
PEÑ	Penyeta	*	12,1	26,6	35,3	15,6	12,2	10,4	15,3	19,6	*	*	*	18,4	8,6
MAG	Magdalena	*	11,4	20,6	41,7	20,5	13,0	9,9	14,3	14,9	16,4	17,0	19,5	18,1	8,6
ONDO	Onda Oeste	< 15 µg/m <sup>3</sup>													
RIB	Ribesalbes	*	19,1	20,5	25,6	14,4	13,1	10,6	6,8	5,3	10,2	15,4	10,2	13,7	6,1
ALC	L'Alcora	*	19,7	27,7	55,1	23,7	18,1	18,3	10,5	33,7	33,7	37,0	29,1	27,9	12,1
CER	Carretera Alcora	*	20,9	29,9	61,7	26,2	25,7	20,0	21,7	30,6	38,2	32,7	36,4	31,3	11,8
VLF	Villafranca	< 15 µg/m <sup>3</sup>													
ROS	Rosildos	*	3,6	12,3	16,7	7,3	9,7	-	*	*	*	*	*	9,9	5,0
CAB	Cabanes	*	11,4	15,6	28,7	12,9	9,3	8,1	-	11,4	12,6	14,0	11,8	13,6	5,7
TOR	Torreblanca	*	20,1	24,4	56,1	23,3	15,3	14,9	11,3	24,9	20,4	-	22,8	23,4	12,4
ORO	Oropesa	*	11,2	15,7	41,4	16,7	12,8	11,1	14,5	18,9	12,0	20,1	20,3	17,7	8,6
CN	Carretera N-340 Torreblanca	*	35,7	39,2	71,6	38,9	33,2	36,9	35,7	-	39,9	37,2	42,3	41,1	11,0
VIL	Villareal	*	21,4	28,0	36,5	13,5	21,4	22,0	18,4	25,9	36,2	42,3	36,7	27,5	9,2
BUR	Burriana	*	15,0	26,4	56,2	28,3	24,9	23,2	12,2	25,8	28,0	51,3	24,3	28,7	13,4
ALZ	Almazora	*	22,6	30,5	66,7	33,2	22,4	20,6	18,1	32,9	41,3	40,1	42,6	33,7	13,9
BEN	Benicassim	*	-	44,9	80,3	51,9	29,4	27,8	32,0	40,9	36,0	40,7	30,0	41,4	15,7
CIR	Cirat	< 15 µg/m <sup>3</sup>													
JER	Jérica	< 15 µg/m <sup>3</sup>													
VAL	Valbona	< 15 µg/m <sup>3</sup>													
ALG	Algar	< 15 µg/m <sup>3</sup>													

(-) Dato no válido (\*) No se coloca

8.5.2.2. Determinación de los niveles de NO<sub>2</sub> con el método de referencia

En las siguientes tablas se presentan los resultados de ozono obtenidos mediante el método de referencia, valores cedidos por la Consellería de Medio Ambiente, en las campañas de muestreo de verano 2001, invierno 2002, verano 2002 y verano 2003.

**Tabla 8.307. Niveles de NO<sub>2</sub>: Método de referencia. Verano 2001**

LOCALIZACIÓN		Concentración NO <sub>2</sub> Radiello (µg/m <sup>3</sup> )																	
CÓDIGO	GENÉRICO	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7	Sem 8	Sem 9	Sem 10	Sem 11	Sem 12	Sem 13	Sem 14	Sem 15	Sem 16	PROMED	S
ERM	Ermita	-	4,4	19,2	14,2	13,1	9,6	10,1	12,1	9,3	5,7	4,4	5,2	6,2	6,0	8,0	5,4	8,8	4,3
GRA	Grao Castellón	35,6	22,3	21,3	20,8	19,3	15,9	20,4	25,1	20,2	14,8	17,3	16,8	20,2	26,2	20,6	27,9	20,6	3,7
PEÑ	Penyeta	28,4	19,5	21,0	17,3	12,0	13,8	17,1	16,4	13,9	4,9	6,8	10,5	11,3	11,9	14,5	15,9	13,8	4,4
OND	Onda	11,9	9,6	11,0	11,1	5,9	8,4	7,8	9,5	8,9	10,9	7,2	6,5	5,4	4,9	9,7	10,5	8,5	2,1
CAS	Castelló	-	44,4	56,1	56,6	47,1	46,3	49,1	57,2	50,6	34,8	36,3	40,3	45,5	51,6	49,4	58,8	48,3	7,4

(-) Dato no válido

**Tabla 8.308. Niveles de NO<sub>2</sub>: Método de referencia. Invierno 2002**

LOCALIZACIÓN		Concentración NO <sub>2</sub> Radiello (µg/m <sup>3</sup> )							
CÓDIGO	GENÉRICO	Sem 17	Sem 18	Sem 19	Sem 20	PROMED Sem 17-18	S Sem 17-18	PROMED Sem 17-20	S Sem 17-20
ERM	Ermita	-	-	4,15	4,34	-	-	4,2	0,1
GRA	Grao de Castellón	45,5	43,7	35,7	38,9	44,6	1,3	41,0	4,5
PEÑ	Penyeta	21,6	18,2	19,6	20,9	19,9	2,4	20,1	1,5
OND	Onda	-	-	-	-	-	-	-	-
CAS	Castelló	74,1	72,9	76,7	67,8	73,5	0,8	72,9	3,7

(-) Dato no válido

**Tabla 8.309. Niveles de NO<sub>2</sub>: Método de referencia. Verano 2002**

LOCALIZACIÓN		Concentración NO <sub>2</sub> Radiello (µg/m <sup>3</sup> )															
CÓDIGO	GENÉRICO	Sem 21	Sem 22	Sem 23	Sem 24	Sem 25	Sem 26	Sem 27	Sem 28	Sem 29	Sem 30	Sem 31	Sem 32	Sem 33	Sem 34	PROMED	S
ERM	Ermita	8,6	8,3	8,6	15,1	13,6	9,9	8,8	9,4	7,7	10,4	10,4	8,9	8,5	8,1	9,8	2,2
GRA	Grao de Castellón	-	16,7	14,6	26,0	26,4	17,9	18,2	18,7	17,2	25,7	23,9	19,1	27,0	27,9	21,5	4,7
PEÑ	Penyeta	-	9,7	8,9	13,5	17,4	19,1	14,0	13,5	5,5	12,5	9,9	17,9	18,7	17,4	13,7	4,3
OND	Onda	4,0	-	6,9	16,5	14,5	11,2	8,4	7,2	6,1	8,6	25,4	20,9	15,3	23,7	13,7	6,8
CAS	Castelló	50,7	41,1	44,3	60,4	58,0	42,3	47,9	46,6	47,6	59,1	57,9	56,8	67,3	75,6	54,2	10,3
VLF	Villafranca	15,8	-	13,5	18,5	12,6	9,9	12,9	9,2	9,2	15,5	16,6	22,3	14,6	15,8	14,3	4,0

(-) Dato no válido

**Tabla 8.310. Niveles DE NO<sub>2</sub>: Método de referencia. Verano 2003**

LOCALIZACIÓN		Concentración NO <sub>2</sub> Radiello (µg/m <sup>3</sup> )													
CÓDIGO	GENÉRICO	Sem 35	Sem 36	Sem 37	Sem 38	Sem 39	Sem 40	Sem 41	Sem 42	Sem 43	Sem 44	Sem 45	Sem 46	PROM ED	S
ERM	Ermita	-	17,9	34,1	52,1	45,3	26,8	26,4	25,7	40,2	16,5	33,5	37,3	32,3	11,0
GRA	Grao de Castellón	-	13,5	23,9	35,7	23,5	26,1	-	22,8	29,8	27,5	25,4	28,3	25,7	5,7
PEÑ	Penyeta	-	7,8	12,5	21,0	17,5	7,1	6,3	15,3	-	-	-	-	12,5	5,7
OND	Onda	-	9,6	13,9	11,5	13,9	9,4	9,3	15,2	14,8	15,3	11,9	12,8	12,5	2,3
CAS	Castelló	-	37,5	60,5	83,3	49,9	49,1	43,9	53,4	69,7	79,4	61,8	66,7	59,6	14,5
VLF	Villafranca	-	5,2	4,5	4,9	4,4	4,5	4,8	-	4,9	6,7	7,6	5,3	5,3	1,0
BUR	Burriana	-	15,2	23,9	28,0	28,4	19,9	19,0	23,9	24,5	26,2	22,5	24,3	23,3	3,9
ALC	Alcora	-	21,3	27,8	32,9	26,9	17,3	16,4	15,6	26,9	29,7	23,4	23,6	23,8	5,7
ALZ	Almazora	-	15,1	23,9	29,5	24,1	18,6	18,6	22,7	27,0	30,0	27,3	26,5	23,9	4,8
BEN	Benicassim	-	16,9	27,6	38,9	35,9	22,2	23,6	24,2	28,3	32,5	28,7	25,2	27,6	6,3

(-) Dato no válido

**8.5.2.3. Comparación de los niveles obtenidos con el método pasivo respecto al método de referencia**

En las siguientes tablas se presenta el promedio semanal medido con el método de medición pasivo Radiello y el método de referencia.

**Tabla 8.311. Comparación niveles de NO<sub>2</sub>: Verano 2001**

MÉTODO	Concentración NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )															
	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7	Sem 8	Sem 9	Sem 10	Sem 11	Sem 12	Sem 13	Sem 14	Sem 15	Sem 16
RADIELLO	-	-	38,0	35,4	34,7	28,1	38,4	25,5	46,0	33,1	34,0	28,4	27,2	36,4	25,1	-
REFERENCIA	25,3	20,0	25,7	24,0	19,5	18,8	20,9	24,1	20,6	14,2	14,4	15,9	17,7	20,1	20,4	23,7

(-) Dato no válido

**Tabla 8.312. Comparación niveles de NO<sub>2</sub>: Invierno 2002**

MÉTODO	Concentración NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )			
	Sem 17	Sem 18	Sem 19	Sem 20
RADIELLO	54,0	46,3	47,4	59,0
REFERENCIA	47,1	44,9	34,0	33,0

(-) Dato no válido

**Tabla 8.313. Comparación niveles de NO<sub>2</sub>: Verano 2002**

MÉTODO	Concentración NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )													
	Sem 21	Sem 22	Sem 23	Sem 24	Sem 25	Sem 26	Sem 27	Sem 28	Sem 29	Sem 30	Sem 31	Sem 32	Sem 33	Sem 34
RADIELLO	-	22,7	20,0	28,2	24,9	45,3	21,7	20,7	19,7	29,6	31,5	26,5	30,0	22,7
REFERENCIA	19,8	19,0	16,1	25,0	23,8	18,4	18,4	17,4	15,6	22,0	24,0	24,4	25,2	28,1

(-) Dato no válido (\*) No se coloca

Tabla 8.314. Comparación niveles de NO<sub>2</sub>: Verano 2003

MÉTODO	Concentración NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )											
	Sem 35	Sem 36	Sem 37	Sem 38	Sem 39	Sem 40	Sem 41	Sem 42	Sem 43	Sem 44	Sem 45	Sem 46
RADIELLO	-	21,7	28,3	59,1	27,5	22,4	20,5	19,6	28,0	32,8	32,9	31,0
REFERENCIA	-	16,0	25,3	33,8	27,0	20,1	18,7	24,3	29,6	29,3	26,9	27,8

(-) Dato no válido

En la siguiente figura se representa la evolución de los niveles promedios registrados en la zona de muestreo cada periodo estudiado.

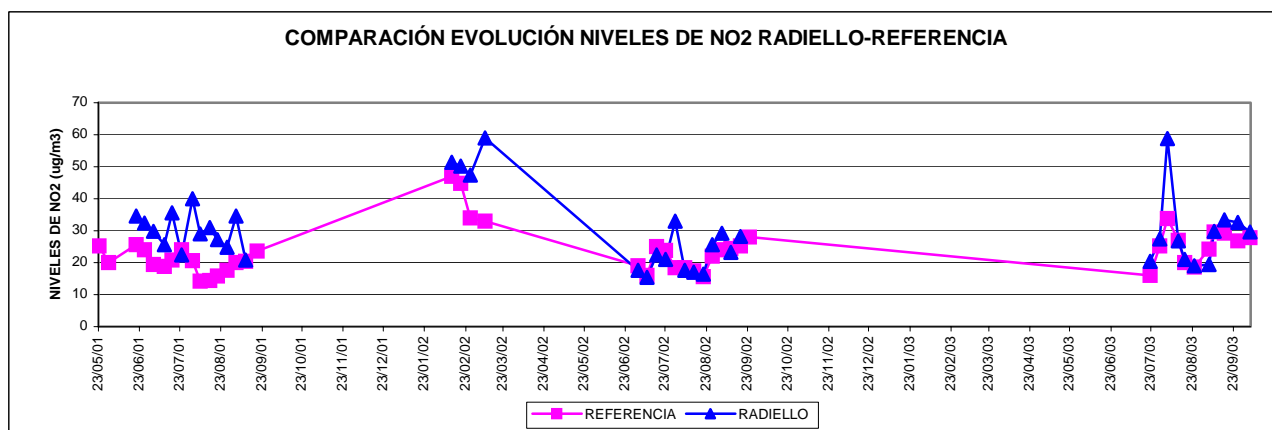
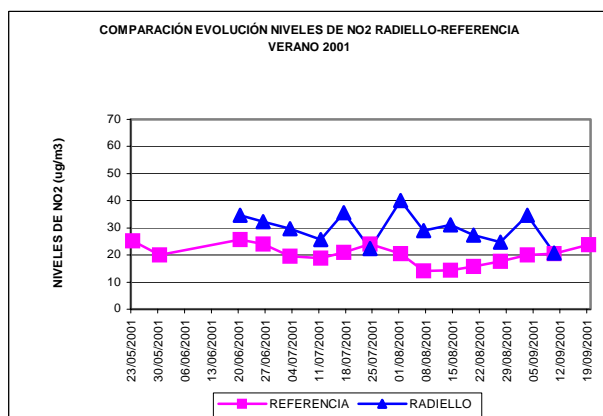
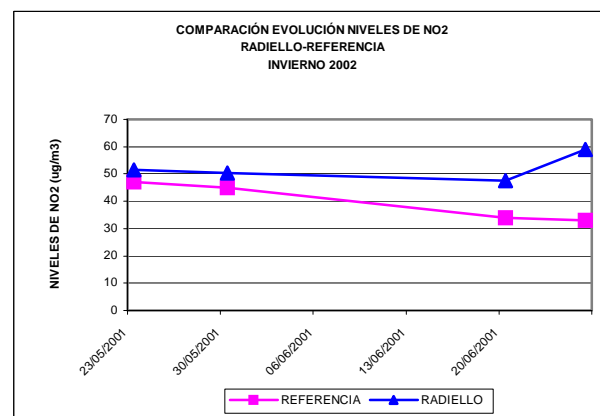


Figura 8.206. Comparación de la evolución de los niveles de NO<sub>2</sub> medidos con los tres métodos estudiados.



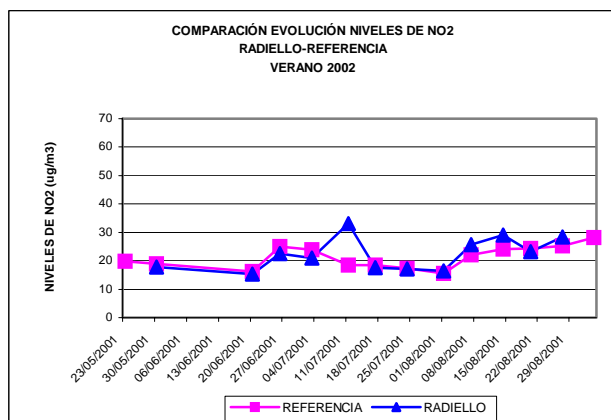
a) verano 2001



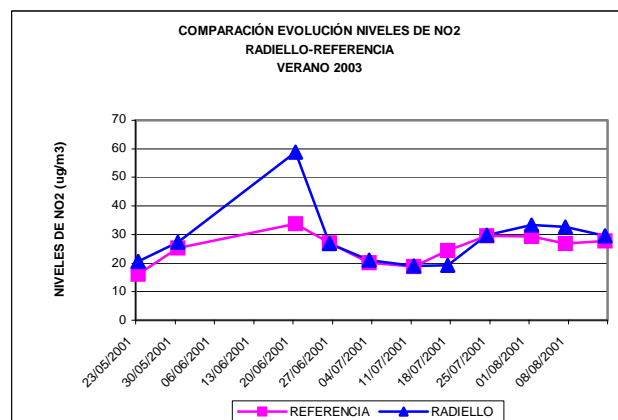
b) Invierno 2001



8.- PRESENTACIÓN DE RESULTADOS



c) Verano 2002



d) Verano 2003

Figura 8.207. Comparación de la evolución de los niveles de NO2 medidos con los tres métodos estudiados. Campañas individuales

Observando la Figura 8.206 y la Figura 8.207 se aprecia que los niveles de NO2 registrados con los dos métodos siguen las mismas tendencias a lo largo de las distintas campañas de muestreo. Sin embargo, en las campañas de Invierno 2002 y verano 2001 se comprueba que los captadores Radiello sobreestiman la concentración promedio de NO<sub>2</sub> en el área, mientras que en las campañas de verano 2002 y verano 2003 los valores están muy igualados. Cabe recordar que para calcular el coeficiente de captación efectivo aplicable en la campaña de muestreo verano 2001, como sólo había una estación de referencia útil, el Grao, el cálculo del coeficiente se realizó promediando los coeficientes de captación individual de una semana con su anterior y posterior. En el caso de la campaña de muestreo de invierno 2002, ocurrió un caso similar, pues al haber, de nuevo, una única estación útil de referencia (Grao), se aplicó un único valor del coeficiente de captación promedio del obtenido cada semana. Estas alteraciones del modo de cálculo del coeficiente de captación efectivo pueden haber resultado en la sobreestimación de los valores ofrecidos por los captadores Radiello en estas dos campañas.

En la siguiente figura se muestra la correlación de los niveles promedios semanales medidos con los dos tipos de captadores pasivos, Radiello, y los niveles promedios registrados con el analizador de referencia.

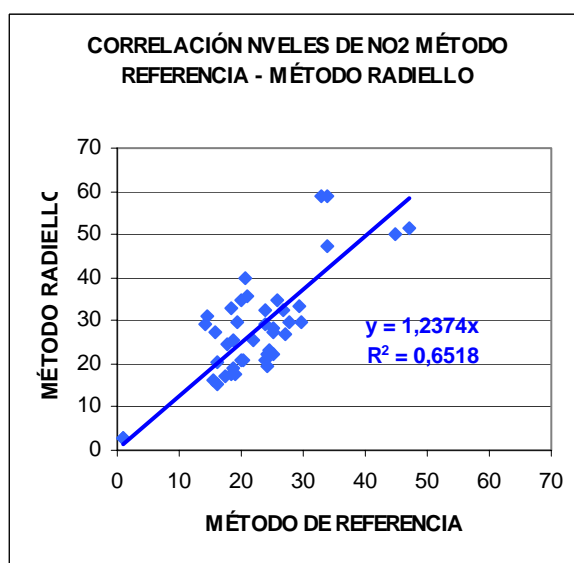
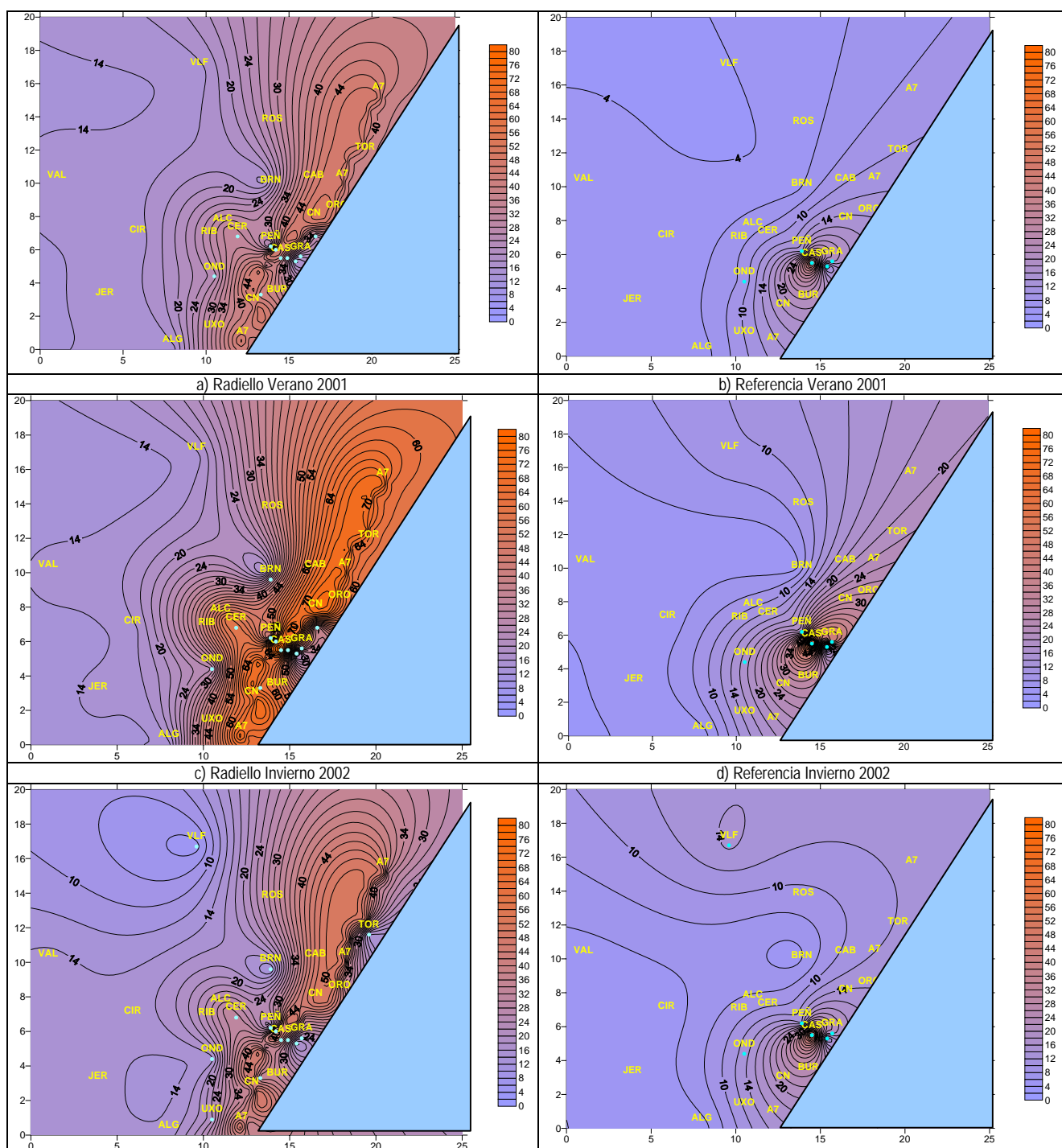


Figura 8.208. Correlación de los niveles de NO2 medidos con los captadores pasivos Ogawa y Radiello frente al método de referencia

## 8.- PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

La Figura 8.208 nos muestra que ambos métodos pasivos presentan rectas de correlación frente al método de referencia buenas, con coeficiente de determinación de 0,65. En este caso, se produce una sobreestimación de los niveles de  $\text{NO}_2$ , como ya se ha indicado anteriormente, siendo la pendiente de la recta 1,24. Los errores típicos de la estimación suponen un error de  $8,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en el caso del Método Radiello.

En la Figura 8.209 se muestra la distribución de la concentración promedio de  $\text{NO}_2$  en cada campaña de muestreo medidas con el método pasivo Radiello y el método de referencia. Dichos mapas se han obtenido con el programa Surfer 7.0. (Surfer) utilizando las mismas variables de diseño que en el caso de los mapas de ozono.



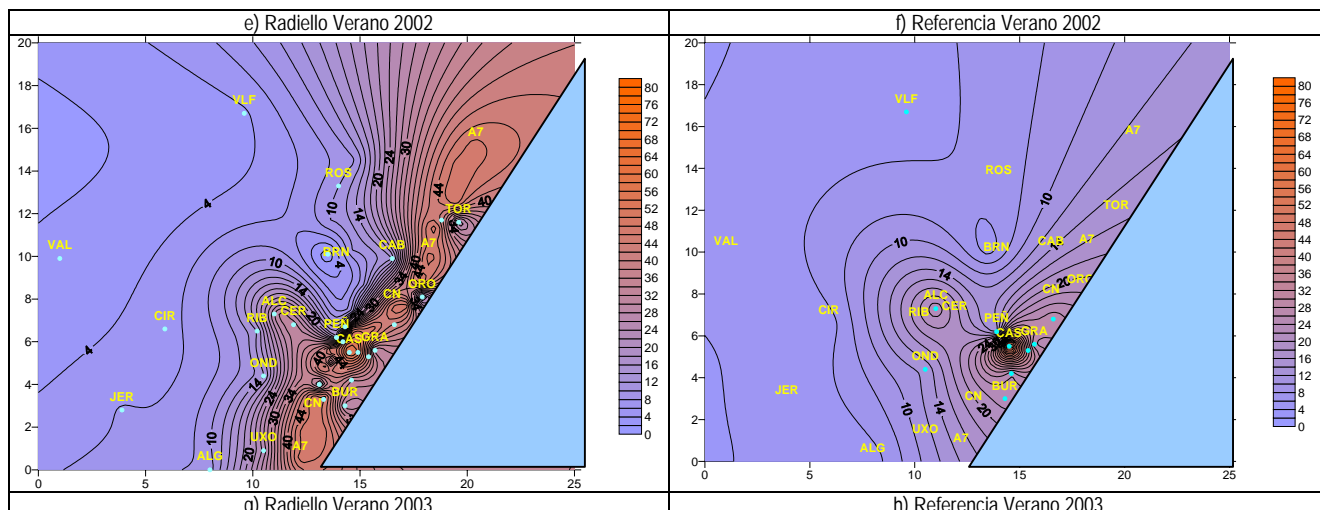


Figura 8.209. Distribución de concentraciones de NO<sub>2</sub>. Comparación de los tres métodos.

Observando la Figura 8.209 se aprecia que los mayores valores de concentración de NO<sub>2</sub> se registran en todos los casos en la zona de Castellón y sus alrededores, disminuyendo la concentración a medida que nos alejamos hacia el interior. En el caso de los mapas dibujados a partir de los niveles de NO<sub>2</sub> obtenidos con el Método Radiello, se observa además un área longitudinal correspondiente con la Autopista A-7, la carretera N-340 y otra área correspondiente a la carretera de Castellón a Alcora, la cual es representante de una carretera asociada al sector cerámico.

De esto se deduce que los mapas resultantes de los datos del Método Radiello tienen mayor detalle que aquellos dibujados a partir de los datos de referencia debido al mayor número de puntos que aumentan considerablemente la resolución espacial.

### 8.5.3. DETERMINACIÓN DE LAS RELACIONES ENTRE LOS NIVELES DE OZONO Y DIÓXIDO DE NITRÓGENO

#### 8.5.3.1. Estudio de las relaciones entre ambos contaminantes

Se pretende comparar los niveles del dióxido de nitrógeno con los niveles de ozono troposférico medidos mediante el método de referencia y mediante el método pasivo para ver las posibles relaciones existentes entre contaminante primario y secundario.

Tomando los datos de las Tabla 8.294 a Tabla 8.298 y de las Tabla 8.311 a Tabla 8.314 se obtiene la siguiente matriz de correlación:

Tabla 8.315. Matriz de correlación de niveles promedio semanales de ozono y NO<sub>2</sub> medidos con el método de referencia y el método Radiello

		Correlaciones			
		O3Referencia	O3Radiello	NO2Radiello	NO2 Referencia
O3Referencia	Correlación de Pearson	1	,797**	-,364*	-,450**
	Sig. (bilateral) N	46	,000 45	,019 41	,002 45
O3Radiello	Correlación de Pearson	,797**	1	-,379*	-,475**
	Sig. (bilateral) N	,000 45	,000 45	,014 41	,001 44
NO2Radiello	Correlación de Pearson	-,364*	-,379*	1	,606**
	Sig. (bilateral) N	,019 41	,014 41	,014 41	,000 41
NO2Referencia	Correlación de Pearson	-,450**	-,475**	,606**	1
	Sig. (bilateral) N	,002 45	,001 44	,000 41	,000 45

\*\* - La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

\* - La correlación es significante al nivel 0,05 (bilateral).

En dicha matriz se aprecia que los niveles de ozono están correlacionados negativamente con los niveles de NO<sub>2</sub> tanto en los resultados ofrecidos por el método de referencia como por el método pasivo. Cabe decir que la correlación del método de referencia es significativa en un 99% y la del método pasivo es significativa en un 95%.

En la Figura 8.210 se muestra la correlación existente entre los niveles de ambos contaminantes.

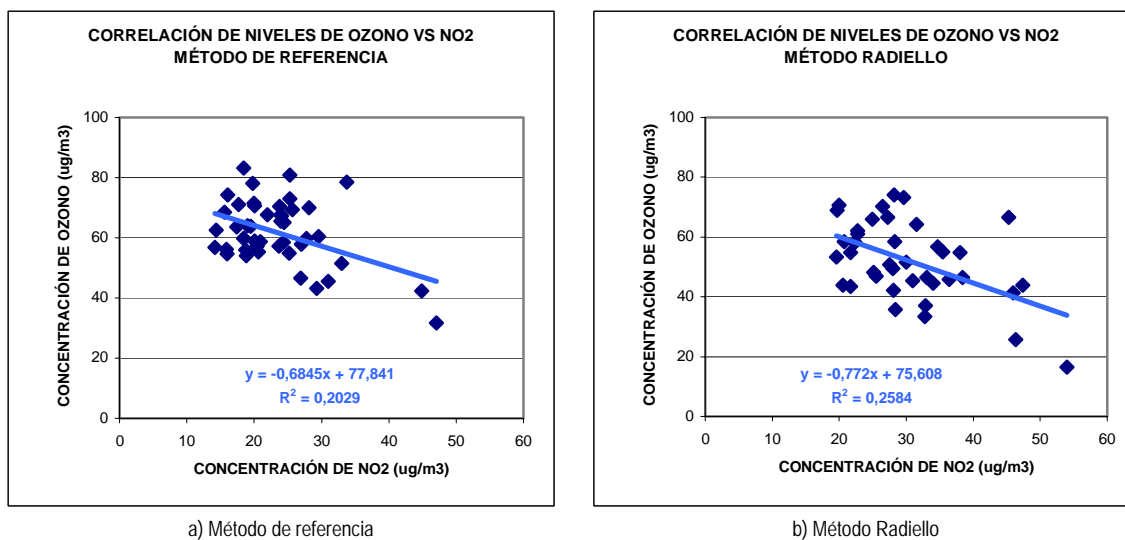
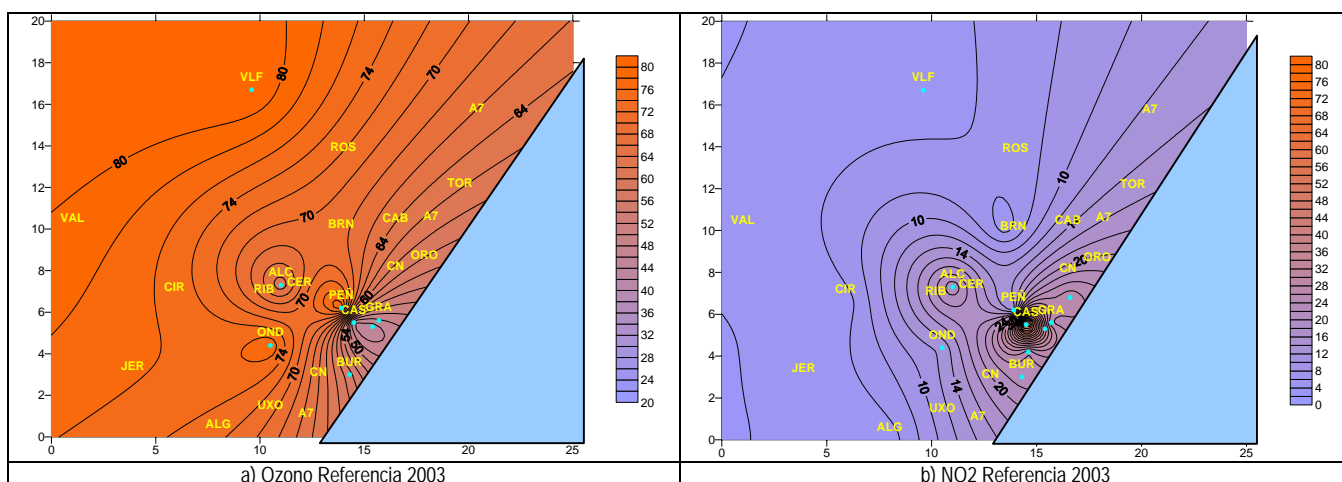


Figura 8.210. Correlación de los niveles de ozono y NO<sub>2</sub> promedios semanales.

En ambos casos los valores se han podido ajustar a una recta. En el caso de la recta obtenida con los datos del método de referencia obtenemos un coeficiente de determinación de 0,20 con un error de 0,16 µg/m<sup>3</sup> y en el caso del método de Radiello un coeficiente de 0,25 con un error de 0,27 µg/m<sup>3</sup>.

### 8.5.3.2. Comparación de mapas de isoconcentraciones

En la Figura 8.211 se recogen los mapas obtenidos en el punto 8.5.1.3. y 8.5.2.3. para el verano 2003 para el ozono troposférico y el dióxido de nitrógeno obtenidos a partir de los resultados del método de referencia y el método Radiello.



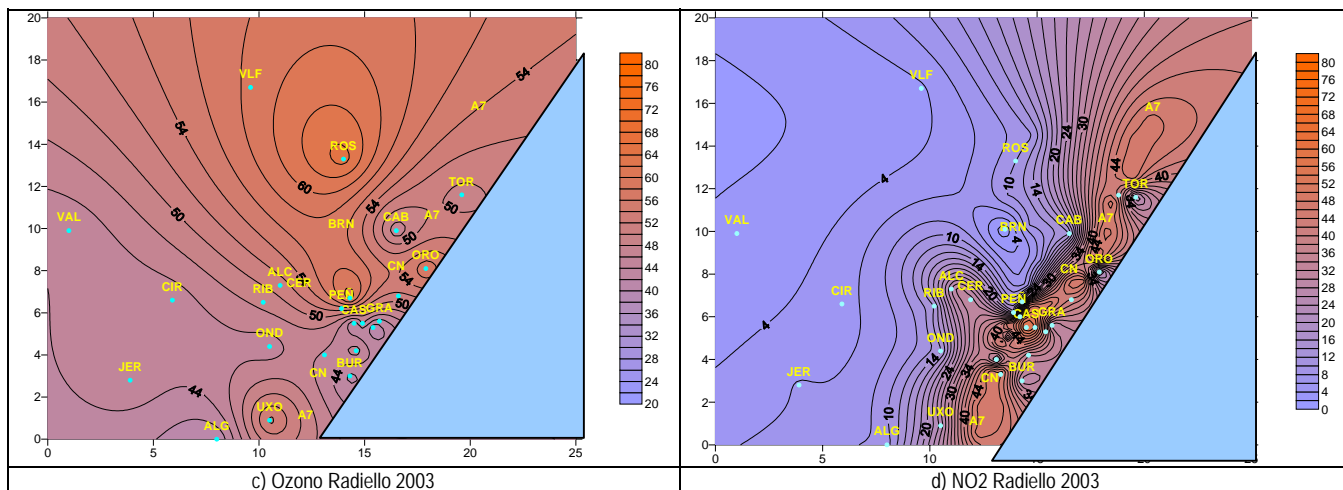


Figura 8.211. Variación espacial de los niveles de ozono y  $\text{NO}_2$

Observando la Figura 8.211 se aprecia como, para los dos métodos de medida, los mapas de ozono troposférico y los de  $\text{NO}_2$  son prácticamente la misma imagen, una en positivo y la otra en negativo. Es decir, en el caso del ozono troposférico se aprecia que los niveles más elevados se registran en la zona interior del área estudiada, mientras que en esta área es donde se miden los niveles más bajos de  $\text{NO}_2$ . Por otro lado, en la zona de la costa, y más concretamente en la zona de Castellón y los alrededores se observa que existe un foco frío de ozono, que en el  $\text{NO}_2$  es un foco caliente de contaminación. Observando los mapas a) y b) se observa que aparece un foco caliente de concentración de  $\text{NO}_2$  en el área de Alcora y Ribesalbes, mientras que en el caso del mapa de ozono, esta área representa un foco frío de ozono. Si atendemos a los mapas c) y d) sucede algo parecido, pero en este caso en el área de La Barona y Peñeta, con un foco frío de  $\text{NO}_2$  y un foco caliente de ozono.

Por lo tanto, las Figura 8.210 y Figura 8.211 demuestran que ambos contaminantes están inversamente correlacionados y por lo tanto se demuestra la relación existente entre contaminante precursor ( $\text{NO}_2$ ) y contaminante secundario ( $\text{O}_3$ ).

## 8.5.4. EVOLUCIÓN DE LOS NIVELES DE OZONO Y DIÓXIDO DE NITRÓGENO

### 8.5.4.1. Evolución de los niveles de ozono

#### 8.5.4.1.1. Evolución de niveles de ozono de referencia

Se va a analizar la evolución de los niveles de referencia medidos en las estaciones de referencia de la Conselleria de Medi Ambient de la Generalitat Valenciana que se sitúan en el área de estudio durante los años 1994 a 2003.

##### 8.5.4.1.1.1. *Tendencias anuales*

##### 8.5.4.1.1.1.1. Niveles de ozono

En la Tabla 8.316 se muestra la evolución de los promedios anuales de los niveles de ozono registrados en las estaciones de referencia de la Conselleria de Medi Ambient en el área de estudio.

Tabla 8.316. Evolución de los niveles de ozono en las estaciones de referencia. Años 1994-2003.

ESTACIÓN REFERENCIA	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Castellon								42,8	42,7	39
Ermita		34,5	42,8	38,7	41,5	42,5	36,6	37,7	39,9	40
Grao			46,4	44,4	47,7	51,1	46,6	40,4	50,4	51
Onda	47,5	*	57,9	65,7	74,9	71,0	68,7	68,8	68,6	70
Penyeta	67,3	76,9	72,1	68,9	75,4	71,1	66,6	66,6	62,8	60
Villafranca		80,2	72,9	77,7	81,2	80,4	77,9	86,3	81,9	78
L'Alcora										55
Burriana										51

(\*) No se dispone de datos

(gris) No se había instalado la estación de referencia.

En la Figura 8.212 se presenta la evolución de los datos promedio de ozono recogidos en la Tabla 8.316. Observando dicha tabla se aprecia como en general en todas las estaciones los niveles se muestran generalmente constantes, sin embargo en la estación de Onda se aprecia una tendencia creciente y en Penyeta una tendencia decreciente.

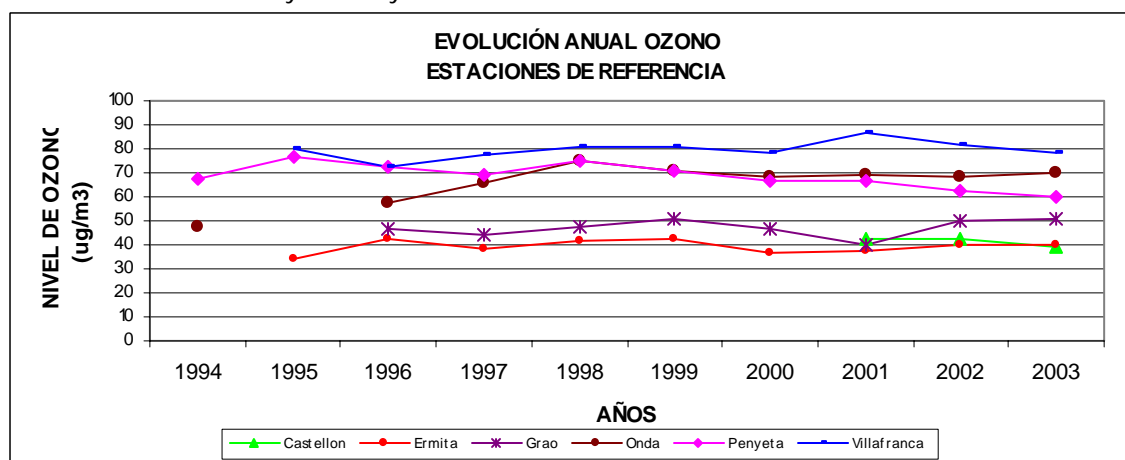


Figura 8.212. Evolución anual de los niveles de ozono en las estaciones de referencia.

Realizando un análisis de correlación temporal de los niveles promedios en las distintas estaciones de referencia se obtienen los resultados reflejados en la Tabla 8.317. En ella se confirma lo observado en la Figura 8.212 con correlaciones significativas para Onda y Penyeta.

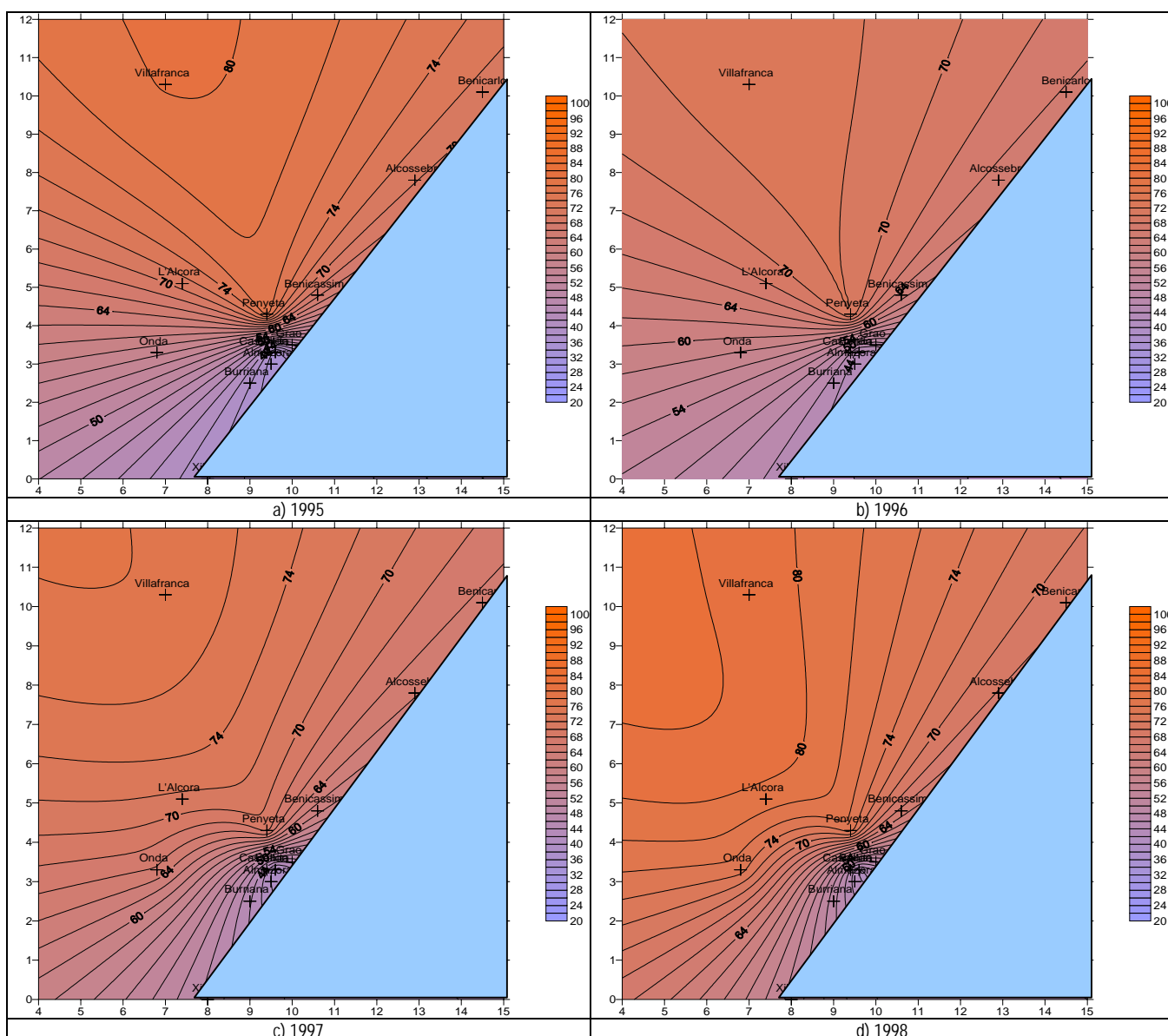
Tabla 8.317. Correlación de los niveles de ozono en las estaciones de referencia a lo largo del tiempo. Años 1994-2003.

ESTACIÓN REFERENCIA	Castellón	Ermita	Grao	Onda	Penyeta	Vilafranca
Correlación de Pearson	-0,877	0,105	0,283	0,722(*)	-0,706(*)	0,399
Significatividad (bilateral)	0,319	0,787	0,497	0,028	0,022	0,287
Número de casos	3	9	8	9	10	9

\* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

#### 8.5.4.1.1.2. Variación Espacial

En la Figura 8.213 se muestran la evolución de la variación espacial de los niveles de ozono promedio de los años 1995 a 2003.



8.- PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

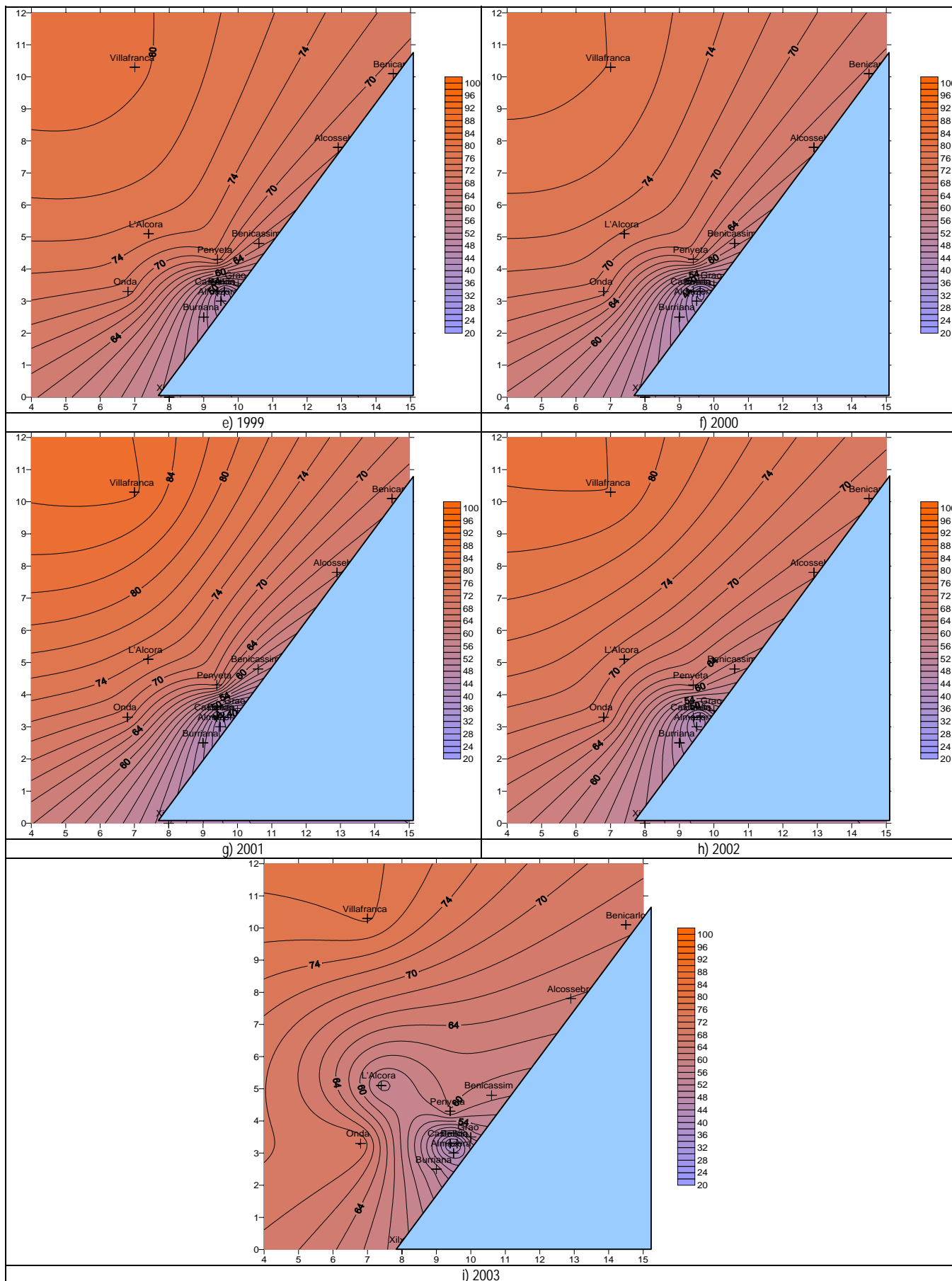


Figura 8.213. Evolución de la variación espacial de los niveles de ozono. Años 1995-2003.



En la Figura 8.213 se aprecia como en todos los años se identifica un área de menor concentración de ozono en la zona de Castellón ciudad. Desde este área fría de ozono, los niveles van aumentando hacia el interior observándose el área de mayores niveles de ozono siempre en la zona norte interior. Por otro lado, se aprecia como al aumentar el número de puntos de referencia, el mapa aumenta en definición identificando nuevas zonas frías y calientes. Este es el caso del año 2003, en el cual se identifica también otro foco frío de ozono (bajos niveles de ozono) en la zona cerámica industrial de L'Alcora.

#### 8.5.4.1.1.2. Tendencias estacionales

##### 8.5.4.1.1.2.1. Niveles de ozono

En la Tabla 8.318 se muestra la evolución de los promedios estacionales de los niveles de ozono registrados en las estaciones de referencia de la Conselleria de Medi Ambient en el área de estudio en las cuatro estaciones durante el año 2003. Se ha tomado este año como representativo del resto de años por tener un mayor número de estaciones de referencia.

Tabla 8.318. Evolución de los niveles de ozono ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en las estaciones de referencia. Tendencia estacional

ESTACIÓN REFERENCIA	INVIERNO	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO
Castellon	31,2	57,3	49,5	22,2
Ermita	33,2	51,2	45,8	28,2
Grao	46,6	70,0	52,5	31,6
Onda	61,4	80,3	82,6	56,0
Penyeta	41,0	69,9	75,5	54,1
Villafranca	69,6	93,6	94,2	57,2
L'Alcora	-	69,5	33,7	33,7
Burriana	-	61,8	66,6	30,6
PROMEDIO	47,2 $\pm$ 15,5	69,2 $\pm$ 13,3	62,6 $\pm$ 20,6	39,2 $\pm$ 14,1

(\*) No se dispone de datos

(gris) No se había instalado la estación de referencia.

En la Figura 8.214 se presenta la evolución de los datos promedio de ozono recogidos en la Tabla 8.318.

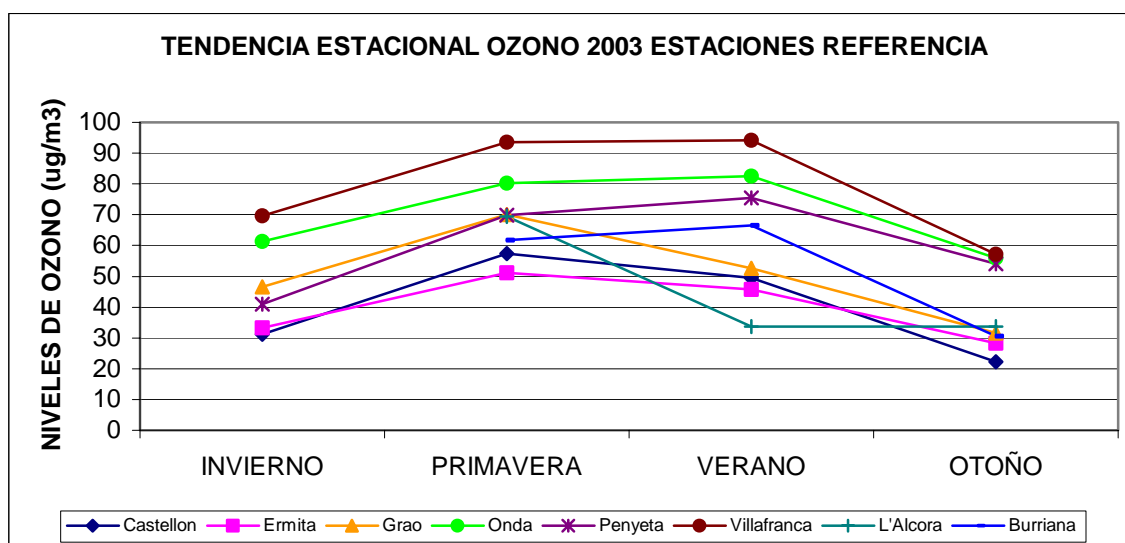


Figura 8.214. Evolución anual de los niveles de ozono en las estaciones de referencia.

8.5.4.1.1.2.2. Variación Espacial

En la Figura 8.215 se muestra la tendencia estacional como variación espacial de los niveles de ozono promedio del año 2003.

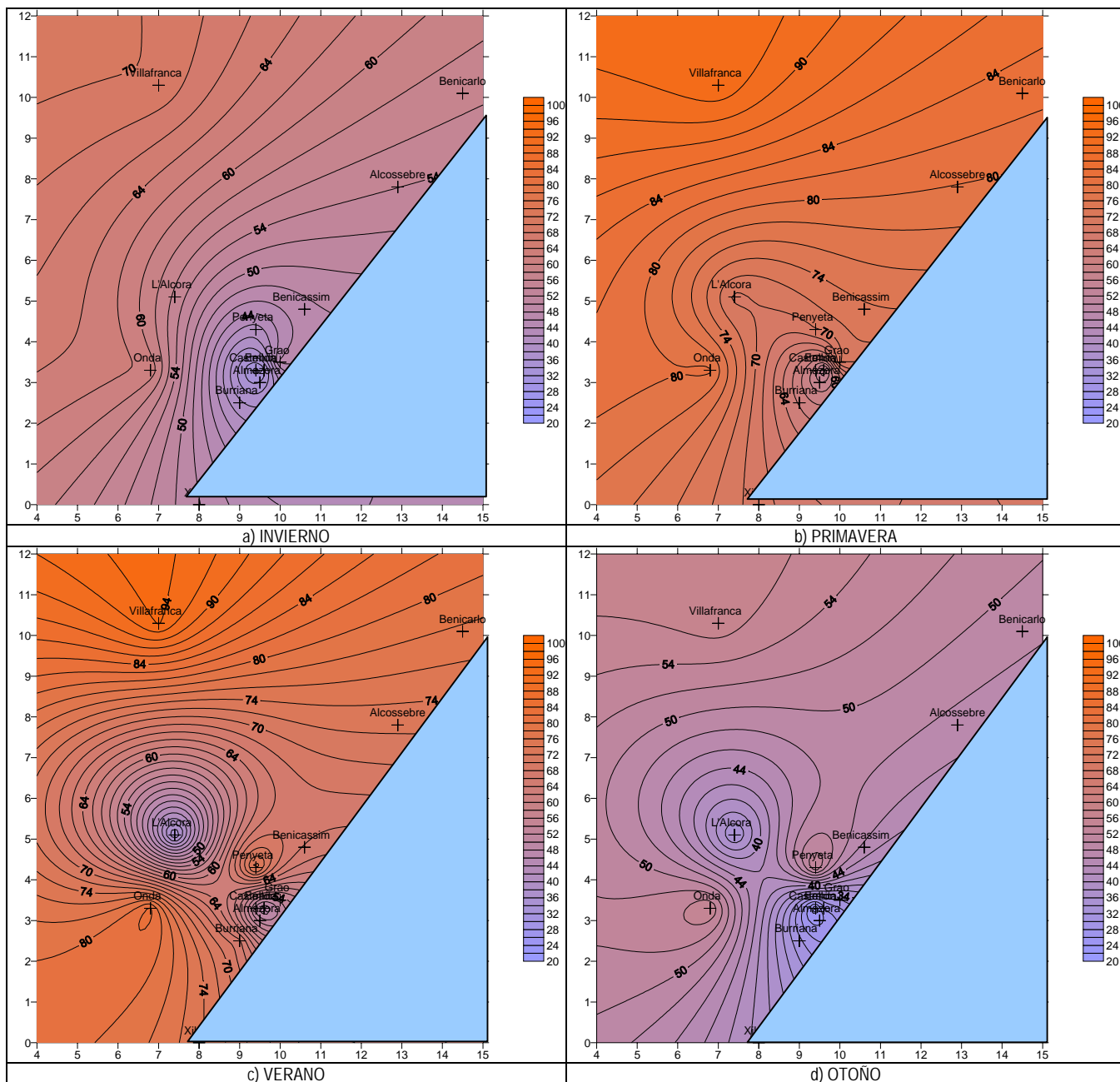


Figura 8.215. Evolución estacional de la variación espacial de los niveles de ozono.

Observando la Figura 8.214 y la Figura 8.215 se aprecia como los niveles de ozono varían a lo largo de las distintas estaciones. En primavera se aprecia que hay más zonas afectadas por altos niveles de ozono, a pesar de que los máximos absolutos de ozono se alcanzan en verano. Por otro lado, los valores mínimos de ozono se registran en la época de otoño. En todos los casos, se registran los menores valores de ozono en el área de Castellón ciudad y sus alrededores. Los niveles de ozono aumentan hacia al interior alcanzando sus valores máximos en la zona norte interior. Por otro lado se identifica otra zona claramente diferenciada que

corresponde con el área cerámica industrial de L'Alcora. En esta zona se aprecia claramente un foco frío de ozono en verano que se mantiene también en otoño.

#### 8.5.4.1.1.3. Tendencias horarias

##### 8.5.4.1.1.3.1. Niveles de ozono

En la Tabla 8.319 se muestra la evolución de los promedios horarios de los niveles de ozono registrados en las estaciones de referencia de la Conselleria de Medi Ambient en el área de estudio durante el año 2003. Se ha tomado este año como representativo del resto de años por tener un mayor número de estaciones de referencia.

Tabla 8.319. Evolución de los niveles de ozono en las estaciones de referencia. Tendencia diaria

HORA	NIVEL DE OZONO TROPOSFÉRICO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )							
	VILAFRANCA	PENYETA	L'ALCORA	ONDA	GRAO	ERMITA	CASTELLÓN	BURRIANA
0 h	70	55	29	64	32	24	33	21
1 h	70	54	27	64	30	24	32	21
2 h	69	54	24	64	29	23	31	20
3 h	69	53	26	65	29	21	32	20
4 h	68	53	25	64	27	19	29	20
5 h	66	53	22	63	26	17	24	18
6 h	65	51	21	61	24	16	20	17
7 h	66	48	22	58	25	16	18	21
8 h	71	47	26	57	32	23	22	35
9 h	76	52	33	60	45	34	32	53
10 h	81	59	42	65	57	46	39	67
11 h	84	65	51	74	67	56	46	78
12 h	87	70	58	81	73	62	51	85
13 h	90	73	62	86	78	68	57	91
14 h	93	76	63	88	81	70	61	94
15 h	95	77	62	90	83	71	61	95
16 h	96	75	60	89	83	71	59	95
17 h	94	71	56	86	80	66	54	91
18 h	90	66	52	79	74	59	48	81
19 h	85	62	47	73	65	49	43	71
20 h	80	59	42	67	54	39	41	54
21 h	75	57	36	62	46	32	40	39
22 h	72	56	34	62	39	29	38	31
23 h	71	55	32	63	35	26	35	25

En la Figura 8.216 se presenta la evolución de los datos promedio horarios de ozono recogidos en la Tabla 8.319. En todos los casos se aprecia la curva típica del ozono troposférico, en la cual se aprecia un máximo que empieza a aparecer a partir de las 8:00 h y alcanza su punto máximo entre las 12:00 h y las 18:00 horas para luego disminuir al atardecer. También se aprecia como en Vilafranca, Onda y Penyeta el nivel de fondo de ozono es superior al caso de las restantes estaciones. Las estaciones de Castellón ciudad y de L'Alcora son aquellas donde el máximo alcanzado es menor.

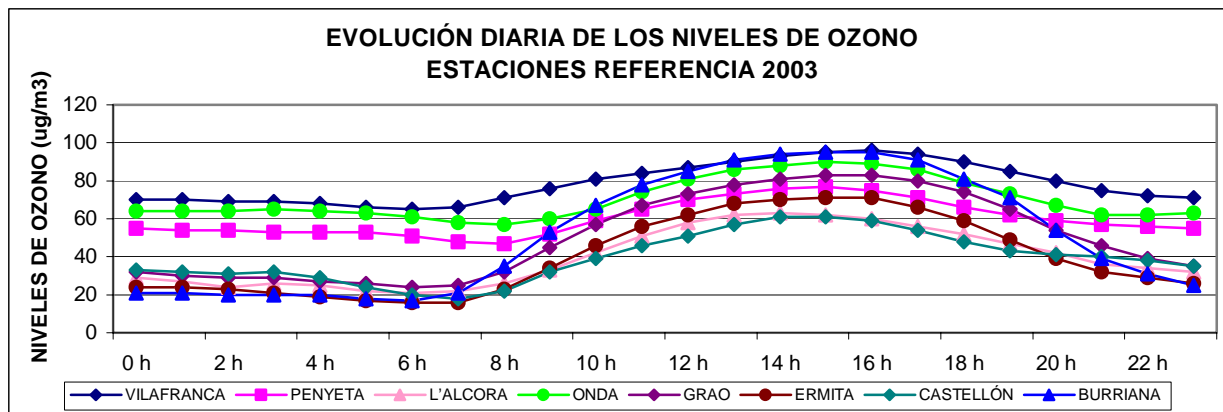
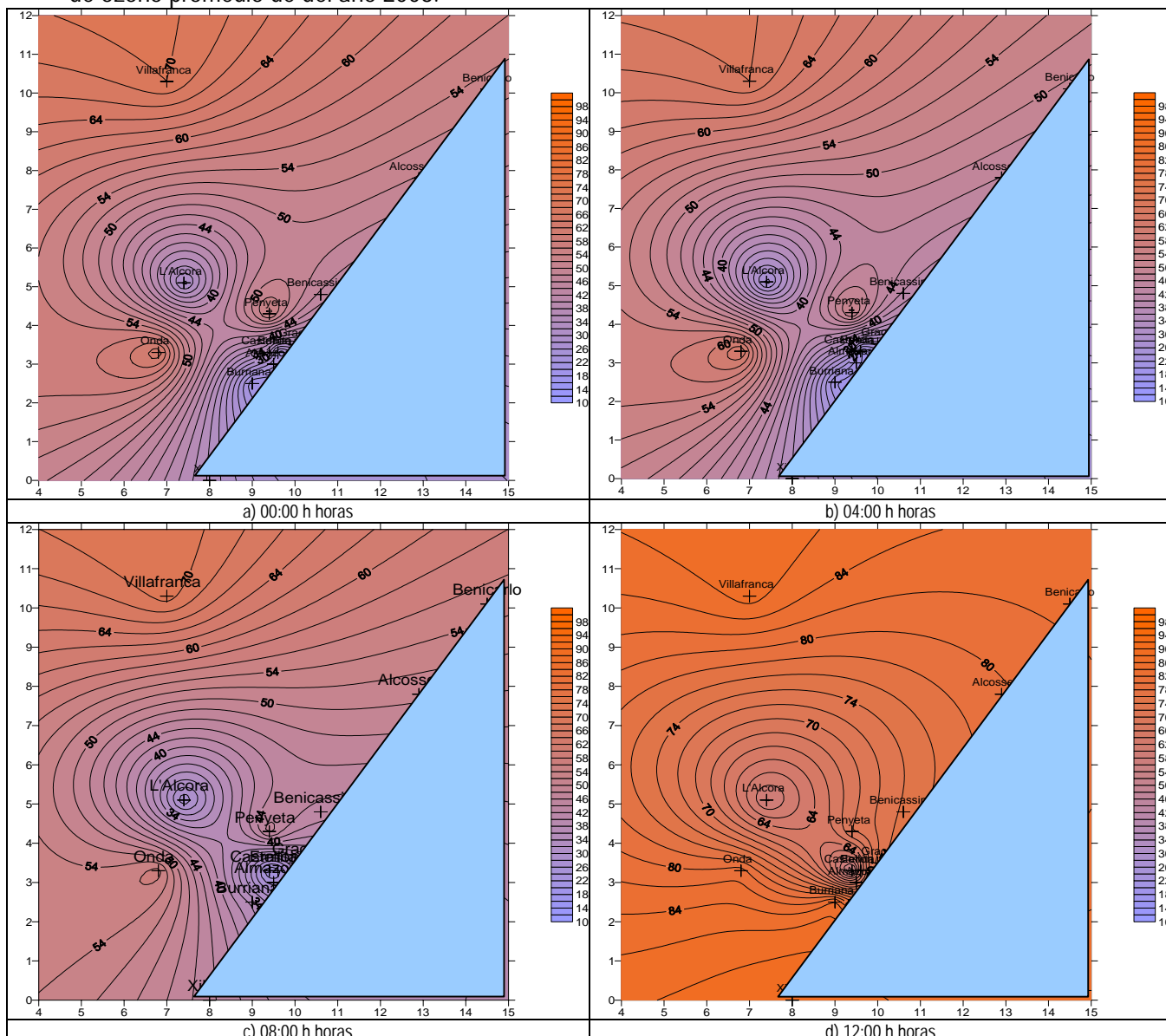


Figura 8.216. Evolución anual de los niveles de ozono en las estaciones de referencia.

8.5.4.1.1.3.2. Variación Espacial

En la Figura 8.217 se muestra la tendencia diaria como variación espacial de los niveles de ozono promedio de del año 2003.



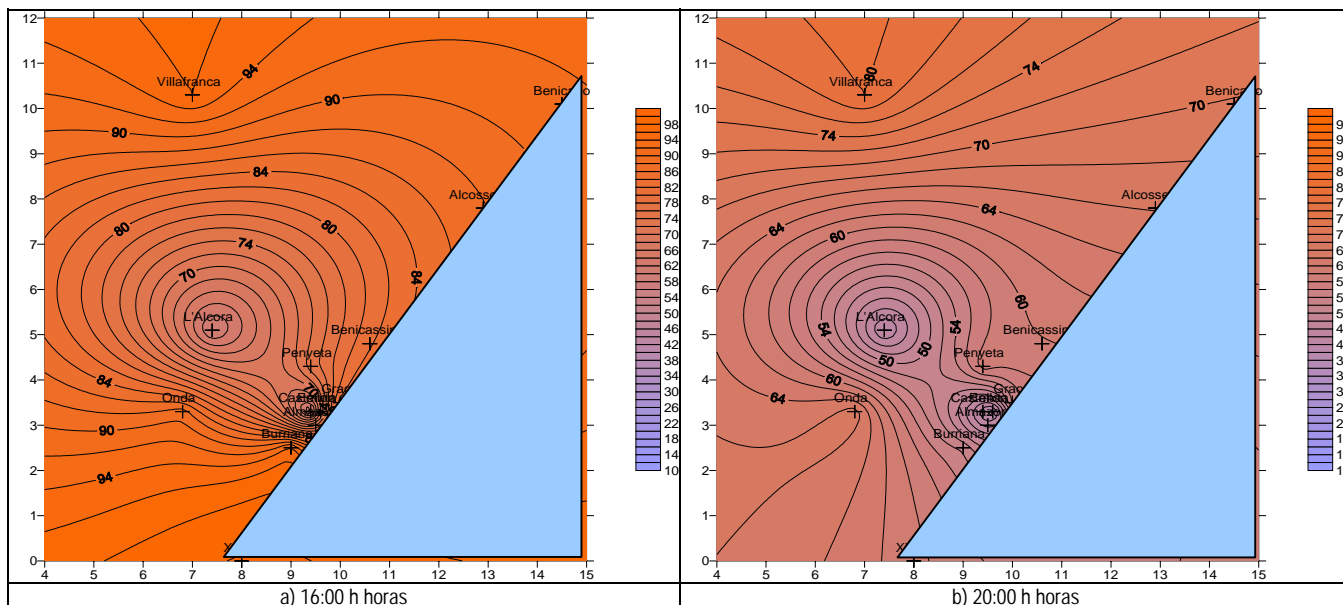


Figura 8.217. Evolución diaria de la variación espacial de los niveles de ozono.

Observando la Figura 8.217 se aprecia como los niveles de ozono varían a lo largo de las horas del día observando el máximo, ya descrito en la Figura 8.216, en las horas vespertinas. Por otro lado, también se comprueba la existencia de dos focos fríos de ozono situados en la zona de Castellón ciudad y de L'Alcora y de un foco caliente situado en la zona interior norte en el área de Vilafranca.

#### 8.5.4.2. Evolución de los niveles de NO<sub>2</sub>

##### 8.5.4.2.1. Evolución de niveles de NO<sub>2</sub> de referencia

###### 8.5.4.2.1.1. *Tendencias anuales*

###### 8.5.4.2.1.1.1. Niveles de NO<sub>2</sub>

En la Tabla 8.320 se muestra la evolución de los promedios anuales de los niveles de NO<sub>2</sub> registrados en las estaciones de referencia de la Conselleria de Medi Ambient en el área de estudio.

Tabla 8.320. Evolución de los niveles de NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) en las estaciones de referencia. Años 1994-2003.

ESTACIÓN REFERENCIA	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Castellon								54,5	68,1	67
Ermita		32,9	22,8	35,0	13,6	23,3	18,5	7,8	14,8	30
Grao			19,6	28,3	26,6	24,7	27,9	27,1	31,2	29
Onda	13,1		9,7	15,2	21,0	12,9	9,8	8,0	12,4	16
Penyeta	7,5	20,1	18,6	25,4	24,9	17,2	18,5	16,6	17,3	17
Villafranca		6,8	5,7	8,2	13,8	14,6	8,8	12,7	12,4	7
L'Alcora										26
Almazora										26
Benicassim										30
Burriana										23

(\*) No se dispone de datos

(gris) No se había instalado la estación de referencia.

En la Figura 8.218 se presenta la evolución de los datos promedio de NO<sub>2</sub> recogidos en la Tabla 8.320. Observando dicha tabla se aprecia como en algunas estaciones se presentan variaciones (Ermita, Onda y Penyeta), otras se mantienen aproximadamente constantes (Vilafranca) y en otras se aprecia una tendencia ascendente, como en el caso de Castellón y el Grao.

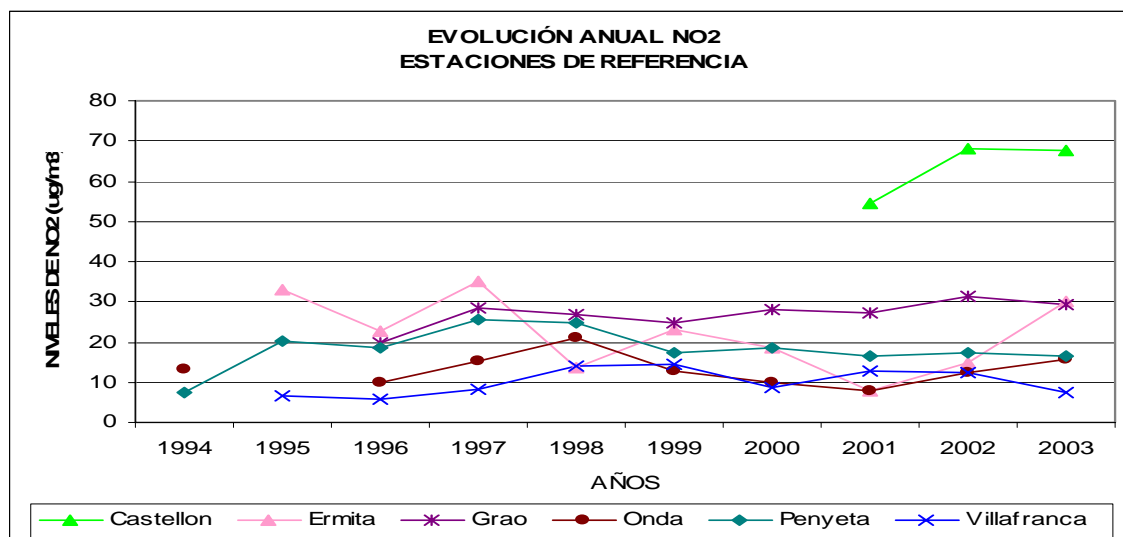


Figura 8.218. Evolución anual de los niveles de NO<sub>2</sub> en las estaciones de referencia.

Realizando un análisis de correlación de los niveles promedios en las distintas estaciones de referencia con los años se obtienen los resultados reflejados en la Tabla 8.321. En ella se confirma que en el caso del Grao hay una tendencia ascendente, sin embargo, en el caso de Castellón, el número de casos es insuficiente para establecer una tendencia.

Tabla 8.321. Correlación de los niveles de NO<sub>2</sub> en las estaciones de referencia con los años. Años 1994-2003.

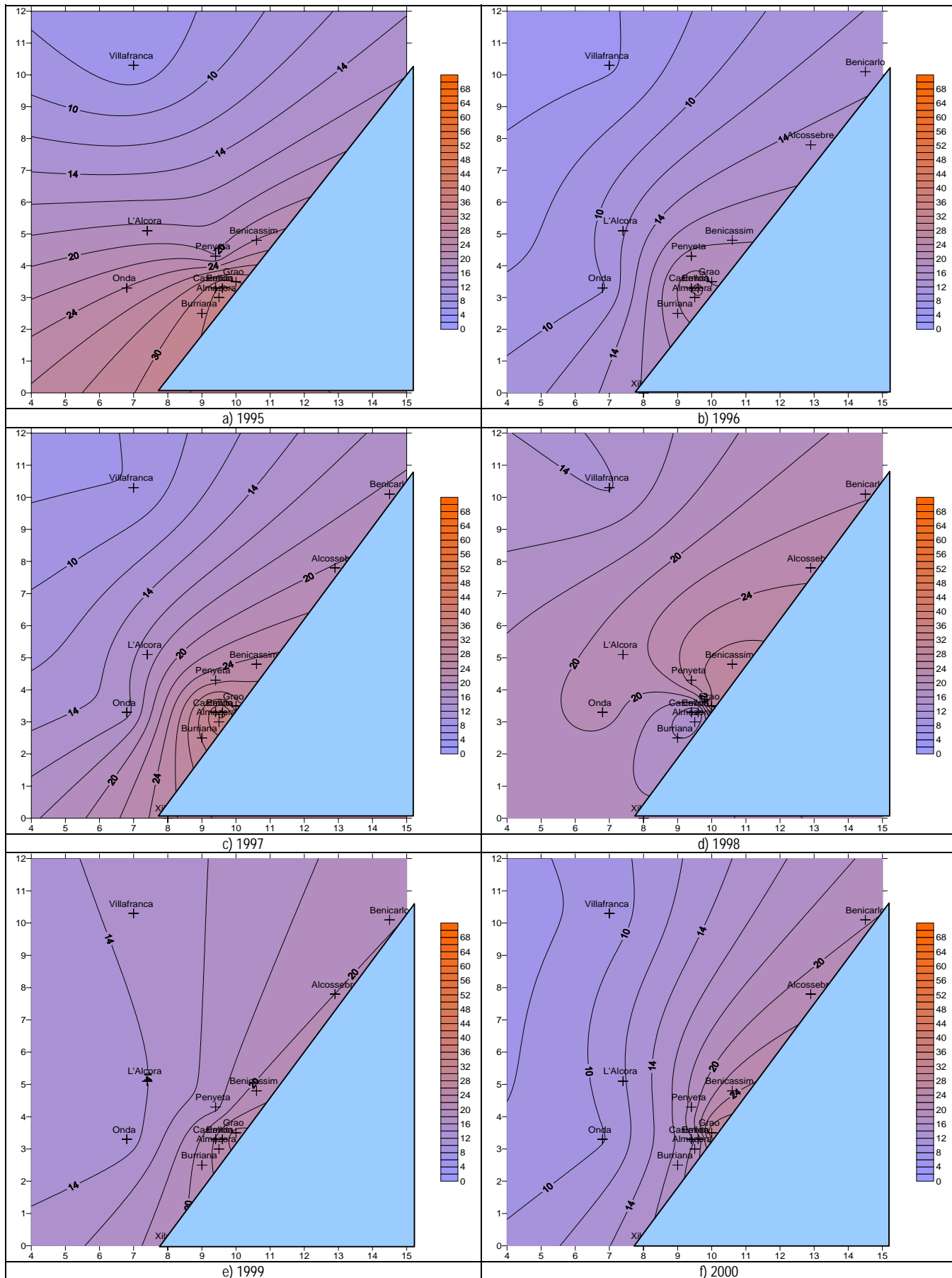
ESTACIÓN REFERENCIA	Castellón	Ermita	Grao	Onda	Penyeta	Vilafranca
Correlación de Pearson	0,827	-0,418	0,715(*)	-0,064	0,102	0,337
Significatividad (bilateral)	0,380	0,263	0,046	0,871	0,779	0,375
Número de casos	3	9	8	9	10	9

\* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

#### 8.5.4.2.1.1.2. Variación Espacial

En la Figura 8.219 se muestran la evolución de la variación espacial de los niveles de NO<sub>2</sub> promedio de los años 1995 a 2003.

8.- PRESENTACIÓN DE RESULTADOS



a) 1995

b) 1996

c) 1997

d) 1998

e) 1999

f) 2000

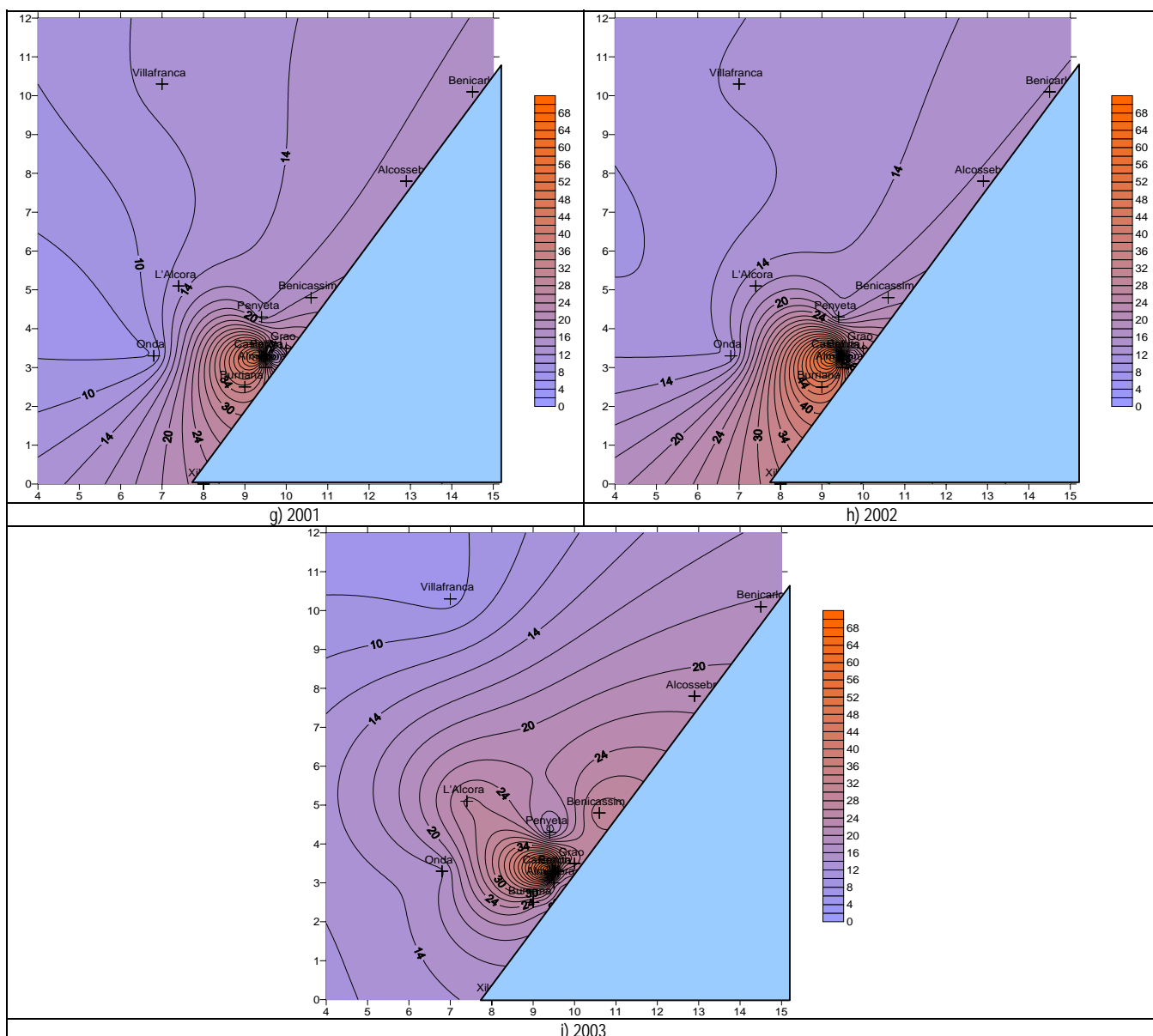


Figura 8.219. Evolución de la variación espacial de los niveles de  $\text{NO}_2$ . Años 1995-2003.

En la Figura 8.219 se aprecia como en todos los años se identifica un área de mayor concentración de  $\text{NO}_2$  en la zona de Castellón ciudad. Este área se va definiendo mejor a medida que incrementamos el número de estaciones de referencia. Desde este área caliente de  $\text{NO}_2$ , los niveles van disminuyendo hacia el interior observándose el área de menores niveles de  $\text{NO}_2$  siempre en la zona norte interior. En el año 2003, al haber mayor número de estaciones de referencia, se identifican dos focos calientes más de  $\text{NO}_2$  (altos niveles de  $\text{NO}_2$ ) en la zona cerámica industrial de L'Alcora y en la zona de Benicassim

#### 8.5.4.2.1.2. Tendencias estacionales

##### 8.5.4.2.1.2.1. Niveles de $\text{NO}_2$

En la Tabla 8.322 se muestra la evolución de los promedios estacionales de los niveles de  $\text{NO}_2$  registrados en las estaciones de referencia de la Conselleria de Medi Ambient en el área de estudio en las cuatro estaciones durante el año 2003. Se ha tomado este año como representativo del resto de años por tener una mayor cantidad de estaciones de referencia.



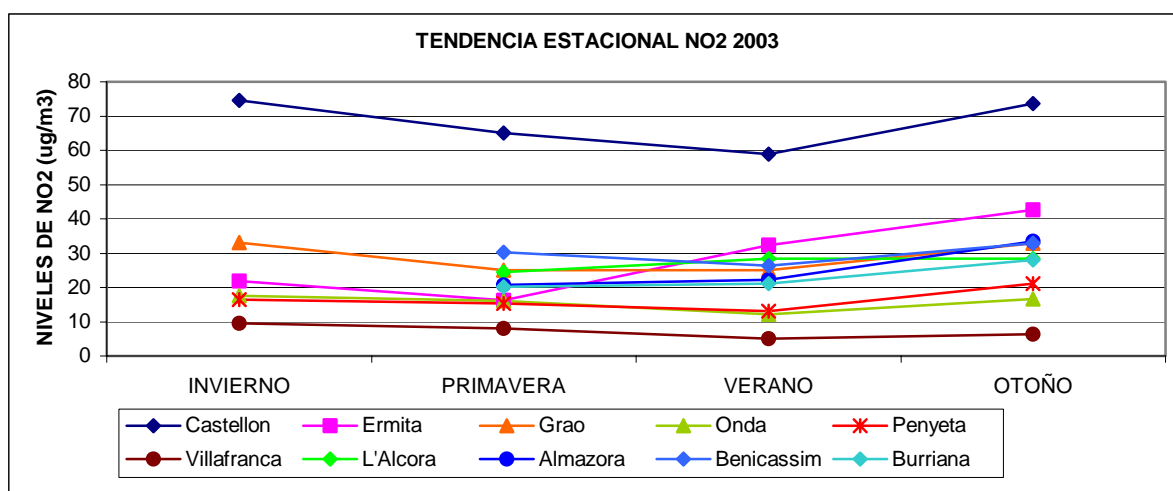
Tabla 8.322. Evolución de los niveles de NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>) en las estaciones de referencia. Tendencia estacional

ESTACIÓN REFERENCIA	INVIERNO	PRIMAVERA	VERANO	OTOÑO
Castellon	74,5	65,1	58,9	73,7
Ermita	21,9	16,2	32,3	42,7
Grao	33	25,1	25,1	32,9
Onda	17,5	16	12,1	16,7
Penyeta	16,5	15,4	13	21,2
Villafranca	9,5	8,1	5,1	6,3
L'Alcora		24,5	28,5	28,5
Almazora		20,8	22,3	33,5
Benicassim		30,3	26,3	32,9
Burriana		20,1	21,1	28
PROMEDIO	28,8 ± 23,7	24,2 ± 15,7	24,5 ± 14,7	31,6 ± 17,9

(\*) No se dispone de datos

(gris) No se había instalado la estación de referencia.

En la Figura 8.220 se presenta la evolución de los datos promedio de NO<sub>2</sub> recogidos en la Tabla 8.318.

Figura 8.220. Evolución anual de los niveles de NO<sub>2</sub> en las estaciones de referencia.

## 8.5.4.2.1.2.2. Variación Espacial

En la Figura 8.215 se muestra la tendencia estacional como variación espacial de los niveles de NO<sub>2</sub> promedio de del año 2003.

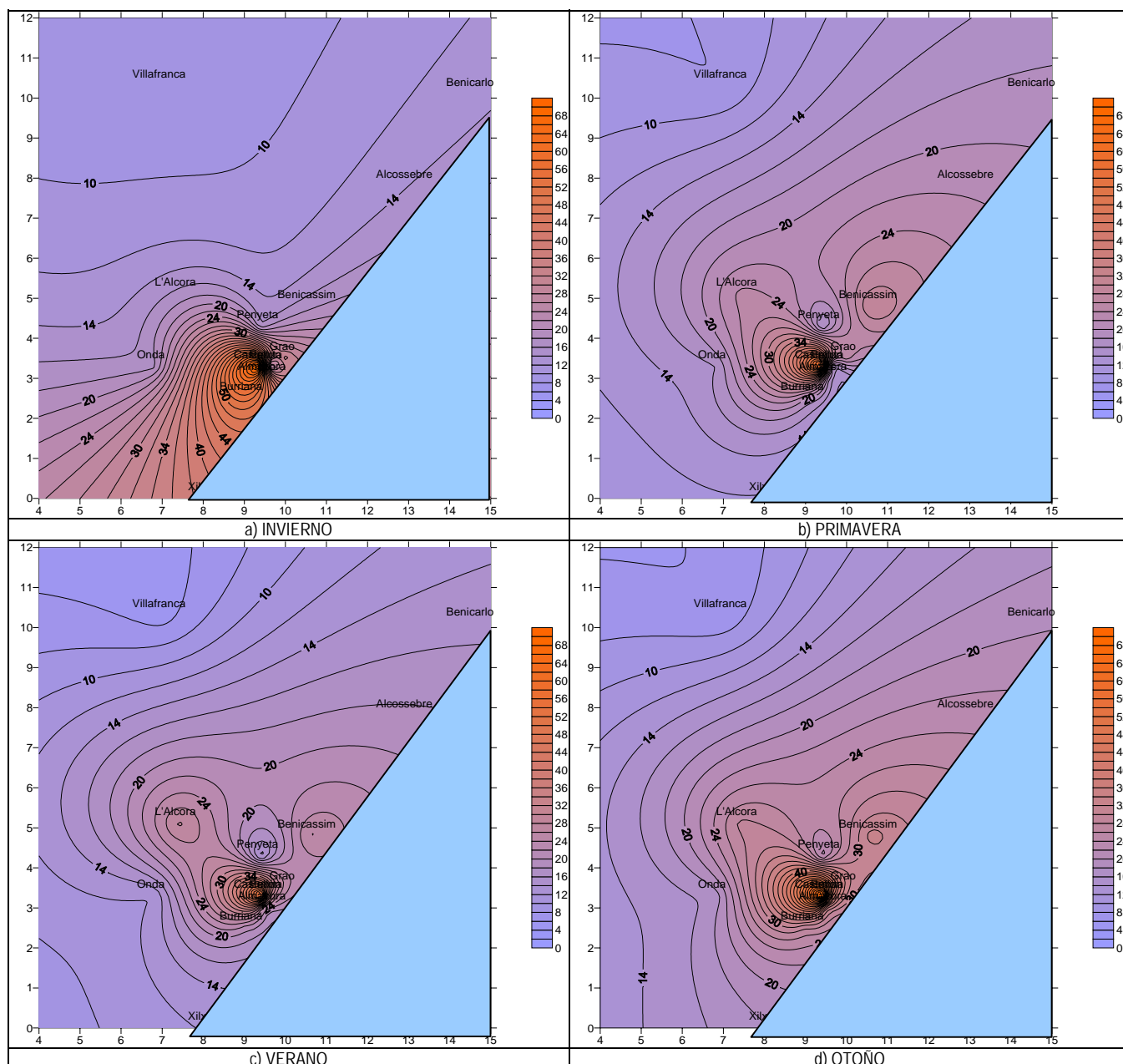


Figura 8.221. Evolución estacional de la variación espacial de los niveles de  $\text{NO}_2$

Observando la Figura 8.220 y la Figura 8.221 se aprecia como los niveles de  $\text{NO}_2$  varían a lo largo de las distintas estaciones siendo máximos en invierno y mínimos en verano. En todos los casos, se registran los mayores valores de  $\text{NO}_2$  en el área de Castellón ciudad y su entorno inmediato. Los niveles de  $\text{NO}_2$  disminuyen hacia al interior alcanzando sus valores mínimos en la zona norte interior. Por otro lado se identifican otras dos zonas claramente diferenciadas que corresponde con el área cerámica industrial de L'Alcora y con la estación de medida de Benicassim. Por otro lado, en el caso de Penyeta, a pesar de encontrarse entre estas tres zonas identificadas como focos calientes de  $\text{NO}_2$  (Castellón, L'alcora y Benicassim) no se encuentra afectada de elevados niveles de  $\text{NO}_2$  debido a que se encuentra en la colina Penyeta Roja.

#### 8.5.4.2.1.3. Tendencias horarias

8.5.4.2.1.3.1. Niveles de NO<sub>2</sub>

En la Tabla 8.323 se muestra la evolución de los promedios horarios de los niveles de NO<sub>2</sub> registrados en las estaciones de referencia de la Conselleria de Medi Ambient en el área de estudio durante el año 2003. Se ha tomado este año como representativo del resto de años por tener una mayor cantidad de estaciones de referencia.

Tabla 8.323. Evolución de los niveles de NO<sub>2</sub> en las estaciones de referencia. Tendencia horaria

HORA	NIVEL DE NO2 TROPOSFÉRICO (µg/m <sup>3</sup> )							
	VILAFRANCA	PENYETA	L'ALCORA	ONDA	GRAO	ERMITA	CASTELLÓN	BURRIANA
0 h	7	14	23	12	35	33	34	46
1 h	6	14	23	11	34	31	33	42
2 h	6	13	22	10	32	31	33	38
3 h	6	12	22	10	31	31	34	35
4 h	6	11	24	10	31	32	34	35
5 h	7	12	27	11	31	38	38	38
6 h	8	13	30	13	34	42	42	43
7 h	8	18	32	17	40	47	47	39
8 h	7	22	32	20	42	46	41	31
9 h	7	22	32	20	39	39	32	24
10 h	6	19	27	22	32	32	24	18
11 h	6	18	23	20	24	27	18	14
12 h	6	16	21	18	20	21	13	12
13 h	6	15	18	16	18	18	9	10
14 h	7	14	17	15	16	16	9	9
15 h	7	14	18	15	17	17	8	9
16 h	7	16	21	15	18	16	9	11
17 h	8	19	25	17	20	18	11	16
18 h	9	21	27	19	24	23	16	23
19 h	10	22	27	21	28	28	20	30
20 h	9	20	27	20	32	31	26	42
21 h	10	19	27	18	34	32	29	51
22 h	9	17	25	15	35	33	31	51
23 h	8	16	24	13	35	33	33	48

En la Figura 8.222 se presenta la evolución de los datos promedio horario de NO<sub>2</sub> recogidos en la Tabla 8.323. En todos los casos se aprecia la curva típica del NO<sub>2</sub>, en la cual se aprecian dos máximos correspondientes a la franja 7-8 horas y 18-20 horas. Junto con este comportamiento general, se aprecian unos comportamientos ligeramente diferentes en otras estaciones. Este es el caso de Benicassim, donde el segundo máximo aparece a partir de las 20 horas y se prolonga hasta las 23 horas. Por otro lado, en Alcora y Onda los dos máximos alcanzan niveles muy próximos al valle de media tarde. Es decir, los niveles son más uniformes a lo largo del día.

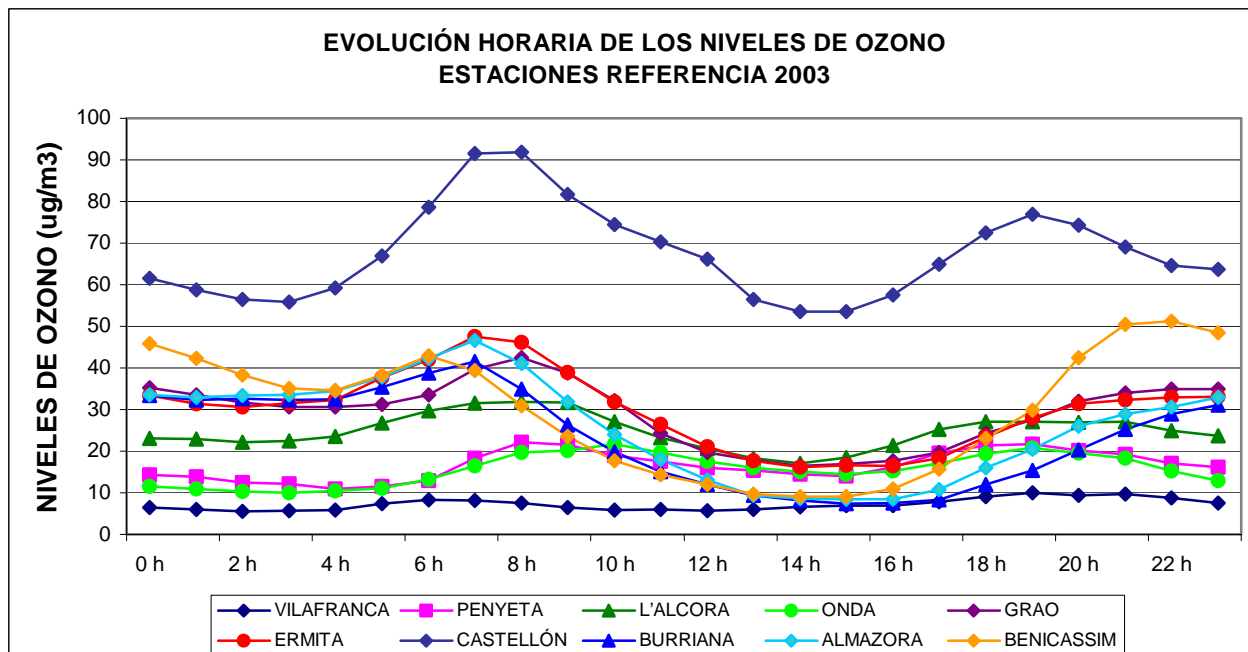
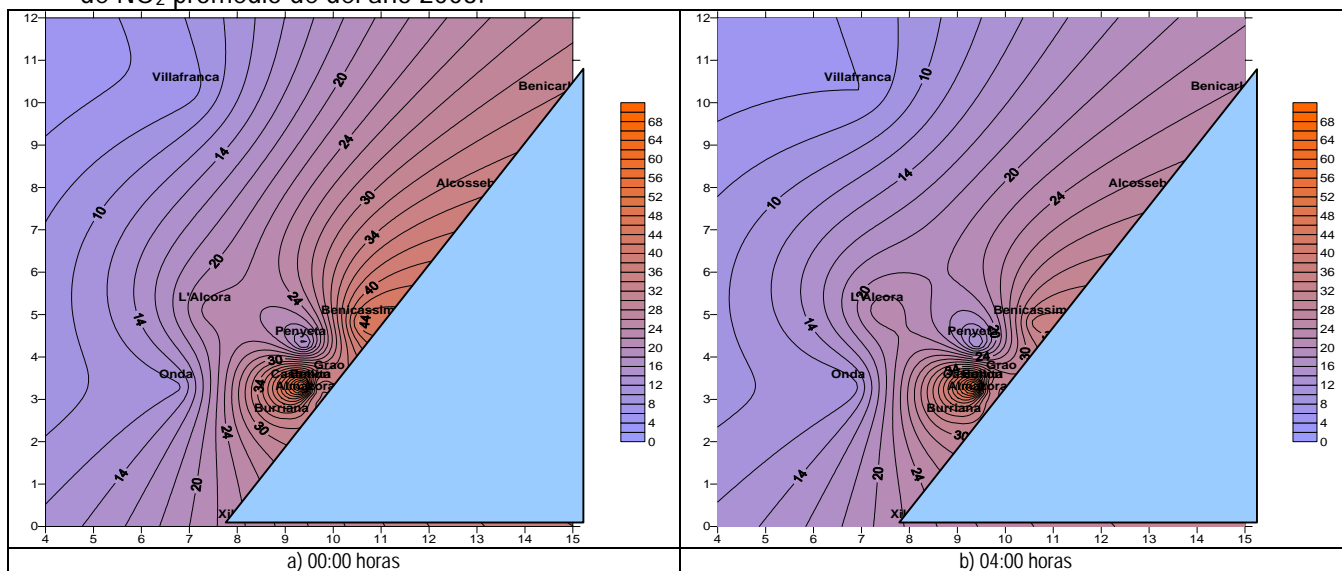


Figura 8.222. Evolución horaria de los niveles de NO<sub>2</sub> en las estaciones de referencia.

8.5.4.2.1.3.2. Variación Espacial

En la Figura 8.217 se muestra la tendencia diaria como variación espacial de los niveles de NO<sub>2</sub> promedio de del año 2003.



## 8.- PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

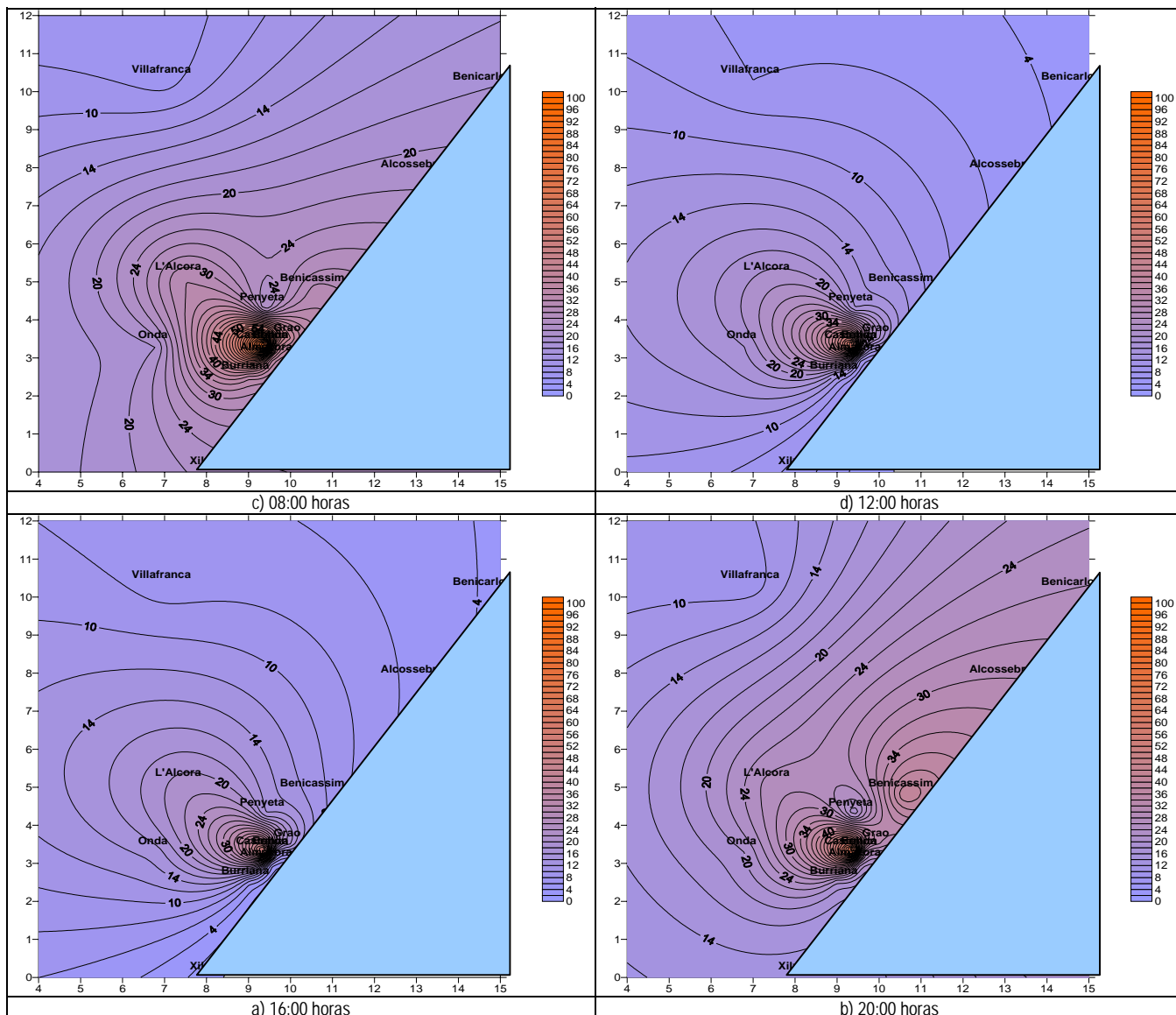


Figura 8.223. Evolución horaria de la variación espacial de los niveles de  $\text{NO}_2$ .

Observando la Figura 8.223 se aprecia como los niveles de  $\text{NO}_2$  varían a lo largo de las horas del día observando el máximo absoluto a las 08:00h, ya descrito en la Figura 8.222. Por otro lado, también se comprueba la existencia de otro foco caliente de  $\text{NO}_2$  en la zona de Benicassim y zona costera al norte de Castellón. Este foco varía a lo largo de las distintas horas del día, comenzando a surgir a partir de las 20:00 horas y manteniéndose hasta 08:00 h. Desde las 8:00 h hasta las 20:00 horas este foco caliente no se distingue de los alrededores.

## 8.6. EFECTOS EN LA VEGETACIÓN

### 8.6.1. DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN DE LA ZONA

#### 8.6.1.1. Vegetación natural y bosques

La vegetación de las tierras valencianas venía caracterizada por el predominio espacial de bosques y matorrales esclerófilos mediterráneos. Entre las formaciones arbóreas resultaba bien notoria la fuerte preponderancia de la asociación *Quercetum ilicis ss. Rofolia*, con la carrasca o encina (*Quercus ilex ssp rotundifolia*) como especie más característica. Sin embargo, en zonas costeras la carrasca daba paso a encinas (*Quercus ilex ssp ilex*) y en zonas más áridas del interior encontramos algarrobos y acebuches.

En la segunda mitad del siglo XIX, la regresión de los carrascales consecuencia de talas, fuegos y pastoreo propiciaron la invasión del pino carrasco o de Aleppo.

En la sierra de Espadán y en desierto de las Palmas encontramos numerosos alcornocales, madroños y lames (*Ilido*) (Aguilar, 1993)

En la Figura 8.224 se muestran la distribución de las formaciones vegetales en la provincia de Castellón.

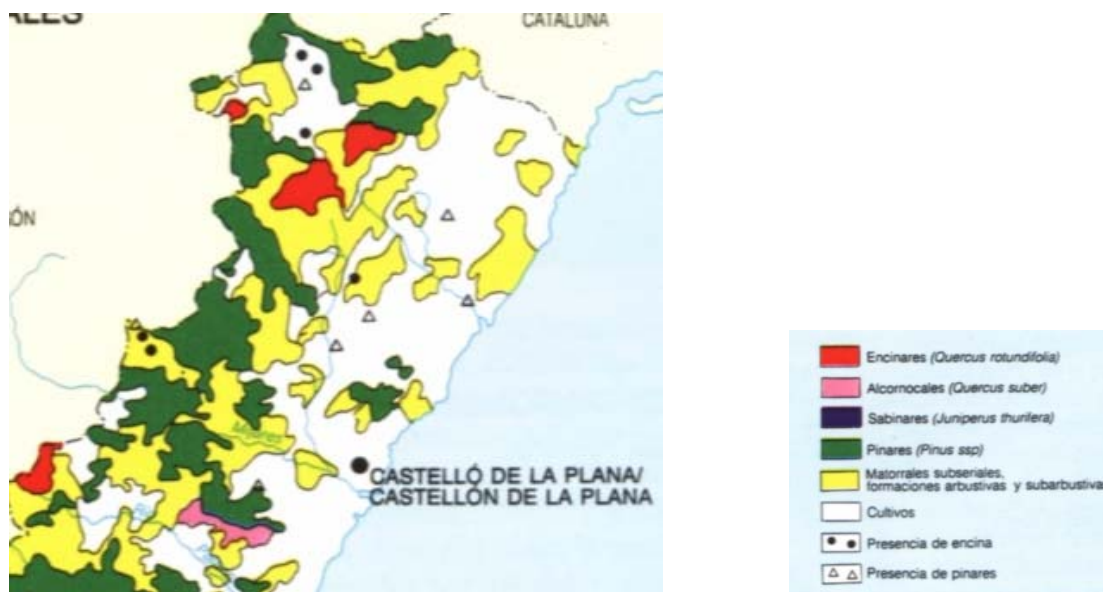


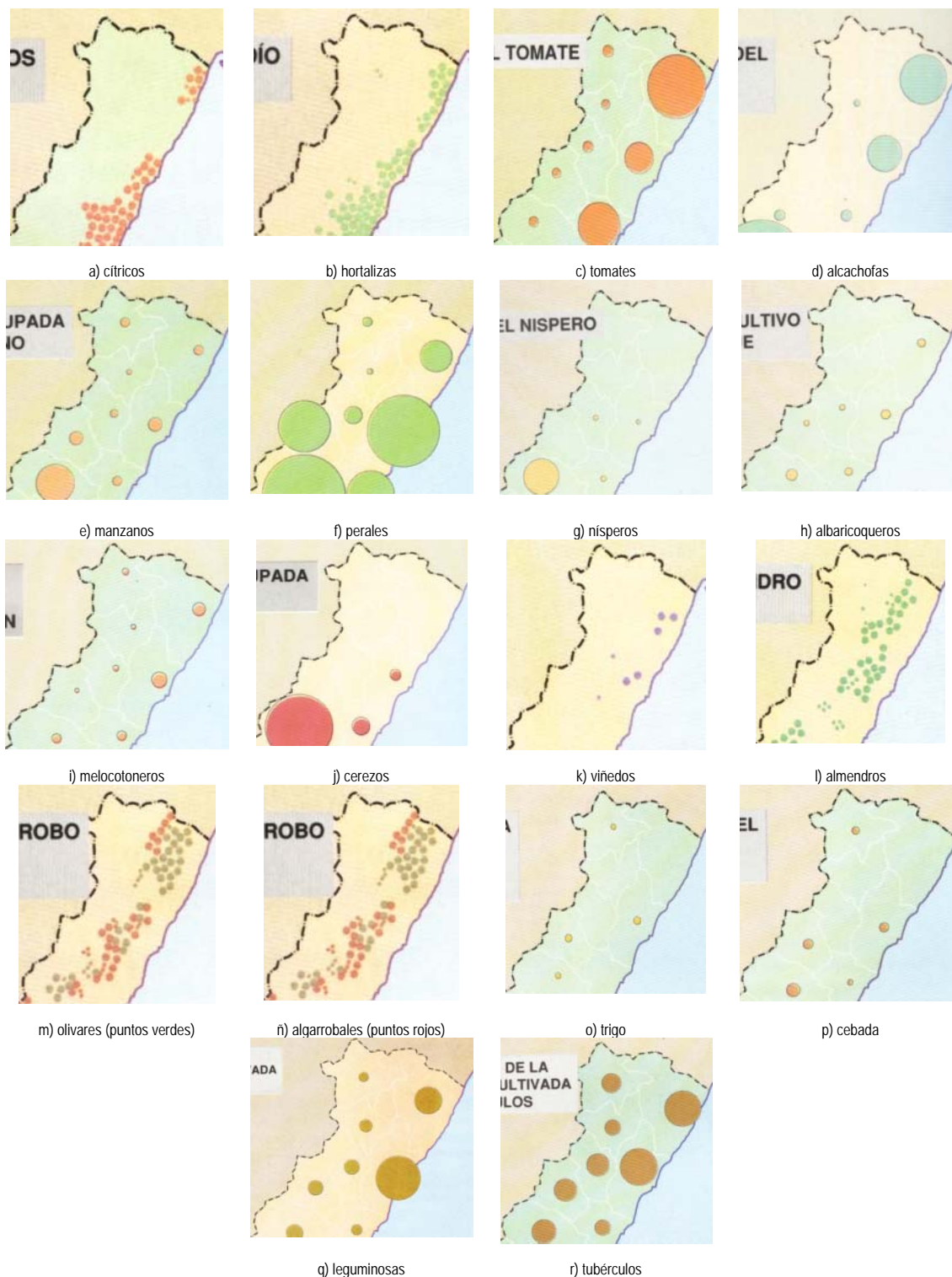
Figura 8.224. Formaciones vegetales en la provincia de Castellón (Aguilar, 1993)

#### 8.6.1.2. Cultivos

En la provincia de Castellón existe una distribución de cultivos muy variados: cítricos, hortalizas, tomates, alcachofas, manzanos, perales, nísperos, albaricoqueros, melocotoneros, cerezos, viñedos, almendros, olivares, algarrobales, cereales (trigo y cebada), leguminosas (judías verdes) y tubérculos (patatas).

En la Figura 8.225 se muestra la distribución de los cultivos en la provincia de Castellón. Observamos como en la zona de la Plana de Castellón se concentran los cítricos, hortalizas y tomates. En el norte costero apreciamos que también se cultivan tomates a la vez que alcachofas. Los perales también ocupan una gran superficie diseminada en toda la provincia, con mayor importancia en el sur de la misma. En las comarcas del Alt Millars y Alt Palància vemos que es muy rico en perales, manzanos, nísperos y cerezos. El cultivo de albaricoquero y

melocotonero así como el del trigo y de la cebada no es muy importante y se hayan también diseminados por toda la provincia. Las leguminosas y tubérculos también se hayan diseminadas por la provincia, con mayor importancia en la zona costera. Por otro lado observamos una franja norte-sur en el centro de la provincia rica en almendros, olivares y algarrobales.



**Figura 8.225. Distribución de los distintos cultivos en la provincia de Castellón (Costa Mas et al., 1991).**

En la Figura 8.226 se muestra un mapa conjunto obtenido del I.N.E. Censo Agrario de España en el cual se aprecia la distribución de la vegetación, cultivos y bosques integrados en un único mapa.

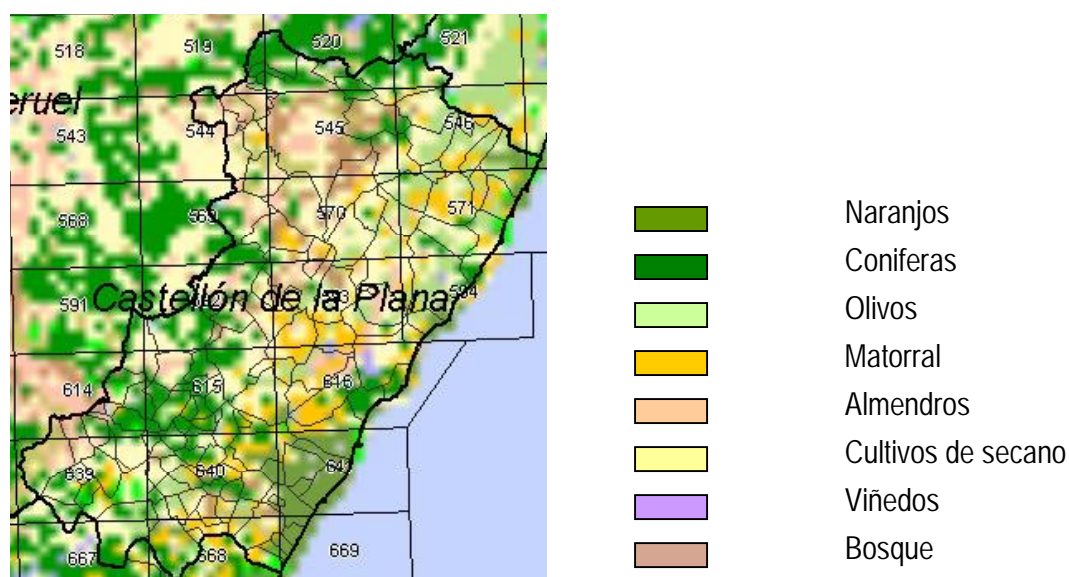


Figura 8.226. Distribución de la vegetación, cultivos y bosques en la provincia de Castellón (Ministerio de Agricultura, 2003)

## 8.6.2. ESTIMACIÓN DE EFECTOS CONSECUENCIA DEL OZONO TROPOSFÉRICO

### 8.6.2.1. Estimación de pérdidas de cosechas de cultivos

A lo largo de finales del siglo XX se pusieron en marcha algunos programas para evaluar las pérdidas producidas en las cosechas como consecuencia del ozono troposférico. Entre estos programas se incluyen el National Crop Loss Assessment Network (NCLAN), programas promovidos por el California Department of Food and Agriculture (CDFA), el California Air Resources Board (CARB). Todos estos programas han contribuido de forma importante al desarrollo de metodología innovadora para estudiar las pérdidas en los cultivos derivadas del ozono.

En la Tabla 8.324 se muestran las ecuaciones obtenidas en dichos estudios para estimar las pérdidas en la producción de los cultivos que se trabajan en el área de estudio. En dichas ecuaciones se obtiene el Índice de reducción de producción en base 1 ( $I$ ), el cual se calcula como una fracción de la producción esperable en las condiciones ambientales dadas y la producción teórica esperable en condiciones de concentraciones de ozono de fondo.

Los niveles de concentración de ozono se calculan sobre la base de la concentración diaria promedio en un periodo de siete horas,  $7h$ , medido entre las 09:00 y las 16:00 horas durante la temporada de crecimiento del cultivo. En otros estudios se ha considerado un periodo de 12 horas,  $12h$ , medido entre las 08:00 y las 20:00 horas durante la temporada de crecimiento del cultivo. Otros estudios utilizan un periodo de 10 horas,  $10h$ , medido entre las 10:00 y las 20:00 durante la época de crecimiento. Adicionalmente, en otros estudios se estima la función de dosis respuesta basándose en la hipótesis que la presencia de periodos críticos es más relevante que la exposición prolongada a niveles intermedios de ozono, definiendo la dosis como el número de horas, entre las 08:00 y las 20:00 durante la época de crecimiento en las que la concentración de ozono es superior a 10 pphm (partes por cien millones, del inglés part per hundred million, equivalente a 100ppb y a  $200\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), en adelante representado como  $H > 10$ .



Los valores tomados para el valor de fondo del ozono son 0,25 ppm (50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en el caso del promedio de 12 horas de 0800 a 2000 y de 0,272 ppm (54,4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) para el promedio de 7 horas de 0900 a 1600 (Mutters et al., 1993; Olszyk et al., 1988).

Tabla 8.324. Ecuaciones para estimar Índice de pérdida de producción

CULTIVO	ECUACIÓN	MEDIDA DE OZONO		REFERENCIA
		CONCENTRACIÓN	ÉPOCA CRECIMIENTO	
Uvas	$I = \frac{(1,121 - 0,0663 \times 12h)}{(1,121 - 0,0663 \times O3base)}$	pphm	Mayo - Agosto	(Brewer et al., 1987; Olszyk et al., 1988)
Limonos	$I = \frac{(1,1001 - 0,074 \times 12h)}{(1,1001 - 0,074 \times O3base)}$	pphm	Abril - Octubre 2 años anterior	(Olszyk et al., 1988; Thompson, Cr and Taylor, 1969)
Naranjas	$I = \frac{(53,7 - 261,1 \times 12h)}{(53,7 - 261,1 \times O3base)}$	ppm	Abril - Octubre 2 años anterior	(Olszyk, 1989)
Cebollas	$I = \frac{(11,1 - 88,1 \times 12h)}{(11,1 - 88,1 \times O3base)}$	ppm	Abril - 15 Julio	(McCool et al., 1986; Musselman et al., 1986; Olszyk et al., 1988)
Tomates	$I = \frac{32,9 \times \exp(-7h / 0,142)^{3,807}}{32,9 \times \exp(-O3base / 0,142)^{3,807}}$	horas	Mayo - Agosto	(Heck et al., 1984; Olszyk et al., 1988; Temple et al., 1985b)
Lechuga	$I = 0$	ppm	Abril - 15 Julio	(Mutters et al., 1993)
Melones	$I = \frac{(35,8 - 2,808 \times 7h)}{(35,8 - 2,808 \times O3base)}$	pphm	Abril - Julio	Zinder et al 1988 (Mutters et al., 1993)
Patata	$I = \frac{(11,736 - 390 \times 10h)}{(11,736 - 390 \times O3base)}$	pphm	Abril-Junio	(Pell et al., 1988) (Olszyk and Thompson, 1989)
Trigo	$I = \frac{\exp(-7h / 136)^{2,56}}{\exp(-O3base / 136)^{2,56}}$	ppb	Abril- junio	Sommerville et al, 1989 (Cancino and Donoso, 2001)
Cebada	$I = 0$	ppb	Abril - Junio	(Olszyk et al., 1988; Temple et al., 1985a)
Alfalfa	$I = \frac{(3139 - 10963 \times 12h)}{(3139 - 10963 \times O3base)}$	ppm	Abril - Junio	(Olszyk et al., 1988; Temple et al., 1987)

Una vez conocido el Índice de reducción de la producción, se puede calcular el porcentaje de reducción de la cosecha utilizando la siguiente ecuación:

$$(8.33) \text{ Porcentaje de reducción} = (1-I) * 100$$

Cabe destacar que de los cultivos anteriores, sólo se tienen datos de estimación de errores de aplicación de la ecuación de estimación de la producción y de su coeficiente de correlación en el caso de la producción de naranjas:

$$(8.34) \textit{Producción} = 53,7 - 261,1 \times 12h$$

Donde *Producción* es la producción estimada de toneladas de naranjas en unas determinadas condiciones de concentración de ozono, a igualdad del resto de condiciones (temperaturas, abono, riego, tierra cultivada...) y *12h* es el promedio de concentraciones de ozono desde las 08:00 hasta las 20:00 horas, medido en ppm, donde el coeficiente de correlación de la recta es 0,67, y el error estimado son 15,1 Tn.

En el resto de los casos, sólo se dispone de las ecuaciones de estimación del índice de reducción de la producción, pero no de estimación de errores o de la bondad de dicha ecuación.

#### 8.6.2.1.1. Estimación de las concentraciones (12h, 7h y 10h) en el área de estudio

Para estimar la pérdida en las cosechas de dichos cultivos aplicando las ecuaciones descritas en la Tabla 8.324 hemos de estimar primero las concentraciones de ozono en la forma 12h, 7h y 10h en todo el área de estudio. Para ello vamos a seguir el siguiente procedimiento:

1. Calcular la relación existente entre las concentraciones promedio de la campaña medidas en una estación de referencia mediante el método pasivo, y su correspondiente nivel de AOT40 correspondiente a la campaña de muestreo calculado a partir de los datos en continuo del analizador automático. El AOT40 es la suma de la diferencia entre las concentraciones horarias superiores a los  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  y  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a lo largo de un período dado utilizando únicamente los valores horarios medidos entre las 08:00 y las 20:00 horas. Dichas relaciones se reflejan en la Tabla 8.325.
2. Calcular la relación existente entre AOT40 de la campaña de muestreo medidas en las estaciones de referencia y las concentraciones 12h, 7h, 10h y H>10 calculadas a partir de los datos en continuo del analizador automático. Dichas relaciones se reflejan en la Tabla 8.326.
3. Aplicar las ecuaciones descritas en las Tabla 8.325 y Tabla 8.326 para calcular los correspondientes valores 12h, 7h, 10h y H>10pphm en todo el área de muestreo.

**Tabla 8.325. Relación concentraciones promedio campaña medidas con método pasivo y AOT40 de la campaña de muestreo**

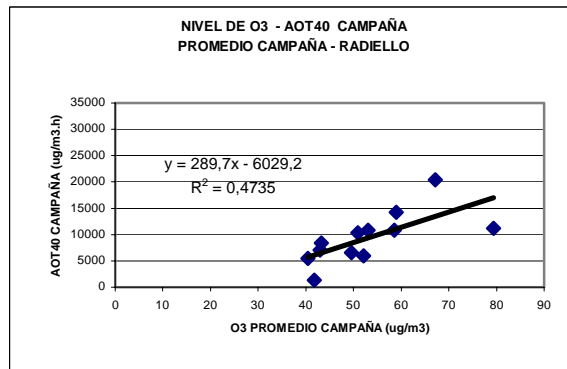
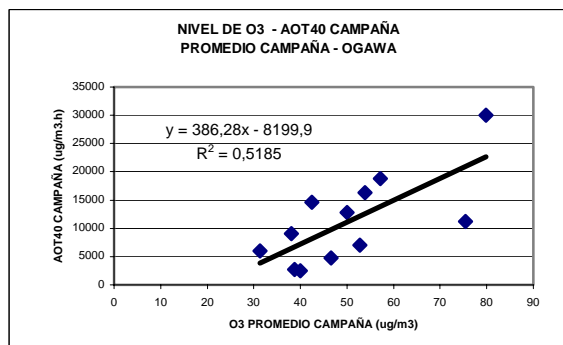
MÉTODO	DEFINICIÓN		RELACIÓN		
	X	Y	ECUACIÓN	R <sup>2</sup>	ERROR
PASIVO					
OGAWA	Nivel de ozono promedio ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) Campaña muestreo	AOT40 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3.\text{h}$ ) Campaña muestreo	$Y = 386.28 X - 8199.9$	0.5185	5757
RADIELLO	Nivel de ozono promedio ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) Campaña muestreo	AOT40 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3.\text{h}$ ) Campaña muestreo	$Y = 289. X - 6029.2$	0.4735	3687

Tabla 8.326. Relación entre AOT40 de la campaña de muestreo y las concentraciones 12h, 7h y 10h

MÉTODO PASIVO	DEFINICIÓN		RELACIÓN		
	X	Y	ECUACIÓN	R <sup>2</sup>	ERROR
OGAWA	AOT40 (µg/m <sup>3</sup> .h) Campaña muestreo	12 h (08:00-20:00) (µg/m <sup>3</sup> ) Abril-Octubre	Y = 0.0014 X + 62.44	0.8419	4,97
		12 h (08:00-20:00) (µg/m <sup>3</sup> ) Abril-Junio	Y = 0.0011 X + 74.15	0.608	7.69
		12 h (08:00-20:00) (µg/m <sup>3</sup> ) Mayo-Agosto	Y = 0.0015 X + 65.09	0.795	7.22
		12 h (08:00-20:00) (µg/m <sup>3</sup> ) Abril-15 Julio	Y = 0.0013 X + 70.58	0.716	7.38
		7 h (09:00-16:00) (µg/m <sup>3</sup> ) Abril-15 Julio	Y = 0.0013 X + 70.54	0.718	7.45
		7 h (09:00-16:00) (µg/m <sup>3</sup> ) Abril-Junio	Y = 0.0012 X + 70.96	0.687	7.08
		10 h (10:00-20:00) (µg/m <sup>3</sup> ) Abril-15 Julio	Y = 0.0013 X + 75.95	0.710	7.63
RADIELLO	AOT40 (µg/m <sup>3</sup> .h) Campaña muestreo	12 h (08:00-20:00) (µg/m <sup>3</sup> ) Abril-Octubre	Y = 0.0020 X + 59.16	0.713	7.03
		12 h (08:00-20:00) (µg/m <sup>3</sup> ) Abril-Junio	Y = 0.0016 X + 71.73	0.498	8.91
		12 h (08:00-20:00) (µg/m <sup>3</sup> ) Mayo-Agosto	Y = 0.0022 X + 61.91	0.639	9.70
		12 h (08:00-20:00) (µg/m <sup>3</sup> ) Abril-15 Julio	Y = 0.0018 X + 67.72	0.585	9.11
		7 h (09:00-16:00) (µg/m <sup>3</sup> ) Abril-15 Julio	Y = 0.0019 X + 67.62	0.591	9.10
		7 h (09:00-16:00) (µg/m <sup>3</sup> ) Abril-Junio	Y = 0.0018 X + 67.76	0.595	8.21
		10 h (10:00-20:00) (µg/m <sup>3</sup> ) Abril-15 Julio	Y = 0.0019 X + 72.89	0.594	9.11

En la Figura 8.227 se muestran las rectas de correlación reflejadas en la Tabla 8.325 las cuales relacionan las concentraciones promedio de las campañas verano 2001, 2002 y 2003 medidas con captadores pasivos y los valores de AOT40 correspondientes a dichas campañas de muestreo, obtenidos a partir de los datos de analizadores en continuo.

8.- PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

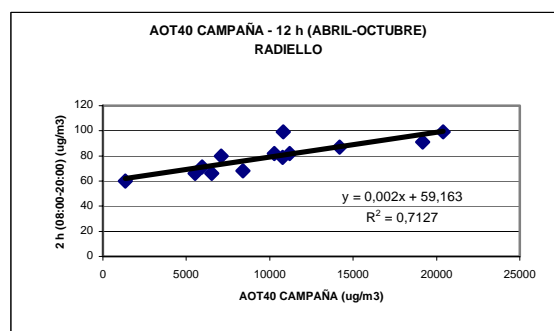
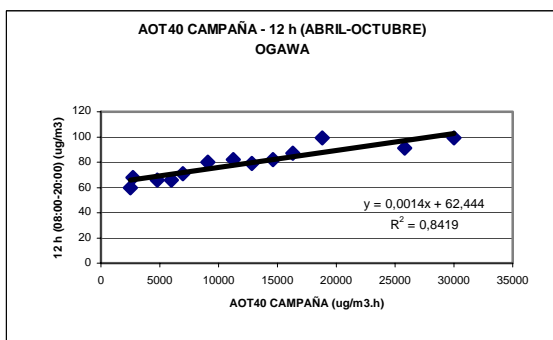


a) Ogawa

b) Radiello

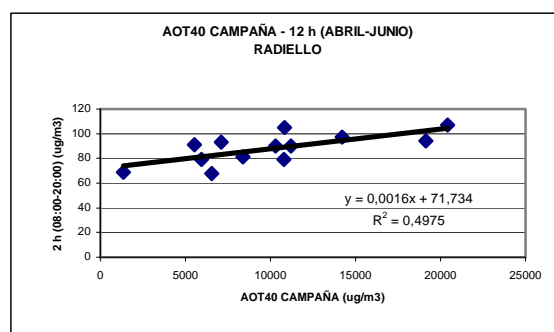
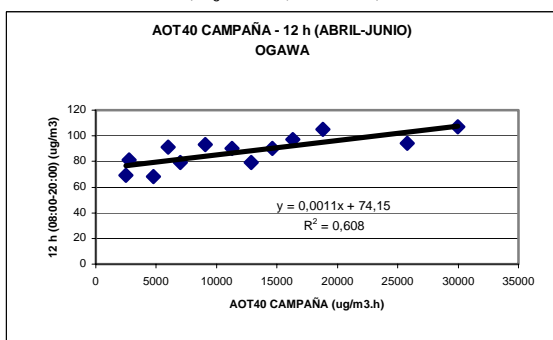
Figura 8.227. Relación concentraciones promedio campaña medidas con método pasivo y AOT40 de la campaña de muestreo

En la Figura 8.228 se muestran las relaciones entre los valores de AOT40 de cada una de las campañas en cada una de las estaciones de muestreo y los distintos valores promedio de concentración de 12h medidos en el periodo establecido en la Tabla 8.324.



a) Ogawa 12h (abril-Octubre)

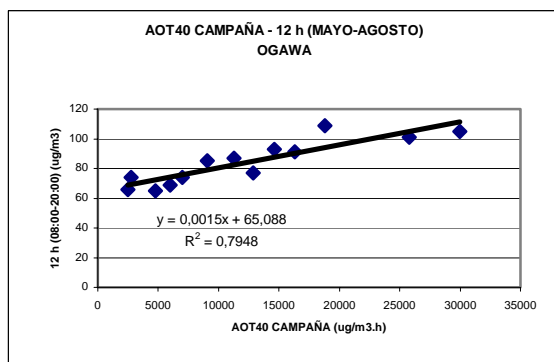
b) Radiello12h (abril-Octubre)



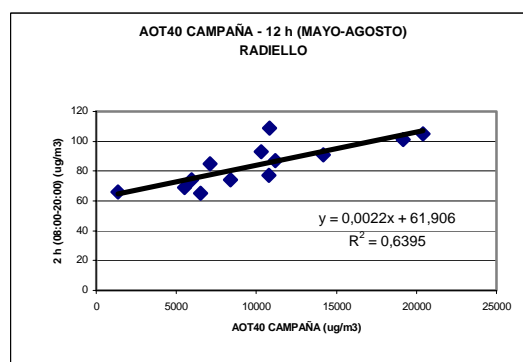
c) Ogawa 12h (abril-Junio)

d) Radiello12h (abril-Junio)

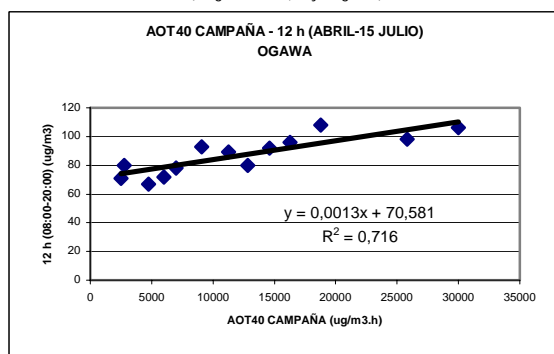
8.- PRESENTACIÓN DE RESULTADOS



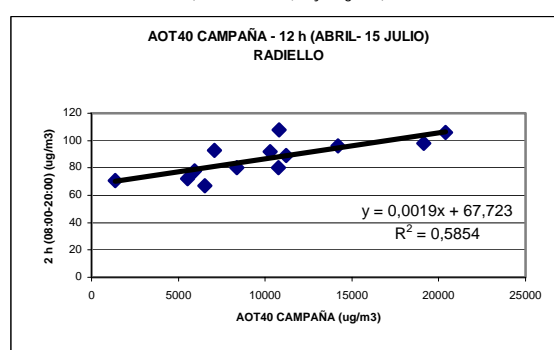
e) Ogawa 12h (mayo-agosto)



f) Radiello12h (mayo-agosto)



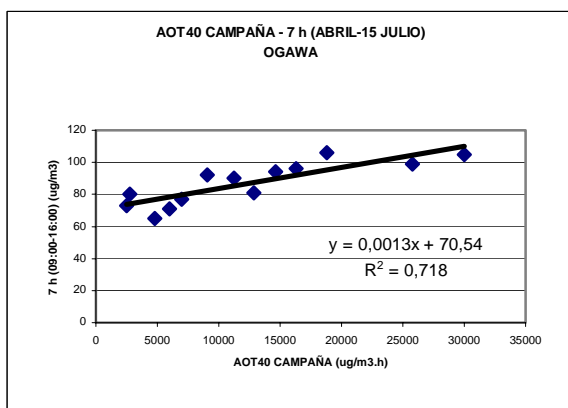
g) Ogawa 12h (abril-15Julio)



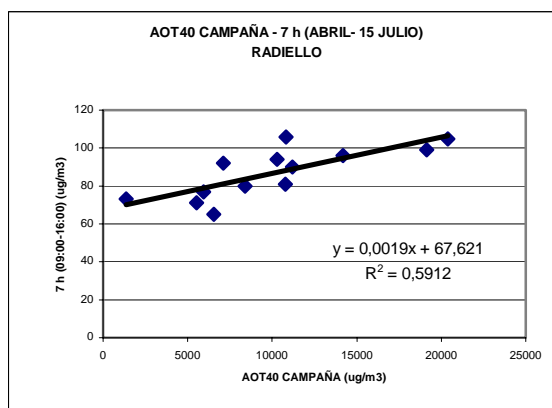
h) Radiello12h (abril-15Julio)

Figura 8.228. Relación AOT40 de la campaña de muestreo respecto a concentración promedio de 12h

En la Figura 8.229 se muestran las relaciones entre los valores de AOT40 de cada una de las campañas en cada una de las estaciones de muestreo y los distintos valores promedio de concentración de 10h y 7h medidos en el periodo establecido en la Tabla 8.324.



a) Ogawa 7h (abril-15Julio)



b) Radiello 7h (abril-15Julio)

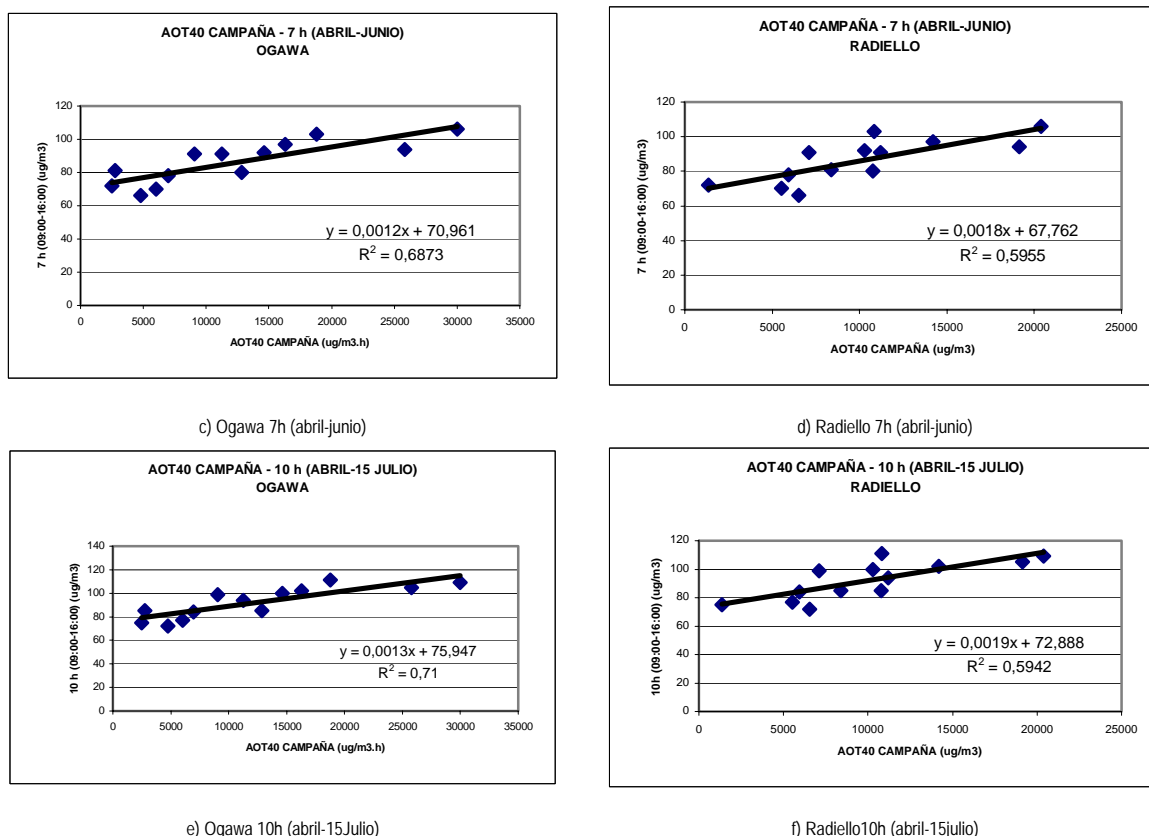


Figura 8.229. Relación AOT40 de la campaña de muestreo respecto a concentración promedio de 10h y 7h

### 8.6.2.1.2. Estimación de las pérdidas en cosechas

Para la estimación de las pérdidas en cosechas se va a tomar los datos de concentración promedio de cada una de las tres campañas estivales obtenidas a partir de los datos obtenidos con el método pasivo Ogawa, puesto que es método que mejor resultados de exactitud ofrece para medir ozono y además, las rectas de correlación reflejadas en la Tabla 8.325 y Tabla 8.326 son también mejores en coeficiente de determinación y en error asociado a la regresión.

8.6.2.1.2.1. Pérdidas en producción de uvas

En las siguientes tablas se muestra las pérdidas estimadas en la cosecha de uvas (*Vitis Vinifera*) según los datos de concentración promedio obtenidos en las tres campañas de muestreo estival.

Tabla 8.327. Estimación pérdidas en producción de uvas, Año 2001

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO	AOT40	10h	INDICE	% PÉRDIDA	MAPA
		PROMEDIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	ABRIL-15JULIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			
UXO	La Vall d'Uixó	57,0	13832	94	0,9204	8,0	
VVJ	La Vilavella	49,4	10867	90	0,9274	7,3	
LLO	Burriana Llombai	39,0	6865	85	0,9368	6,3	
VIL E	Villarreal Este	37,7	6380	84	0,9379	6,2	
ERM	Ermita	38,8	6805	85	0,9369	6,3	
GRA	Grao de Castellón	46,6	9808	89	0,9299	7,0	
CAM	Cámara Comercio	51,5	11697	91	0,9254	7,5	
CAC	Casino Antiguo	51,2	11592	91	0,9257	7,4	
PEÑ	Penyeta	56,5	13632	94	0,9209	7,9	
FND	Camifondo Este	45,0	9183	88	0,9313	6,9	
OND N	Onda Norte	49,6	10942	90	0,9272	7,3	
SJM	Sant Joan Moró	59,3	14703	95	0,9183	8,2	
MAG	Magdalena	63,9	16483	97	0,9141	8,6	
ORO	Oropesa	61,1	15417	96	0,9167	8,3	
TOR	Torreblanca	54,2	12746	93	0,9229	7,7	
RIB	Ribesalbes	52,3	12017	92	0,9247	7,5	

Tabla 8.328. Estimación pérdidas en producción de uvas, Año 2002

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO	AOT40	10h	INDICE	% PÉRDIDA	MAPA
		PROMEDIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	ABRIL-15JULIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			
UXO	La Vall d'Uixó	63,0	16123	97	0,9150	8,5	
BUR C	Burriana Casa	50,5	11306	91	0,9263	7,4	
RIB	Ribesalbes	58,5	14395	95	0,9191	8,1	
VIL O	Villarreal Oeste	55,9	13381	93	0,9215	7,9	
ERM	Ermita	52,8	12178	92	0,9243	7,6	
GRA	Grao de Castellón	53,9	12629	92	0,9232	7,7	
CAM	Cámara Comercio	55,8	13337	93	0,9216	7,8	
CAC	Casino Antiguo	58,7	14485	95	0,9189	8,1	
PEÑ	Penyeta	75,4	20941	103	0,9036	9,6	
VLF	Villafranca	79,8	22620	105	0,8997	10,0	
OND O	Onda Oeste	64,6	16749	98	0,9135	8,6	
MAG	La Magdalena	70,6	19081	101	0,9080	9,2	

Tabla 8.328 Cont

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO PROMEDIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	AOT40 CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	10h ABRIL-15JULIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	INDICE	% PÉRDIDA	MAPA
BRN	La Barona	64,6	16736	98	0,9136	8,6	
ORO	Oropesa	66,3	17410	99	0,9120	8,8	
TOR	Torreblanca	64,1	16578	98	0,9139	8,6	
ROS	Rosildos	78,4	22080	105	0,9010	9,9	

Tabla 8.329. Estimación pérdidas en producción de uvas, Año 2003

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO PROMEDIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	AOT40 CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	10h ABRIL-15JULIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	INDICE	% PÉRDIDA	MAPA
GRA	Grao	38,0	6489	84	0,9377	6,2	
BUR	Burriana REF	31,8	4092	81	0,9433	5,7	
ERM	Ermita	31,3	3901	81	0,9438	5,6	
PEÑ	Penyeta	50,0	11116	90	0,9268	7,3	
VLF	Vilafra	57,2	13876	94	0,9203	8,0	
ROS	Rosildos	64,7	16783	98	0,9134	8,7	
CAB	Cabanes	25,7	1733	78	0,9489	5,1	
CAS	Castellón	40,0	7244	85	0,9359	6,4	
CAM	Cámara Comercio	32,6	4402	82	0,9426	5,7	
ALZ	Almazora	39,6	7103	85	0,9362	6,4	
MAG	La Magdalena	35,5	5500	83	0,9400	6,0	
BEN	Benicassim	38,3	6610	85	0,9374	6,3	
ORO	Oropesa	36,7	5972	84	0,9389	6,1	
TOR	Torreblanca	50,7	11387	91	0,9262	7,4	
OND	Onda Oeste	50,0	11110	90	0,9268	7,3	
ALC	Alcora	42,5	8226	87	0,9336	6,6	
RIB	Ribesalbes	28,4	2768	80	0,9465	5,4	
VIL	Villarreal Oeste	26,0	1859	78	0,9486	5,1	
UXO	La Vall d'Uixó	52,1	11941	91	0,9248	7,5	
RAM	Rambla la Viuda	48,3	10473	90	0,9283	7,2	
CIR	Cirat	52,4	12041	92	0,9246	7,5	
VAL	Valbona	59,6	14806	95	0,9181	8,2	
ALG	Algar	45,9	9521	88	0,9305	6,9	
JER	Jérica	56,5	13640	94	0,9208	7,9	

8.6.2.1.2.2. Pérdidas en producción de limones

En las siguientes tablas se muestra las pérdidas estimadas en la cosecha de limones (citrus limonun) según los datos de concentración promedio obtenidos en las tres campañas de muestreo estival.



**Tabla 8.330. Estimación pérdidas en producción de limones, Año 2003**

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO	AOT40	12h	INDICE	% PÉRDIDA	MAPA
		PROMEDIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ )	ABRIL-OCT ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			
UXO	La Vall d'Uixó	57,0	13832	82	0,8714	12,9	
VVJ	La Vilavella	49,4	10867	78	0,8882	11,2	
LLO	Burriana Llombai	39,0	6865	72	0,9108	8,9	
VIL E	Villarreal Este	37,7	6380	71	0,9136	8,6	
ERM	Ermita	38,8	6805	72	0,9112	8,9	
GRA	Grao de Castellón	46,6	9808	76	0,8942	10,6	
CAM	Cámara Comercio	51,5	11697	79	0,8835	11,7	
CAC	Casino Antiguo	51,2	11592	79	0,8841	11,6	
PEÑ	Penyeta	56,5	13632	82	0,8725	12,7	
FND	CamiFondo Este	45,0	9183	75	0,8977	10,2	
OND N	Onda Norte	49,6	10942	78	0,8878	11,2	
SJM	Sant Joan Moró	59,3	14703	83	0,8665	13,4	
MAG	Magdalena	63,9	16483	86	0,8564	14,4	
ORO	Oropesa	61,1	15417	84	0,8624	13,8	
TOR	Torreblanca	54,2	12746	80	0,8776	12,2	
RIB	Ribesalbes	52,3	12017	79	0,8817	11,8	

**Tabla 8.331. Estimación pérdidas en producción de limones, Año 2004**

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO	AOT40	12h	INDICE	% PÉRDIDA	MAPA
		PROMEDIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ )	ABRIL-OCT ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			
UXO	La Vall d'Uixó	63,0	16123	85	0,8584	14,2	
BUR C	Burriana Casa	50,5	11306	78	0,8857	11,4	
RIB	Ribesalbes	58,5	14395	83	0,8682	13,2	
VIL O	Villarreal Oeste	55,9	13381	81	0,8740	12,6	
ERM	Ermita	52,8	12178	79	0,8808	11,9	
GRA	Grao de Castellón	53,9	12629	80	0,8782	12,2	
CAM	Cámara Comercio	55,8	13337	81	0,8742	12,6	
CAC	Casino Antiguo	58,7	14485	83	0,8677	13,2	
PEÑ	Penyeta	75,4	20941	92	0,8312	16,9	
VLF	Villafranca	79,8	22620	94	0,8217	17,8	
OND O	Onda Oeste	64,6	16749	86	0,8549	14,5	
MAG	La Magdalena	70,6	19081	89	0,8417	15,8	
BRN	La Barona	64,6	16736	86	0,8550	14,5	
ORO	Oropesa	66,3	17410	87	0,8511	14,9	
TOR	Torreblanca	64,1	16578	86	0,8559	14,4	
ROS	Rosildos	78,4	22080	93	0,8247	17,5	

Tabla 8.332. Estimación pérdidas en producción de limones. Año 2005

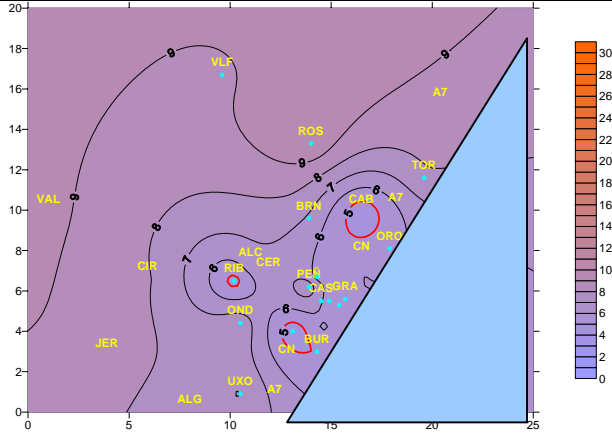
CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO PROMEDIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	AOT40 CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ )	12h ABRIL-OCT ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	INDICE	% PÉRDIDA	MAPA
GRA	Grao	38,0	6489	72	0,9130	8,7	
BUR	Burriana REF	31,8	4092	68	0,9265	7,3	
ERM	Ermita	31,3	3901	68	0,9276	7,2	
PEÑ	Penyeta	50,0	11116	78	0,8868	11,3	
VLF	Vilafranca	57,2	13876	82	0,8712	12,9	
ROS	Rosildos	64,7	16783	86	0,8547	14,5	
CAB	Cabanes	25,7	1733	65	0,9399	6,0	
CAS	Castellón	40,0	7244	73	0,9087	9,1	
CAM	Cámara Comercio	32,6	4402	69	0,9248	7,5	
ALZ	Almazora	39,6	7103	72	0,9095	9,1	
MAG	La Magdalena	35,5	5500	70	0,9186	8,1	
BEN	Benicassim	38,3	6610	72	0,9123	8,8	
ORO	Oropesa	36,7	5972	71	0,9159	8,4	
TOR	Torreblanca	50,7	11387	78	0,8852	11,5	
OND	Onda Oeste	50,0	11110	78	0,8868	11,3	
ALC	Alcora	42,5	8226	74	0,9031	9,7	
RIB	Ribesalbes	28,4	2768	66	0,9340	6,6	
VIL	Villarreal Oeste	26,0	1859	65	0,9392	6,1	
UXO	La Vall d'Uixó	52,1	11941	79	0,8821	11,8	
RAM	Rambla la Viuda	48,3	10473	77	0,8904	11,0	
CIR	Cirat	52,4	12041	79	0,8815	11,8	
VAL	Valbona	59,6	14806	83	0,8659	13,4	
ALG	Algar	45,9	9521	76	0,8958	10,4	
JER	Jérica	56,5	13640	82	0,8725	12,8	

8.6.2.1.2.3. Pérdidas en producción de naranjas

En las siguientes tablas se muestra las pérdidas estimadas en la cosecha de naranjas (*citrus sinensis*) según los datos de concentración promedio obtenidos en las tres campañas de muestreo estival.



**Tabla 8.335. Estimación pérdidas en producción de naranjas. Año 2005**

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO PROMEDIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	AOT40 CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ )	12h ABRIL-OCT ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	INDICE	% PÉRDIDA	MAPA
GRA	Grao	38,0	6489	72	0,9404	6,0	
BUR	Burriana REF	31,8	4092	68	0,9497	5,0	
ERM	Ermita	31,3	3901	68	0,9505	5,0	
PEÑ	Penyeta	50,0	11116	78	0,9225	7,7	
VLF	Vilafranca	57,2	13876	82	0,9118	8,8	
ROS	Rosildos	64,7	16783	86	0,9005	9,9	
CAB	Cabanes	25,7	1733	65	0,9589	4,1	
CAS	Castellón	40,0	7244	73	0,9375	6,2	
CAM	Cámara Comercio	32,6	4402	69	0,9485	5,1	
ALZ	Almazora	39,6	7103	72	0,9381	6,2	
MAG	La Magdalena	35,5	5500	70	0,9443	5,6	
BEN	Benicassim	38,3	6610	72	0,9400	6,0	
ORO	Oropesa	36,7	5972	71	0,9424	5,8	
TOR	Torreblanca	50,7	11387	78	0,9215	7,9	
OND	Onda Oeste	50,0	11110	78	0,9225	7,7	
ALC	Alcora	42,5	8226	74	0,9337	6,6	
RIB	Ribesalbes	28,4	2768	66	0,9548	4,5	
VIL	Villarreal Oeste	26,0	1859	65	0,9584	4,2	
UXO	La Vall d'Uixó	52,1	11941	79	0,9193	8,1	
RAM	Rambla la Viuda	48,3	10473	77	0,9250	7,5	
CIR	Cirat	52,4	12041	79	0,9189	8,1	
VAL	Valbona	59,6	14806	83	0,9082	9,2	
ALG	Algar	45,9	9521	76	0,9287	7,1	
JER	Jérica	56,5	13640	82	0,9127	8,7	

**8.6.2.1.2.4. Pérdidas en producción de cebollas**

En las siguientes tablas se muestra las pérdidas estimadas en la cosecha de cebollas (*allium cepa*) según los datos de concentración promedio obtenidos en las tres campañas de muestreo estival.



**Tabla 8.338. Estimación pérdidas en producción de cebollas. Año 2003**

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO PROMEDIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	AOT40 CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ )	12h ABRIL-JULIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	INDICE	% PÉRDIDA	MAPA
GRA	Grao	38,0	6489	79	0,8563	14,4	
BUR	Burriana REF	31,8	4092	76	0,8718	12,8	
ERM	Ermita	31,3	3901	76	0,8730	12,7	
PEÑ	Penyeta	50,0	11116	85	0,8266	17,3	
VLF	Vilafranca	57,2	13876	89	0,8088	19,1	
ROS	Rosildos	64,7	16783	92	0,7901	21,0	
CAB	Cabanes	25,7	1733	73	0,8870	11,3	
CAS	Castellón	40,0	7244	80	0,8515	14,9	
CAM	Cámara Comercio	32,6	4402	76	0,8698	13,0	
ALZ	Almazora	39,6	7103	80	0,8524	14,8	
MAG	La Magdalena	35,5	5500	78	0,8627	13,7	
BEN	Benicassim	38,3	6610	79	0,8556	14,4	
ORO	Oropesa	36,7	5972	78	0,8597	14,0	
TOR	Torreblanca	50,7	11387	85	0,8248	17,5	
OND	Onda Oeste	50,0	11110	85	0,8266	17,3	
ALC	Alcora	42,5	8226	81	0,8452	15,5	
RIB	Ribesalbes	28,4	2768	74	0,8803	12,0	
VIL	Villarreal Oeste	26,0	1859	73	0,8861	11,4	
UXO	La Vall d'Uixó	52,1	11941	86	0,8213	17,9	
RAM	Rambla la Viuda	48,3	10473	84	0,8307	16,9	
CIR	Cirat	52,4	12041	86	0,8206	17,9	
VAL	Valbona	59,6	14806	90	0,8028	19,7	
ALG	Algar	45,9	9521	83	0,8368	16,3	
JER	Jérica	56,5	13640	88	0,8103	19,0	

**8.6.2.1.2.5. Pérdidas en producción de tomates**

En las siguientes tablas se muestra las pérdidas estimadas en la cosecha de tomates (*Lycopersicum esculentum* Mill. (Mulet Pascual, 1991)) según los datos de concentración promedio obtenidos en las tres campañas de muestreo estival.







**Tabla 8.342. Estimación pérdidas en producción de patatas. Año 2001**

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO	AOT40	10h	INDICE	% PÉRDIDA	MAPA
		PROMEDIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ )	ABRIL-JUNIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			
UXO	La Vall d'Uixó	57,0	13832	94	0,9204	8,0	
VVJ	La Vilavella	49,4	10867	90	0,9274	7,3	
LLO	Burriana Llombai	39,0	6865	85	0,9368	6,3	
VIL E	Villarreal Este	37,7	6380	84	0,9379	6,2	
ERM	Ermita	38,8	6805	85	0,9369	6,3	
GRA	Grao de Castellón	46,6	9808	89	0,9299	7,0	
CAM	Cámara Comercio	51,5	11697	91	0,9254	7,5	
CAC	Casino Antiguo	51,2	11592	91	0,9257	7,4	
PEÑ	Penyeta	56,5	13632	94	0,9209	7,9	
FND	CamiFondo Este	45,0	9183	88	0,9313	6,9	
OND N	Onda Norte	49,6	10942	90	0,9272	7,3	
SJM	Sant Joan Moró	59,3	14703	95	0,9183	8,2	
MAG	Magdalena	63,9	16483	97	0,9141	8,6	
ORO	Oropesa	61,1	15417	96	0,9167	8,3	
TOR	Torreblanca	54,2	12746	93	0,9229	7,7	
RIB	Ribesalbes	52,3	12017	92	0,9247	7,5	

**Tabla 8.343. Estimación pérdidas en producción de patatas, Año 2002**

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO	AOT40	10h	INDICE	% PÉRDIDA	MAPA
		PROMEDIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ )	ABRIL-JUNIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			
UXO	La Vall d'Uixó	63,0	16123	97	0,9150	8,5	
BUR C	Burriana Casa	50,5	11306	91	0,9263	7,4	
RIB	Ribesalbes	58,5	14395	95	0,9191	8,1	
VIL O	Villarreal Oeste	55,9	13381	93	0,9215	7,9	
ERM	Ermita	52,8	12178	92	0,9243	7,6	
GRA	Grao de Castellón	53,9	12629	92	0,9232	7,7	
CAM	Cámara Comercio	55,8	13337	93	0,9216	7,8	
CAC	Casino Antiguo	58,7	14485	95	0,9189	8,1	
PEÑ	Penyeta	75,4	20941	103	0,9036	9,6	
VLF	Villafranca	79,8	22620	105	0,8997	10,0	
OND O	Onda Oeste	64,6	16749	98	0,9135	8,6	
MAG	La Magdalena	70,6	19081	101	0,9080	9,2	
BRN	La Barona	64,6	16736	98	0,9136	8,6	
ORO	Oropesa	66,3	17410	99	0,9120	8,8	
TOR	Torreblanca	64,1	16578	98	0,9139	8,6	
ROS	Rosildos	78,4	22080	105	0,9010	9,9	

Tabla 8.344. Estimación pérdidas en producción de patatas. Año 2003

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO PROMEDIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	AOT40 CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ )	10h ABRIL-JUNIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	INDICE	% PÉRDIDA	MAPA
GRA	Grao	38,0	6489	84	0,9377	6,2	
BUR	Burriana REF	31,8	4092	81	0,9433	5,7	
ERM	Ermita	31,3	3901	81	0,9438	5,6	
PEÑ	Penyeta	50,0	11116	90	0,9268	7,3	
VLF	Vilafranca	57,2	13876	94	0,9203	8,0	
ROS	Rosildos	64,7	16783	98	0,9134	8,7	
CAB	Cabanes	25,7	1733	78	0,9489	5,1	
CAS	Castellón	40,0	7244	85	0,9359	6,4	
CAM	Cámara Comercio	32,6	4402	82	0,9426	5,7	
ALZ	Almazora	39,6	7103	85	0,9362	6,4	
MAG	La Magdalena	35,5	5500	83	0,9400	6,0	
BEN	Benicassim	38,3	6610	85	0,9374	6,3	
ORO	Oropesa	36,7	5972	84	0,9389	6,1	
TOR	Torreblanca	50,7	11387	91	0,9262	7,4	
OND	Onda Oeste	50,0	11110	90	0,9268	7,3	
ALC	Alcora	42,5	8226	87	0,9336	6,6	
RIB	Ribesalbes	28,4	2768	80	0,9465	5,4	
VIL	Villarreal Oeste	26,0	1859	78	0,9486	5,1	
UXO	La Vall d'Uixó	52,1	11941	91	0,9248	7,5	
RAM	Rambla la Viuda	48,3	10473	90	0,9283	7,2	
CIR	Cirat	52,4	12041	92	0,9246	7,5	
VAL	Valbona	59,6	14806	95	0,9181	8,2	
ALG	Algar	45,9	9521	88	0,9305	6,9	
JER	Jérica	56,5	13640	94	0,9208	7,9	

8.6.2.1.2.7. Pérdidas en producción de melones

En las siguientes tablas se muestra las pérdidas estimadas en la cosecha de melones (Cucumis melo) según los datos de concentración promedio obtenidos en las tres campañas de muestreo estival.

**Tabla 8.345. Estimación pérdidas en producción de melones, Año 2001**

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO	AOT40	7h	INDICE	% PÉRDIDA	MAPA
		PROMEDIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ )	ABRIL-JULIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			
UXO	La Vall d'Uixó	57,0	13832	89	0,8121	18,8	
VVJ	La Vilavella	49,4	10867	85	0,8309	16,9	
LLO	Burriana Llombai	39,0	6865	80	0,8563	14,4	
VIL E	Villarreal Este	37,7	6380	79	0,8593	14,1	
ERM	Ermita	38,8	6805	79	0,8566	14,3	
GRA	Grao de Castellón	46,6	9808	83	0,8376	16,2	
CAM	Cámara Comercio	51,5	11697	86	0,8256	17,4	
CAC	Casino Antiguo	51,2	11592	86	0,8263	17,4	
PEÑ	Penyeta	56,5	13632	88	0,8133	18,7	
FND	CamiFondo Este	45,0	9183	83	0,8416	15,8	
OND N	Onda Norte	49,6	10942	85	0,8304	17,0	
SJM	Sant Joan Moró	59,3	14703	90	0,8066	19,3	
MAG	Magdalena	63,9	16483	92	0,7953	20,5	
ORO	Oropesa	61,1	15417	91	0,8020	19,8	
TOR	Torreblanca	54,2	12746	87	0,8190	18,1	
RIB	Ribesalbes	52,3	12017	86	0,8236	17,6	

**Tabla 8.346. Estimación pérdidas en producción de melones, Año 2002**

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO	AOT40	7h	INDICE	% PÉRDIDA	MAPA
		PROMEDIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ )	ABRIL-JULIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			
UXO	La Vall d'Uixó	63,0	16123	92	0,7975	20,2	
BUR C	Burriana Casa	50,5	11306	85	0,8281	17,2	
RIB	Ribesalbes	58,5	14395	89	0,8085	19,1	
VIL O	Villarreal Oeste	55,9	13381	88	0,8149	18,5	
ERM	Ermita	52,8	12178	86	0,8226	17,7	
GRA	Grao de Castellón	53,9	12629	87	0,8197	18,0	
CAM	Cámara Comercio	55,8	13337	88	0,8152	18,5	
CAC	Casino Antiguo	58,7	14485	89	0,8079	19,2	
PEÑ	Penyeta	75,4	20941	98	0,7670	23,3	
VLF	Villafranca	79,8	22620	100	0,7563	24,4	
OND O	Onda Oeste	64,6	16749	92	0,7936	20,6	
MAG	La Magdalena	70,6	19081	95	0,7788	22,1	
BRN	La Barona	64,6	16736	92	0,7937	20,6	
ORO	Oropesa	66,3	17410	93	0,7894	21,1	
TOR	Torreblanca	64,1	16578	92	0,7947	20,5	
ROS	Rosildos	78,4	22080	99	0,7598	24,0	



8.- PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

**Tabla 8.348. Estimación pérdidas en producción de trigo. Año 2001**

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO	AOT40	7h	INDICE	% PÉRDIDA	MAPA
		PROMEDIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ )	ABRIL-JUNIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			
UXO	La Vall d'Uixó	57,0	13832	88	0,7022	27,5	
VVJ	La Vilavella	49,4	10867	84	0,7261	26,6	
LLO	Burriana Llombai	39,0	6865	79	0,7597	25,3	
VIL E	Villarreal Este	37,7	6380	79	0,7639	25,1	
ERM	Ermita	38,8	6805	79	0,7602	25,2	
GRA	Grao de Castellón	46,6	9808	83	0,7349	26,2	
CAM	Cámara Comercio	51,5	11697	85	0,7194	26,8	
CAC	Casino Antiguo	51,2	11592	85	0,7202	26,8	
PEÑ	Penyeta	56,5	13632	87	0,7038	27,5	
FND	CamiFondo Este	45,0	9183	82	0,7401	26,0	
OND N	Onda Norte	49,6	10942	84	0,7255	26,6	
SJM	Sant Joan Moró	59,3	14703	89	0,6954	27,8	
MAG	Magdalena	63,9	16483	91	0,6815	28,4	
ORO	Oropesa	61,1	15417	89	0,6898	28,0	
TOR	Torreblanca	54,2	12746	86	0,7109	27,2	
RIB	Ribesalbes	52,3	12017	85	0,7168	26,9	

**Tabla 8.349. Estimación pérdidas en producción de trigo, Año 2002**

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO	AOT40	7h	INDICE	% PÉRDIDA	MAPA
		PROMEDIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ )	ABRIL-JUNIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			
UXO	La Vall d'Uixó	63,0	16123	90	0,6843	28,3	
BUR C	Burriana Casa	50,5	11306	85	0,7226	26,7	
RIB	Ribesalbes	58,5	14395	88	0,6978	27,7	
VIL O	Villarreal Oeste	55,9	13381	87	0,7058	27,4	
ERM	Ermita	52,8	12178	86	0,7155	27,0	
GRA	Grao de Castellón	53,9	12629	86	0,7118	27,1	
CAM	Cámara Comercio	55,8	13337	87	0,7062	27,4	
CAC	Casino Antiguo	58,7	14485	88	0,6971	27,7	
PEÑ	Penyeta	75,4	20941	96	0,6481	29,8	
VLF	Villafranca	79,8	22620	98	0,6359	30,3	
OND O	Onda Oeste	64,6	16749	91	0,6795	28,5	
MAG	La Magdalena	70,6	19081	94	0,6618	29,2	
BRN	La Barona	64,6	16736	91	0,6796	28,4	
ORO	Oropesa	66,3	17410	92	0,6744	28,7	
TOR	Torreblanca	64,1	16578	91	0,6808	28,4	
ROS	Rosildos	78,4	22080	97	0,6398	30,1	

Tabla 8.350. Estimación pérdidas en producción de trigo. Año 2003

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO PROMEDIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	AOT40 CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ )	7h ABRIL-JUNIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	INDICE	% PÉRDIDA	MAPA
GRA	Grao	38,0	6489	79	0,7630	25,1	
BUR	Burriana REF	31,8	4092	76	0,7839	24,3	
ERM	Ermita	31,3	3901	76	0,7856	24,3	
PEÑ	Penyeta	50,0	11116	84	0,7241	26,6	
VLF	Vilafranca	57,2	13876	88	0,7019	27,5	
ROS	Rosildos	64,7	16783	91	0,6792	28,5	
CAB	Cabanes	25,7	1733	73	0,8051	23,5	
CAS	Castellón	40,0	7244	80	0,7565	25,4	
CAM	Cámara Comercio	32,6	4402	76	0,7812	24,4	
ALZ	Almazora	39,6	7103	79	0,7577	25,3	
MAG	La Magdalena	35,5	5500	78	0,7715	24,8	
BEN	Benicassim	38,3	6610	79	0,7619	25,2	
ORO	Oropesa	36,7	5972	78	0,7674	25,0	
TOR	Torreblanca	50,7	11387	85	0,7219	26,7	
OND	Onda Oeste	50,0	11110	84	0,7242	26,6	
ALC	Alcora	42,5	8226	81	0,7481	25,7	
RIB	Ribesalbes	28,4	2768	74	0,7957	23,9	
VIL	Villarreal Oeste	26,0	1859	73	0,8039	23,6	
UXO	La Vall d'Uixó	52,1	11941	85	0,7174	26,9	
RAM	Rambla la Viuda	48,3	10473	84	0,7294	26,4	
CIR	Cirat	52,4	12041	85	0,7166	26,9	
VAL	Valbona	59,6	14806	89	0,6945	27,8	
ALG	Algar	45,9	9521	82	0,7373	26,1	
JER	Jérica	56,5	13640	87	0,7038	27,5	

8.6.2.1.2.9. Pérdidas en producción de alfalfa

En las siguientes tablas se muestra las pérdidas estimadas en la cosecha de alfalfa (Medicago Sativa) según los datos de concentración promedio obtenidos en las tres campañas de muestreo estival.

**Tabla 8.351. Estimación pérdidas en producción de alfalfa. Año 2001**

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO	AOT40	12h	INDICE	% PÉRDIDA	MAPA
		PROMEDIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ )	ABRIL-JUNIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			
UXO	La Vall d'Uixó	57,0	13832	89	0,9247	7,5	
VVJ	La Vilavella	49,4	10867	86	0,9309	6,9	
LLO	Burriana Llombai	39,0	6865	82	0,9393	6,1	
VIL E	Villarreal Este	37,7	6380	81	0,9404	6,0	
ERM	Ermita	38,8	6805	82	0,9395	6,1	
GRA	Grao de Castellón	46,6	9808	85	0,9332	6,7	
CAM	Cámara Comercio	51,5	11697	87	0,9292	7,1	
CAC	Casino Antiguo	51,2	11592	87	0,9294	7,1	
PEÑ	Penyeta	56,5	13632	89	0,9251	7,5	
FND	CamiFondo Este	45,0	9183	84	0,9345	6,6	
OND N	Onda Norte	49,6	10942	86	0,9308	6,9	
SJM	Sant Joan Moró	59,3	14703	90	0,9228	7,7	
MAG	Magdalena	63,9	16483	92	0,9191	8,1	
ORO	Oropesa	61,1	15417	91	0,9213	7,9	
TOR	Torreblanca	54,2	12746	88	0,9270	7,3	
RIB	Ribesalbes	52,3	12017	87	0,9285	7,1	

**Tabla 8.352. Estimación pérdidas en producción de alfalfa, Año 2002**

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO	AOT40	12h	INDICE	% PÉRDIDA	MAPA
		PROMEDIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ )	ABRIL-JUNIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			
UXO	La Vall d'Uixó	63,0	16123	92	0,9199	8,0	
BUR C	Burriana Casa	50,5	11306	87	0,9300	7,0	
RIB	Ribesalbes	58,5	14395	90	0,9235	7,7	
VIL O	Villarreal Oeste	55,9	13381	89	0,9256	7,4	
ERM	Ermita	52,8	12178	88	0,9282	7,2	
GRA	Grao de Castellón	53,9	12629	88	0,9272	7,3	
CAM	Cámara Comercio	55,8	13337	89	0,9257	7,4	
CAC	Casino Antiguo	58,7	14485	90	0,9233	7,7	
PEÑ	Penyeta	75,4	20941	97	0,9097	9,0	
VLF	Villafranca	79,8	22620	99	0,9062	9,4	
OND O	Onda Oeste	64,6	16749	93	0,9185	8,1	
MAG	La Magdalena	70,6	19081	95	0,9136	8,6	
BRN	La Barona	64,6	16736	93	0,9186	8,1	
ORO	Oropesa	66,3	17410	93	0,9172	8,3	
TOR	Torreblanca	64,1	16578	92	0,9189	8,1	
ROS	Rosildos	78,4	22080	98	0,9073	9,3	

**Tabla 8.353. Estimación pérdidas en producción de alfalfa. Año 2003**

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO	AOT40	12h	INDICE	% PÉRDIDA	MAPA
		PROMEDIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ )	ABRIL-JUNIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			
GRA	Grao	38,0	6489	81	0,9401	6,0	
BUR	Burriana REF	31,8	4092	79	0,9452	5,5	
ERM	Ermita	31,3	3901	78	0,9456	5,4	
PEÑ	Penyeta	50,0	11116	86	0,9304	7,0	
VLF	Vilafranca	57,2	13876	89	0,9246	7,5	
ROS	Rosildos	64,7	16783	93	0,9185	8,2	
CAB	Cabanes	25,7	1733	76	0,9501	5,0	
CAS	Castellón	40,0	7244	82	0,9385	6,1	
CAM	Cámara Comercio	32,6	4402	79	0,9445	5,5	
ALZ	Almazora	39,6	7103	82	0,9388	6,1	
MAG	La Magdalena	35,5	5500	80	0,9422	5,8	
BEN	Benicassim	38,3	6610	81	0,9399	6,0	
ORO	Oropesa	36,7	5972	81	0,9412	5,9	
TOR	Torreblanca	50,7	11387	87	0,9298	7,0	
OND	Onda Oeste	50,0	11110	86	0,9304	7,0	
ALC	Alcora	42,5	8226	83	0,9365	6,4	
RIB	Ribesalbes	28,4	2768	77	0,9480	5,2	
VIL	Villarreal Oeste	26,0	1859	76	0,9499	5,0	
UXO	La Vall d'Uixó	52,1	11941	87	0,9287	7,1	
RAM	Rambla la Viuda	48,3	10473	86	0,9318	6,8	
CIR	Cirat	52,4	12041	87	0,9285	7,2	
VAL	Valbona	59,6	14806	90	0,9226	7,7	
ALG	Algar	45,9	9521	85	0,9338	6,6	
JER	Jérica	56,5	13640	89	0,9251	7,5	

*8.6.2.1.2.10. Comparación de pérdidas de producción en los cultivos estudiados*

En la Tabla 8.354 se muestra resumido el porcentaje de pérdidas en las cosechas estimadas para los cultivos estudiados.

**Tabla 8.354. Resumen de pérdidas producidas en cosechas de cultivos como consecuencia de las concentraciones de ozono.**

AÑO	PORCENTAJE DE PÉRDIDAS EN COSECHAS (%)								
	UVAS	LIMONES	NARANJAS	CEBOLLAS	TOMATES	PATATAS	MELONES	TRIGO	ALFALFA
2001	11,2	11,5	7,9 ± 2,7	17,5	37,7	7,4	17,3	26,7	7,0
2002	13,7	14,2	9,7 ± 3,3	20,6	42,7	8,5	20,3	28,3	8,0
2003	9,6	9,8	6,7 ± 2,3	15,6	34,3	6,7	15,4	25,8	6,4



Estos datos se han representado gráficamente en la Figura 8.230. Se aprecia que el cultivo que más sensibilidad presenta ante el ozono es el tomate, alcanzando pérdidas que superan el 40% de la cosecha. El segundo cultivo que más se ve afectado es el trigo con un 25% de pérdidas en la producción, seguido por los melones y las cebollas con pérdidas en torno al 15%. Las pérdidas de las uvas y los limones son alrededor del 10%, mientras que las patatas, alfalfa y las naranjas son alrededor del 7% de su producción.

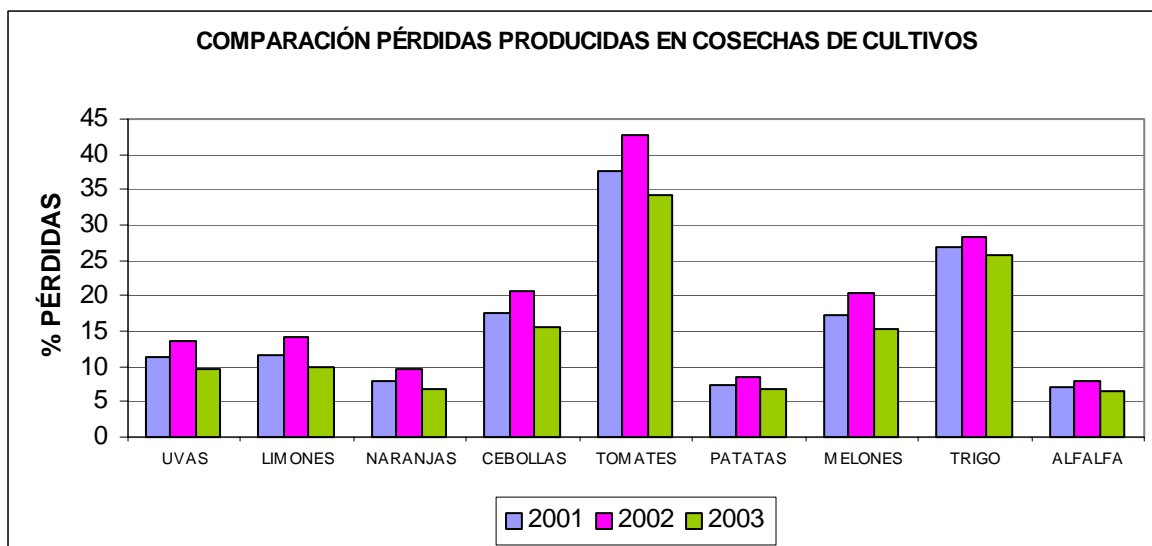


Figura 8.230. Comparación de pérdidas producción en cosechas de cultivos consecuencia de las concentraciones de ozono

### 8.6.2.2. Estimación de daños en cosechas de árboles frutales

Williams y col. llevaron a cabo en el año 1989 en la Universidad de California un proyecto en el que estudiaron los efectos del ozono en la fotosíntesis, crecimiento vegetativo y desarrollo de frutales como el melocotonero, ciruelo, albaricoquero, almendro, cerezo, nectarino, cerezo, peral y manzano.

De dicho estudio obtuvieron unas ecuaciones de regresión que describían las relaciones entre la asimilación neta de CO<sub>2</sub> por las hojas, la conductancia estomatal y la velocidad de crecimiento del área transversal del fruto con las concentraciones de ozono ambiente. Dichas ecuaciones se presentan en la Tabla 8.356.

Tabla 8.356. Ecuaciones para estimar los daños producidos en frutales perennes por el ozono (Williams et al., 1989).

CULTIVO	Asimilación neta de CO <sub>2</sub> en las hojas vs O <sub>3</sub>			Conductancia estomatal vs O <sub>3</sub>			velocidad de crec. área transversal vs O <sub>3</sub>		
	Ecuación (a)(*)	R <sup>2</sup>	Error (b)	Ecuación (c)(*)	R <sup>2</sup>	Error (d)	Ecuación (e)(*)	R <sup>2</sup>	Error (f)
Almendro	Y = 28,4 - 10,8x	0,96	1,85	Y = 1,70 - 8,4x	0,95	0,128	Y = 7,4 - 22,1x	0,99	0,00005
Ciruelo	Y = 16,5 - 77,2x	0,99	0,35	Y = 0,58 - 3,0x	0,99	0,024	Y = 5,3 - 22,3x	0,93	0,00031
Albaricoquero	Y = 15,0 - 69,8x	0,99	0,32	Y = 0,46 - 1,9x	0,99	0,067	Y = 7,2 - 38,1x	0,72	0,00150
Peral	Y = 15,3 - 84,0x	0,99	0,18	Y = 0,45 - 0,4x	0,17	0,059	Y = 4,6 - 26,1x	0,99	0,00018
Manzano	Y = 16,9 - 65,1x	0,94	1,03	Y = 0,72 - 3,2x	0,98	0,028	Y = 4,1 - 13,2x	0,83	0,00038
Melocotonero	Y = 13,8 - 5,0x	0,17	0,71	Y = 0,51 - 0,5x	0,20	0,065	Y = 8,3 - 9,1x	0,40	0,00072
Nectarinero	Y = 16,9 - 7,4x	0,57	0,41	Y = 0,54 - 0,5x	0,85	0,014	Y = 8,0 - 13,0x	0,96	0,00016
Cerezo	Y = 0,40 - 0,32x	0,53	0,54	Y = 0,40 - 0,35x	0,53	0,019	Y = 4,5 - 10,3x	0,64	0,00049

a) Y representa velocidad neta de fotosíntesis o asimilación neta de CO<sub>2</sub>, μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>

b) Error medido en μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>

c) Y representa conductancia estomatal, mmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>

d) Error medido en mmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>

e) Y representa velocidad de crecimiento de área transversal del tronco, cm<sup>2</sup>cm<sup>-2</sup> día<sup>-1</sup>

f) Error medido en cm<sup>2</sup>cm<sup>-2</sup> día<sup>-1</sup>

(\*) X representa en todos los casos concentración ambiental de ozono en ppm promedio de 12 horas desde 08:00-20:00 en los meses de crecimiento del frutal considerados desde abril a julio.

#### 8.6.2.2.1. Estimación de las concentraciones 12h en el área de estudio

Se va a estimar la concentración promedio de 12h en el área de estudio haciendo uso de las ecuaciones reflejadas en la Tabla 8.325 y las correspondientes ecuaciones de la Tabla 8.326

donde se relaciona el AOT40 de la campaña con el promedio de 12h medido entre los meses de Abril y Junio, relativos a la época de crecimiento.

#### 8.6.2.2.2. Estimación de los daños en cosechas

Para la estimación de las pérdidas en cosechas se va a tomar los datos de concentración promedio de cada una de las tres campañas estivales obtenidas a partir de los datos obtenidos con el método pasivo Ogawa, puesto que es método que mejor resultados de exactitud ofrece para medir ozono y además, las rectas de correlación reflejadas en la Tabla 8.235 y Tabla 8.326 son también mejores en coeficiente de determinación y en error asociado a la regresión.

##### 8.6.2.2.2.1. *Estimación de daños en cosechas de almendras*

En las siguientes tablas se muestra los daños estimados en la cosecha de almendras (*Amygdalus communis L.* (Mulet Pascual, 1991)) según los datos de concentración promedio obtenidos en las tres campañas de muestreo estival.

Tabla 8.357. Estimación daños en producción de almendras, Año 2001

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO PROM. Ogawa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	AOT40 CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	12h ABRIL-15 JULIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Asimilación neta de CO <sub>2</sub> en las hojas		Conductancia estomatal		Velocidad de crec.. área transversal	
					INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA
UXO	La Vall d'Uixó	57,0	13832	0,044	0,9926	0,7	0,8913	10,9	0,9378	6,2
VVJ	La Vilavella	49,4	10867	0,042	0,9933	0,7	0,9022	9,8	0,9440	5,6
LLO	Burriana Llombai	39,0	6865	0,040	0,9943	0,6	0,9168	8,3	0,9524	4,8
VIL E	Villarreal Este	37,7	6380	0,039	0,9945	0,6	0,9186	8,1	0,9534	4,7
ERM	Ermita	38,8	6805	0,040	0,9944	0,6	0,9171	8,3	0,9525	4,7
GRA	Grao de Castellón	46,6	9808	0,042	0,9936	0,6	0,9060	9,4	0,9462	5,4
CAM	Cámara Comercio	51,5	11697	0,043	0,9931	0,7	0,8991	10,1	0,9423	5,8
CAC	Casino Antiguo	51,2	11592	0,043	0,9932	0,7	0,8995	10,0	0,9425	5,8
PEÑ	Penyeta	56,5	13632	0,044	0,9926	0,7	0,8920	10,8	0,9382	6,2
FND	CamíFondo Este	45,0	9183	0,041	0,9938	0,6	0,9083	9,2	0,9475	5,2
OND N	Onda Norte	49,6	10942	0,042	0,9933	0,7	0,9019	9,8	0,9438	5,6
SJM	Sant Joan Moró	59,3	14703	0,045	0,9924	0,8	0,8881	11,2	0,9359	6,4
MAG	Magdalena	63,9	16483	0,046	0,9919	0,8	0,8816	11,8	0,9322	6,8
ORO	Oropesa	61,1	15417	0,045	0,9922	0,8	0,8855	11,5	0,9344	6,6
TOR	Torreblanca	54,2	12746	0,044	0,9929	0,7	0,8953	10,5	0,9401	6,0
RIB	Ribesalbes	52,3	12017	0,043	0,9931	0,7	0,8980	10,2	0,9416	5,8

Tabla 8.358. Estimación daños en producción de almendras, Año 2002

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO PROM. Ogawa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	AOT40 CAMPANA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	12h ABRIL-15JULIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Asimilación neta de $\text{CO}_2$ en las hojas		Conductancia estomatal		Velocidad de crec.. área transversal	
					INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA
UXO	La Vall d'Uixó	63,0	16123	0,046	0,9920	0,8	0,8829	11,7	0,9330	6,7
BUR C	Burriana Casa	50,5	11306	0,043	0,9932	0,7	0,9006	9,9	0,9431	5,7
RIB	Ribesalbes	58,5	14395	0,045	0,9925	0,8	0,8892	11,1	0,9366	6,3
VIL O	Villarreal Oeste	55,9	13381	0,044	0,9927	0,7	0,8930	10,7	0,9387	6,1
ERM	Ermita	52,8	12178	0,043	0,9930	0,7	0,8974	10,3	0,9412	5,9
GRA	Grao de Castellón	53,9	12629	0,043	0,9929	0,7	0,8957	10,4	0,9403	6,0
CAM	Cámara Comercio	55,8	13337	0,044	0,9927	0,7	0,8931	10,7	0,9388	6,1
CAC	Casino Antiguo	58,7	14485	0,045	0,9924	0,8	0,8889	11,1	0,9364	6,4
PEÑ	Penyeta	75,4	20941	0,049	0,9908	0,9	0,8653	13,5	0,9229	7,7
VLF	Villafranca	79,8	22620	0,050	0,9904	1,0	0,8591	14,1	0,9193	8,1
OND O	Onda Oeste	64,6	16749	0,046	0,9919	0,8	0,8806	11,9	0,9317	6,8
MAG	La Magdalena	70,6	19081	0,048	0,9913	0,9	0,8721	12,8	0,9268	7,3
BRN	La Barona	64,6	16736	0,046	0,9919	0,8	0,8807	11,9	0,9317	6,8
ORO	Oropesa	66,3	17410	0,047	0,9917	0,8	0,8782	12,2	0,9303	7,0
TOR	Torreblanca	64,1	16578	0,046	0,9919	0,8	0,8812	11,9	0,9320	6,8
ROS	Rosildos	78,4	22080	0,050	0,9905	0,9	0,8611	13,9	0,9205	8,0

Tabla 8.359. Estimación daños en producción de almendras, Año 2003

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO PROM. Ogawa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	AOT40 CAMPANA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	12h ABRIL-15JULIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Asimilación neta de $\text{CO}_2$ en las hojas		Conductancia estomatal		Velocidad de crec.. área transversal	
					INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA
GRA	Grao	38,0	6489	0,040	0,9944	0,6	0,9182	8,2	0,9532	4,7
BUR	Burriana REF	31,8	4092	0,038	0,9950	0,5	0,9270	7,3	0,9582	4,2
ERM	Ermita	31,3	3901	0,038	0,9951	0,5	0,9277	7,2	0,9586	4,1
PEÑ	Penyeta	50,0	11116	0,043	0,9933	0,7	0,9013	9,9	0,9435	5,7
VLF	Vilafranca	57,2	13876	0,044	0,9926	0,7	0,8911	10,9	0,9377	6,2
ROS	Rosildos	64,7	16783	0,046	0,9919	0,8	0,8805	12,0	0,9316	6,8
CAB	Cabanes	25,7	1733	0,036	0,9956	0,4	0,9356	6,4	0,9632	3,7
CAS	Castellón	40,0	7244	0,040	0,9942	0,6	0,9154	8,5	0,9516	4,8
CAM	Cámara Comercio	32,6	4402	0,038	0,9950	0,5	0,9259	7,4	0,9576	4,2
ALZ	Almazora	39,6	7103	0,040	0,9943	0,6	0,9160	8,4	0,9519	4,8
MAG	La Magdalena	35,5	5500	0,039	0,9947	0,5	0,9218	7,8	0,9553	4,5
BEN	Benicassim	38,3	6610	0,040	0,9944	0,6	0,9178	8,2	0,9529	4,7
ORO	Oropesa	36,7	5972	0,039	0,9946	0,5	0,9201	8,0	0,9543	4,6
TOR	Torreblanca	50,7	11387	0,043	0,9932	0,7	0,9003	10,0	0,9429	5,7
OND	Onda Oeste	50,0	11110	0,043	0,9933	0,7	0,9013	9,9	0,9435	5,7
ALC	Alcora	42,5	8226	0,041	0,9940	0,6	0,9118	8,8	0,9495	5,0
RIB	Ribesalbes	28,4	2768	0,037	0,9954	0,5	0,9318	6,8	0,9610	3,9

Tabla 8.359 Cont.

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO PROM. Ogawa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	AOT40 CAMPANA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	12h ABRIL-15JULIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Asimilación neta de $\text{CO}_2$ en las hojas		Conductancia estomatal		Velocidad de crec.. área transversal	
					INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA
VIL	Villarreal Oeste	26,0	1859	0,036	0,9956	0,4	0,9352	6,5	0,9629	3,7
UXO	La Vall d'Uixó	52,1	11941	0,043	0,9931	0,7	0,8982	10,2	0,9417	5,8
RAM	Rambra la Viuda	48,3	10473	0,042	0,9934	0,7	0,9036	9,6	0,9448	5,5
CIR	Cirat	52,4	12041	0,043	0,9930	0,7	0,8979	10,2	0,9415	5,8
VAL	Valbona	59,6	14806	0,045	0,9924	0,8	0,8877	11,2	0,9357	6,4
ALG	Algar	45,9	9521	0,041	0,9937	0,6	0,9071	9,3	0,9468	5,3
JER	Jérica	56,5	13640	0,044	0,9926	0,7	0,8920	10,8	0,9382	6,2

8.6.2.2.2. *Estimación de daños en cosechas de ciruelas*

En las siguientes tablas se muestra los daños estimados en la cosecha de ciruelas (*prunus domestica L.*) según los datos de concentración promedio obtenidos en las tres campañas de muestreo estival.

Tabla 8.360. Estimación daños en producción de ciruelas. Año 2001

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO PROM. Ogawa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	AOT40 CAMPANA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	12h ABRIL-15JULIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Asimilación neta de $\text{CO}_2$ en las hojas		Conductancia estomatal		Velocidad de crec.. área transversal	
					INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA
UXO	La Vall d'Uixó	57,0	13832	0,044	0,8978	10,2	0,8855	11,5	0,9093	9,1
VVJ	La Vilavella	49,4	10867	0,042	0,9081	9,2	0,8969	10,3	0,9184	8,2
LLO	Burriana Llombai	39,0	6865	0,040	0,9218	7,8	0,9124	8,8	0,9306	6,9
VIL E	Villarreal Este	37,7	6380	0,039	0,9235	7,6	0,9142	8,6	0,9321	6,8
ERM	Ermita	38,8	6805	0,040	0,9220	7,8	0,9126	8,7	0,9308	6,9
GRA	Grao de Castellón	46,6	9808	0,042	0,9117	8,8	0,9010	9,9	0,9216	7,8
CAM	Cámara Comercio	51,5	11697	0,043	0,9052	9,5	0,8937	10,6	0,9159	8,4
CAC	Casino Antiguo	51,2	11592	0,043	0,9056	9,4	0,8941	10,6	0,9162	8,4
PEÑ	Penyeta	56,5	13632	0,044	0,8985	10,1	0,8862	11,4	0,9100	9,0
FND	CamíFondo Este	45,0	9183	0,041	0,9139	8,6	0,9034	9,7	0,9235	7,6
OND N	Onda Norte	49,6	10942	0,042	0,9078	9,2	0,8966	10,3	0,9182	8,2
SJM	Sant Joan Moró	59,3	14703	0,045	0,8948	10,5	0,8821	11,8	0,9067	9,3
MAG	Magdalena	63,9	16483	0,046	0,8887	11,1	0,8752	12,5	0,9012	9,9
ORO	Oropesa	61,1	15417	0,045	0,8924	10,8	0,8793	12,1	0,9045	9,6
TOR	Torreblanca	54,2	12746	0,044	0,9016	9,8	0,8897	11,0	0,9127	8,7
RIB	Ribesalbes	52,3	12017	0,043	0,9041	9,6	0,8925	10,8	0,9149	8,5

Tabla 8.361. Estimación daños en producción de ciruelas, Año 2002

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO PROM. Ogawa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	AOT40 CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	12h ABRIL-15 JULIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Asimilación neta de $\text{CO}_2$ en las hojas		Conductancia estomatal		Velocidad de crec.. área transversal	
					INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA
UXO	La Vall d'Uixó	63,0	16123	0,046	0,8900	11,0	0,8766	12,3	0,9023	9,8
BUR C	Burriana Casa	50,5	11306	0,043	0,9065	9,3	0,8952	10,5	0,9171	8,3
RIB	Ribesalbes	58,5	14395	0,045	0,8959	10,4	0,8833	11,7	0,9076	9,2
VIL O	Villarreal Oeste	55,9	13381	0,044	0,8994	10,1	0,8872	11,3	0,9107	8,9
ERM	Ermita	52,8	12178	0,043	0,9035	9,6	0,8918	10,8	0,9144	8,6
GRA	Grao de Castellón	53,9	12629	0,043	0,9020	9,8	0,8901	11,0	0,9130	8,7
CAM	Cámara Comercio	55,8	13337	0,044	0,8995	10,0	0,8874	11,3	0,9109	8,9
CAC	Casino Antiguo	58,7	14485	0,045	0,8956	10,4	0,8829	11,7	0,9073	9,3
PEÑ	Penyeta	75,4	20941	0,049	0,8734	12,7	0,8580	14,2	0,8876	11,2
VLF	Villafranca	79,8	22620	0,050	0,8676	13,2	0,8515	14,8	0,8825	11,8
OND O	Onda Oeste	64,6	16749	0,046	0,8878	11,2	0,8742	12,6	0,9004	10,0
MAG	La Magdalena	70,6	19081	0,048	0,8798	12,0	0,8652	13,5	0,8933	10,7
BRN	La Barona	64,6	16736	0,046	0,8878	11,2	0,8742	12,6	0,9005	10,0
ORO	Oropesa	66,3	17410	0,047	0,8855	11,4	0,8716	12,8	0,8984	10,2
TOR	Torreblanca	64,1	16578	0,046	0,8884	11,2	0,8749	12,5	0,9009	9,9
ROS	Rosildos	78,4	22080	0,050	0,8694	13,1	0,8536	14,6	0,8841	11,6

Tabla 8.362. Estimación daños en producción de ciruelas, Año 2003

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO PROM. Ogawa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	AOT40 CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	12h ABRIL-15 JULIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Asimilación neta de $\text{CO}_2$ en las hojas		Conductancia estomatal		Velocidad de crec.. área transversal	
					INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA
GRA	Grao	38,0	6489	0,040	0,9231	7,7	0,9138	8,6	0,9318	6,8
BUR	Burriana REF	31,8	4092	0,038	0,9314	6,9	0,9231	7,7	0,9391	6,1
ERM	Ermita	31,3	3901	0,038	0,9320	6,8	0,9238	7,6	0,9397	6,0
PEÑ	Penyeta	50,0	11116	0,043	0,9072	9,3	0,8959	10,4	0,9176	8,2
VLF	Vilafranca	57,2	13876	0,044	0,8977	10,2	0,8853	11,5	0,9092	9,1
ROS	Rosildos	64,7	16783	0,046	0,8877	11,2	0,8741	12,6	0,9003	10,0
CAB	Cabanes	25,7	1733	0,036	0,9395	6,0	0,9322	6,8	0,9463	5,4
CAS	Castellón	40,0	7244	0,040	0,9205	7,9	0,9109	8,9	0,9295	7,1
CAM	Cámara Comercio	32,6	4402	0,038	0,9303	7,0	0,9219	7,8	0,9382	6,2
ALZ	Almazora	39,6	7103	0,040	0,9210	7,9	0,9114	8,9	0,9299	7,0
MAG	La Magdalena	35,5	5500	0,039	0,9265	7,3	0,9176	8,2	0,9348	6,5
BEN	Benicassim	38,3	6610	0,040	0,9227	7,7	0,9133	8,7	0,9314	6,9
ORO	Oropesa	36,7	5972	0,039	0,9249	7,5	0,9158	8,4	0,9334	6,7
TOR	Torreblanca	50,7	11387	0,043	0,9063	9,4	0,8949	10,5	0,9168	8,3
OND	Onda Oeste	50,0	11110	0,043	0,9072	9,3	0,8960	10,4	0,9177	8,2
ALC	Alcora	42,5	8226	0,041	0,9171	8,3	0,9071	9,3	0,9265	7,4

Tabla 8.362. Cont

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO PROM. Ogawa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	AOT40 CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	12h ABRIL-15 JULIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Asimilación neta de $\text{CO}_2$ en las hojas		Conductancia estomatal		Velocidad de crec.. área transversal	
					INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA
RIB	Ribesalbes	28,4	2768	0,037	0,9359	6,4	0,9282	7,2	0,9432	5,7
VIL	Villarreal Oeste	26,0	1859	0,036	0,9391	6,1	0,9317	6,8	0,9459	5,4
UXO	La Vall d'Uixó	52,1	11941	0,043	0,9044	9,6	0,8928	10,7	0,9151	8,5
RAM	Rambra la Viuda	48,3	10473	0,042	0,9094	9,1	0,8984	10,2	0,9196	8,0
CIR	Cirat	52,4	12041	0,043	0,9040	9,6	0,8924	10,8	0,9148	8,5
VAL	Valbona	59,6	14806	0,045	0,8945	10,6	0,8817	11,8	0,9064	9,4
ALG	Algar	45,9	9521	0,041	0,9127	8,7	0,9021	9,8	0,9225	7,7
JER	Jérica	56,5	13640	0,044	0,8985	10,2	0,8862	11,4	0,9099	9,0

#### 8.6.2.2.3. Estimación de daños en cosechas de albaricoques

En las siguientes tablas se muestra los daños estimados en la cosecha de albaricoques (*Prunus Armeniaca* (Mulet Pascual, 1991)) según los datos de concentración promedio obtenidos en las tres campañas de muestreo estival.

Tabla 8.363. Estimación daños en producción de albaricoques. Año 2001

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO PROM. Ogawa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	AOT40 CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	12h ABRIL-15 JULIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Asimilación neta de $\text{CO}_2$ en las hojas		Conductancia estomatal		Velocidad de crec.. área transversal	
					INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA
UXO	La Vall d'Uixó	57,0	13832	0,044	0,8985	10,2	0,9112	8,9	0,8824	11,8
VVJ	La Vilavella	49,4	10867	0,042	0,9086	9,1	0,9201	8,0	0,8942	10,6
LLO	Burriana Llombai	39,0	6865	0,040	0,9223	7,8	0,9321	6,8	0,9100	9,0
VIL E	Villarreal Este	37,7	6380	0,039	0,9240	7,6	0,9335	6,6	0,9120	8,8
ERM	Ermita	38,8	6805	0,040	0,9225	7,7	0,9322	6,8	0,9103	9,0
GRA	Grao de Castellón	46,6	9808	0,042	0,9122	8,8	0,9232	7,7	0,8984	10,2
CAM	Cámara Comercio	51,5	11697	0,043	0,9058	9,4	0,9176	8,2	0,8909	10,9
CAC	Casino Antiquo	51,2	11592	0,043	0,9061	9,4	0,9179	8,2	0,8913	10,9
PEÑ	Penyeta	56,5	13632	0,044	0,8992	10,1	0,9118	8,8	0,8832	11,7
FND	Camí Fondo Este	45,0	9183	0,041	0,9144	8,6	0,9251	7,5	0,9008	9,9
OND N	Onda Norte	49,6	10942	0,042	0,9084	9,2	0,9198	8,0	0,8939	10,6
SJM	Sant Joan Moró	59,3	14703	0,045	0,8955	10,5	0,9086	9,1	0,8790	12,1
MAG	Magdalena	63,9	16483	0,046	0,8894	11,1	0,9033	9,7	0,8719	12,8
ORO	Oropesa	61,1	15417	0,045	0,8930	10,7	0,9064	9,4	0,8761	12,4
TOR	Torreblanca	54,2	12746	0,044	0,9022	9,8	0,9144	8,6	0,8867	11,3
RIB	Ribesalbes	52,3	12017	0,043	0,9047	9,5	0,9166	8,3	0,8896	11,0

Tabla 8.364. Estimación daños en producción de albaricoques, Año 2002

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO PROM. Ogawa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	AOT40 CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	12h ABRIL-15 JULIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Asimilación neta de $\text{CO}_2$ en las hojas		Conductancia estomatal		Velocidad de crec.. área transversal	
					INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA
UXO	La Vall d'Uixó	63,0	16123	0,046	0,8906	10,9	0,9043	9,6	0,8733	12,7
BUR C	Burriana Casa	50,5	11306	0,043	0,9071	9,3	0,9188	8,1	0,8924	10,8
RIB	Ribesalbes	58,5	14395	0,045	0,8965	10,3	0,9095	9,0	0,8802	12,0
VIL O	Villarreal Oeste	55,9	13381	0,044	0,9000	10,0	0,9125	8,7	0,8842	11,6
ERM	Ermita	52,8	12178	0,043	0,9041	9,6	0,9161	8,4	0,8890	11,1
GRA	Grao de Castellón	53,9	12629	0,043	0,9026	9,7	0,9148	8,5	0,8872	11,3
CAM	Cámara Comercio	55,8	13337	0,044	0,9002	10,0	0,9127	8,7	0,8844	11,6
CAC	Casino Antiguo	58,7	14485	0,045	0,8962	10,4	0,9092	9,1	0,8798	12,0
PEÑ	Penyeta	75,4	20941	0,049	0,8741	12,6	0,8899	11,0	0,8542	14,6
VLF	Villafranca	79,8	22620	0,050	0,8684	13,2	0,8849	11,5	0,8476	15,2
OND O	Onda Oeste	64,6	16749	0,046	0,8885	11,2	0,9025	9,8	0,8709	12,9
MAG	La Magdalena	70,6	19081	0,048	0,8805	11,9	0,8955	10,5	0,8616	13,8
BRN	La Barona	64,6	16736	0,046	0,8885	11,1	0,9025	9,8	0,8709	12,9
ORO	Oropesa	66,3	17410	0,047	0,8862	11,4	0,9005	10,0	0,8682	13,2
TOR	Torreblanca	64,1	16578	0,046	0,8891	11,1	0,9030	9,7	0,8715	12,8
ROS	Rosildos	78,4	22080	0,050	0,8702	13,0	0,8865	11,4	0,8497	15,0

Tabla 8.365. Estimación daños en producción de albaricoques, Año 2003

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO PROM. Ogawa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	AOT40 CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	12h ABRIL-15 JULIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Asimilación neta de $\text{CO}_2$ en las hojas		Conductancia estomatal		Velocidad de crec.. área transversal	
					INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA
GRA	Grao	38,0	6489	0,040	0,9236	7,6	0,9332	6,7	0,9115	8,8
BUR	Burriana REF	31,8	4092	0,038	0,9318	6,8	0,9404	6,0	0,9210	7,9
ERM	Ermita	31,3	3901	0,038	0,9325	6,8	0,9409	5,9	0,9218	7,8
PEÑ	Penyeta	50,0	11116	0,043	0,9078	9,2	0,9193	8,1	0,8932	10,7
VLF	Vilafranca	57,2	13876	0,044	0,8983	10,2	0,9111	8,9	0,8822	11,8
ROS	Rosildos	64,7	16783	0,046	0,8884	11,2	0,9024	9,8	0,8707	12,9
CAB	Cabanes	25,7	1733	0,036	0,9399	6,0	0,9474	5,3	0,9304	7,0
CAS	Castellón	40,0	7244	0,040	0,9210	7,9	0,9309	6,9	0,9085	9,1
CAM	Cámara Comercio	32,6	4402	0,038	0,9307	6,9	0,9394	6,1	0,9198	8,0
ALZ	Almazora	39,6	7103	0,040	0,9215	7,8	0,9313	6,9	0,9091	9,1
MAG	La Magdalena	35,5	5500	0,039	0,9270	7,3	0,9361	6,4	0,9154	8,5
BEN	Benicassim	38,3	6610	0,040	0,9232	7,7	0,9328	6,7	0,9110	8,9
ORO	Oropesa	36,7	5972	0,039	0,9254	7,5	0,9347	6,5	0,9136	8,6
TOR	Torreblanca	50,7	11387	0,043	0,9068	9,3	0,9185	8,1	0,8921	10,8
OND	Onda Oeste	50,0	11110	0,043	0,9078	9,2	0,9193	8,1	0,8932	10,7
ALC	Alcora	42,5	8226	0,041	0,9177	8,2	0,9280	7,2	0,9046	9,5
RIB	Ribesalbes	28,4	2768	0,037	0,9363	6,4	0,9443	5,6	0,9263	7,4



Tabla 8.365. Cont

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO PROM. Ogawa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	AOT40 CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	12h ABRIL-15JULIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Asimilación neta de $\text{CO}_2$ en las hojas		Conductancia estomatal		Velocidad de crec.. área transversal	
					INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA
VIL	Villarreal Oeste	26,0	1859	0,036	0,9395	6,1	0,9470	5,3	0,9299	7,0
UXO	La Vall d'Uixó	52,1	11941	0,043	0,9049	9,5	0,9169	8,3	0,8899	11,0
RAM	Rambla la Viuda	48,3	10473	0,042	0,9100	9,0	0,9212	7,9	0,8957	10,4
CIR	Cirat	52,4	12041	0,043	0,9046	9,5	0,9166	8,3	0,8895	11,0
VAL	Valbona	59,6	14806	0,045	0,8951	10,5	0,9083	9,2	0,8786	12,1
ALG	Algar	45,9	9521	0,041	0,9132	8,7	0,9241	7,6	0,8995	10,0
JER	Jérica	56,5	13640	0,044	0,8991	10,1	0,9118	8,8	0,8832	11,7

## 8.6.2.2.4. Estimación de daños en cosechas de peras

En las siguientes tablas se muestra los daños estimados en la cosecha de peras (*Pyrus communis*) según los datos de concentración promedio obtenidos en las tres campañas de muestreo estival.

Tabla 8.366. Estimación daños en producción de peras. Año 2001

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO PROM. Ogawa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	AOT40 CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	12h ABRIL-15JULIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Asimilación neta de $\text{CO}_2$ en las hojas		Conductancia estomatal		Velocidad de crec.. área transversal	
					INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA
UXO	La Vall d'Uixó	57,0	13832	0,044	0,8773	12,3	0,9825	1,8	0,8725	12,7
VVJ	La Vilavella	49,4	10867	0,042	0,8896	11,0	0,9842	1,6	0,8853	11,5
LLO	Burriana Llobai	39,0	6865	0,040	0,9061	9,4	0,9866	1,3	0,9025	9,8
VIL E	Villarreal Este	37,7	6380	0,039	0,9081	9,2	0,9869	1,3	0,9045	9,5
ERM	Ermita	38,8	6805	0,040	0,9064	9,4	0,9866	1,3	0,9027	9,7
GRA	Grao de Castellón	46,6	9808	0,042	0,8939	10,6	0,9848	1,5	0,8898	11,0
CAM	Cámara Comercio	51,5	11697	0,043	0,8861	11,4	0,9837	1,6	0,8817	11,8
CAC	Casino Antiguo	51,2	11592	0,043	0,8866	11,3	0,9838	1,6	0,8821	11,8
PEÑ	Penyeta	56,5	13632	0,044	0,8781	12,2	0,9826	1,7	0,8734	12,7
FND	Camifondo Este	45,0	9183	0,041	0,8965	10,3	0,9852	1,5	0,8925	10,7
OND N	Onda Norte	49,6	10942	0,042	0,8893	11,1	0,9842	1,6	0,8849	11,5
SJM	Sant Joan Moró	59,3	14703	0,045	0,8737	12,6	0,9820	1,8	0,8688	13,1
MAG	Magdalena	63,9	16483	0,046	0,8663	13,4	0,9809	1,9	0,8611	13,9
ORO	Oropesa	61,1	15417	0,045	0,8707	12,9	0,9815	1,8	0,8657	13,4
TOR	Torreblanca	54,2	12746	0,044	0,8818	11,8	0,9831	1,7	0,8772	12,3
RIB	Ribesalbes	52,3	12017	0,043	0,8848	11,5	0,9835	1,6	0,8803	12,0

Tabla 8.367. Estimación daños en producción de peras, Año 2002

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO PROM. Ogawa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	AOT40 CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	12h ABRIL-15 JULIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Asimilación neta de $\text{CO}_2$ en las hojas		Conductancia estomatal		Velocidad de crec.. área transversal	
					INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA
UXO	La Vall d'Uixó	63,0	16123	0,046	0,8678	13,2	0,9811	1,9	0,8627	13,7
BUR C	Burriana Casa	50,5	11306	0,043	0,8878	11,2	0,9840	1,6	0,8834	11,7
RIB	Ribesalbes	58,5	14395	0,045	0,8750	12,5	0,9821	1,8	0,8701	13,0
VIL O	Villarreal Oeste	55,9	13381	0,044	0,8792	12,1	0,9827	1,7	0,8745	12,6
ERM	Ermita	52,8	12178	0,043	0,8841	11,6	0,9834	1,7	0,8796	12,0
GRA	Grao de Castellón	53,9	12629	0,043	0,8823	11,8	0,9832	1,7	0,8777	12,2
CAM	Cámara Comercio	55,8	13337	0,044	0,8794	12,1	0,9828	1,7	0,8746	12,5
CAC	Casino Antiguo	58,7	14485	0,045	0,8746	12,5	0,9821	1,8	0,8697	13,0
PEÑ	Penyeta	75,4	20941	0,049	0,8479	15,2	0,9783	2,2	0,8420	15,8
VLF	Villafranca	79,8	22620	0,050	0,8410	15,9	0,9773	2,3	0,8348	16,5
OND O	Onda Oeste	64,6	16749	0,046	0,8652	13,5	0,9807	1,9	0,8600	14,0
MAG	La Magdalena	70,6	19081	0,048	0,8556	14,4	0,9794	2,1	0,8500	15,0
BRN	La Barona	64,6	16736	0,046	0,8653	13,5	0,9808	1,9	0,8600	14,0
ORO	Oropesa	66,3	17410	0,047	0,8625	13,7	0,9804	2,0	0,8571	14,3
TOR	Torreblanca	64,1	16578	0,046	0,8659	13,4	0,9808	1,9	0,8607	13,9
ROS	Rosildos	78,4	22080	0,050	0,8432	15,7	0,9776	2,2	0,8371	16,3

Tabla 8.368. Estimación daños en producción de peras, Año 2003

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO PROM. Ogawa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	AOT40 CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	12h ABRIL-15 JULIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Asimilación neta de $\text{CO}_2$ en las hojas		Conductancia estomatal		Velocidad de crec.. área transversal	
					INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA
GRA	Grao	38,0	6489	0,040	0,9077	9,2	0,9868	1,3	0,9041	9,6
BUR	Burriana REF	31,8	4092	0,038	0,9176	8,2	0,9882	1,2	0,9144	8,6
ERM	Ermita	31,3	3901	0,038	0,9184	8,2	0,9883	1,2	0,9152	8,5
PEÑ	Penyeta	50,0	11116	0,043	0,8885	11,1	0,9841	1,6	0,8842	11,6
VLF	Vilafranca	57,2	13876	0,044	0,8771	12,3	0,9824	1,8	0,8723	12,8
ROS	Rosildos	64,7	16783	0,046	0,8651	13,5	0,9807	1,9	0,8598	14,0
CAB	Cabanes	25,7	1733	0,036	0,9274	7,3	0,9896	1,0	0,9245	7,5
CAS	Castellón	40,0	7244	0,040	0,9046	9,5	0,9864	1,4	0,9008	9,9
CAM	Cámara Comercio	32,6	4402	0,038	0,9163	8,4	0,9880	1,2	0,9130	8,7
ALZ	Almazora	39,6	7103	0,040	0,9051	9,5	0,9864	1,4	0,9014	9,9
MAG	La Magdalena	35,5	5500	0,039	0,9118	8,8	0,9874	1,3	0,9083	9,2
BEN	Benicassim	38,3	6610	0,040	0,9072	9,3	0,9867	1,3	0,9036	9,6
ORO	Oropesa	36,7	5972	0,039	0,9098	9,0	0,9871	1,3	0,9063	9,4
TOR	Torreblanca	50,7	11387	0,043	0,8874	11,3	0,9839	1,6	0,8830	11,7
OND	Onda Oeste	50,0	11110	0,043	0,8886	11,1	0,9841	1,6	0,8842	11,6
ALC	Alcora	42,5	8226	0,041	0,9005	10,0	0,9858	1,4	0,8966	10,3
RIB	Ribesalbes	28,4	2768	0,037	0,9231	7,7	0,9890	1,1	0,9201	8,0

Tabla 8.368. Cont

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO PROM. Ogawa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	AOT40 CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	12h ABRIL-15JULIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Asimilación neta de $\text{CO}_2$ en las hojas		Conductancia estomatal		Velocidad de crec.. área transversal	
					INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA
VIL	Villarreal Oeste	26,0	1859	0,036	0,9268	7,3	0,9895	1,0	0,9240	7,6
UXO	La Vall d'Uixó	52,1	11941	0,043	0,8851	11,5	0,9836	1,6	0,8806	11,9
RAM	Rambla la Viuda	48,3	10473	0,042	0,8912	10,9	0,9845	1,6	0,8870	11,3
CIR	Cirat	52,4	12041	0,043	0,8847	11,5	0,9835	1,6	0,8802	12,0
VAL	Valbona	59,6	14806	0,045	0,8733	12,7	0,9819	1,8	0,8683	13,2
ALG	Algar	45,9	9521	0,041	0,8951	10,5	0,9850	1,5	0,8910	10,9
JER	Jérica	56,5	13640	0,044	0,8781	12,2	0,9826	1,7	0,8733	12,7

## 8.6.2.2.5. Estimación de daños en cosechas de manzanas

En las siguientes tablas se muestra los daños estimados en la cosecha de manzanas (*Malus domestica* (Mulet Pascual, 1991)) según los datos de concentración promedio obtenidos en las tres campañas de muestreo estival.

Tabla 8.369. Estimación daños en producción de manzanas. Año 2001

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO PROM. Ogawa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	AOT40 CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	12h ABRIL-15JULIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Asimilación neta de $\text{CO}_2$ en las hojas		Conductancia estomatal		Velocidad de crec.. área transversal	
					INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA
UXO	La Vall d'Uixó	57,0	13832	0,044	0,9178	8,2	0,9036	9,6	0,9325	6,8
VVJ	La Vilavella	49,4	10867	0,042	0,9260	7,4	0,9132	8,7	0,9392	6,1
LLO	Burriana Llobai	39,0	6865	0,040	0,9371	6,3	0,9262	7,4	0,9483	5,2
VIL E	Villarreal Este	37,7	6380	0,039	0,9385	6,2	0,9278	7,2	0,9495	5,1
ERM	Ermita	38,8	6805	0,040	0,9373	6,3	0,9264	7,4	0,9485	5,2
GRA	Grao de Castellón	46,6	9808	0,042	0,9290	7,1	0,9167	8,3	0,9417	5,8
CAM	Cámara Comercio	51,5	11697	0,043	0,9237	7,6	0,9105	8,9	0,9374	6,3
CAC	Casino Antiguo	51,2	11592	0,043	0,9240	7,6	0,9109	8,9	0,9376	6,2
PEÑ	Penyeta	56,5	13632	0,044	0,9184	8,2	0,9042	9,6	0,9329	6,7
FND	Camifondo Este	45,0	9183	0,041	0,9307	6,9	0,9187	8,1	0,9431	5,7
OND N	Onda Norte	49,6	10942	0,042	0,9258	7,4	0,9130	8,7	0,9391	6,1
SJM	Sant Joan Moró	59,3	14703	0,045	0,9154	8,5	0,9008	9,9	0,9305	6,9
MAG	Magdalena	63,9	16483	0,046	0,9105	9,0	0,8950	10,5	0,9265	7,4
ORO	Oropesa	61,1	15417	0,045	0,9134	8,7	0,8984	10,2	0,9289	7,1
TOR	Torreblanca	54,2	12746	0,044	0,9208	7,9	0,9071	9,3	0,9350	6,5
RIB	Ribesalbes	52,3	12017	0,043	0,9228	7,7	0,9095	9,1	0,9366	6,3

Tabla 8.370. Estimación daños en producción de manzanas, Año 2002

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO PROM. Ogawa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	AOT40 CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	12h ABRIL-15JULIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Asimilación neta de $\text{CO}_2$ en las hojas		Conductancia estomatal		Velocidad de crec.. área transversal	
					INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA
UXO	La Vall d'Uixó	63,0	16123	0,046	0,9115	8,9	0,8962	10,4	0,9273	7,3
BUR C	Burriana Casa	50,5	11306	0,043	0,9248	7,5	0,9118	8,8	0,9382	6,2
RIB	Ribesalbes	58,5	14395	0,045	0,9163	8,4	0,9018	9,8	0,9312	6,9
VIL O	Villarreal Oeste	55,9	13381	0,044	0,9191	8,1	0,9051	9,5	0,9335	6,6
ERM	Ermita	52,8	12178	0,043	0,9224	7,8	0,9090	9,1	0,9363	6,4
GRA	Grao de Castellón	53,9	12629	0,043	0,9211	7,9	0,9075	9,2	0,9352	6,5
CAM	Cámara Comercio	55,8	13337	0,044	0,9192	8,1	0,9052	9,5	0,9336	6,6
CAC	Casino Antiguo	58,7	14485	0,045	0,9160	8,4	0,9015	9,9	0,9310	6,9
PEÑ	Penyeta	75,4	20941	0,049	0,8981	10,2	0,8805	12,0	0,9163	8,4
VLF	Villafranca	79,8	22620	0,050	0,8935	10,7	0,8750	12,5	0,9125	8,8
OND O	Onda Oeste	64,6	16749	0,046	0,9097	9,0	0,8941	10,6	0,9259	7,4
MAG	La Magdalena	70,6	19081	0,048	0,9033	9,7	0,8865	11,3	0,9205	7,9
BRN	La Barona	64,6	16736	0,046	0,9098	9,0	0,8942	10,6	0,9259	7,4
ORO	Oropesa	66,3	17410	0,047	0,9079	9,2	0,8920	10,8	0,9243	7,6
TOR	Torreblanca	64,1	16578	0,046	0,9102	9,0	0,8947	10,5	0,9262	7,4
ROS	Rosildos	78,4	22080	0,050	0,8950	10,5	0,8768	12,3	0,9137	8,6

Tabla 8.371. Estimación daños en producción de manzanas, Año 2003

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO PROM. Ogawa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	AOT40 CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	12h ABRIL-15JULIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Asimilación neta de $\text{CO}_2$ en las hojas		Conductancia estomatal		Velocidad de crec.. área transversal	
					INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA
GRA	Grao	38,0	6489	0,040	0,9382	6,2	0,9275	7,3	0,9492	5,1
BUR	Burriana REF	31,8	4092	0,038	0,9448	5,5	0,9353	6,5	0,9547	4,5
ERM	Ermita	31,3	3901	0,038	0,9453	5,5	0,9359	6,4	0,9551	4,5
PEÑ	Penyeta	50,0	11116	0,043	0,9253	7,5	0,9124	8,8	0,9387	6,1
VLF	Vilafranca	57,2	13876	0,044	0,9177	8,2	0,9035	9,7	0,9324	6,8
ROS	Rosildos	64,7	16783	0,046	0,9096	9,0	0,8940	10,6	0,9258	7,4
CAB	Cabanes	25,7	1733	0,036	0,9513	4,9	0,9429	5,7	0,9600	4,0
CAS	Castellón	40,0	7244	0,040	0,9361	6,4	0,9250	7,5	0,9475	5,3
CAM	Cámara Comercio	32,6	4402	0,038	0,9439	5,6	0,9342	6,6	0,9540	4,6
ALZ	Almazora	39,6	7103	0,040	0,9365	6,4	0,9255	7,5	0,9478	5,2
MAG	La Magdalena	35,5	5500	0,039	0,9409	5,9	0,9307	6,9	0,9515	4,9
BEN	Benicassim	38,3	6610	0,040	0,9378	6,2	0,9271	7,3	0,9489	5,1
ORO	Oropesa	36,7	5972	0,039	0,9396	6,0	0,9291	7,1	0,9504	5,0
TOR	Torreblanca	50,7	11387	0,043	0,9246	7,5	0,9115	8,8	0,9381	6,2
OND	Onda Oeste	50,0	11110	0,043	0,9254	7,5	0,9124	8,8	0,9387	6,1
ALC	Alcora	42,5	8226	0,041	0,9333	6,7	0,9218	7,8	0,9452	5,5
RIB	Ribesalbes	28,4	2768	0,037	0,9485	5,2	0,9396	6,0	0,9577	4,2

Tabla 8.371. Cont

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO PROM. Ogawa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	AOT40 CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	12h ABRIL-15JULIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Asimilación neta de CO <sub>2</sub> en las hojas		Conductancia estomatal		Velocidad de crec.. área transversal	
					INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA
VIL	Villarreal Oeste	26,0	1859	0,036	0,9510	4,9	0,9425	5,7	0,9597	4,0
UXO	La Vall d'Uixó	52,1	11941	0,043	0,9231	7,7	0,9097	9,0	0,9368	6,3
RAM	Rambla la Viuda	48,3	10473	0,042	0,9271	7,3	0,9145	8,5	0,9401	6,0
CIR	Cirat	52,4	12041	0,043	0,9228	7,7	0,9094	9,1	0,9366	6,3
VAL	Valbona	59,6	14806	0,045	0,9151	8,5	0,9004	10,0	0,9303	7,0
ALG	Algar	45,9	9521	0,041	0,9298	7,0	0,9176	8,2	0,9423	5,8
JER	Jérica	56,5	13640	0,044	0,9183	8,2	0,9042	9,6	0,9329	6,7

## 8.6.2.2.2.6. Estimación de daños en cosechas de melocotones

En las siguientes tablas se muestra los daños estimados en la cosecha de melocotones (*Prunus Persica L*) según los datos de concentración promedio obtenidos en las tres campañas de muestreo estival.

Tabla 8.372. Estimación daños en producción de melocotones. Año 2001

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO PROM. Ogawa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	AOT40 CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	12h ABRIL-15JULIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Asimilación neta de CO <sub>2</sub> en las hojas		Conductancia estomatal		Velocidad de crec.. área transversal	
					INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA
UXO	La Vall d'Uixó	57,0	13832	0,044	0,9930	0,7	0,9806	1,9	0,9783	2,2
VVJ	La Vilavella	49,4	10867	0,042	0,9937	0,6	0,9826	1,7	0,9804	2,0
LLO	Burriana Llobai	39,0	6865	0,040	0,9946	0,5	0,9852	1,5	0,9834	1,7
VIL E	Villarreal Este	37,7	6380	0,039	0,9947	0,5	0,9855	1,5	0,9837	1,6
ERM	Ermita	38,8	6805	0,040	0,9946	0,5	0,9852	1,5	0,9834	1,7
GRA	Grao de Castellón	46,6	9808	0,042	0,9939	0,6	0,9833	1,7	0,9812	1,9
CAM	Cámara Comercio	51,5	11697	0,043	0,9935	0,7	0,9820	1,8	0,9798	2,0
CAC	Casino Antiguo	51,2	11592	0,043	0,9935	0,7	0,9821	1,8	0,9799	2,0
PEÑ	Penyeta	56,5	13632	0,044	0,9930	0,7	0,9808	1,9	0,9784	2,2
FND	Camifondo Este	45,0	9183	0,041	0,9941	0,6	0,9837	1,6	0,9817	1,8
OND N	Onda Norte	49,6	10942	0,042	0,9936	0,6	0,9825	1,7	0,9804	2,0
SJM	Sant Joan Moró	59,3	14703	0,045	0,9927	0,7	0,9801	2,0	0,9776	2,2
MAG	Magdalena	63,9	16483	0,046	0,9923	0,8	0,9789	2,1	0,9763	2,4
ORO	Oropesa	61,1	15417	0,045	0,9926	0,7	0,9796	2,0	0,9771	2,3
TOR	Torreblanca	54,2	12746	0,044	0,9932	0,7	0,9813	1,9	0,9791	2,1
RIB	Ribesalbes	52,3	12017	0,043	0,9934	0,7	0,9818	1,8	0,9796	2,0

Tabla 8.373. Estimación daños en producción de melocotones, Año 2002

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO PROM. Ogawa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	AOT40 CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	12h ABRIL-15JULIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Asimilación neta de $\text{CO}_2$ en las hojas		Conductancia estomatal		Velocidad de crec.. área transversal	
					INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA
UXO	La Vall d'Uixó	63,0	16123	0,046	0,9924	0,8	0,9791	2,1	0,9766	2,3
BUR C	Burriana Casa	50,5	11306	0,043	0,9936	0,6	0,9823	1,8	0,9801	2,0
RIB	Ribesalbes	58,5	14395	0,045	0,9928	0,7	0,9803	2,0	0,9779	2,2
VIL O	Villarreal Oeste	55,9	13381	0,044	0,9931	0,7	0,9809	1,9	0,9786	2,1
ERM	Ermita	52,8	12178	0,043	0,9933	0,7	0,9817	1,8	0,9795	2,1
GRA	Grao de Castellón	53,9	12629	0,043	0,9932	0,7	0,9814	1,9	0,9791	2,1
CAM	Cámara Comercio	55,8	13337	0,044	0,9931	0,7	0,9809	1,9	0,9786	2,1
CAC	Casino Antiguo	58,7	14485	0,045	0,9928	0,7	0,9802	2,0	0,9778	2,2
PEÑ	Penyeta	75,4	20941	0,049	0,9913	0,9	0,9760	2,4	0,9731	2,7
VLF	Villafranca	79,8	22620	0,050	0,9909	0,9	0,9749	2,5	0,9718	2,8
OND O	Onda Oeste	64,6	16749	0,046	0,9923	0,8	0,9787	2,1	0,9761	2,4
MAG	La Magdalena	70,6	19081	0,048	0,9917	0,8	0,9772	2,3	0,9744	2,6
BRN	La Barona	64,6	16736	0,046	0,9923	0,8	0,9787	2,1	0,9761	2,4
ORO	Oropesa	66,3	17410	0,047	0,9921	0,8	0,9783	2,2	0,9756	2,4
TOR	Torreblanca	64,1	16578	0,046	0,9923	0,8	0,9788	2,1	0,9763	2,4
ROS	Rosildos	78,4	22080	0,050	0,9910	0,9	0,9752	2,5	0,9722	2,8

Tabla 8.374. Estimación daños en producción de melocotones, Año 2003

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO PROM. Ogawa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	AOT40 CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	12h ABRIL-15JULIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Asimilación neta de $\text{CO}_2$ en las hojas		Conductancia estomatal		Velocidad de crec.. área transversal	
					INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA
GRA	Grao	38,0	6489	0,040	0,9947	0,5	0,9854	1,5	0,9836	1,6
BUR	Burriana REF	31,8	4092	0,038	0,9953	0,5	0,9870	1,3	0,9854	1,5
ERM	Ermita	31,3	3901	0,038	0,9953	0,5	0,9871	1,3	0,9855	1,4
PEÑ	Penyeta	50,0	11116	0,043	0,9936	0,6	0,9824	1,8	0,9803	2,0
VLF	Vilafranca	57,2	13876	0,044	0,9929	0,7	0,9806	1,9	0,9782	2,2
ROS	Rosildos	64,7	16783	0,046	0,9922	0,8	0,9787	2,1	0,9761	2,4
CAB	Cabanes	25,7	1733	0,036	0,9958	0,4	0,9885	1,1	0,9871	1,3
CAS	Castellón	40,0	7244	0,040	0,9945	0,5	0,9849	1,5	0,9831	1,7
CAM	Cámara Comercio	32,6	4402	0,038	0,9952	0,5	0,9868	1,3	0,9852	1,5
ALZ	Almazora	39,6	7103	0,040	0,9945	0,5	0,9850	1,5	0,9832	1,7
MAG	La Magdalena	35,5	5500	0,039	0,9949	0,5	0,9861	1,4	0,9844	1,6
BEN	Benicassim	38,3	6610	0,040	0,9947	0,5	0,9853	1,5	0,9836	1,6
ORO	Oropesa	36,7	5972	0,039	0,9948	0,5	0,9858	1,4	0,9840	1,6
TOR	Torreblanca	50,7	11387	0,043	0,9935	0,6	0,9822	1,8	0,9801	2,0
OND	Onda Oeste	50,0	11110	0,043	0,9936	0,6	0,9824	1,8	0,9803	2,0
ALC	Alcora	42,5	8226	0,041	0,9943	0,6	0,9843	1,6	0,9824	1,8
RIB	Ribesalbes	28,4	2768	0,037	0,9956	0,4	0,9879	1,2	0,9864	1,4

Tabla 8.374. Cont

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO PROM. Ogawa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	AOT40 CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	12h ABRIL-15JULIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Asimilación neta de $\text{CO}_2$ en las hojas		Conductancia estomatal		Velocidad de crec.. área transversal	
					INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA
VIL	Villarreal Oeste	26,0	1859	0,036	0,9958	0,4	0,9884	1,2	0,9870	1,3
UXO	La Vall d'Uixó	52,1	11941	0,043	0,9934	0,7	0,9819	1,8	0,9797	2,0
RAM	Rambra la Viuda	48,3	10473	0,042	0,9937	0,6	0,9828	1,7	0,9807	1,9
CIR	Cirat	52,4	12041	0,043	0,9934	0,7	0,9818	1,8	0,9796	2,0
VAL	Valbona	59,6	14806	0,045	0,9927	0,7	0,9800	2,0	0,9776	2,2
ALG	Algar	45,9	9521	0,041	0,9940	0,6	0,9834	1,7	0,9814	1,9
JER	Jérica	56,5	13640	0,044	0,9930	0,7	0,9807	1,9	0,9784	2,2

## 8.6.2.2.2.7. Estimación de daños en cosechas de nectarinas

En las siguientes tablas se muestra los daños estimados en la cosecha de nectarinas (*Prunus persica var*) según los datos de concentración promedio obtenidos en las tres campañas de muestreo estival.

Tabla 8.375. Estimación daños en producción de nectarinas. Año 2001

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO PROM. Ogawa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	AOT40 CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	12h ABRIL-15JULIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Asimilación neta de $\text{CO}_2$ en las hojas		Conductancia estomatal		Velocidad de crec.. área transversal	
					INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA
UXO	La Vall d'Uixó	57,0	13832	0,044	0,9915	0,9	0,9817	1,8	0,9673	3,3
VVJ	La Vilavella	49,4	10867	0,042	0,9923	0,8	0,9836	1,6	0,9706	2,9
LLO	Burriana Llobai	39,0	6865	0,040	0,9935	0,7	0,9860	1,4	0,9750	2,5
VIL E	Villarreal Este	37,7	6380	0,039	0,9936	0,6	0,9863	1,4	0,9755	2,4
ERM	Ermita	38,8	6805	0,040	0,9935	0,7	0,9861	1,4	0,9751	2,5
GRA	Grao de Castellón	46,6	9808	0,042	0,9926	0,7	0,9842	1,6	0,9718	2,8
CAM	Cámara Comercio	51,5	11697	0,043	0,9921	0,8	0,9830	1,7	0,9697	3,0
CAC	Casino Antiguo	51,2	11592	0,043	0,9921	0,8	0,9831	1,7	0,9698	3,0
PEÑ	Penyeta	56,5	13632	0,044	0,9915	0,8	0,9818	1,8	0,9676	3,2
FND	Camifondo Este	45,0	9183	0,041	0,9928	0,7	0,9846	1,5	0,9725	2,8
OND N	Onda Norte	49,6	10942	0,042	0,9923	0,8	0,9835	1,6	0,9705	2,9
SJM	Sant Joan Moró	59,3	14703	0,045	0,9912	0,9	0,9812	1,9	0,9664	3,4
MAG	Magdalena	63,9	16483	0,046	0,9907	0,9	0,9801	2,0	0,9644	3,6
ORO	Oropesa	61,1	15417	0,045	0,9910	0,9	0,9807	1,9	0,9656	3,4
TOR	Torreblanca	54,2	12746	0,044	0,9918	0,8	0,9824	1,8	0,9685	3,1
RIB	Ribesalbes	52,3	12017	0,043	0,9920	0,8	0,9828	1,7	0,9693	3,1

Tabla 8.376. Estimación daños en producción de nectarinas, Año 2002

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO PROM. Ogawa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	AOT40 CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	12h ABRIL-15JULIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Asimilación neta de $\text{CO}_2$ en las hojas		Conductancia estomatal		Velocidad de crec.. área transversal	
					INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA
UXO	La Vall d'Uixó	63,0	16123	0,046	0,9908	0,9	0,9803	2,0	0,9648	3,5
BUR C	Burriana Casa	50,5	11306	0,043	0,9922	0,8	0,9833	1,7	0,9701	3,0
RIB	Ribesalbes	58,5	14395	0,045	0,9913	0,9	0,9814	1,9	0,9667	3,3
VIL O	Villarreal Oeste	55,9	13381	0,044	0,9916	0,8	0,9820	1,8	0,9678	3,2
ERM	Ermita	52,8	12178	0,043	0,9919	0,8	0,9827	1,7	0,9692	3,1
GRA	Grao de Castellón	53,9	12629	0,043	0,9918	0,8	0,9825	1,8	0,9687	3,1
CAM	Cámara Comercio	55,8	13337	0,044	0,9916	0,8	0,9820	1,8	0,9679	3,2
CAC	Casino Antiguo	58,7	14485	0,045	0,9913	0,9	0,9813	1,9	0,9666	3,3
PEÑ	Penyeta	75,4	20941	0,049	0,9894	1,1	0,9773	2,3	0,9595	4,0
VLF	Villafranca	79,8	22620	0,050	0,9889	1,1	0,9763	2,4	0,9577	4,2
OND O	Onda Oeste	64,6	16749	0,046	0,9906	0,9	0,9799	2,0	0,9641	3,6
MAG	La Magdalena	70,6	19081	0,048	0,9900	1,0	0,9785	2,2	0,9616	3,8
BRN	La Barona	64,6	16736	0,046	0,9906	0,9	0,9799	2,0	0,9641	3,6
ORO	Oropesa	66,3	17410	0,047	0,9904	1,0	0,9795	2,0	0,9634	3,7
TOR	Torreblanca	64,1	16578	0,046	0,9907	0,9	0,9800	2,0	0,9643	3,6
ROS	Rosildos	78,4	22080	0,050	0,9891	1,1	0,9766	2,3	0,9583	4,2

Tabla 8.377. Estimación daños en producción de nectarinas, Año 2003

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO PROM. Ogawa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	AOT40 CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	12h ABRIL-15JULIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Asimilación neta de $\text{CO}_2$ en las hojas		Conductancia estomatal		Velocidad de crec.. área transversal	
					INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA
GRA	Grao	38,0	6489	0,040	0,9936	0,6	0,9862	1,4	0,9754	2,5
BUR	Burriana REF	31,8	4092	0,038	0,9943	0,6	0,9877	1,2	0,9781	2,2
ERM	Ermita	31,3	3901	0,038	0,9943	0,6	0,9878	1,2	0,9783	2,2
PEÑ	Penyeta	50,0	11116	0,043	0,9922	0,8	0,9834	1,7	0,9703	3,0
VLF	Vilafranca	57,2	13876	0,044	0,9915	0,9	0,9817	1,8	0,9673	3,3
ROS	Rosildos	64,7	16783	0,046	0,9906	0,9	0,9799	2,0	0,9641	3,6
CAB	Cabanes	25,7	1733	0,036	0,9949	0,5	0,9892	1,1	0,9807	1,9
CAS	Castellón	40,0	7244	0,040	0,9934	0,7	0,9858	1,4	0,9746	2,5
CAM	Cámara Comercio	32,6	4402	0,038	0,9942	0,6	0,9875	1,2	0,9777	2,2
ALZ	Almazora	39,6	7103	0,040	0,9934	0,7	0,9859	1,4	0,9748	2,5
MAG	La Magdalena	35,5	5500	0,039	0,9939	0,6	0,9869	1,3	0,9765	2,3
BEN	Benicassim	38,3	6610	0,040	0,9935	0,6	0,9862	1,4	0,9753	2,5
ORO	Oropesa	36,7	5972	0,039	0,9937	0,6	0,9866	1,3	0,9760	2,4
TOR	Torreblanca	50,7	11387	0,043	0,9922	0,8	0,9832	1,7	0,9700	3,0
OND	Onda Oeste	50,0	11110	0,043	0,9922	0,8	0,9834	1,7	0,9703	3,0
ALC	Alcora	42,5	8226	0,041	0,9931	0,7	0,9852	1,5	0,9735	2,6
RIB	Ribesalbes	28,4	2768	0,037	0,9946	0,5	0,9885	1,1	0,9795	2,0



Tabla 8.377. Cont.

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO PROM. Ogawa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	AOT40 CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	12h ABRIL-15JULIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Asimilación neta de $\text{CO}_2$ en las hojas		Conductancia estomatal		Velocidad de crec. área transversal	
					INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA
VIL	Villarreal Oeste	26,0	1859	0,036	0,9949	0,5	0,9891	1,1	0,9805	1,9
UXO	La Vall d'Uixó	52,1	11941	0,043	0,9920	0,8	0,9829	1,7	0,9694	3,1
RAM	Rambla la Viuda	48,3	10473	0,042	0,9924	0,8	0,9838	1,6	0,9710	2,9
CIR	Cirat	52,4	12041	0,043	0,9920	0,8	0,9828	1,7	0,9693	3,1
VAL	Valbona	59,6	14806	0,045	0,9912	0,9	0,9811	1,9	0,9663	3,4
ALG	Algar	45,9	9521	0,041	0,9927	0,7	0,9844	1,6	0,9721	2,8
JER	Jérica	56,5	13640	0,044	0,9915	0,8	0,9818	1,8	0,9676	3,2

## 8.6.2.2.8. Estimación de daños en cosechas de cerezas

En las siguientes tablas se muestra los daños estimados en la cosecha de cerezas (*Prunus avium* L (Mulet Pascual, 1991)) según los datos de concentración promedio obtenidos en las tres campañas de muestreo estival.

Tabla 8.378. Estimación daños en producción de cerezas. Año 2001

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO PROM. Ogawa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	AOT40 CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	12h ABRIL-15JULIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Asimilación neta de $\text{CO}_2$ en las hojas		Conductancia estomatal		Velocidad de crec. área transversal	
					INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA
UXO	La Vall d'Uixó	57,0	13832	0,044	0,9843	1,6	0,9828	1,7	0,9532	4,7
VVJ	La Vilavella	49,4	10867	0,042	0,9858	1,4	0,9845	1,6	0,9579	4,2
LLO	Burriana Llobai	39,0	6865	0,040	0,9880	1,2	0,9868	1,3	0,9642	3,6
VIL E	Villarreal Este	37,7	6380	0,039	0,9882	1,2	0,9871	1,3	0,9649	3,5
ERM	Ermita	38,8	6805	0,040	0,9880	1,2	0,9868	1,3	0,9643	3,6
GRA	Grao de Castellón	46,6	9808	0,042	0,9864	1,4	0,9851	1,5	0,9595	4,0
CAM	Cámara Comercio	51,5	11697	0,043	0,9854	1,5	0,9840	1,6	0,9566	4,3
CAC	Casino Antiguo	51,2	11592	0,043	0,9854	1,5	0,9841	1,6	0,9567	4,3
PEÑ	Penyeta	56,5	13632	0,044	0,9844	1,6	0,9829	1,7	0,9535	4,6
FND	Camifondo Este	45,0	9183	0,041	0,9867	1,3	0,9855	1,5	0,9605	3,9
OND N	Onda Norte	49,6	10942	0,042	0,9858	1,4	0,9844	1,6	0,9578	4,2
SJM	Sant Joan Moró	59,3	14703	0,045	0,9838	1,6	0,9822	1,8	0,9518	4,8
MAG	Magdalena	63,9	16483	0,046	0,9829	1,7	0,9812	1,9	0,9490	5,1
ORO	Oropesa	61,1	15417	0,045	0,9834	1,7	0,9818	1,8	0,9507	4,9
TOR	Torreblanca	54,2	12746	0,044	0,9848	1,5	0,9834	1,7	0,9549	4,5
RIB	Ribesalbes	52,3	12017	0,043	0,9852	1,5	0,9838	1,6	0,9561	4,4

Tabla 8.379. Estimación daños en producción de cerezas, Año 2002

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO PROM. Ogawa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	AOT40 CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	12h ABRIL-15JULIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Asimilación neta de $\text{CO}_2$ en las hojas		Conductancia estomatal		Velocidad de crec.. área transversal	
					INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA
UXO	La Vall d'Uixó	63,0	16123	0,046	0,9830	1,7	0,9814	1,9	0,9496	5,0
BUR C	Burriana Casa	50,5	11306	0,043	0,9856	1,4	0,9842	1,6	0,9572	4,3
RIB	Ribesalbes	58,5	14395	0,045	0,9840	1,6	0,9824	1,8	0,9523	4,8
VIL O	Villarreal Oeste	55,9	13381	0,044	0,9845	1,6	0,9830	1,7	0,9539	4,6
ERM	Ermita	52,8	12178	0,043	0,9851	1,5	0,9837	1,6	0,9558	4,4
GRA	Grao de Castellón	53,9	12629	0,043	0,9849	1,5	0,9835	1,7	0,9551	4,5
CAM	Cámara Comercio	55,8	13337	0,044	0,9845	1,5	0,9830	1,7	0,9540	4,6
CAC	Casino Antiguo	58,7	14485	0,045	0,9839	1,6	0,9824	1,8	0,9522	4,8
PEÑ	Penyeta	75,4	20941	0,049	0,9805	2,0	0,9786	2,1	0,9420	5,8
VLF	Villafranca	79,8	22620	0,050	0,9796	2,0	0,9776	2,2	0,9393	6,1
OND O	Onda Oeste	64,6	16749	0,046	0,9827	1,7	0,9811	1,9	0,9486	5,1
MAG	La Magdalena	70,6	19081	0,048	0,9815	1,9	0,9797	2,0	0,9449	5,5
BRN	La Barona	64,6	16736	0,046	0,9827	1,7	0,9811	1,9	0,9486	5,1
ORO	Oropesa	66,3	17410	0,047	0,9824	1,8	0,9807	1,9	0,9475	5,2
TOR	Torreblanca	64,1	16578	0,046	0,9828	1,7	0,9812	1,9	0,9489	5,1
ROS	Rosildos	78,4	22080	0,050	0,9799	2,0	0,9780	2,2	0,9402	6,0

Tabla 8.380. Estimación daños en producción de cerezas, Año 2003

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO PROM. Ogawa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	AOT40 CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	12h ABRIL-15JULIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Asimilación neta de $\text{CO}_2$ en las hojas		Conductancia estomatal		Velocidad de crec.. área transversal	
					INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA
GRA	Grao	38,0	6489	0,040	0,9882	1,2	0,9870	1,3	0,9648	3,5
BUR	Burriana REF	31,8	4092	0,038	0,9894	1,1	0,9884	1,2	0,9686	3,1
ERM	Ermita	31,3	3901	0,038	0,9895	1,0	0,9885	1,1	0,9689	3,1
PEÑ	Penyeta	50,0	11116	0,043	0,9857	1,4	0,9843	1,6	0,9575	4,3
VLF	Vilafranca	57,2	13876	0,044	0,9842	1,6	0,9827	1,7	0,9531	4,7
ROS	Rosildos	64,7	16783	0,046	0,9827	1,7	0,9810	1,9	0,9485	5,1
CAB	Cabanes	25,7	1733	0,036	0,9907	0,9	0,9898	1,0	0,9723	2,8
CAS	Castellón	40,0	7244	0,040	0,9878	1,2	0,9866	1,3	0,9636	3,6
CAM	Cámara Comercio	32,6	4402	0,038	0,9893	1,1	0,9882	1,2	0,9681	3,2
ALZ	Almazora	39,6	7103	0,040	0,9878	1,2	0,9867	1,3	0,9638	3,6
MAG	La Magdalena	35,5	5500	0,039	0,9887	1,1	0,9876	1,2	0,9663	3,4
BEN	Benicassim	38,3	6610	0,040	0,9881	1,2	0,9870	1,3	0,9646	3,5
ORO	Oropesa	36,7	5972	0,039	0,9884	1,2	0,9873	1,3	0,9656	3,4
TOR	Torreblanca	50,7	11387	0,043	0,9856	1,4	0,9842	1,6	0,9570	4,3
OND	Onda Oeste	50,0	11110	0,043	0,9857	1,4	0,9843	1,6	0,9575	4,3
ALC	Alcora	42,5	8226	0,041	0,9872	1,3	0,9860	1,4	0,9620	3,8
RIB	Ribesalbes	28,4	2768	0,037	0,9901	1,0	0,9892	1,1	0,9707	2,9

Tabla 8.380. Cont

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO PROM. Ogawa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	AOT40 CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	12h ABRIL-15 JULIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Asimilación neta de $\text{CO}_2$ en las hojas		Conductancia estomatal		Velocidad de crec.. área transversal	
					INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA	INDICE	% PÉRDIDA
VIL	Villarreal Oeste	26,0	1859	0,036	0,9906	0,9	0,9897	1,0	0,9721	2,8
UXO	La Vall d'Uixó	52,1	11941	0,043	0,9853	1,5	0,9839	1,6	0,9562	4,4
RAM	Rambra la Viuda	48,3	10473	0,042	0,9860	1,4	0,9847	1,5	0,9585	4,2
CIR	Cirat	52,4	12041	0,043	0,9852	1,5	0,9838	1,6	0,9560	4,4
VAL	Valbona	59,6	14806	0,045	0,9837	1,6	0,9822	1,8	0,9517	4,8
ALG	Algar	45,9	9521	0,041	0,9865	1,3	0,9853	1,5	0,9600	4,0
JER	Jérica	56,5	13640	0,044	0,9844	1,6	0,9829	1,7	0,9535	4,7

#### 8.6.2.2.9. Comparación de daños en los árboles frutales estudiados

En la Tabla 8.381 a Tabla 8.383 se muestra resumido los daños ocasionados, referenciados como porcentaje de disminución en determinadas características de crecimiento de los árboles frutales.

Tabla 8.381. Resumen de disminución en asimilación de  $\text{CO}_2$  en las hojas.

AÑO	DISMINUCIÓN (%) EN ASIMILACIÓN NETA DE $\text{CO}_2$ EN LAS HOJAS							
	ALMENDRA	CIRUELA	ALBARICOQUE	PERA	MANZANA	MELOCOTÓN	NECTARINA	CEREZA
2001	0,7 $\pm$ 0,1	9,4 $\pm$ 0,3	9,3 $\pm$ 0,3	11,3 $\pm$ 0,2	7,6 $\pm$ 0,8	0,6 $\pm$ 0,05	0,8 $\pm$ 0,03	1,4 $\pm$ 0,3
2002	0,8 $\pm$ 0,1	11,0 $\pm$ 0,3	11,0 $\pm$ 0,4	13,3 $\pm$ 0,3	8,9 $\pm$ 0,9	0,8 $\pm$ 0,06	0,9 $\pm$ 0,03	1,7 $\pm$ 0,3
2003	0,6 $\pm$ 0,1	8,4 $\pm$ 0,3	8,3 $\pm$ 0,4	10,0 $\pm$ 0,2	6,7 $\pm$ 0,7	0,6 $\pm$ 0,04	0,7 $\pm$ 0,02	1,3 $\pm$ 0,3

Tabla 8.382. Resumen de disminución en conductancia estomatal.

AÑO	DISMINUCIÓN (%) EN LA CONDUCTANCIA ESTOMATAL							
	ALMENDRA	CIRUELA	ALBARICOQUE	PERA	MANZANA	MELOCOTÓN	NECTARINA	CEREZA
2001	10,0 $\pm$ 1,3	10,5 $\pm$ 0,8	8,2 $\pm$ 2,0	1,6 $\pm$ 0,3	8,9 $\pm$ 0,6	1,8 $\pm$ 0,3	1,7 $\pm$ 0,06	1,6 $\pm$ 0,1
2002	11,8 $\pm$ 1,5	12,4 $\pm$ 0,9	9,6 $\pm$ 2,3	1,9 $\pm$ 0,4	10,4 $\pm$ 0,7	2,1 $\pm$ 0,4	2,0 $\pm$ 0,07	1,9 $\pm$ 0,1
2003	8,9 $\pm$ 1,1	9,4 $\pm$ 0,7	7,3 $\pm$ 1,7	1,4 $\pm$ 0,3	7,9 $\pm$ 0,5	1,6 $\pm$ 0,3	1,5 $\pm$ 0,06	1,4 $\pm$ 0,1

Tabla 8.383. Resumen de disminución en velocidad de crecimiento del área transversal del tronco

AÑO	DISMINUCIÓN (%) EN VELOCIDAD DE CRECIMIENTO DEL ÁREA TRANSVERSAL DEL TRONCO							
	ALMENDRA	CIRUELA	ALBARICOQUE	PERA	MANZANA	MELOCOTÓN	NECTARINA	CEREZA
2001	5,7 $\pm$ 0,0	8,3 $\pm$ 0,0	10,8 $\pm$ 0,0	11,7 $\pm$ 0,0	6,2 $\pm$ 0,0	2,0 $\pm$ 0,0	3,0 $\pm$ 0,0	4,3 $\pm$ 0,0
2002	6,7 $\pm$ 0,0	9,8 $\pm$ 0,0	12,7 $\pm$ 0,0	13,8 $\pm$ 0,0	7,3 $\pm$ 0,0	2,4 $\pm$ 0,0	3,5 $\pm$ 0,0	5,1 $\pm$ 0,0
2003	5,1 $\pm$ 0,0	7,4 $\pm$ 0,0	9,6 $\pm$ 0,0	10,4 $\pm$ 0,0	5,5 $\pm$ 0,0	1,8 $\pm$ 0,0	2,7 $\pm$ 0,0	3,8 $\pm$ 0,0

Los datos del año 2003, como ejemplo de los tres años, puesto que siguen los tres la misma tendencia, se han representado gráficamente en la Figura 8.232. Se aprecia que existen determinados frutales que se ven muy poco influenciados por las concentraciones de ozono. Este es el caso del melocotón, nectarina y cereza. Otros frutales, sí que sufren daños en las tres características estudiadas, como son la ciruela, el albaricoque y la manzana. Finalmente, encontramos algunos frutales los cuales ven afectadas algunas de las características, pero en

otras permaneces prácticamente inalterables. Este es el caso de la almendra que presenta poco efecto en la asimilación neta de CO<sub>2</sub> en las hojas y la pera con la conductancia estomatal.

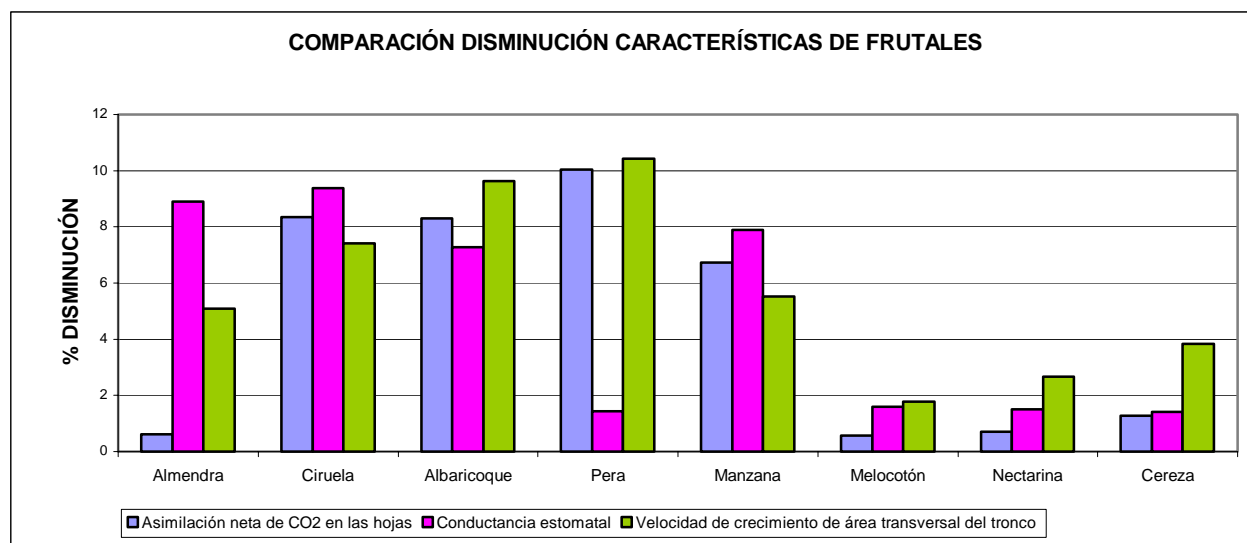


Figura 8.232. Comparación de pérdidas producción en cosechas de cultivos consecuencia de las concentraciones de ozono, año 2003

En la Tabla 8.384 se reflejan los datos proporcionados en el Informe del Sector Agrario de 2002 de la Conselleria de Agricultura, Pesca y Alimentación en cuanto a producción de los diferentes frutales en la provincia de Castellón.

Tabla 8.384. Producción en la provincia de Castellón de diversos cultivos (Informe del Sector Agrario, 2002, Conselleria de Agricultura, Pesca y Alimentación)

	ALMENDRA	CIRUELA	ALBARICOQUE	PERA	MANZANA	MELOCOTÓN	NECTARINA	CEREZA
PRODUCCIÓN REAL (t)	38738	3690	4069	538	640	7170	Sin dato	415

Los datos se están analizando no pueden relacionarse directamente con pérdidas en la producción de los frutales. Sin embargo, daños en la asimilación neta del CO<sub>2</sub> por las hojas, disminución en la conductancia estomatal y descenso en la velocidad de crecimiento transversal del tronco, probablemente redundarán en una disminución de la producción de las cosechas. El frutal que más se cultiva en la provincia es el almendro, que veía disminuidas dos de las tres características estudiadas. El melocotón, el segundo más producido no sufría apenas efectos consecuencia del ozono. Sin embargo, el tercer y cuarto frutal más cultivados, ciruelas y albaricoques, veían disminuidas las tres características, por lo que se espera que repercuta en la cosecha de los frutos.

Para ver la distribución espacial de los efectos, se va a representar con Surfer 7.0 los efectos producidos en dos frutales en el año 2003, puesto que los tres años estudiados tienen comportamientos similares. Los dos árboles frutales elegidos son la ciruela como frutal representativo de aquellos que sufren efectos y el melocotón, como representante de aquellos frutales que permanecen casi inalterados. Dichos mapas se han obtenido con el programa Surfer 7.0 (Golden Software Golden, INC) (Surfer) utilizando un modelo de interpolación para entender la variabilidad espacial de las concentraciones de ozono. El método utilizado para realizar la malla (grid) fue el método de Kriging por puntos. La descripción del semivariograma es del tipo de componente lineal, con una pendiente de 1, ángulo cero de anisotropía, relación o ratio de

8.- PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

anisotropía 1, derivada polinomial de orden cero y nula desviación estándar de la malla krigada.

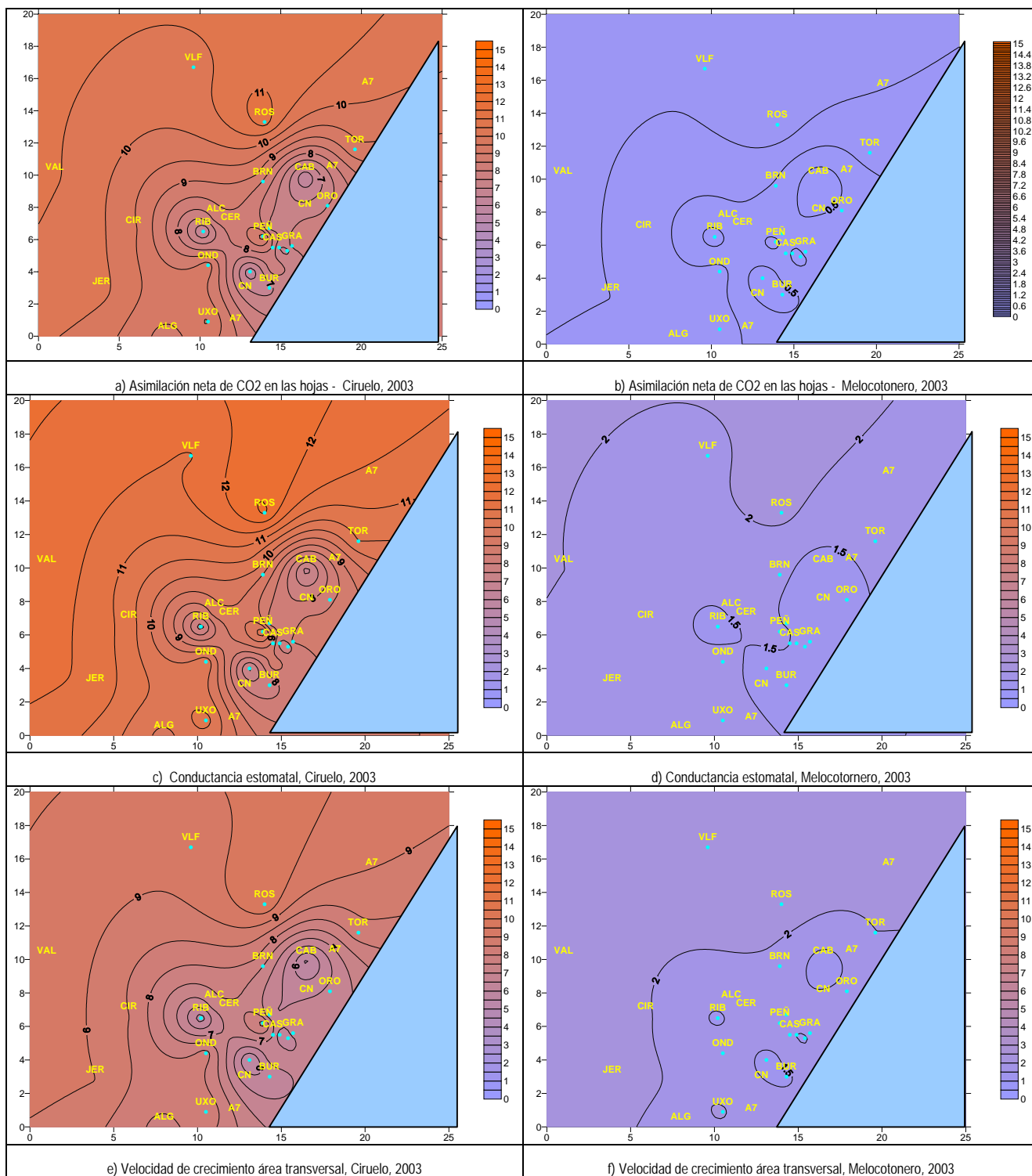


Figura 8.233. Distribución de los daños estimados en dos árboles frutales representativos de los daños máximos (Ciruelo) y mínimos (Melocotonero) causados por el ozono. Datos año 2003.

### 8.6.2.3. Estimación daños en vegetación según criterio UNECE ICP

La United Nations Economic Comissions for Europe International Cooperative Programme (UNECE ICP) que evalúa los efectos de la contaminación atmosférica en los cultivos y la vegetación natural propuso en el *Mapping Manual* determinados niveles críticos para la protección de la vegetación sensible. Estos niveles críticos se definen como la concentración, exposición acumulada de contaminantes atmosféricos a partir de los cuales se pueden producir efectos adversos en la vegetación sensible según el conocimiento científico actual (UNECE, 2004b).

En el caso del ozono, la UNECE-ICP define unos niveles críticos basados en las concentraciones del contaminante en la vegetación acumulado por encima de un determinado límite (40 ppb) durante un determinado periodo. Este término se conoce como AOT40 y se mide en ppm.h). Se han definido niveles críticos para cultivos agrícolas y hortícolas, bosques y vegetación (semi-)natural.

Se establece un nivel de concentración crítica de exposición de ozono AOT40 de 3 ppm.h acumulado en 3 meses para cultivos hortifrutícolas y vegetación seminatural (Kärenlampi and Skärby, 1996). Además de este nivel crítico, se ha propuesto otro nivel crítico para cultivos hortifrutícolas definido como el AOT40 igual a 6 ppm.h, medido en 3,5 meses durante el periodo de crecimiento. Para el caso de la protección de los árboles, se ha reducido el anterior nivel crítico (AOT40 de 10 ppm.h) hasta un AOT40 igual a 5 ppm.h (UNECE, 2004a). En la siguiente tabla se resumen dichos niveles críticos.

Tabla 8.385. Niveles críticos establecidos por UNECE-ICP para protección de la vegetación

	CULTIVOS		VEGETACIÓN (SEMI-) NATURAL	BOSQUES
	AGRÍCOLAS	HORTÍCOLAS		
NIVEL CRÍTICO AOT40 (ppm.h)	3	6	3	5
PERIODO DE TIEMPO (meses)	3	3,5	3 (época crecimiento, si menor)	Época crecimiento
EFFECTOS	Reducciones en la cosecha en los cultivos		Reducción del crecimiento en especies perennes y reducción del crecimiento y/o de la producción de semillas en especies anuales	Reducción del crecimiento

#### 8.6.2.3.1. Bases científicas para los niveles críticos de ozono

Los valores reflejados en la Tabla 8.385 están basados en determinado conocimiento científico que se resume a continuación.

##### 8.6.2.3.1.1. *Cultivos*

No todos los cultivos presentan la misma sensibilidad ante el ozono troposférico. En la Tabla 8.386 se refleja una ordenación de algunos cultivos en función de su sensibilidad ante el ozono. Estos datos derivan de una revisión crítica de unos 700 artículos publicados a cerca de la respuesta de cultivos al ozono llevada a cabo por Mills y col en 2003.

**Tabla 8.386. Caracterización de la sensibilidad de cultivos agrícolas y hortícolas (Mills et al 2003)(UNECE, 2004b)**

SENSIBLES	MODERADAMENTE SENSIBLES	MODERADAMENTE RESISTENTES	INSENSIBLES
Algodón, lechuga, legumbres, soja, cebollas, tomates, nabos, sandía, trigo	Patatas, colza, remolacha, tabaco	Brócoli, uvas, maíz, arroz	Cebada, frutales (ciruelas y fresas)

El nivel crítico de concentración para los cultivos agrícolas ha sido obtenido de la relación lineal entre AOT40 y la cosecha relativa de trigo ( $r^2 = 0,89$ ,  $p < 0.05$ ), resultado de un estudio con cámaras descubiertas llevado a cabo en Europa y USA (Fuhrer et al, 1997; Gelang et al, 2000)(UNECE, 2004b). El AOT40 correspondiente a una reducción del 5% en las cosechas corresponde a 3,3 ppm.h (95% intervalo de confianza entre 2,3 – 4,4 ppm.h) Dicho valor fue redondeado a 3 ppm.h para establecer el nivel crítico. El periodo de acumulación del AOT40 para los cultivos agrícolas en el Oeste del Mediterráneo se estipula entre el 1 de Abril y el 30 Junio (3 meses)(UNECE, 2004b).

En el caso de los cultivos hortícolas, la recta de correlación del AOT40 con la cosecha relativa de tomates ( $r^2 = 0,48$ ,  $p < 0,001$ ) (Hassan et al, 1999; McLean & Schneider, 1976; Reinert et al, 1997; Temple et al, 1985; Temple, 1990; Bermejo, 2002; Calvo, 2003)(UNECE, 2004b) estima el AOT40 que producía un 5% de reducción en las cosechas de tomate en 6,02 ppm.h. Este valor ha sido redondeado a 6 ppm.h. El tomate se considera un buen cultivo para establecer el nivel crítico debido a que es un cultivo sensible según lo establecido en la Tabla 8.386. El periodo de acumulación del AOT40 es de 3,5 meses, comenzando desde la aparición del cultivo. Puesto que en muchas regiones mediterráneas, los cultivos hortícolas se siembran varias veces al año, se recomienda una selección apropiada de los 3,5 meses entre Marzo y Octubre para el oeste del Mediterráneo (UNECE, 2004b).

#### 8.6.2.3.1.2. *Vegetación (Semi-)natural*

El criterio considerado para estimar los efectos adversos en la vegetación (semi)natural es el decremento en el crecimiento en las especies perennes, y el decremento en el crecimiento y/o producción de semillas en las especies anuales. Estos niveles críticos están basados en efectos estadísticamente significativos en el crecimiento superiores al 10% en taxáceas de pastos sensibles y de comunidades marginales de campo y se aplica a toda la vegetación (semi)natural. El valor de 3 ppm.h se considera suficiente para proteger la vegetación anual más sensible y las especies jóvenes perennes que crecen en un ambiente competitivo. Este valor crítico se propuso por vez primera en la reunión de trabajo que tuvo lugar en Kuopio (Kärenlampi and Skärby, 1996) y se confirmó en la reunión de trabajo de Gerzensee (Fuhrer and Achermann, 1994). El periodo de acumulación del AOT es de 3 meses desde el 1 de Marzo hasta el 31 de Mayo (UNECE, 2004b).

#### 8.6.2.3.1.3. *Bosques*

Las especies de árboles también tienen distintos grados de sensibilidad de crecimiento ante el ozono. En la Tabla 8.387 se presenta las distintas clases de sensibilidad para algunas especies de árboles basadas en los efectos que produce el ozono en su crecimiento. Esta clasificación se ha realizado atendiendo únicamente al efecto que produce en el crecimiento, pero no se ha considerado otros efectos como daño visible, el cual podría llevar a otra clasificación de la sensibilidad de los árboles.

**Tabla 8.387. Caracterización de la sensibilidad de árboles basados en su crecimiento ante el ozono (UNECE, 2004b)**

ESPECIES SENSIBLES AL OZONO		ESPECIES MODERADAMENTE SENSIBLES AL OZONO	
CADUCAS	CONIFERAS	CADUCAS	CONIFERAS
Fagus sylvatica	Picea abies	Quercus petrea	Pinus halepensis
Betula pendula	Pinus sylvestris	Quercus robur	

El nivel de AOT40 crítico se ha reducido hasta 5 ppm.h, el cual determina una reducción del 5% en el crecimiento de los árboles durante la época de crecimiento para los árboles de hoja caduca más sensibles (hayas y abedules) (Kärenlampi and Skärby, 1996). El valor de AOT40 se debe acumular durante la temporada de crecimiento de las especies arbóreas. Dicha época se sugiere que sea desde el 1 de Abril hasta el 30 de Septiembre para todos los árboles de hoja caduca y perenne en toda Europa (UNECE, 2004b).

#### 8.6.2.3.2. Estimación de las concentraciones acumuladas AOT40 en el área de estudio

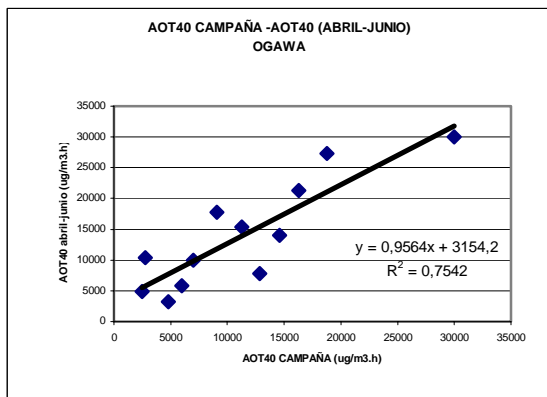
Se va a estimar la concentración acumulada AOT40 en el área de estudio para los distintos periodos estipulados en el Manual UNECE-ICP haciendo uso de las ecuaciones reflejadas en la Tabla 8.325 para traducir las concentraciones promedio de la campaña en niveles de AOT40 de la campaña en cada punto de muestreo. Por otro lado, se han estudiado las relaciones entre la concentración acumulada AOT40 de la campaña y el correspondiente nivel AOT40 medido en los distintos periodos descritos en la Tabla 8.388. Dichas relaciones se resumen en la siguiente tabla.

**Tabla 8.388. Relación entre AOT40 de la campaña de muestreo y AOT40 periodos UNECE-ICP**

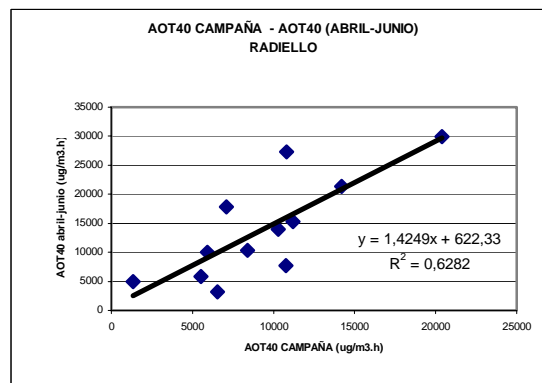
MÉTODO	DEFINICIÓN		RELACIÓN		
	X	Y	ECUACIÓN	R <sup>2</sup>	ERROR
PASIVO	AOT40 (µg/m <sup>3</sup> .h) Campaña muestreo	AOT40 (µg/m <sup>3</sup> .h) Abril - Junio (Agrícola)	Y = 0.9564 X + 3154.2	0.754	4529
		AOT40 (µg/m <sup>3</sup> .h) Marzo - 15 Junio (Hortícola 1)	Y = 0.891 X + 3331.8	0.661	5296
		AOT40 (µg/m <sup>3</sup> .h) 15 Junio - Sept (Hortícola 2)	Y = 1.022 X + 2128.6	0.927	2385
		AOT40 (µg/m <sup>3</sup> .h) Marzo - Mayo (Vegetación)	Y = 0.4624 X + 5003.3	0.279	6167
		AOT40 (µg/m <sup>3</sup> .h) Abril-Sept (Bosques)	Y = 1.6791 X + 5946.4	0.859	5865
RADIELLO	AOT40 (µg/m <sup>3</sup> .h) Campaña muestreo	AOT40 (µg/m <sup>3</sup> .h) Abril - Junio (Agrícola)	Y = 1.4249 X + 622.33	0.628	5571
		AOT40 (µg/m <sup>3</sup> .h) Marzo - 15 Junio (Hortícola 1)	Y = 1.3019 X + 1212.7	0.529	6238
		AOT40 (µg/m <sup>3</sup> .h) 15 Junio - Sept (Hortícola 2)	Y = 1.4739 X + 121.1	0.723	4632
		AOT40 (µg/m <sup>3</sup> .h) Marzo - Mayo (Vegetación)	Y = 0.6734 X + 6924.9	0.222	6406
		AOT40 (µg/m <sup>3</sup> .h) Abril-Sept (Bosques)	Y = 2.465 X + 1794.6	0.880	8767



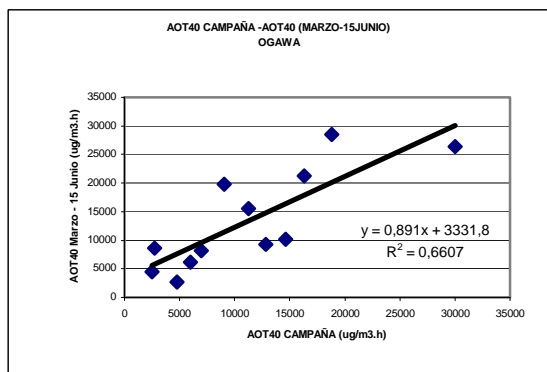
En la Figura 8.234 se muestran las relaciones entre los valores de AOT40 de cada una de las campañas en cada una de las estaciones de muestreo y los diferentes valores de AOT40 acumulados sobre los diferentes periodos establecidos por la UNECE-ICP.



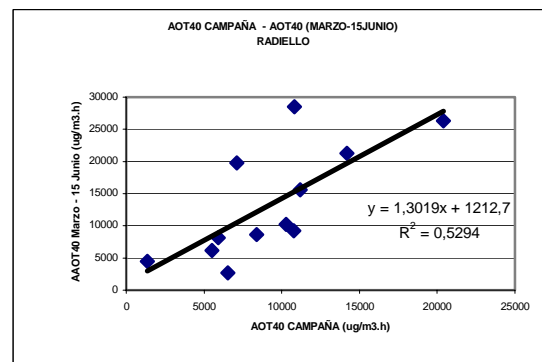
a) Ogawa AOT40 (abril-Junio)



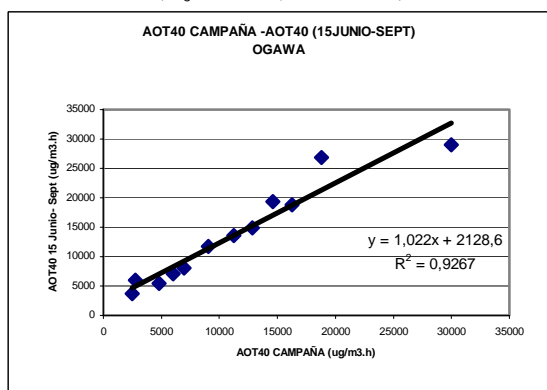
b) Radiello AOT40 (abril- Junio)



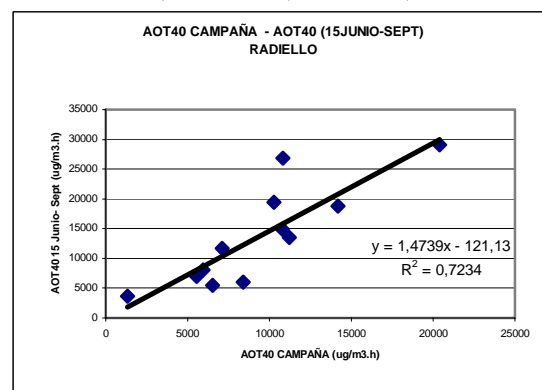
c) Ogawa AOT40 (Marzo - 15 Junio)



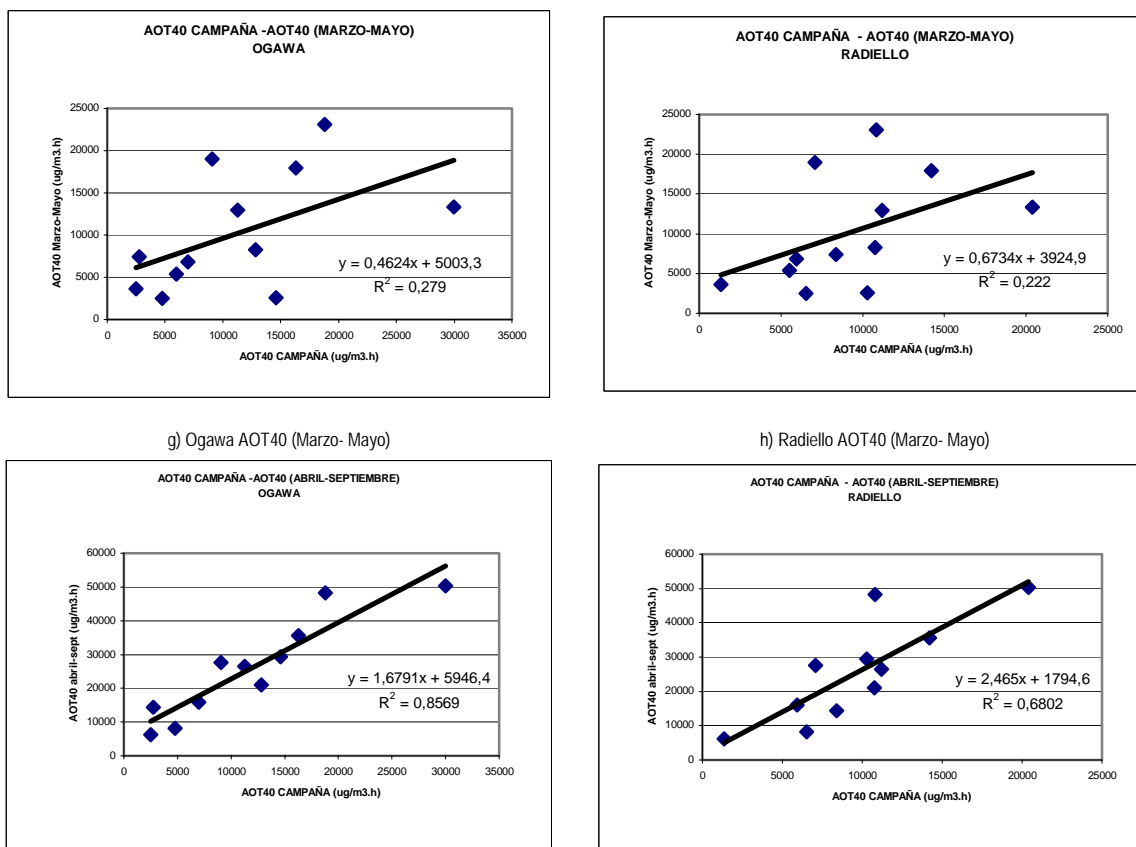
d) Radiello AOT40 (Marzo - 15 Junio)



e) Ogawa AOT40 (15 junio- Septiembre)



f) Radiello AOT40 (15 Junio -septiembre)



i) Ogawa AOT40 (Abril-Septiembre)

j) Radiello AOT40 (Abril-Septiembre)

Figura 8.234. Relación AOT40 de la campaña de muestreo respecto AOT40 periodos ICP

### 8.6.2.3.3. Estimación de daños según criterio UNECE-ICP

Para la estimación de los daños en la vegetación según el criterio UNECE-ICP se va a tomar los datos de concentración promedio de cada una de las tres campañas estivales obtenidas a partir de los datos obtenidos con el método pasivo Ogawa, puesto que es método que mejor resultados de exactitud ofrece para medir ozono y además, las rectas de correlación reflejadas en la Tabla 8.325 y Tabla 8.388 son también mejores en coeficiente de determinación y en error asociado a la regresión.

#### 8.6.2.3.3.1. *Estimación de daños en cultivos agrícolas*

En las siguientes tablas se muestran los daños estimados en cultivos agrícolas según los datos de concentración promedio obtenidos en las tres campañas de muestreo estival. En los mapas dibujados con Surfer 7.0 se ha aplicado el límite de  $6.000 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ . Las líneas en rojo son áreas donde se superan los valores propuestos y se esperan reducciones en la cosecha del 5%, las líneas negras delimitan áreas donde el valor de AOT40 se encuentra por debajo de dicho límite.

Tabla 8.389. Estimación daños en cultivos agrícolas, Año 2001

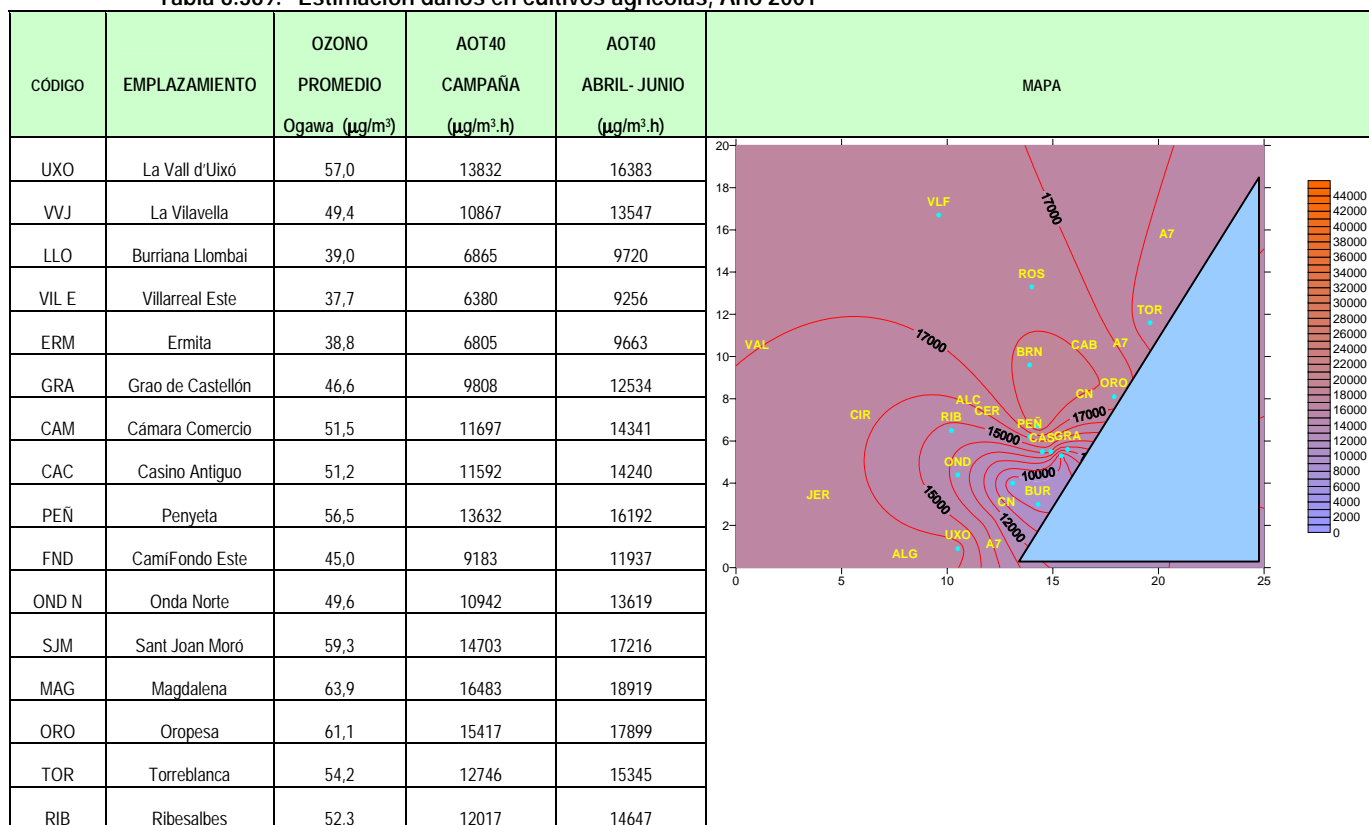


Tabla 8.390. Estimación daños en cultivos agrícolas, Año 2002

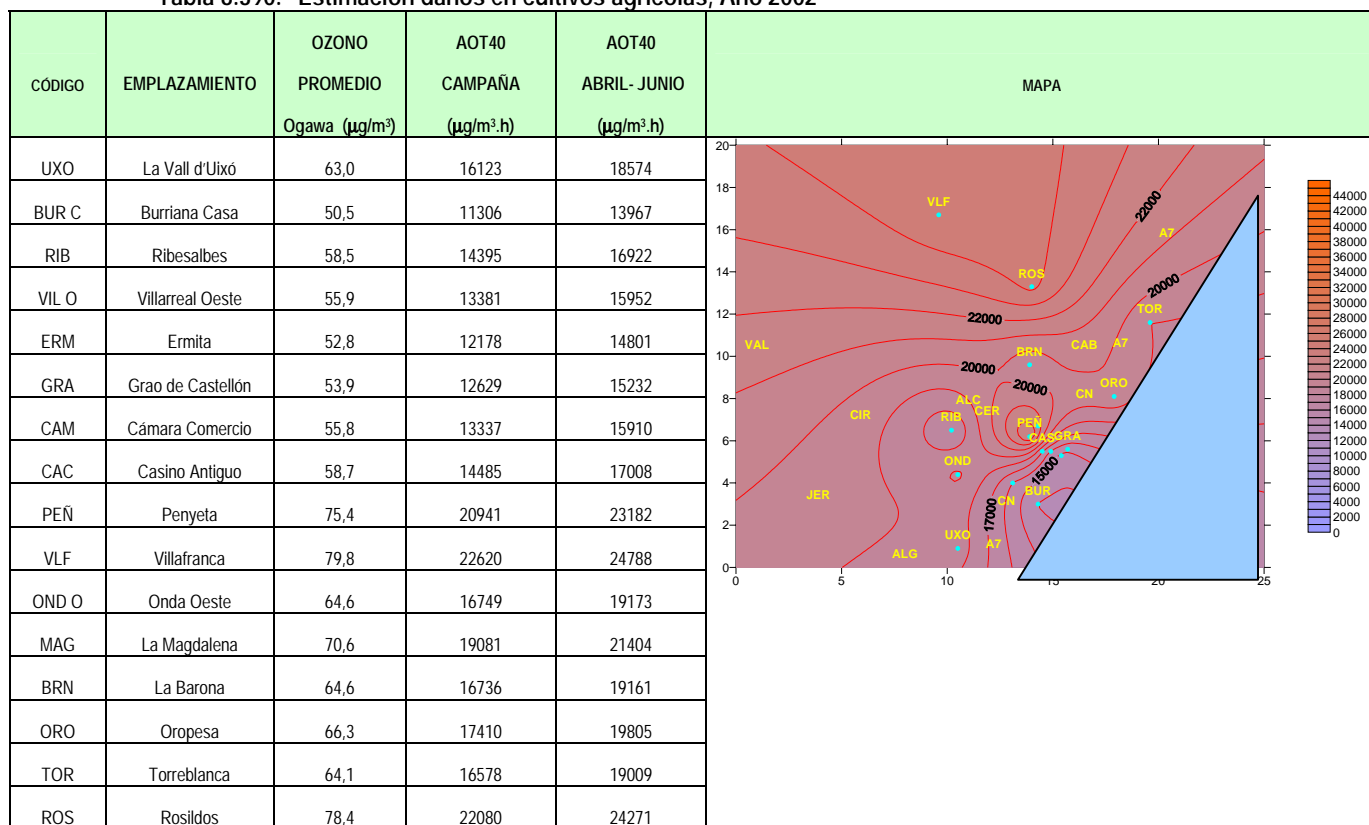


Tabla 8.391. Estimación daños en cultivos agrícolas, Año 2003

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO	AOT40	AOT40	MAPA
		PROMEDIO Ogawa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	ABRIL- JUNIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	
GRA	Grao	38,0	6489	9360	
BUR	Burriana REF	31,8	4092	7068	
ERM	Ermita	31,3	3901	6885	
PEÑ	Penyeta	50,0	11116	13785	
VLF	Vilafranca	57,2	13876	16425	
ROS	Rosildos	64,7	16783	19206	
CAB	Cabanes	25,7	1733	4811	
CAS	Castellón	40,0	7244	10083	
CAM	Cámara Comercio	32,6	4402	7364	
ALZ	Almazora	39,6	7103	9947	
MAG	La Magdalena	35,5	5500	8414	
BEN	Benicassim	38,3	6610	9476	
ORO	Oropesa	36,7	5972	8866	
TOR	Torreblanca	50,7	11387	14045	
OND	Onda Oeste	50,0	11110	13780	
ALC	Alcora	42,5	8226	11022	
RIB	Ribesalbes	28,4	2768	5801	
VIL	Villarreal Oeste	26,0	1859	4932	
UXO	La Vall d'Uixó	52,1	11941	14574	
RAM	Rambla la Viuda	48,3	10473	13171	
CIR	Cirat	52,4	12041	14670	
VAL	Valbona	59,6	14806	17315	
ALG	Algar	45,9	9521	12260	
JER	Jérica	56,5	13640	16200	

8.6.2.3.3.2. Estimación de daños en cultivos hortícolas

En las siguientes tablas se muestran los daños estimados en cultivos hortícolas según los datos de concentración promedio obtenidos en las tres campañas de muestreo estival. Como el periodo de tiempo es de 3,5 meses entre los meses de Marzo a Octubre, se ha realizado la estimación para los periodos Marzo a 15 Junio y 15 Junio a Septiembre. En los mapas dibujados con Surfer 7.0 se ha aplicado el límite de  $12.000 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ . Las líneas en rojo son áreas donde se superan los valores propuestos y se esperan reducciones en la cosecha del 5%, las líneas negras delimitan áreas donde el valor de AOT40 se encuentra por debajo de dicho límite

Tabla 8.392. Estimación daños en cultivos hortícolas, Periodo Marzo-15 Junio, Año 2001

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO	AOT40	AOT40	MAPA
		PROMEDIO Ogawa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	MARZO-15JUNIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	
UXO	La Vall d'Uixó	57,0	13832	15656	
VVJ	La Vilavella	49,4	10867	13014	
LLO	Burriana Llombai	39,0	6865	9449	
VIL E	Villarreal Este	37,7	6380	9017	
ERM	Ermita	38,8	6805	9395	
GRA	Grao de Castellón	46,6	9808	12071	
CAM	Cámara Comercio	51,5	11697	13754	
CAC	Casino Antiguo	51,2	11592	13660	
PEÑ	Penyeta	56,5	13632	15478	
FND	CamíFondo Este	45,0	9183	11514	
OND N	Onda Norte	49,6	10942	13081	
SJM	Sant Joan Moró	59,3	14703	16432	
MAG	Magdalena	63,9	16483	18019	
ORO	Oropesa	61,1	15417	17069	
TOR	Torreblanca	54,2	12746	14689	
RIB	Ribesalbes	52,3	12017	14039	

Tabla 8.393. Estimación daños en cultivos hortícolas, Periodo 15Junio-septiembre, Año 2001

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO	AOT40	AOT40	MAPA
		PROMEDIO Ogawa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	15 JUNIO - SEPT ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	
UXO	La Vall d'Uixó	57,0	13832	16265	
VVJ	La Vilavella	49,4	10867	13235	
LLO	Burriana Llombai	39,0	6865	9145	
VIL E	Villarreal Este	37,7	6380	8649	
ERM	Ermita	38,8	6805	9084	
GRA	Grao de Castellón	46,6	9808	12152	
CAM	Cámara Comercio	51,5	11697	14083	
CAC	Casino Antiguo	51,2	11592	13975	
PEÑ	Penyeta	56,5	13632	16060	
FND	CamíFondo Este	45,0	9183	11513	
OND N	Onda Norte	49,6	10942	13311	
SJM	Sant Joan Moró	59,3	14703	17155	
MAG	Magdalena	63,9	16483	18975	
ORO	Oropesa	61,1	15417	17885	
TOR	Torreblanca	54,2	12746	15155	
RIB	Ribesalbes	52,3	12017	14410	

**Tabla 8.394. Estimación daños en cultivos hortícolas, Periodo Marzo-15 Junio, Año 2002**

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO	AOT40	AOT40	MAPA
		PROMEDIO Ogawa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	MARZO-15JUNIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	
UXO	La Vall d'Uixó	63,0	16123	17697	
BUR C	Burriana Casa	50,5	11306	13405	
RIB	Ribesalbes	58,5	14395	16158	
VIL O	Villarreal Oeste	55,9	13381	15255	
ERM	Ermita	52,8	12178	14182	
GRA	Grao de Castellón	53,9	12629	14584	
CAM	Cámara Comercio	55,8	13337	15215	
CAC	Casino Antiguo	58,7	14485	16238	
PEÑ	Penyeta	75,4	20941	21990	
VLF	Villafranca	79,8	22620	23486	
OND O	Onda Oeste	64,6	16749	18255	
MAG	La Magdalena	70,6	19081	20333	
BRN	La Barona	64,6	16736	18244	
ORO	Oropesa	66,3	17410	18844	
TOR	Torreblanca	64,1	16578	18103	
ROS	Rosildos	78,4	22080	23005	

**Tabla 8.395. Estimación daños en cultivos hortícolas, Periodo 15Junio-septiembre, Año 2002**

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO	AOT40	AOT40	MAPA
		PROMEDIO Ogawa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	15JUNIO-SEPT ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	
UXO	La Vall d'Uixó	63,0	16123	18606	
BUR C	Burriana Casa	50,5	11306	13683	
RIB	Ribesalbes	58,5	14395	16840	
VIL O	Villarreal Oeste	55,9	13381	15804	
ERM	Ermita	52,8	12178	14574	
GRA	Grao de Castellón	53,9	12629	15035	
CAM	Cámara Comercio	55,8	13337	15759	
CAC	Casino Antiguo	58,7	14485	16932	
PEÑ	Penyeta	75,4	20941	23530	
VLF	Villafranca	79,8	22620	25246	
OND O	Onda Oeste	64,6	16749	19246	
MAG	La Magdalena	70,6	19081	21630	
BRN	La Barona	64,6	16736	19233	
ORO	Oropesa	66,3	17410	19922	
TOR	Torreblanca	64,1	16578	19071	
ROS	Rosildos	78,4	22080	24694	

Tabla 8.396. Estimación daños en cultivos hortícolas, Periodo Marzo-15 Junio, Año 2003

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO	AOT40	AOT40	MAPA
		PROMEDIO Ogawa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	MARZO-15 JUNIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	
GRA	Grao	38,0	6489	9114	
BUR	Burriana REF	31,8	4092	6978	
ERM	Ermita	31,3	3901	6807	
PEÑ	Penyeta	50,0	11116	13236	
VLF	Vilafranca	57,2	13876	15696	
ROS	Rosidos	64,7	16783	18286	
CAB	Cabanes	25,7	1733	4876	
CAS	Castellón	40,0	7244	9786	
CAM	Cámara Comercio	32,6	4402	7254	
ALZ	Almazora	39,6	7103	9660	
MAG	La Magdalena	35,5	5500	8232	
BEN	Benicassim	38,3	6610	9221	
ORO	Oropesa	36,7	5972	8653	
TOR	Torreblanca	50,7	11387	13478	
OND	Onda Oeste	50,0	11110	13231	
ALC	Alcora	42,5	8226	10662	
RIB	Ribesalbes	28,4	2768	5798	
VIL	Villarreal Oeste	26,0	1859	4988	
UXO	La Vall d'Uixó	52,1	11941	13971	
RAM	Rambla la Viuda	48,3	10473	12663	
CIR	Cirat	52,4	12041	14060	
VAL	Valbona	59,6	14806	16524	
ALG	Algar	45,9	9521	11815	
JER	Jérica	56,5	13640	15485	

Tabla 8.397. Estimación daños en cultivos hortícolas, Periodo 15Junio-septiembre, Año 2003

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO	AOT40	AOT40	MAPA
		PROMEDIO Ogawa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	15 JUNIO- SEPT ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	
GRA	Grao	38,0	6489	8760	
BUR	Burriana REF	31,8	4092	6311	
ERM	Ermita	31,3	3901	6115	
PEÑ	Penyeta	50,0	11116	13489	
VLF	Vilafranca	57,2	13876	16310	
ROS	Rosildos	64,7	16783	19281	
CAB	Cabanes	25,7	1733	3899	
CAS	Castellón	40,0	7244	9532	
CAM	Cámara Comercio	32,6	4402	6627	
ALZ	Almazora	39,6	7103	9388	
MAG	La Magdalena	35,5	5500	7750	
BEN	Benicassim	38,3	6610	8884	
ORO	Oropesa	36,7	5972	8232	
TOR	Torreblanca	50,7	11387	13767	
OND	Onda Oeste	50,0	11110	13483	
ALC	Alcora	42,5	8226	10536	
RIB	Ribesalbes	28,4	2768	4957	
VIL	Villarreal Oeste	26,0	1859	4028	
UXO	La Vall d'Uixó	52,1	11941	14332	
RAM	Rambla la Viuda	48,3	10473	12832	
CIR	Cirat	52,4	12041	14434	
VAL	Valbona	59,6	14806	17261	
ALG	Algar	45,9	9521	11859	
JER	Jérica	56,5	13640	16069	

8.6.2.3.3.3. Estimación de daños en vegetación (semi-)natural

En las siguientes tablas se muestran los daños estimados en vegetación (semi-)natural según los datos de concentración promedio obtenidos en las tres campañas de muestreo estival. En los mapas dibujados con Surfer 7.0 se ha aplicado el límite de  $6.000 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ . Las líneas en rojo son áreas donde se superan los valores propuestos y se esperan reducciones de la biomasa del 10%, las líneas negras delimitan áreas donde el valor de AOT40 se encuentra por debajo de dicho límite.



**Tabla 8.398. Estimación daños en vegetación (semi)natural, Año 2001**

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO	AOT40	AOT40	MAPA
		PROMEDIO Ogawa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	MARZO-MAYO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	
UXO	La Vall d'Uixó	57,0	13832	11399	
VVJ	La Vilavella	49,4	10867	10028	
LLO	Burriana Llombai	39,0	6865	8178	
VIL E	Villarreal Este	37,7	6380	7954	
ERM	Ermita	38,8	6805	8150	
GRA	Grao de Castellón	46,6	9808	9538	
CAM	Cámara Comercio	51,5	11697	10412	
CAC	Casino Antiguo	51,2	11592	10363	
PEÑ	Penyeta	56,5	13632	11307	
FND	CamíFondo Este	45,0	9183	9249	
OND N	Onda Norte	49,6	10942	10063	
SJM	Sant Joan Moró	59,3	14703	11802	
MAG	Magdalena	63,9	16483	12625	
ORO	Oropesa	61,1	15417	12132	
TOR	Torreblanca	54,2	12746	10897	
RIB	Ribesalbes	52,3	12017	10560	

**Tabla 8.399. Estimación daños en vegetación (semi)natural, Año 2002**

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO	AOT40	AOT40	MAPA
		PROMEDIO Ogawa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	MARZO-MAYO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	
UXO	La Vall d'Uixó	63,0	16123	12458	
BUR C	Burriana Casa	50,5	11306	10231	
RIB	Ribesalbes	58,5	14395	11660	
VIL O	Villarreal Oeste	55,9	13381	11191	
ERM	Ermita	52,8	12178	10634	
GRA	Grao de Castellón	53,9	12629	10843	
CAM	Cámara Comercio	55,8	13337	11170	
CAC	Casino Antiguo	58,7	14485	11701	
PEÑ	Penyeta	75,4	20941	14686	
VLF	Villafranca	79,8	22620	15463	
OND O	Onda Oeste	64,6	16749	12748	
MAG	La Magdalena	70,6	19081	13827	
BRN	La Barona	64,6	16736	12742	
ORO	Oropesa	66,3	17410	13054	
TOR	Torreblanca	64,1	16578	12669	
ROS	Rosildos	78,4	22080	15213	

Tabla 8.400. Estimación daños en vegetación (semi)natural, Año 2003

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO	AOT40	AOT40	MAPA
		PROMEDIO Ogawa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	MARZO-MAYO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	
GRA	Grao	38,0	6489	8004	
BUR	Burriana REF	31,8	4092	6896	
ERM	Ermita	31,3	3901	6807	
PEÑ	Penyeta	50,0	11116	10143	
VLF	Vilafranca	57,2	13876	11420	
ROS	Rosildos	64,7	16783	12764	
CAB	Cabanes	25,7	1733	5804	
CAS	Castellón	40,0	7244	8353	
CAM	Cámara Comercio	32,6	4402	7039	
ALZ	Almazora	39,6	7103	8288	
MAG	La Magdalena	35,5	5500	7546	
BEN	Benicassim	38,3	6610	8060	
ORO	Oropesa	36,7	5972	7765	
TOR	Torreblanca	50,7	11387	10269	
OND	Onda Oeste	50,0	11110	10141	
ALC	Alcora	42,5	8226	8807	
RIB	Ribesalbes	28,4	2768	6283	
VIL	Villarreal Oeste	26,0	1859	5863	
UXO	La Vall d'Uixó	52,1	11941	10525	
RAM	Rambla la Viuda	48,3	10473	9846	
CIR	Cirat	52,4	12041	10571	
VAL	Valbona	59,6	14806	11850	
ALG	Algar	45,9	9521	9406	
JER	Jérica	56,5	13640	11311	

8.6.2.3.3.4. Estimación de daños en bosques

En las siguientes tablas se muestran los daños estimados en bosques según los datos de concentración promedio obtenidos en las tres campañas de muestreo estival. En los mapas dibujados con Surfer 7.0 se ha aplicado el límite de  $10.000 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ . Las líneas en rojo son áreas donde se superan los valores propuestos y se esperan reducciones en la biomasa del 5%, las líneas negras delimitan áreas donde el valor de AOT40 se encuentra por debajo de dicho límite.

8.- PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Tabla 8.401. Estimación daños en bosques, Año 2001

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO	AOT40	AOT40	MAPA
		PROMEDIO Ogawa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	ABRIL- SEPT ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	
UXO	La Vall d'Uixó	57,0	13832	29172	
VVJ	La Vilavella	49,4	10867	24193	
LLO	Burriana Llombai	39,0	6865	17473	
VIL E	Villarreal Este	37,7	6380	16660	
ERM	Ermita	38,8	6805	17373	
GRA	Grao de Castellón	46,6	9808	22415	
CAM	Cámara Comercio	51,5	11697	25587	
CAC	Casino Antiguo	51,2	11592	25410	
PEÑ	Penyeta	56,5	13632	28836	
FND	Camifondo Este	45,0	9183	21365	
OND N	Onda Norte	49,6	10942	24319	
SJM	Sant Joan Moró	59,3	14703	30634	
MAG	Magdalena	63,9	16483	33624	
ORO	Oropesa	61,1	15417	31834	
TOR	Torreblanca	54,2	12746	27348	
RIB	Ribesalbes	52,3	12017	26124	

Tabla 8.402. Estimación daños en bosques, Año 2002

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO	AOT40	AOT40	MAPA
		PROMEDIO Ogawa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	ABRIL- SEPT ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	
UXO	La Vall d'Uixó	63,0	16123	33018	
BUR C	Burriana Casa	50,5	11306	24930	
RIB	Ribesalbes	58,5	14395	30117	
VIL O	Villarreal Oeste	55,9	13381	28415	
ERM	Ermita	52,8	12178	26394	
GRA	Grao de Castellón	53,9	12629	27151	
CAM	Cámara Comercio	55,8	13337	28341	
CAC	Casino Antiguo	58,7	14485	30268	
PEÑ	Penyeta	75,4	20941	41109	
VLF	Villafranca	79,8	22620	43927	
OND O	Onda Oeste	64,6	16749	34070	
MAG	La Magdalena	70,6	19081	37986	
BRN	La Barona	64,6	16736	34048	
ORO	Oropesa	66,3	17410	35180	
TOR	Torreblanca	64,1	16578	33782	
ROS	Rosildos	78,4	22080	43020	

Tabla 8.403. Estimación daños en bosques, Año 2003

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO	AOT40	AOT40	MAPA
		PROMEDIO Ogawa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	ABRIL- SEPT ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	
GRA	Grao	38,0	6489	16842	
BUR	Burriana REF	31,8	4092	12818	
ERM	Ermita	31,3	3901	12496	
PEÑ	Penyeta	50,0	11116	24611	
VLF	Vilafranca	57,2	13876	29246	
ROS	Rosildos	64,7	16783	34127	
CAB	Cabanes	25,7	1733	8856	
CAS	Castellón	40,0	7244	18110	
CAM	Cámara Comercio	32,6	4402	13337	
ALZ	Almazora	39,6	7103	17873	
MAG	La Magdalena	35,5	5500	15181	
BEN	Benicassim	38,3	6610	17045	
ORO	Oropesa	36,7	5972	15974	
TOR	Torreblanca	50,7	11387	25067	
OND	Onda Oeste	50,0	11110	24601	
ALC	Alcora	42,5	8226	19759	
RIB	Ribesalbes	28,4	2768	10593	
VIL	Villarreal Oeste	26,0	1859	9068	
UXO	La Vall d'Uixó	52,1	11941	25996	
RAM	Rambla la Viuda	48,3	10473	23532	
CIR	Cirat	52,4	12041	26164	
VAL	Valbona	59,6	14806	30808	
ALG	Algar	45,9	9521	21933	
JER	Jérica	56,5	13640	28850	

#### 8.6.2.4. Estimación daños en vegetación según criterio Organización Mundial de la Salud (WHO)

La Organización Mundial de la Salud define en el Capítulo 12: Efectos del ozono en la vegetación, niveles críticos del documento "Air Quality Guidelines" establece los valores críticos de ozono para cultivos, bosques y vegetación natural. El valor crítico establecido para los cultivos para protegerlos de los efectos a largo plazo y de la reducción de las cosechas se define como un AOT40 de 3 ppm.h, disminución de la cosecha en un 5%, o un AOT40 de 6 ppm, disminuciones del 10% en la producción. En el caso del AOT crítico para proteger a los árboles de reducciones en el crecimiento y de los efectos a largo plazo, se establece un nivel de AOT40 de 10 ppm.h, el cual se asocia con un descenso de la biomasa del 10%. Dicho AOT40 se debe calcular durante 6 meses en la época de crecimiento de Abril a Octubre. Finalmente, el nivel crítico de AOT40 para la protección de la vegetación contra cambios en la composición de las especies, reducciones en el crecimiento de las ramas y disminución de la producción de semillas

queda establecido como 3 ppm.h para la época de crecimiento. Dicho nivel crítico causa una reducción de la biomasa del 5%. (WHO, 2000). Dichos valores se recogen resumidos en la siguiente tabla.

**Tabla 8.404. Niveles críticos establecidos por WHO para protección de la vegetación**

	CULTIVOS		VEGETACIÓN (SEMI-) NATURAL	BOSQUES
<b>NIVEL CRÍTICO AOT40 (ppm.h)</b>	3	6	3	10
<b>PERIODO DE TIEMPO (meses)</b>	3		3 (epoca crecimiento, si menor)	6 ((Abril-Octubre)
<b>EFFECTOS</b>	5% reducciones cosecha	10% reducciones cosecha	5% reducción de biomasa	10% reducción de biomasa

Observamos que los límites establecidos para la vegetación coinciden con los valores establecidos por el UNECE-ICP. En los cultivos, coincide el valor de 3 ppm.h con el valor de UNECE-ICP para la protección de los cultivos agrícolas y el valor de 6 ppm.h con el valor de UNECE-ICP para la protección de los cultivos hortícolas. Para el caso de los bosques, el límite establecido por WHO es más laxo que el propuesto por UNECE-ICP.

**8.6.2.4.1. Estimación de efectos según los criterios establecidos WHO**

Para el caso del cumplimiento de los límites para estimar reducciones en la cosecha de cultivos del 5% (3ppm.h) los resultados son los mismos que los reflejados en la Tabla 8.389 a Tabla 8.391. Para el caso de reducciones en la cosecha de cultivos del 10% (6 ppm.h) los resultados son los que aparecen en la Tabla 8.392 a Tabla 8.397. Para el caso de la protección de la vegetación, los resultados son los mismos que los ofrecidos por las tablas Tabla 8.398 a 0.

**8.6.2.4.1.1. *Estimación de daños en bosques***

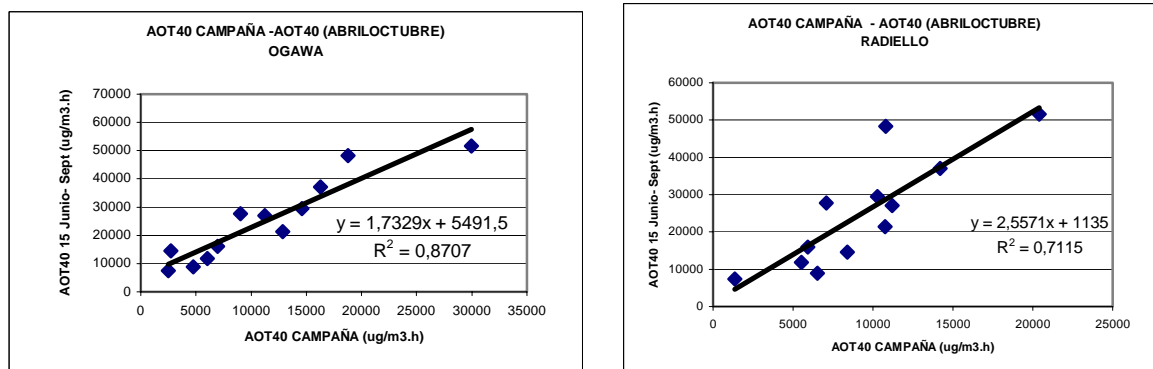
**8.6.2.4.1.1.1. Estimación de las concentraciones acumuladas AOT40 en el área de estudio**

Se va a estimar la concentración acumulada AOT40 en el área de estudio para el periodo Abril-Octubre haciendo uso de las ecuaciones reflejadas en la Tabla 8.325 para traducir las concentraciones promedio de la campaña en niveles de AOT40 de la campaña en cada punto de muestreo. Por otro lado, se han estudiado las relaciones entre la concentración acumulada AOT40 de la campaña y el correspondiente nivel AOT40 medido entre Abril y Octubre. Dichas relaciones se resumen en la Tabla 8.405.

**Tabla 8.405. Relación entre AOT40 de la campaña de muestreo y el AOT respectivo Abril-Octubre**

MÉTODO PASIVO	DEFINICIÓN		RELACIÓN		
	X	Y	ECUACIÓN	R <sup>2</sup>	ERROR
OGAWA	AOT40 (µg/m <sup>3</sup> .h) Campaña muestreo	AOT40 (µg/m <sup>3</sup> .h) Abril-Octubre	Y = 1.7329 X + 5491.5	0.8707	5540
RADIELLO	AOT40 (µg/m <sup>3</sup> .h) Campaña muestreo	AOT40 (µg/m <sup>3</sup> .h) Abril-Octubre	Y = 2.5571 X 1135	0.7115	8276

En la Figura 8.236 se muestran las relaciones entre los valores de AOT40 de cada una de las campañas en cada una de las estaciones de muestreo y valores de AOT40 acumulados de Abril a Octubre.



a) Ogawa AOT40 (Abril-Octubre)

b) Radiello AOT40 (Abril-Octubre)

Figura 8.235. Relación AOT40 de la campaña de muestreo respecto al AOT40 Abril a Octubre

Teniendo en cuenta los resultados de las dos ecuaciones obtenidas para el Método Ogawa y el Método Radiello, se van a utilizar los datos de Ogawa para realizar la estimación de cumplimiento de los niveles críticos propuestos por WHO para la protección de los bosques.

En la siguientes tablas se muestra los daños estimados en bosques según los datos de concentración promedio obtenidos en las tres campañas de muestreo estival. En los mapas dibujados con Surfer 7.0 se ha aplicado el límite de 20.000 µg/m³.h. Las líneas en rojo son áreas donde se superan los valores propuestos y se esperan reducciones en la biomasa del 5%, las líneas negras delimitan áreas donde el valor de AOT40 se encuentra por debajo de dicho límite.

Tabla 8.406. Estimación daños en bosques, Año 2001

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO PROMEDIO Ogawa (µg/m³)	AOT40 CAMPAÑA (µg/m³.h)	AOT40 ABRIL- OCT (µg/m³.h)	MAPA
UXO	La Vall d'Uixó	57,0	13832	29461	
VVJ	La Vilavella	49,4	10867	24323	
LLO	Burriana Llombai	39,0	6865	17388	
VIL E	Villarreal Este	37,7	6380	16548	
ERM	Ermita	38,8	6805	17284	
GRA	Grao de Castellón	46,6	9808	22487	
CAM	Cámara Comercio	51,5	11697	25761	
CAC	Casino Antiguo	51,2	11592	25579	
PEÑ	Penyeta	56,5	13632	29114	
FND	Camifondo Este	45,0	9183	21404	
OND N	Onda Norte	49,6	10942	24453	
SJM	Sant Joan Moró	59,3	14703	30970	
MAG	Magdalena	63,9	16483	34056	
ORO	Oropesa	61,1	15417	32208	
TOR	Torreblanca	54,2	12746	27579	
RIB	Ribesalbes	52,3	12017	26316	

**Tabla 8.407. Estimación daños en bosques, Año 2002**

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO	AOT40	AOT40	MAPA
		PROMEDIO Ogawa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ )	ABRIL- SEPT ( $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ )	
UXO	La Vall d'Uixó	63,0	16123	33430	
BUR C	Burriana Casa	50,5	11306	25083	
RIB	Ribesalbes	58,5	14395	30437	
VIL O	Villarreal Oeste	55,9	13381	28680	
ERM	Ermita	52,8	12178	26595	
GRA	Grao de Castellón	53,9	12629	27376	
CAM	Cámara Comercio	55,8	13337	28603	
CAC	Casino Antiguo	58,7	14485	30593	
PEÑ	Penyeta	75,4	20941	41780	
VLF	Villafranca	79,8	22620	44689	
OND O	Onda Oeste	64,6	16749	34516	
MAG	La Magdalena	70,6	19081	38558	
BRN	La Barona	64,6	16736	34493	
ORO	Oropesa	66,3	17410	35662	
TOR	Torrelblanca	64,1	16578	34219	
ROS	Rosildos	78,4	22080	43753	

**Tabla 8.408. Estimación daños en bosques, Año 2003**

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO	AOT40	AOT40	MAPA
		PROMEDIO Ogawa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ )	ABRIL- SEPT ( $\mu\text{g}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ )	
GRA	Grao	38,0	6489	16736	
BUR	Burriana REF	31,8	4092	12583	
ERM	Ermita	31,3	3901	12251	
PEÑ	Penyeta	50,0	11116	24754	
VLF	Vilafranca	57,2	13876	29538	
ROS	Rosildos	64,7	16783	34575	
CAB	Cabanes	25,7	1733	8494	
CAS	Castellón	40,0	7244	18045	
CAM	Cámara Comercio	32,6	4402	13119	
ALZ	Almazora	39,6	7103	17800	
MAG	La Magdalena	35,5	5500	15022	
BEN	Benicassim	38,3	6610	16946	
ORO	Oropesa	36,7	5972	15841	
TOR	Torrelblanca	50,7	11387	25225	
OND	Onda Oeste	50,0	11110	24744	
ALC	Alcora	42,5	8226	19747	
RIB	Ribesalbes	28,4	2768	10287	

Tabla 8.408. Cont

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO	AOT40	AOT40	MAPA
		PROMEDIO Ogawa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	ABRIL- SEPT ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	
VIL	Villarreal Oeste	26,0	1859	8713	
UXO	La Vall d'Uixó	52,1	11941	26184	
RAM	Rambla la Viuda	48,3	10473	23640	
CIR	Cirat	52,4	12041	26357	
VAL	Valbona	59,6	14806	31149	
ALG	Algar	45,9	9521	21990	
JER	Jérica	56,5	13640	29129	

#### 8.6.2.5. Estimación daños en vegetación según Directiva 2002/3/EC y RD 1796/2003 relativos al ozono en aire ambiente

El Real Decreto 1796/2003 de 26 de diciembre de 2003, relativo al ozono en el aire ambiente, el cual transpone la Directiva 2002/3/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de febrero de 2002, relativa al ozono en el aire ambiente, establece el nuevo régimen jurídico sobre el ozono troposférico presente en la baja atmósfera.

##### 8.6.2.5.1. Valores objetivos

El valor objetivo es la concentración de ozono que deberá alcanzarse en un momento determinado para evitar a largo plazo los efectos nocivos sobre la salud humana o el medio ambiente en su conjunto.

En el artículo 3 del RD 1796/2003 y de la Directiva 2002/3/EC se definen los valores objetivos para la protección de la vegetación, el cual se deberá alcanzar a partir del quinquenio iniciado en el 2010. Dicho valor, reflejado en el apartado II del anexo I de los citados documentos, es un AOT40 de 18000  $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$  de promedio en un periodo de 5 años calculado a partir de valores horarios de mayo a julio. El AOT40, definido en el apartado I del anexo I de ambos documentos será la suma de la diferencia entre las concentraciones horarias superiores a los 80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y 80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  a lo largo de un período dado (en este caso de mayo a julio) utilizando únicamente los valores horarios medidos entre las 08:00 y las 20:00 horas cada día.

##### 8.6.2.5.2. Objetivos a largo plazo

Los objetivos a largo plazo son la concentración de ozono en el aire ambiente por debajo de la cual, según los conocimientos científicos actuales, es improbable que se produzcan efectos nocivos directos sobre la salud humana de la población o el medio ambiente en su conjunto. Este objetivo debe ser alcanzado a largo plazo, salvo cuando ello no sea posible con el uso de medidas proporcionadas.

Los objetivos a largo plazo se establecen en el apartado III del anexo I de ambos documentos. Dicho objetivo a largo plazo para la protección de la vegetación es un AOT40, calculado a partir de valores horarios de mayo a julio, es de 6000  $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ .



### 8.6.2.5.3. Niveles contenidos en informes globales anuales realizados por la Administración competente

El punto 3b) del artículo 6 del RD 1796/2003 establece la necesidad de elaborar informes globales anuales que incluyan, cuando sea de aplicación, información y evaluaciones sobre protección de los bosques según lo especificado en el anexo III del RD. Dichos informes estarán disponibles para la población, la administración sanitaria y para los sectores interesados, tales como organizaciones de defensa del medio ambiente, de consumidores o de representación de los intereses de grupos de riesgo. Dicho anexo III, establece un valor AOT40 para la protección de la vegetación en áreas suburbanas, rurales y rurales de fondo de 6000  $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$  medido en 1 hora acumulada de mayo a julio. El valor de AOT40 para protección de los bosques en áreas suburbanas, rurales y rurales de fondo de 20000  $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$  medido en 1 hora acumulada desde abril a septiembre.

Este tema se trata en la Directiva 2002/3/CE en punto 1b) del artículo 6. Además, en la directiva se hace mención que los valores reflejados en el apartado 1 del Anexo III deberán ser presentados a la Comisión. Los valores propuestos son los mismos que los traspuestos al ordenamiento jurídico interno del Estado Español en el RD 1796/2003.

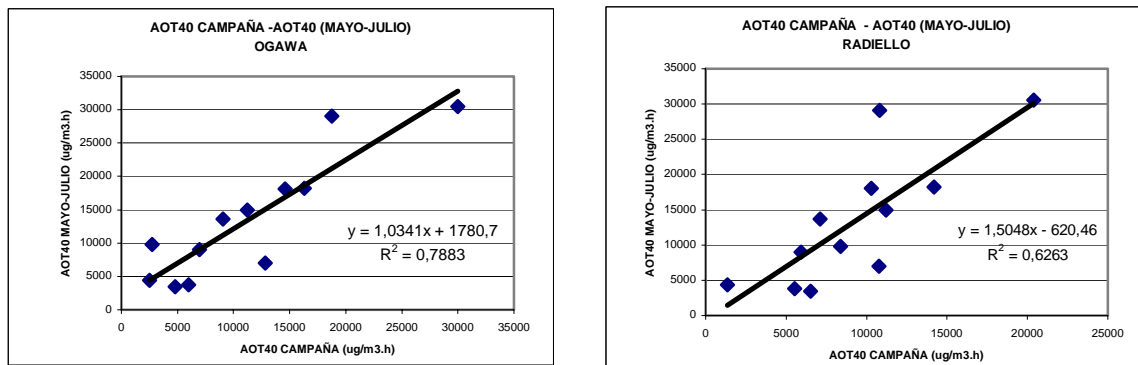
### 8.6.2.5.4. Estimación de las concentraciones acumuladas AOT40 en el área de estudio

Se va a estimar la concentración acumulada AOT40 en el área de estudio para los distintos periodos determinados en el RD1796/2003 y en la Directiva 2002/3/EC haciendo uso de las ecuaciones reflejadas en la Tabla 8.325 para traducir las concentraciones promedio de la campaña en niveles de AOT40 de la campaña en cada punto de muestreo. Por otro lado, se han estudiado las relaciones entre la concentración acumulada AOT40 de la campaña y el correspondiente nivel AOT40 medido en los distintos periodos establecidos legalmente. Dichas relaciones se resumen en la Tabla 8.409.

Tabla 8.409. Relación entre AOT40 de la campaña de muestreo y el AOT respectivo del RD1796/2003 y en la Directiva 2002/3/EC

MÉTODO PASIVO	DEFINICIÓN		RELACIÓN		
	X	Y	ECUACIÓN	R <sup>2</sup>	ERROR
OGAWA	AOT40 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ ) Campaña muestreo	AOT40 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ ) Mayo - Julio (Vegetación)	$Y = 1.0341 X + 1780.7$	0.788	4446
		AOT40 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ ) Abril-Sept (Bosques)	$Y = 1.6791 X + 5946.4$	0.859	5865
RADIELLO	AOT40 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ ) Campaña muestreo	AOT40 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ ) Mayo - Julio (Vegetación)	$Y = 1.505 X + 620.5$	0.626	5907
		AOT40 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ ) Abril-Sept (Bosques)	$Y = 2.465 X + 1794.6$	0.880	8767

En la Figura 8.236 se muestran las relaciones entre los valores de AOT40 de cada una de las campañas en cada una de las estaciones de muestreo y los diferentes valores de AOT40 acumulados sobre los diferentes periodos establecidos por la Directiva 2002/3/EC y el RD 1796/2003.



a) Ogawa AOT40 (Mayo-Julio)

b) Radiello AOT40 (Mayo-Julio)

Figura 8.236. Relación AOT40 de la campaña de muestreo respecto al AOT40 periodos RD1796/2003 y en la Directiva 2002/3/EC

8.6.2.5.5. Estimación del cumplimiento del RD1796/2003 y la Directiva 2002/3/EC

Para la estimación del cumplimiento de los límites establecidos en el RD1796/2003 y en la Directiva 2002/3/EC se va a tomar los datos de concentración promedio de cada una de las tres campañas estivales obtenidas a partir de los datos obtenidos con el método pasivo Ogawa, puesto que es método que mejor resultados de exactitud ofrece para medir ozono y además, las rectas de correlación reflejadas en la Tabla 8.328 y Tabla 8.388 son también mejores en coeficiente de determinación y en error asociado a la regresión.

8.6.2.5.5.1. *Estimación de cumplimiento de los valores objetivo*

En las siguientes tablas se muestran los datos de concentración promedio obtenidos en las tres campañas de muestreo estival y de AOT40 calculados de Mayo a Junio. En los mapas dibujados con Surfer 7.0 se ha aplicado el límite de 18.000 µg/m³.h. Las líneas en rojo son áreas donde se superan los valores propuestos, las líneas negras delimitan áreas donde el valor de AOT40 se encuentra por debajo de dicho límite.

Tabla 8.410. Estimación cumplimiento de valores objetivo, Año 2001

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO	AOT40	AOT40	MAPA
		PROMEDIO Ogawa (µg/m³)	CAMPAÑA (µg/m³.h)	MAYO -JULIO (µg/m³.h)	
UXO	La Vall d'Uixó	57,0	13832	16084	
VVJ	La Vilavella	49,4	10867	13018	
LLO	Burriana Llombai	39,0	6865	8880	
VIL E	Villarreal Este	37,7	6380	8379	
ERM	Ermita	38,8	6805	8818	
GRA	Grao de Castellón	46,6	9808	11923	
CAM	Cámara Comercio	51,5	11697	13877	
CAC	Casino Antiguo	51,2	11592	13768	
PEÑ	Penyeta	56,5	13632	15877	
FND	Camí Fondo Este	45,0	9183	11277	
OND N	Onda Norte	49,6	10942	13096	
SJM	Sant Joan Moró	59,3	14703	16985	
MAG	Magdalena	63,9	16483	18826	

Tabla 8.410. Cont

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO	AOT40	AOT40	MAPA
		PROMEDIO Ogawa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	MAYO - JULIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	
ORO	Oropesa	61,1	15417	17724	
TOR	Torreblanca	54,2	12746	14961	
RIB	Ribesalbes	52,3	12017	14208	

Tabla 8.411. Estimación cumplimiento de valores objetivo, Año 2002

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO	AOT40	AOT40	MAPA
		PROMEDIO Ogawa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	ABRIL - JUNIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	
UXO	La Vall d'Uixó	63,0	16123	18453	
BUR C	Burriana Casa	50,5	11306	13472	
RIB	Ribesalbes	58,5	14395	16667	
VIL O	Villarreal Oeste	55,9	13381	15618	
ERM	Ermita	52,8	12178	14374	
GRA	Grao de Castellón	53,9	12629	14840	
CAM	Cámara Comercio	55,8	13337	15573	
CAC	Casino Antiguo	58,7	14485	16760	
PEÑ	Penyeta	75,4	20941	23436	
VLF	Villafranca	79,8	22620	25172	
OND O	Onda Oeste	64,6	16749	19101	
MAG	La Magdalena	70,6	19081	21513	
BRN	La Barona	64,6	16736	19087	
ORO	Oropesa	66,3	17410	19785	
TOR	Torreblanca	64,1	16578	18924	
ROS	Rosildos	78,4	22080	24613	

Tabla 8.412. Estimación cumplimiento de valores objetivo, Año 2003

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO	AOT40	AOT40	MAPA
		PROMEDIO Ogawa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	ABRIL- JUNIO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ )	
GRA	Grao	38,0	6489	8491	
BUR	Burriana REF	31,8	4092	6012	
ERM	Ermita	31,3	3901	5814	
PEÑ	Penyeta	50,0	11116	13275	
VLF	Vilafranca	57,2	13876	16130	
ROS	Rosildos	64,7	16783	19136	
CAB	Cabanes	25,7	1733	3572	
CAS	Castellón	40,0	7244	9272	
CAM	Cámara Comercio	32,6	4402	6333	
ALZ	Almazora	39,6	7103	9126	
MAG	La Magdalena	35,5	5500	7468	
BEN	Benicassim	38,3	6610	8616	
ORO	Oropesa	36,7	5972	7957	
TOR	Torreblanca	50,7	11387	13556	
OND	Onda Oeste	50,0	11110	13270	
ALC	Alcora	42,5	8226	10288	
RIB	Ribesalbes	28,4	2768	4643	
VIL	Villarreal Oeste	26,0	1859	3703	
UXO	La Vall d'Uixó	52,1	11941	14129	
RAM	Rambla la Viuda	48,3	10473	12611	
CIR	Cirat	52,4	12041	14232	
VAL	Valbona	59,6	14806	17092	
ALG	Algar	45,9	9521	11626	
JER	Jérica	56,5	13640	15886	

8.6.2.5.5.2. Estimación de cumplimiento de los valores objetivo a largo plazo y de los niveles contenidos en informes anuales

Los datos de AOT40 de Mayo a Julio (valor objetivos a largo plazo y nivel reportado en los informes anuales) son los mismos que los reflejados en la Tabla 8.410 a Tabla 8.412. Los niveles de AOT40 para protección de los bosques en los informes anuales son los mismos valores que los reflejados en las Tabla 8.401 a Tabla 8.403. En las siguientes figuras se muestran los mapas dibujados con Surfer 7.0 en el cual se aplica el límite de  $6.000 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$  (valor objetivo a largo plazo y valor de protección a la vegetación en los informes anuales) y el límite de  $20.000 \mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$  (valor de protección de los bosques en los informes anuales). Las líneas en rojo son áreas donde se superan los valores propuestos, mientras que las líneas negras delimitan zonas donde no se superan dichos límites propuestos.

8.- PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

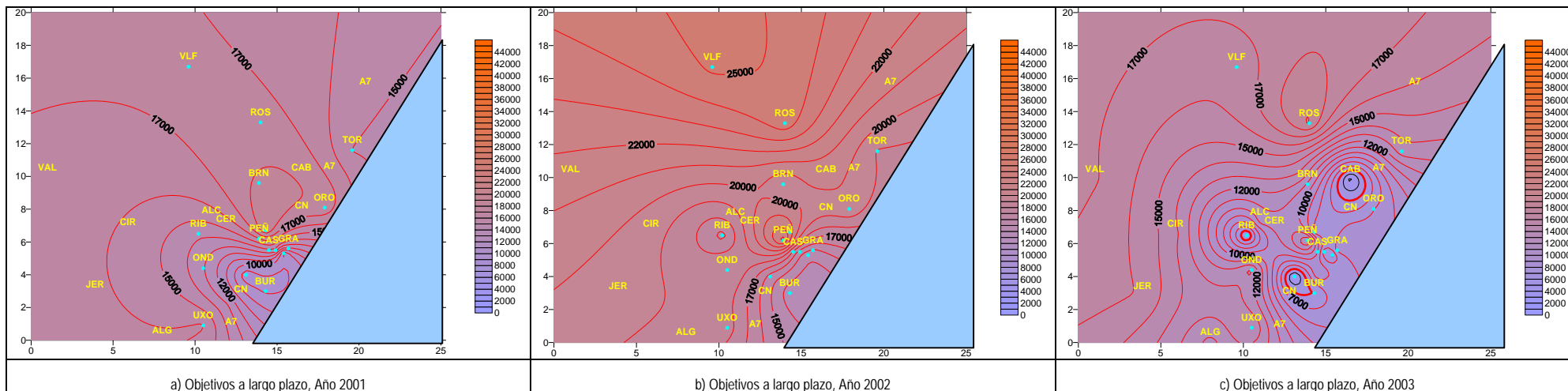


Figura 8.237. Objetivos a largo plazo y niveles contenidos en informes anuales (protección de la vegetación): Valores de AOT40 de Mayo a Julio

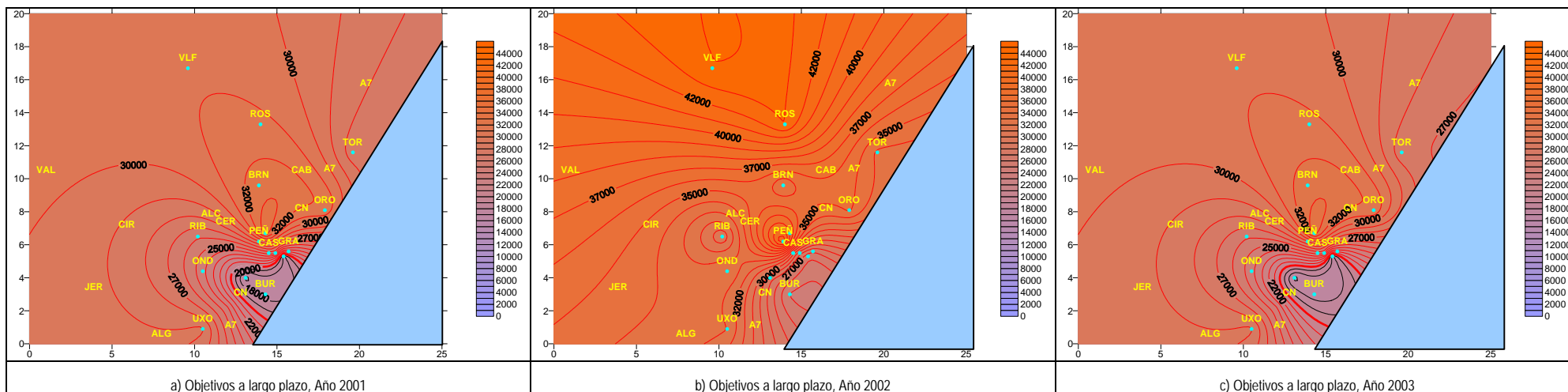


Figura 8.238. Niveles contenidos en informes anuales (protección de bosques): Valores de AOT40 de Abril-Septiembre



### 8.6.3. ESTIMACIÓN DE EFECTOS CONSECUENCIA DEL DIÓXIDO DE NITRÓGENO

#### 8.6.3.1. Estimación daños en vegetación según criterio UNECE ICP

En el caso del dióxido de nitrógeno, la UNECE-ICP define unos niveles críticos basados en la suma de las concentraciones de NO y NO<sub>2</sub> puesto que no existe conocimiento suficiente como para establecer niveles críticos separados para ambos contaminantes. Puesto que el tipo de respuesta de la vegetación varía desde un efecto fertilizante hasta un efecto tóxico en función de la concentración de NO<sub>2</sub> considerada, ambos efectos se han determinado como perjudiciales.

La estimulación del crecimiento en la vegetación (semi)natural es de gran interés debido a la posibilidad de cambios en la competencia entre especies. No se han definido niveles críticos separados para diferentes tipos de vegetación (cultivos agrícolas y hortícolas, bosques y vegetación natural) puesto que existe una falta de información al respecto. Sin embargo, si se conoce que no toda la vegetación tiene la misma sensibilidad ante el NO<sub>2</sub> tal y como se muestra en la siguiente secuencia, de mayor a menor sensibilidad:

(semi)natural > bosques > cultivos

Se establece un nivel de concentración crítica de exposición de dióxido de nitrógeno anual de 30 µg/m<sup>3</sup> y un límite de exposición diario (media de 24 horas) de 75 µg/m<sup>3</sup>. (UNECE, 2004) En la siguiente tabla se resumen dichos niveles críticos.

Tabla 8.413. Niveles críticos establecidos por UNECE-ICP para protección de la vegetación

TIPO DE VEGETACIÓN	NIVEL CRÍTICO NOx Concentración promedio (µg/m <sup>3</sup> )	PERIODO DE TIEMPO
TODAS	30	AÑO
TODAS	75	24-HORAS

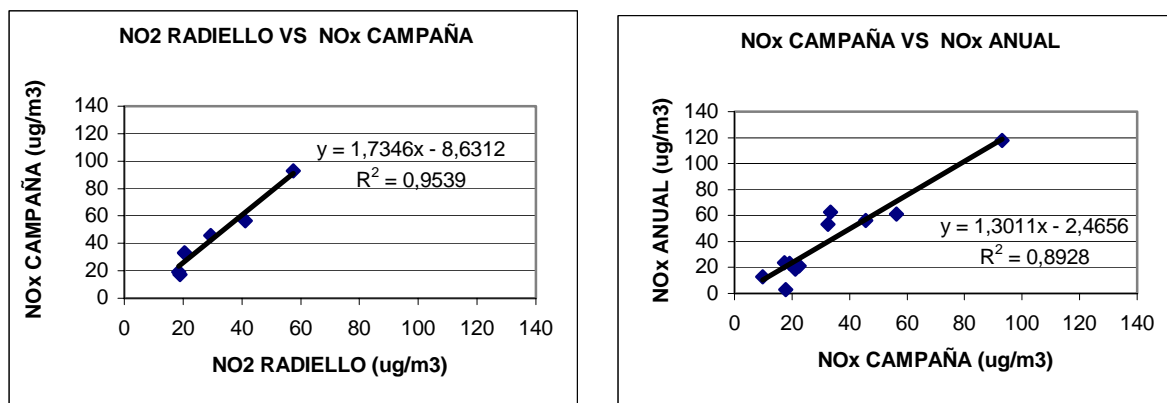
#### 8.6.3.1.1. Estimación de las concentraciones anuales de en el área de estudio

Se va a estimar la concentración anual de NO<sub>2</sub> en el área de estudio para el promedio anual haciendo uso de las ecuaciones reflejadas en la Tabla 8.414 para traducir las concentraciones promedio de la campaña medidos con Radiello en niveles de NOx promedio anuales en cada punto de muestreo.

Tabla 8.414. Relación entre niveles de NO<sub>2</sub> promedios de la campaña y NO<sub>2</sub> promedios anuales y diarios

DEFINICIÓN		RELACIÓN		
X	Y	ECUACIÓN	R <sup>2</sup>	ERROR
Promedio NO <sub>2</sub> Radiello (µg/m <sup>3</sup> ) Campaña muestreo	Promedio NO <sub>x</sub> Referencia (µg/m <sup>3</sup> ) Campaña muestreo	Y = 1.7346 X + 8.6312	0.9539	6.2
Promedio NO <sub>x</sub> Referencia (µg/m <sup>3</sup> ) Campaña muestreo	Promedio NO <sub>x</sub> Referencia (µg/m <sup>3</sup> ) Anual	Y = 1.3011 X + 2.4656	0.8928	11,4

En la Figura 8.239 se muestran las relaciones entre los valores NO<sub>2</sub> medidos con el método Radiello de cada una de las campañas en cada una de las estaciones de muestreo y los diferentes de NOx promedios de la campaña de muestreo y en el valor promedio anual medidos con el método de referencia.



a) NO<sub>2</sub> Radiello vs NO<sub>x</sub> Referencia Campaña

b) NO<sub>x</sub> Referencia Campaña vs NO<sub>x</sub> Referencia Anual

Figura 8.239. Relación de NO<sub>2</sub> Radiello vs NO<sub>x</sub> de Referencia en la campaña y en el valor anual

### 8.6.3.1.2. Estimación de daños según criterio UNECE-ICP

Para la estimación de los daños en la vegetación según el criterio UNECE-ICP se va a tomar los datos de concentración promedio de cada una de las tres campañas estivales obtenidas a partir de los datos obtenidos con el método pasivo Radiello

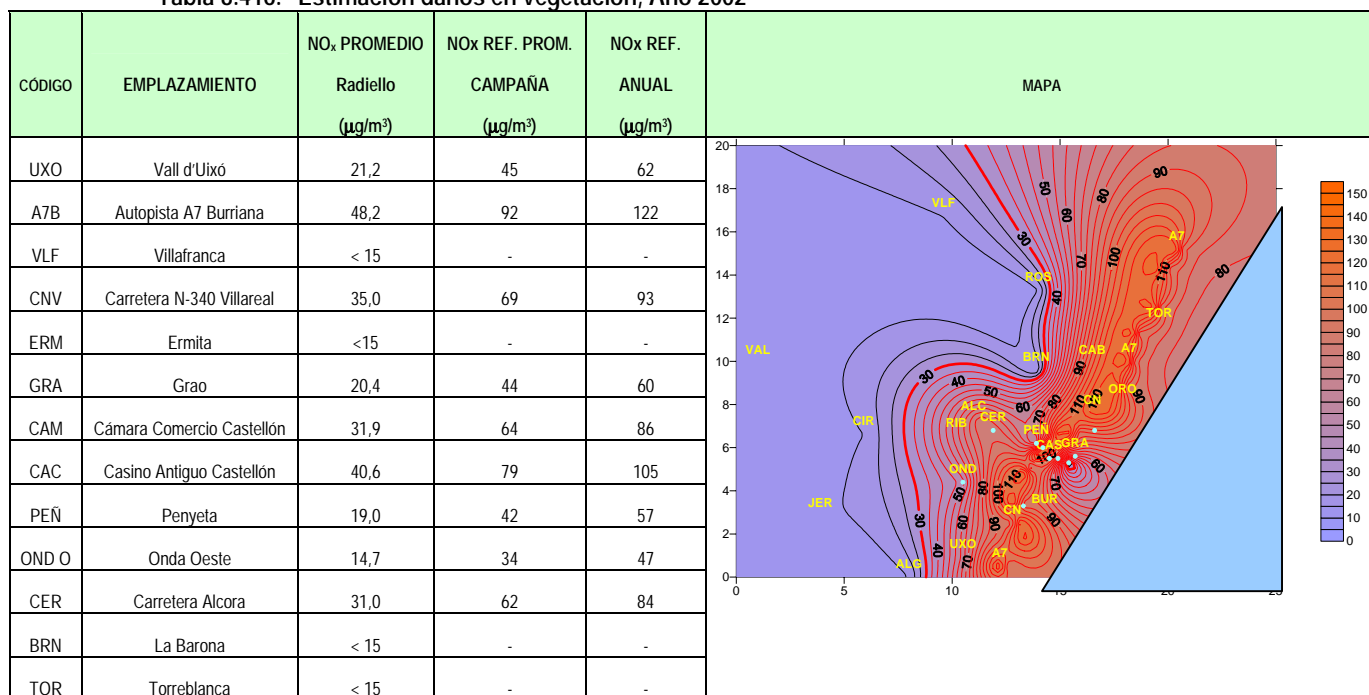
En las siguientes tablas se muestra los daños estimados en vegetación según los datos de concentración promedio obtenidos en las tres campañas de muestreo estival. En los mapas dibujados con Surfer 7.0 se ha aplicado el límite de 30 µg/m<sup>3</sup>. Las líneas en rojo son áreas donde se supera el valor propuesto y las líneas negras delimitan áreas donde el valor de AOT40 se encuentra por debajo de dicho límite.

Tabla 8.415. Estimación daños en vegetación, Año 2001

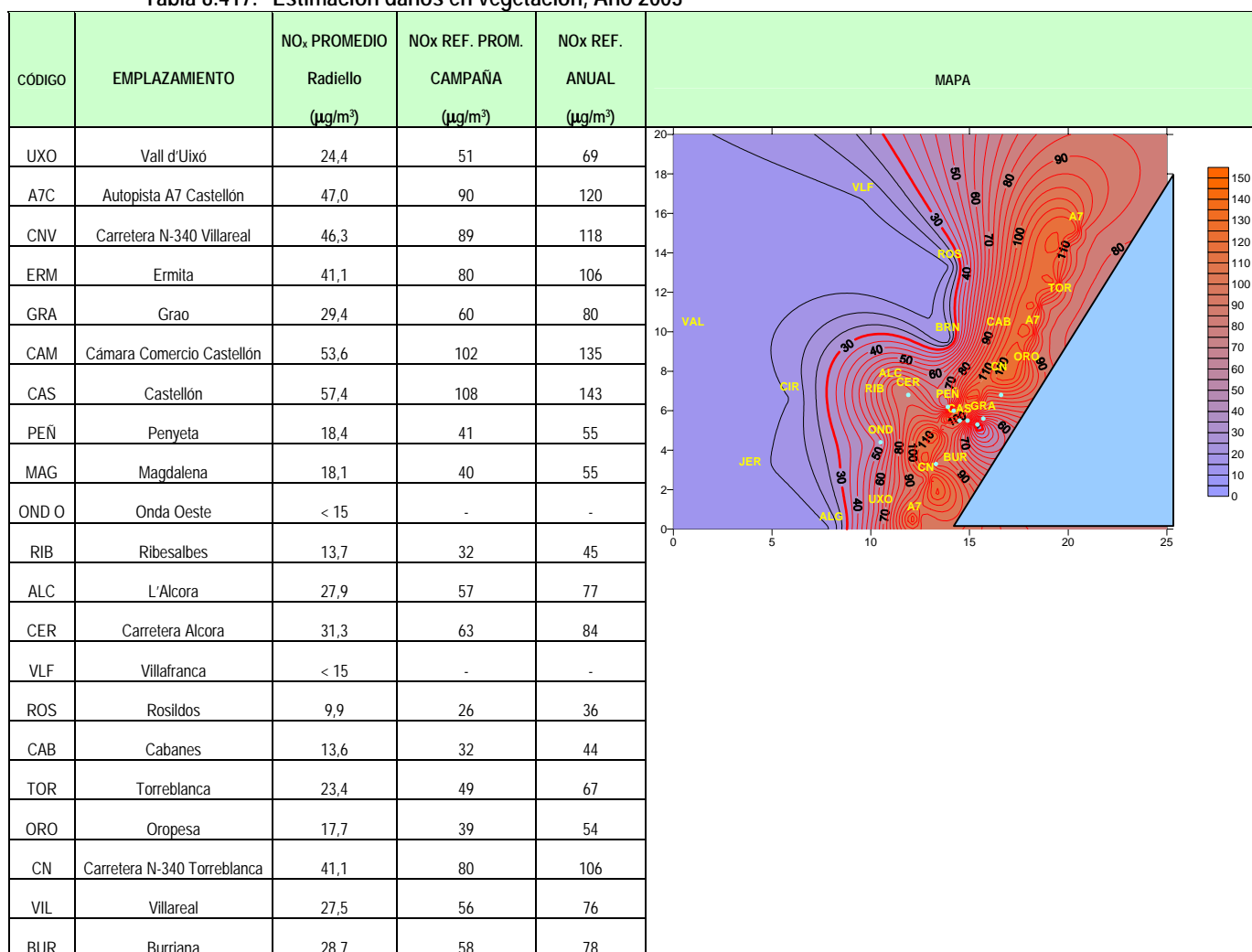
CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	NO <sub>x</sub> PROMEDIO	NO <sub>x</sub> REF. PROM.	NO <sub>x</sub> REF.	MAPA
		Radiello (µg/m <sup>3</sup> )	CAMPAÑA (µg/m <sup>3</sup> )	ANUAL (µg/m <sup>3</sup> )	
OND E	Onda Este	24,8	52	70	
A7B	Autopista A7 salida Burriana	47,2	91	120	
ERM	Ermita	< 15	-	-	
CNV	Carretera N-340 Villarreal	40,5	79	105	
PEÑ	Penyeta	20,8	45	61	
GRA	Grao Castellón	20,7	45	60	
CAM	Cámara Comercio Castellón	32,3	65	87	
CAC	Casino Antiguo Castellón	41,1	80	106	
BEN V	Villas Benicassim	26,8	55	74	
CER	Carretera Alcora Choquera	33,1	66	88	



**Tabla 8.416. Estimación daños en vegetación, Año 2002**



**Tabla 8.417. Estimación daños en vegetación, Año 2003**



CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	NO <sub>x</sub> PROMEDIO	NO <sub>x</sub> REF. PROM.	NO <sub>x</sub> REF.	MAPA
		Radiello ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	CAMPAÑA ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	ANUAL ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	
ALZ	Almazora	33,7	67	90	
BEN	Benicassim	41,4	80	107	
CIR	Cirat	< 15	-	-	
JER	Jérica	< 15	-	-	
VAL	Valbona	< 15	-	-	
ALG	Algar	< 15	-	-	

### 8.6.3.2. Estimación daños en vegetación según criterio de la Organización Mundial de la Salud (WHO)

La Organización Mundial de la Salud define en el Capítulo 11: "Efectos de contaminantes nitrogenados: niveles críticos" del documento "Air Quality Guidelines" establece los valores críticos de dióxido de nitrógeno para la vegetación. Dichos valores son los mismos que los propuestos por el UNECE-ICP. Es decir, promedio anual de NO<sub>x</sub> de 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  y 75  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  como media diaria (promedio de 24h). Por lo tanto los datos de estimación de daños en la vegetación según criterio WHO son los mismos que se muestran en las Tabla 8.415 a Tabla 8.417.

### 8.6.3.3. Estimación daños en vegetación según Directiva 1999/30 del Consejo y RD 1073/2002

El Real Decreto 1073/2002 de 18 de octubre de 2002, sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente en relación con el dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, óxidos de nitrógeno, partículas, plomo, benceno y monóxido de carbono, el cual transpone la Directiva 1999/30 del Consejo, de 22 de abril de 1999, relativa a los valores límite de dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y óxidos de nitrógeno, partículas y plomo en el aire ambiente establece los siguientes valores para el dióxido de nitrógeno.

#### 8.6.3.3.1. Valores límite

El valor límite es la concentración del contaminante que no deberá superarse y viene fijada basándose en conocimientos científicos, con el fin de evitar, prevenir o reducir los efectos nocivos para la salud humana y para el medio ambiente en su conjunto.

En el artículo 4 del RD 1073/2002 y de la Directiva 1999/30 se definen los valores límite para la protección de la vegetación. Dicho valor, reflejado en el anexo II del RD y de la Directiva, es un valor promediado de los óxidos de nitrógeno, NO<sub>x</sub>, en un año civil de 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (2002; EU, 1999). La directiva propone que este valor se debe cumplir a partir del 19 de Julio de 2001, mientras que el RD propone que dicho valor se debe cumplir desde la entrada en vigor del documento, 31 de octubre de 2002.

#### 8.6.3.3.2. Estimación del cumplimiento del RD1796/2003 y la Directiva 1999/30

El valor establecido en ambos documentos legales es el mismo que el propuesto por el UNECE-ICP y por la Organización Mundial de la Salud (WHO). Por lo tanto los datos de cumplimiento de los valores límite son los mismos que se muestran en las Tabla 8.415 a Tabla 8.417. En aquellas zonas delimitadas por líneas negras, se estima que se cumpla la reglamentación actual vigente. Es decir en la zona interior de la provincia de Castellón.

## 8.7. EFECTOS EN LA SALUD

### 8.7.1. DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN EN EL ÁREA DE ESTUDIO

La distribución de la población en la provincia de Castellón no es uniforme. Los habitantes se encuentran aglomerados en unos pocos centros de población y, además situados en la franja litoral. Las poblaciones que mayor densidad tienen son Castellón de la Plana, Vila-real, Burriana, La Vall d'Uixó, Vinaròs, Benicarló, Onda, L'Alcora, Nules y Almassora (1985).

En la Figura 8.240 se muestra la distribución de la densidad de población en el año 1991 en la provincia de Castellón. En ella se aprecia que la mayor parte de la población se halla concentrada en la franja litoral.

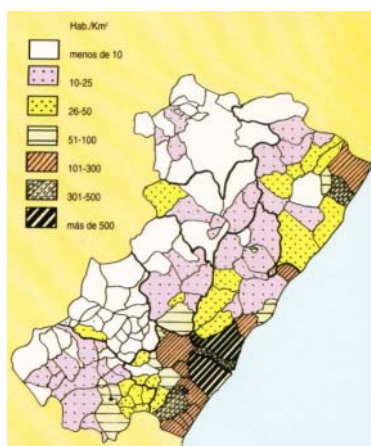


Figura 8.240. Distribución de la densidad de población en la provincia de Castellón año 1991 (Chust et al., 1992).

### 8.7.2. ESTIMACIÓN DE EFECTOS EN LA SALUD CONSECUENCIA DEL OZONO TROPOSFÉRICO

#### 8.7.2.1. Estimación efectos producidos por concentraciones de ozono promedio diario

Los efectos producidos por el ozono en la salud se han descrito en el punto 2.1.1. Efectos en la Salud. En la siguiente tabla se recogen los niveles de ozono promedios diarios y los efectos documentados en la salud.

Tabla 8.418. Relación concentraciones promedio diarias y efectos en la salud

CONC. DE OZONO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	EFFECTOS DOCUMENTADOS
40	LOAEL establecido para mortalidad (Health-Canada and Environment-Canada, 1999)
50	LOAEL establecido para admisiones hospitalarias (Health-Canada and Environment-Canada, 1999)
68	Incremento de mortalidad en la tercera edad (Geyh et al., 2000)
40-150	Existe asociación significativamente positiva entre ozono y mortalidad (Health-Canada and Environment-Canada, 1999)
100	Asociado a altas temperaturas correlacionado con el número de muertes diarias (Sartor et al., 1995)
100	Incremento de admisiones hospitalarias por neumonía (Schwartz, 1994)
120-240	Reducción de la función pulmonar en niños y adolescentes (WHO, 1995)
200	Irritación de los ojos, vías respiratorias, tos, irritación garganta, dolor de cabeza y respiración dificultosa (WHO, 1995)
200	Reducción del 10% de la función pulmonar (WHO, 2000b)

En la siguiente figura se muestran los mapas de distribución de concentración de ozono obtenidos en el punto 8.5.1 a los cuales se les ha aplicado los niveles críticos de ozono descritos en la Tabla 8.418. Se van a representar sólo los mapas obtenidos con el método Ogawa puesto que es método que mejor resultados de exactitud ofrece para medir ozono.

Las líneas en rojo delimitan áreas donde se superan los  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , las líneas verdes, áreas donde se superan los  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , y las líneas azules donde se superan los  $68 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Las líneas negras delimitan áreas donde no se estiman que aparezcan efectos en la salud de la población como consecuencia del ozono.

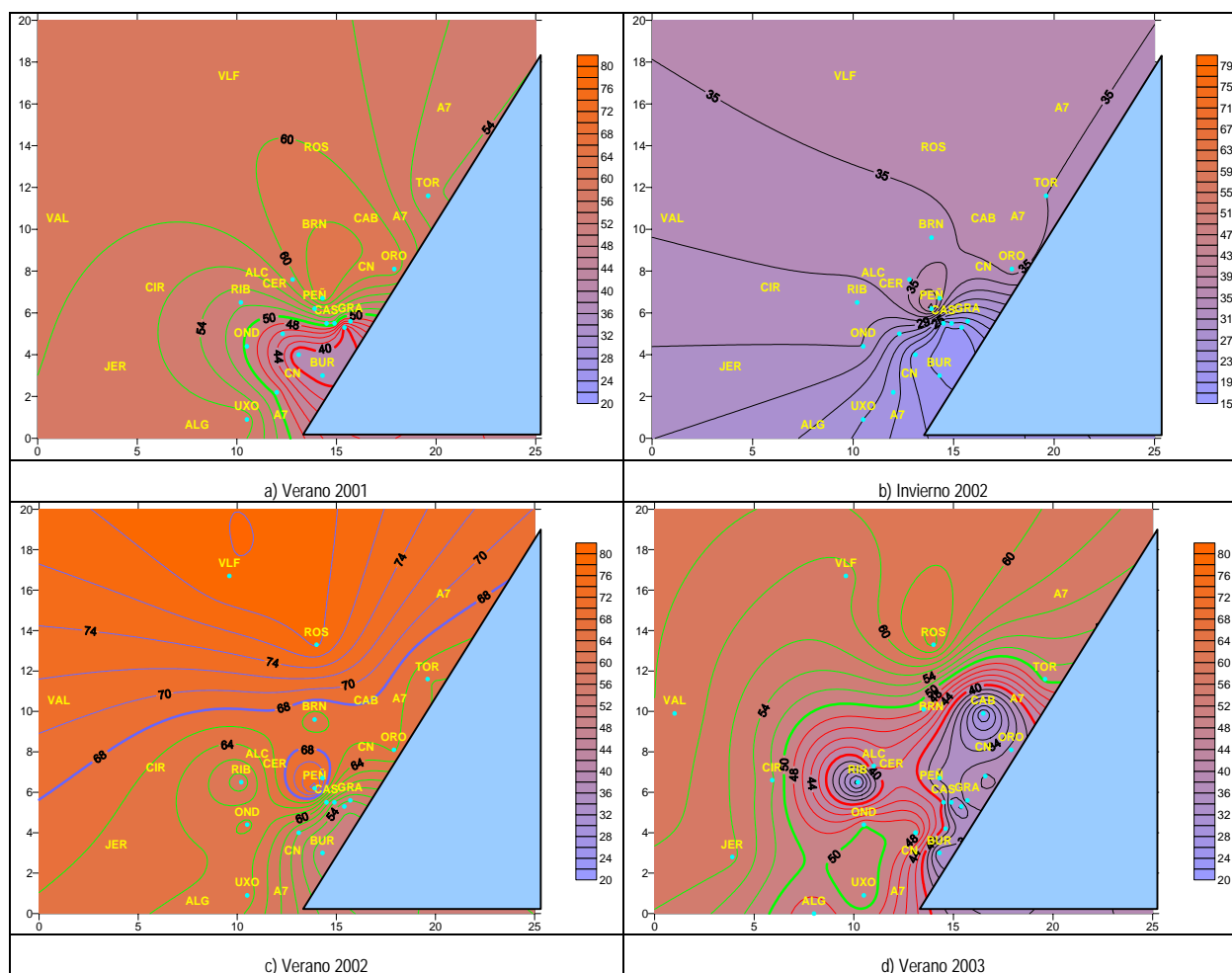


Figura 8.241. Distribución de las concentraciones promedios diarios de ozono en cada campaña en el área de estudio y delimitación de niveles perjudiciales para la salud.

Atendiendo a los mapas se observa que durante el verano de 2002 se estima que habrá aumento de la mortalidad por superarse el LOAEL de  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en poblaciones sensibles en toda el área de estudio. También se estima un aumento de las admisiones hospitalarias por superarse el LOAEL de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en toda el área de estudio. Finalmente se estima un incremento de la mortalidad en la tercera edad en la población existente en la zona norte e interior del área estudiada.

Contrariamente, en la campaña de invierno de 200 no se estiman efectos negativos en la salud de la población debido a los bajos niveles de ozono registrados.

En el caso de la campaña de verano de 2001 se aprecia un aumento de la mortalidad en la población sensible en toda el área y un aumento de admisiones hospitalarias por causas respiratorias en toda el área estudiada excepto en la zona de Burriana y alrededores.

Para el verano de 2003 se aprecia la existencia de varias áreas donde no se estima la aparición de efectos perjudiciales para la salud centradas en Ribesalbes, y otra en Castellón y alrededores cubriendo las zonas de Burriana, Cabanes y Oropesa. En el resto del área de estudio se estima aumentos en la mortalidad en la población sensible y sólo en las zonas interiores y norte del área de estudio, más alejadas de Castellón, se estima un aumento de admisiones hospitalarias.

#### 8.7.2.2. Estimación efectos producidos por concentraciones de ozono promedio octohorario

Los efectos producidos por el ozono en la salud en periodos octohorarios se han descrito en el punto 2.1.1. Efectos en la Salud. En la siguiente tabla se recogen los niveles de ozono promedios octohorarios y los efectos documentados en la salud.

Tabla 8.419. Relación concentraciones promedio octohorarias y efectos en la salud

CONC. DE OZONO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	EFFECTOS DOCUMENTADOS
100	Incremento del 25% síntomas de exacerbaciones entre adultos y/o asmáticos realizando actividad normal (WHO, 2000b)
120	Disminución de un 5% de la función pulmonar (WHO, 2000b)
130-168	Efectos respiratorios en población sensible realizando ejercicio (White et al., 1994)
160	Incremento de admisiones hospitalarias por asma (Cody et al., 1992; White et al., 1994)
160	Decrementos en la velocidad máxima de flujo de expiración (PEFR) en niños asmáticos (Krzyzanowski et al., 1992)
160	Decrementos en el volumen de expiración forzado en 1 segundo ( $\text{FEV}_1$ ) en hombres sanos realizando ejercicio (McKittrick and Adams, 1995)
200	Irritación de los ojos, vías respiratorias, tos, irritación garganta, dolor de cabeza y respiración dificultosa (WHO, 1995)
240	Disminución del 20% de la función pulmonar (WHO, 2000b)

#### 8.7.2.2.1. Estimación de las concentraciones octohorarias en el área de estudio

La concentración octohoraria de ozono troposférico no se puede obtener directamente de los captadores pasivos, puesto que estos dan un promedio del periodo de muestreo. Para calcular la concentración octohoraria se va a averiguar la relación existente en las estaciones de referencia entre los promedios diarios y el promedio octohorario comprendido entre las 08.00h y las 20.00h. Se ha escogido este periodo observando los datos representados en el punto 8.5.2.1.1.3. En la Tabla 8.420 se muestra la recta de correlación obtenida realizando dicho análisis.

Tabla 8.420. Relación concentraciones promedio diarias y octohorarias de las campañas medidas con método de referencia

DEFINICIÓN		RELACIÓN		
X	Y	ECUACIÓN	R <sup>2</sup>	ERROR
Nivel de ozono promedio diario ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) Campaña muestreo	Nivel de ozono promedio octohorario ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) Campaña muestreo	$Y = 1,205 X$	0,7335	9,80

En la Figura 8.242 se muestra la recta de correlación descrita en la 8.7.2.2.1, la cual relaciona las concentraciones promedio diarias y octohorarias de las campañas verano 2001, invierno 2002, verano 2002 y 2003 correspondientes a dichas campañas de muestreo, obtenidos a partir de los datos de analizadores en continuo.

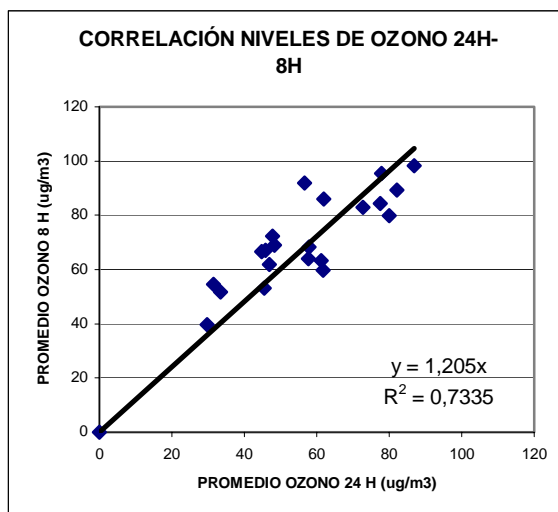


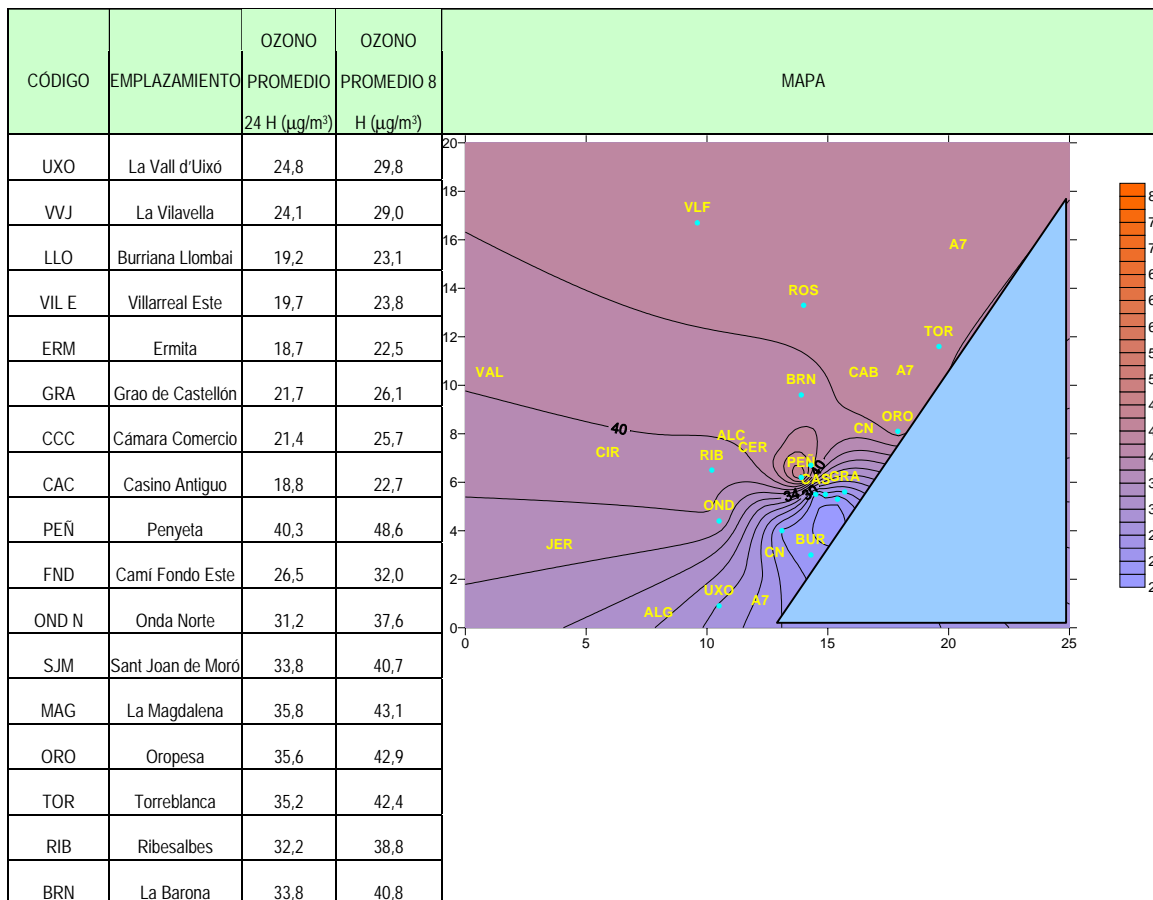
Figura 8.242. Relación concentraciones promedio diario campaña y concentraciones promedio octohorarias campaña medidas con método referencia

A continuación se presentan los valores estimados de concentración de ozono promedio octohoraria y los correspondientes mapas de distribución del área de estudio.

Tabla 8.421. Concentraciones promedio octohorarias de ozono y mapas con delimitación de niveles perjudiciales para la salud. Verano 2001

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO	OZONO	MAPA
		PROMEDIO 24 H (µg/m³)	PROMEDIO 8 H (µg/m³)	
UXO	La Vall d'Uixó	57,0	68,7	
VVJ	La Vilavella	49,4	59,5	
LLO	Burriana Llombai	39,0	47,0	
VIL E	Villarreal Este	37,7	45,4	
ERM	Ermита	38,8	46,8	
GRA	Grao de Castellón	46,6	56,2	
CAM	Cámara Comercio	51,5	62,1	
CAC	Casino Antiguo	51,2	61,7	
PEÑ	Penyeta	56,5	68,1	
FND	CamiFondo Este	45,0	54,2	
OND N	Onda Norte	49,6	59,8	
SJM	Sant Joan Moró	59,3	71,5	
MAG	Magdalena	63,9	77,0	
ORO	Oropesa	61,1	73,6	
TOR	Torreblanca	54,2	65,3	
RIB	Ribesalbes	52,3	63,0	

**Tabla 8.422. Concentraciones promedio octohorarias de ozono y mapas con delimitación de niveles perjudiciales para la salud. Invierno 2002**



**Tabla 8.423. Concentraciones promedio octohorarias de ozono y mapas con delimitación de niveles perjudiciales para la salud. Verano 2002**

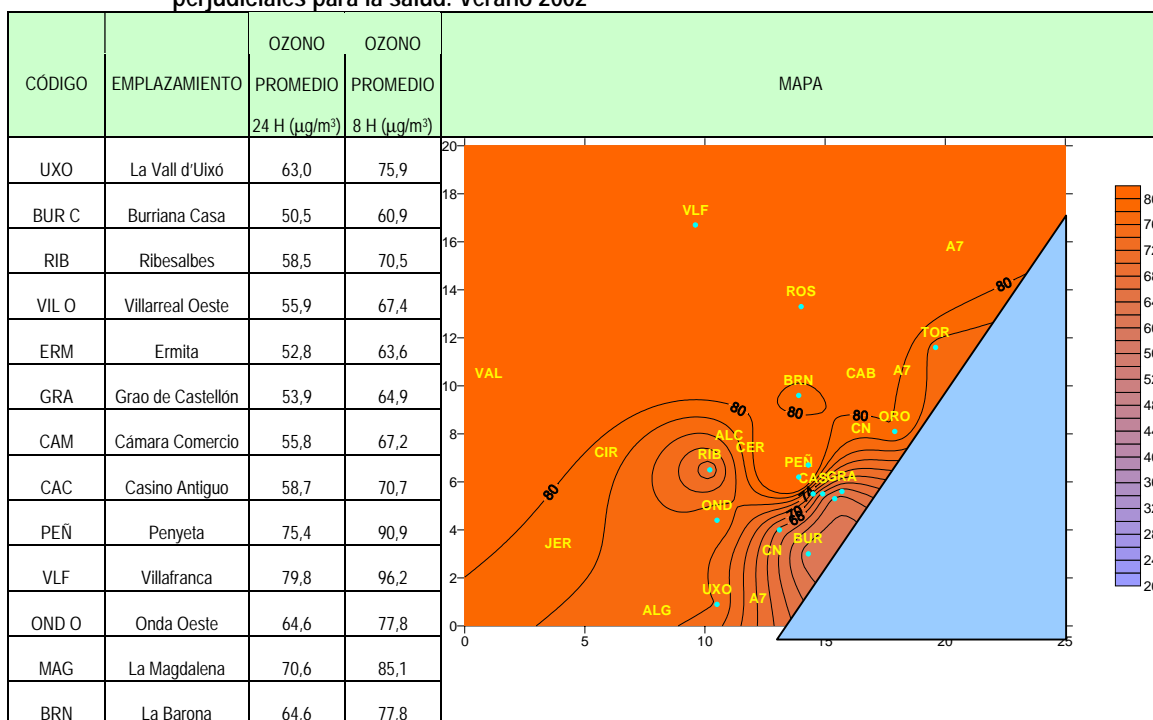


Tabla 8.423. Cont

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO		MAPA
		PROMEDIO 24 H ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	PROMEDIO 8 H ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	
ORO	Oropesa	66,3	79,9	
TOR	Torreblanca	64,1	77,2	
ROS	Rosildos	78,4	94,5	

Tabla 8.424. Concentraciones promedio octohorarias de ozono y mapas con delimitación de niveles perjudiciales para la salud. Verano 2003

CÓDIGO	EMPLAZAMIENTO	OZONO		MAPA
		PROMEDIO 24 H ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	PROMEDIO 8 H ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	
GRA	Grao	38,0	45,8	
BUR	Burriana REF	31,8	38,3	
ERM	Ermíta	31,3	37,7	
PEÑ	Penyeta	50,0	60,3	
VLF	Vilafranca	57,2	68,9	
ROS	Rosildos	64,7	78,0	
CAB	Cabanes	25,7	31,0	
CAS	Castellón	40,0	48,2	
CAM	Cámara Comercio	32,6	39,3	
ALZ	Almazora	39,6	47,7	
MAG	La Magdalena	35,5	42,8	
BEN	Benicassim	38,3	46,2	
ORO	Oropesa	36,7	44,2	
TOR	Torreblanca	50,7	61,1	
OND	Onda Oeste	50,0	60,3	
ALC	Alcora	42,5	51,2	
RIB	Ribesalbes	28,4	34,2	
VIL	Villarreal Oeste	26,0	31,3	
UXO	La Vall d'Uixó	52,1	62,8	
RAM	Rambla la Viuda	48,3	58,2	
CIR	Cirat	52,4	63,1	
VAL	Valbona	59,6	71,8	
ALG	Algar	45,9	55,3	
JER	Jérica	56,5	68,1	

En función de los mapas obtenidos no se estima que se produzcan efectos en la salud de la población en función de los niveles octohorarios obtenidos según la recta de correlación presentada en la Tabla 8.420.



### 8.7.2.3. Estimación de efectos según criterio de la Organización Mundial de la Salud

La Organización Mundial de la Salud establece un valor guía para ozono de  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en periodo octohorario. Observando los mapas de las Tabla 8.421 a Tabla 8.424, se aprecia que este valor se estima que nunca se rebasa en todo el área de estudio en ninguna de las campañas de muestreo.

### 8.7.2.4. Estimación efectos en la salud según Directiva 2002/3/EC y RD 1796/2003 relativos al ozono en aire ambiente

El Real Decreto 1796/2003 de 26 de diciembre de 2003, relativo al ozono en el aire ambiente, el cual transpone la Directiva 2002/3/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de febrero de 2002, relativa al ozono en el aire ambiente, establece el nuevo régimen jurídico sobre el ozono troposférico presente en la baja atmósfera.

Ambas legislaciones exigen tener medidas en continuo del ozono troposférico para aplicar valores horarios y octohorarios. Los captadores pasivos utilizados en este estudio ofrecen medidas promedios semanales generalmente y estiman medias octohorarias de dichos periodos. Por lo tanto, no sirven como medida útil para aplicar la legislación vigente. Sin embargo, pueden ser útiles para estimar posibles superaciones o zonas calientes donde establecer analizadores en continuo que sean útiles para aplicar los requisitos contenidos en la legislación.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, se van a aplicar los resultados ofrecidos por el presente estudio para determinar zonas calientes donde se estime que pueda no cumplirse la legislación, siempre de forma aproximativa.

#### 8.7.2.4.1. Valores objetivos

El valor objetivo es la concentración de ozono que deberá alcanzarse en un momento determinado para evitar a largo plazo los efectos nocivos sobre la salud humana o el medio ambiente en su conjunto.

En el artículo 3 del RD 1796/2003 y de la Directiva 2002/3/EC se definen los valores objetivos para la protección de la salud, el cual se deberá alcanzar a partir del quinquenio iniciado en el 2010. Dicho valor, reflejado en el apartado II del anexo I de los citados documentos, es un valor máximo de las medias octohorarias de  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  que no deberá superarse más de 25 días por cada año civil de promedio en un periodo de 3 años (2003; EU, 2002).

Observando los mapas de las Tabla 8.421 a Tabla 8.424, se estima que, como promedio de cada una de las campañas, este valor nunca se rebasa en todo el área de estudio en ninguna de las campañas de muestreo.

#### 8.7.2.4.2. Objetivos a largo plazo

Los objetivos a largo plazo son la concentración de ozono en el aire ambiente por debajo de la cual, según los conocimientos científicos actuales, es improbable que se produzcan efectos nocivos directos sobre la salud humana de la población o el medio ambiente en su conjunto. Este objetivo debe ser alcanzado a largo plazo, salvo cuando ello no sea posible con el uso de medidas proporcionadas.

Los objetivos a largo plazo se establecen en el apartado III del anexo I de ambos documentos. Dicho objetivo a largo plazo para la protección de la salud es de  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  como máximo de las medias octohorarias del día en un año civil (2003; EU, 2002).

De nuevo observamos que este valor, en función de los mapas mostrados en las Tabla 8.421 a 0, se estima que, como promedio de cada una de las campañas, nunca se rebasa en todo el área de estudio en ninguna de las campañas de muestreo.

#### 8.7.2.4.3. Niveles contenidos en informes globales anuales realizados por la Administración competente

El punto 3b) del artículo 6 del RD 1796/2003 establece la necesidad de elaborar informes globales anuales que incluyan, cuando sea de aplicación, información y evaluaciones sobre protección de los bosques según lo especificado en el anexo III del RD. Dichos informes estarán disponibles para la población, la administración sanitaria y para los sectores interesados, tales como organizaciones de defensa del medio ambiente, de consumidores o de representación de los intereses de grupos de riesgo. Dicho anexo III, establece un valor de 120  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  como máximo de las medias octohorarias del día en un año civil.

Este tema se trata en la Directiva 2002/3/CE en punto 1b) del artículo 6. Además, en la directiva se hace mención que los valores reflejados en el apartado 1 del Anexo III deberán ser presentados a la Comisión. Los valores propuestos son los mismos que los traspuestos al ordenamiento jurídico interno del Estado Español en el RD 1796/2003 (2003; EU, 2002).

Los mapas mostrados en las Tabla 8.421 a 0 muestran que como promedio de cada una de las campañas, se estima que nunca se rebasa en todo el área de estudio en ninguna de las campañas de muestreo.

Observamos que en ninguna zona del área de estudio se estiman superaciones de los límites establecidos por la ley. Sin embargo, como estos resultados son simplemente indicativos, un buen gestor de sanidad ambiental debería localizar analizadores en continuo en aquellas áreas interiores donde los niveles de ozono son superiores y que fueran representativos de núcleos de población.

### 8.7.3. ESTIMACIÓN DE EFECTOS EN LA SALUD CONSECUENCIA DEL DIÓXIDO DE NITRÓGENO

#### 8.7.3.1. Estimación efectos en la salud según criterio Organización Mundial de la Salud (WHO)

La Organización Mundial de la Salud define en el Capítulo 7.1: "Dióxido de nitrógeno" del documento "Air Quality Guidelines" establece un valor guía de 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  como promedio anual (WHO, 2000a).

En el presente estudio no se han realizado medidas a lo largo de todo un año. Pero en el capítulo 8.6.3 se estiman las concentraciones de  $\text{NO}_2$  anuales mediante unas rectas de correlación. Los mapas elaborados en dicho capítulo a los cuales se les ha aplicado el nivel crítico de 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  se presentan en la Figura 8.243. Las líneas en rojo delimitan áreas donde se superan los 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  mientras que las líneas negras delimitan áreas donde no se estiman que aparezcan efectos en la salud de la población como consecuencia del  $\text{NO}_2$ .

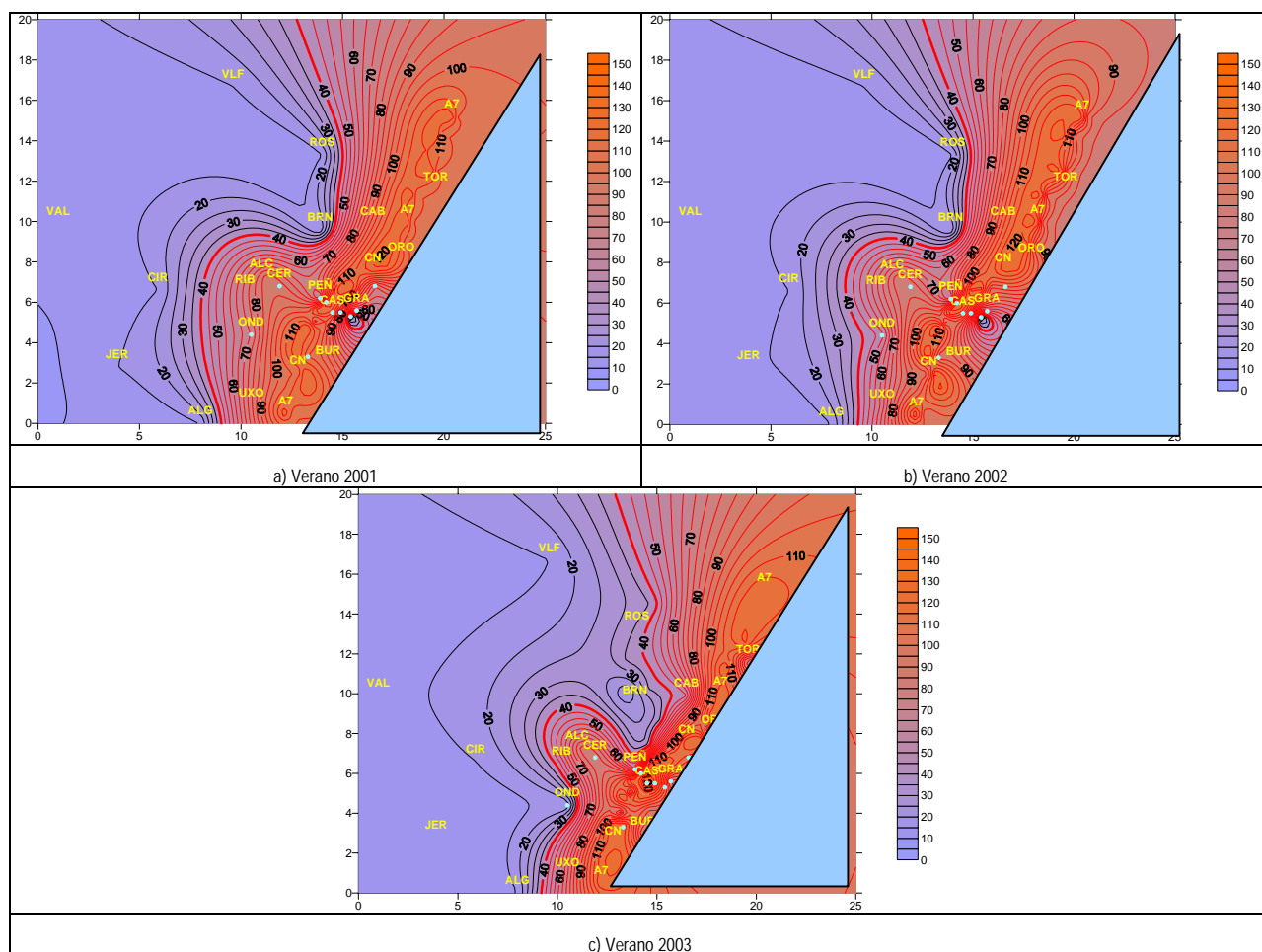


Figura 8.243. Distribución de las concentraciones promedio anual de NO<sub>x</sub> en cada campaña en el área de estudio y delimitación de niveles perjudiciales para la salud.

En los tres mapas se aprecia la misma distribución de concentraciones de NO<sub>x</sub>. En áreas alejadas de las carreteras se considera que el 99% del NO<sub>x</sub> es NO<sub>2</sub>. Se observa en los mapas que en toda la franja litoral y en el área de asentamiento de la industria cerámica se registran niveles superiores al valor guía establecido por la Organización Mundial de la Salud. Por lo tanto se esperan en estas zonas se estiman efectos perjudiciales en la salud de la población consecuencia de los elevados niveles registrados de NO<sub>2</sub>.

#### 8.7.3.2. Estimación efectos en la salud según Directiva 1999/30 del Consejo y RD 1073/2002

El Real Decreto 1073/2002 de 18 de octubre de 2002, sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente en relación con el dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, óxidos de nitrógeno, partículas, plomo, benceno y monóxido de carbono, el cual transpone la Directiva 1999/30 del Consejo, de 22 de abril de 1999, relativa a los valores límite de dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno y óxidos de nitrógeno, partículas y plomo en el aire ambiente establece los límites para el dióxido de nitrógeno (2002; EU, 1999)

Ambas legislaciones exigen tener medidas en continuo del ozono troposférico para aplicar valores horarios. Los captadores pasivos utilizados en este estudio ofrecen medidas promedios semanales generalmente. Por lo tanto, no sirven como medida útil para aplicar la legislación vigente. Sin embargo, pueden ser útiles para estimar zonas calientes donde establecer analizadores en continuo que sean útiles para aplicar los requisitos contenidos en la legislación.

## 8.8. EFECTOS EN LOS MATERIALES

### 8.8.1. ESTIMACIÓN DE EFECTOS CONSECUENCIA DEL OZONO TROPOSFÉRICO

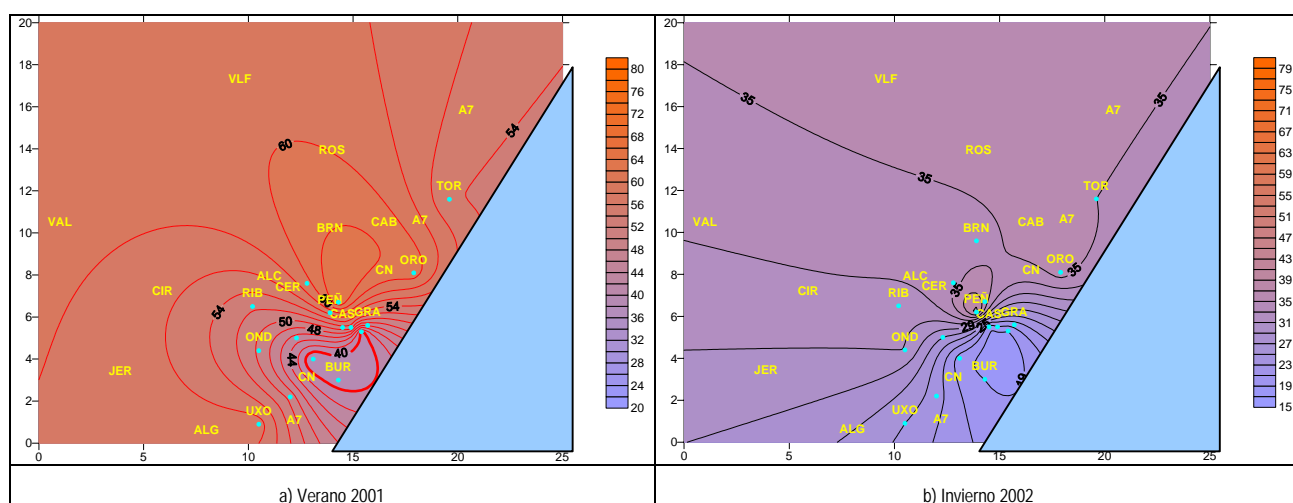
Los efectos producidos por el ozono en los materiales se han descrito en el punto 2.1.3 Efectos en los Materiales. En la siguiente tabla se recogen los niveles de ozono promedios diarios y los efectos documentados en la salud.

Tabla 8.425. Relación concentraciones promedio diarias y efectos en los materiales

CONC. DE OZONO ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	EFFECTOS DOCUMENTADOS
40	LOAEL establecido para materiales elastoméricos (Health-Canada and Environment-Canada, 1999)
40	LOAEL establecido para tejidos (Health-Canada and Environment-Canada, 1999)
100	LOAEL establecido para tintes textiles (Health-Canada and Environment-Canada, 1999)
100	LOAEL establecido para pinturas artísticas (Health-Canada and Environment-Canada, 1999)
800	LOAEL establecido para pigmentos para pinturas artísticas (Health-Canada and Environment-Canada, 1999)

En la siguiente figura se muestran los mapas de distribución de concentración de ozono obtenidos en el punto 8.5.1. a los cuales se les ha aplicado los niveles críticos de ozono descritos en la Tabla 8.425. Se van a representar sólo los mapas obtenidos con el método Ogawa puesto que es método que mejor resultados de exactitud ofrece para medir ozono.

Las líneas en rojo delimitan áreas donde se superan los  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , las líneas verdes, áreas donde se superan los  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , y las líneas azules donde se superan los  $800 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Las líneas negras delimitan áreas donde no se estiman que aparezcan efectos en los materiales consecuencia del ozono en el área de estudio.



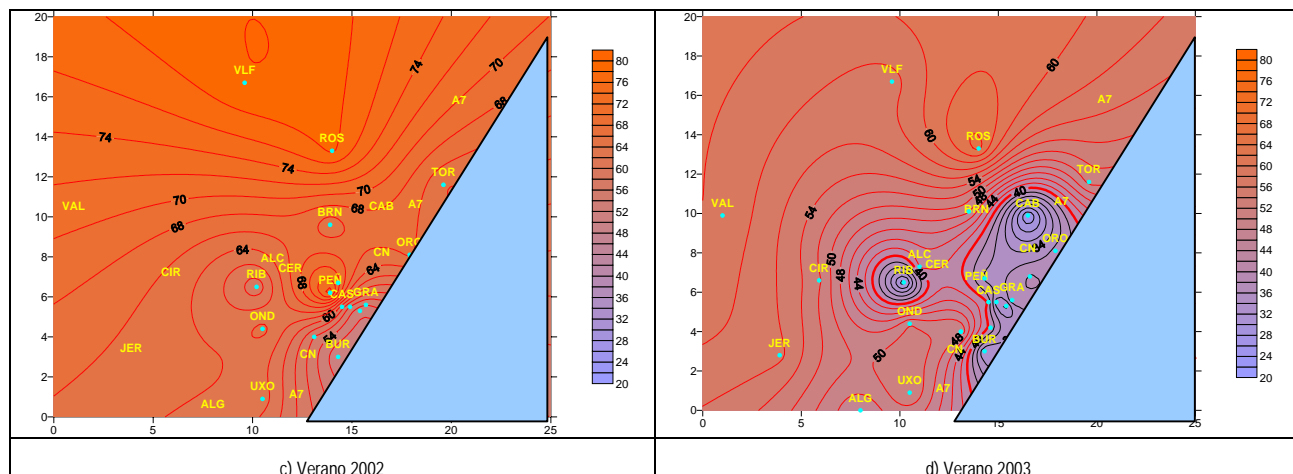


Figura 8.244. Distribución de las concentraciones promedios diarios de ozono en cada campaña en el área de estudio y delimitación de niveles perjudiciales para la salud.

En las campañas de muestreo de Verano 2001 y Verano 2002 se registran niveles superiores a  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en toda el área de estudio, por lo cual se estima que en todo el área se producirán efectos perjudiciales en los materiales elastoméricos y en tejidos.

Contrariamente, en la campaña de invierno de 2002 no se estiman efectos negativos en materiales debido a los bajos niveles de ozono registrados.

Para el verano de 2003 se aprecia la existencia de varias áreas donde no se estima la aparición de efectos perjudiciales para los materiales centradas en Ribesalbes, y otra en Castellón y alrededores cubriendo las zonas de Burriana, Cabanes y Oropesa. En el resto del área de estudio se estiman efectos dañinos en los materiales elastoméricos y en tejidos.

## 8.8.2. ESTIMACIÓN DE EFECTOS CONSECUENCIA DEL DIÓXIDO DE NITRÓGENO

En la bibliografía revisada no se han descrito valores guía para la protección de los materiales de las concentraciones de  $\text{NO}_2$ .

Los efectos del  $\text{NO}_2$  son consecuencia de su acidez cuando se transforma en ácido nítrico afectando a los metales acelerando la corrosión de los metales y a las piedras calcáreas mediante ataque ácido.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar (Editor), 1993. Atlas de España. Atlas de España, II. Aguilar SA Ediciones, Madrid.
2000. Instructions for NO<sub>2</sub> sampling by Radiello®. NO<sub>2</sub>-UK-0900., Fondazione Salvatore Maugeri.
2002. Real Decreto 1073/2002, de 18 de Octubre, sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente en relación con el dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, óxidos de nitrógeno, partículas, plomo, benceno y monóxido de carbono.
- Bartley, D.L., 2001. Definition and assessment of sampling and analytical accuracy. *Annals of Occupational Hygiene*, 45(5): 357-364.
- Bernard, N.L., Gerber, M.J., Astre, C.M. and Saintot, M.J., 1999. Ozone measurement with passive samplers: Validation and use for ozone pollution assessment in Montpellier, France. *Environmental Science & Technology*, 33(2): 217-222.
- Brewer, R.F., Herrera, L. and Ashcroft, R., 1987. The Effects of SO<sub>2</sub> and Ambient Oxidants on Thompson Seedless Grapes in the San-Joaquin Valley. *Hortscience*, 22(5): 1083-1083.
- Brown, R.H., 2000. Monitoring the ambient environment with diffusive samplers: theory and practical considerations. *Journal of Environmental Monitoring*, 2(1): 1-9.
- Cancino, J. and Donoso, G., 2001. Proyecciones del valor del daño evitado sobre la producción agrícola de la cuenca del río Mapocho al controlar los niveles de ozono. *Ciencia e Investigación agraria*, 28(1): 43-54.
- CEN, CEN EN 838 European Standard, Workplace atmospheres Diffusive samplers for the determination of gases or vapours - Requirements and test methods.
- Cocheo, V., Quaglio, F. and Pagani, D., 1999. Simultaneous sampling of NO, NO<sub>2</sub> and SO<sub>2</sub> by means of Radiello® and their separated measurement., International Conference Air Quality in Europe Challenges for the 2000s. Ed. V. Cocheo, E. De Saeger, D. Kotzias., Venice, Italy.
- Costa Mas, J. et al., 1991. Atlas Temático Comunidad Valenciana, II. Gráficas del Mediterráneo, SL.
- Cox, R.M., 2003. The use of passive sampling to monitor forest exposure to O<sub>3</sub>, NO<sub>2</sub> and SO<sub>2</sub>: a review and some case studies. *Environmental Pollution*, 126(3): 301-311.
- De Santis, F., Practical guide to use of Analyst Samplers for NO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, HONO, HNO<sub>3</sub>, O<sub>3</sub> and NH<sub>3</sub>, CNR Istituto Inquinamento atmosferico.
- De Santis, F., Vazzana, C., Menichelli, S. and Allegrini, I., 2002. The Diffusive Sampling for the Assessment of Air Quality in Museums. *The Diffusive Monitor*(13): 3-6.
- Delgado Saborit, J.M., 2003. Study of tropospheric ozone levels and NO<sub>2</sub> levels in La Plana de Castellon by means of passive samplers, Universitat Jaume I, Castellon.
- Delgado Saborit, J.M., Querol Balaguer, M.A. and Esteve Cano, V.J., 2004. Field Study of Diffusion Collection Rate Coefficient in Nitrogen Dioxide Passive Samplers, XIII World Clean Air and Environmental Protection, London.
- Draper, N.R. and Smith, H., 1966. Applied Regression Analysis. Wiley Series in probability and mathematical statistics. John Wiley & Sons, Inc, New York-London-Sydney, 403 pp.
- EU, 1999. Council Directive 1999/30/EC Relating to Limit Values for Sulfur Dioxide, Nitrogen Dioxide and Oxides of Nitrogen, Particulate Matter and Lead in Ambient Air, Directive.
- Ferm, M. and Svanberg, P.A., 1998. Cost-efficient techniques for urban- and background measurements of SO<sub>2</sub> and NO<sub>2</sub>. *Atmospheric Environment*, 32(8): 1377-1381.
- Finlayson-Pitts, B.J. and Pitts, J.N., 1986. Atmospheric Chemistry. John Wiley & Sons, New York.
- Fondazione-Salvatore-Maugeri, Instructions for NO<sub>2</sub> - SO<sub>2</sub> sampling by radiello(R). NO<sub>2</sub>-so<sub>2</sub>-UK-0301, Fondazione Salvatore Maugeri.
- Fuhrer, J. and Achermann, B. (Editors), 1994. Critical levels for ozone. Schriftenreihe der FAC BernerLiebefeld.

- Galan Madruga, D., Fernández Patier, R., Diaz Ramiro, E. and Herce Garraleta, M., 2001. Study of the superficial ozone concentrations in the atmosphere of Comunidad de Madrid using passive samplers. *Revista de Salud Ambiental*, 1(1): 20-29.
- Heal, M.R. and Cape, J.N., 1997. A numerical evaluation of chemical interferences in the measurement of ambient nitrogen dioxide by passive diffusion samplers. *Atmospheric Environment*, 31(13): 1911-1923.
- Heck, W.W. et al., 1984. Assessing Impacts of Ozone on Agricultural Crops .2. Crop Yield Functions and Alternative Exposure Statistics. *Journal of the Air Pollution Control Association*, 34(8): 810-817.
- Kärenlampi, L. and Skärby, L. (Editors), 1996. Critical levels for ozone in Europe: testing and finalising the concepts. UNECE workshop Report. University of Kuopio, Department of Ecology and Environmental Science.
- Kennedy, E.R. et al., 1998. Development and evaluation of methods. In: NIOSH (Editor), *NIOSH Manual of Analytical Methods*.
- Kennedy, E.R., Fischbach, T.J., Song, R., Eller, P.M. and Shulman, S.A., 1995. Guidelines for Air Sampling and Analytical Method Development and Evaluation. DHHS (NIOSH) Publication NO.95-117, NIOSH. U.S. Department of Health and Human Services, Cincinnati.
- Kirby, C., Fox, M. and Waterhouse, J., 2000. Reliability of nitrogen dioxide passive diffusion tubes for ambient measurement: in situ properties of the triethanolamine absorbent. *Journal of Environmental Monitoring*, 2: 307-312.
- Koutrakis, P. et al., 1993. Measurement of Ambient Ozone Using a Nitrite-Coated Filter. *Analytical Chemistry*, 65(3): 209-214.
- Krupa, S.V. and Legge, A.H., 2000. Passive sampling of ambient, gaseous air pollutants: an assessment from an ecological perspective. *Environmental Pollution*, 107(1): 31-45.
- McCool, P., Musselman, R., Teso, R. and Oshima, R., 1986. Determining yield losses from air pollutants for California agriculture. *California Agriculture*, 40(7-8): 9.
- Ministerio de Agricultura, P.y.A., 2003. Aplicación MCA( Mapa de Cultivos y Aprovechamientos de España).
- Mulet Pascual, L., 1991. Estudio Etnobotánico de la provincia de Castellón. Servicio de Publicaciones. Diputación de Castellón, Castellón.
- Musselman, R.C., McCool, P.M., Oshima, R.J. and Teso, R.R., 1986. Field Chambers for Assessing Crop Loss from Air-Pollutants. *Journal of Environmental Quality*, 15(2): 152-157.
- Mutters, R., Guzy, M. and Thompson, C.R., 1993. Crop losses from air pollutants - A computer and field-based assessment program and Crop and forest losses from air pollutants-An Assessment program. Contract Nos.A033-174 and A933-190, Statewide Air Pollution Research Center, Riverside.
- Ogawa, 2001. Protocol for Ozone Measurement using the ozone Passive sampler badge. 3rd Revision.
- Olszyk, D.M. and Thompson, C.R., 1989. Crop Loss from air pollutants assessment program. Contract No. a733-108, Statewide Air Pollution Research Center, Riverside.
- Olszyk, D.M., 1989. The growth and yield effects of ambient air pollution on Valencia orange trees. Final Report to the California Air Resources Board Contract No A733-087, Statewide Air Pollution Research Center. University of California.
- Olszyk, D.M., Cabrera, H. and Thompson, C.R., 1988. California Statewide Assessment of the Effects of Ozone on Crop Productivity. *Japca-the International Journal of Air Pollution Control and Hazardous Waste Management*, 38(7): 928-931.
- OSHA, Inorganic Methods Evaluation Protocol. Occupational Safety & Health Administration. Salt Lake Technical Center.

- Passam-ag, 2000. Assessment of Air Quality, Passam AG, Männeodrf.
- Passam-ag, 2004. Long Term Ozone. Diagram, Specifications & Fullversion, Passam AG, Männeodrf.
- Pell, E., Pearson, N. and Vinte-Johanse, C., 1988. Qualitative and quantitative effects of ozone and/or sulfur dioxide on field-grown potato plants. *Environmental Pollution*, 53: 171-186.
- R&P-Co, 2001. Radiello® Model 3310 Passive Sampling System .Passive Gas Sampling System for Industrial, Indoor/Outdoor and Personal Exposure Assessment, Rupprecht & Patashnick Co., Inc.
- Sickles, J.E. and Michie, R.M., 1987. Evaluation of the Performance of Sulfation and Nitration Plates. *Atmospheric Environment*, 21(6): 1385-1391.
- Surfer, Golden Software, INC., Golden, Colorado, USA.
- Surfer, Golden Software, INC., Golden, Colorado, USA.
- Tang, H.M. and Lau, T., 2000. A new all season passive sampling system for monitoring ozone in air. *Environmental Monitoring and Assessment*, 65(1-2): 129-137.
- Tang, Y.S., Cape, J.N. and Sutton, M.A., 2001. Development and types of passive samplers for monitoring atmospheric NO<sub>2</sub> and NH<sub>3</sub> Concentrations., *International Symposium on Passive Sampling of Gaseous Air pollutants in Ecological Effects Research. The Scientific World 1*, pp. 513–529.
- Temple, P., Taylor, O.C. and Benoit, L.F., 1985a. Effects of ozone on yield of two field-grown barley cultivars. *Environmental Pollution*, 39: 217.
- Temple, P.J., Benoit, L.F., Lenox, R.W., Reagan, C.A. and Taylor, O.C., 1987. Combined effects of ozone and water stress on alfalfa growth and yield. *Journal Environmental Quality*, 17: 108.
- Temple, P.J., Surano, K., Mutters, R., Bingham, G. and Shinn, J., 1985b. Air pollution causes moderate damage to tomatoes. *California Agriculture*, 39: 20.
- Thompson.Cr and Taylor, O.C., 1969. Effects of Air Pollutants on Growth, Leaf Drop, Fruit Drop, and Yield of Citrus Trees. *Environmental Science & Technology*, 3(10): 934-&.
- UNECE, 2004. Manual on methodologies and criteria for modelling and mapping critical loads & levels and air pollution effects, risks and trends, UNECE Convention on Long-range Transboundary air pollution.
- UNECE, 2004a. Air pollution and vegetation, UNECE ICP Vegetation, Bangor.
- UNECE, 2004b. Manual on methodologies and criteria for modelling and mapping critical loads & levels and air pollution effects, risks and trends, UNECE Convention on Long-range Transboundary air pollution.
- Varshney, C.K. and Singh, A.P., 2003. Passive Samplers for NO<sub>x</sub> Monitoring: A Critical Review. *The Environmentalist*, 23(2): 127-136.
- WHO, 2000. Chapter 12. Effects of ozone on vegetation: critical levels. *Air Quality Guidelines - Second Edition*. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark.
- Willams, L.E., DeJong, T.M. and Retzlaff, W.A., 1989. The effects of ozone photosynthesis, vegetative growth and development of woody perennials in The San Joaquin Valley of California. Final Report on ARB Contract A733-126, University of California, Davis.
- Zhou, J. and Smith, S., 1997. Measurement of ozone concentrations in ambient air using a badge-type passive monitor. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 47(6): 697-703.