

**“ESTUDIO DE LA CONCENTRACIÓN DE COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES,
ÓXIDOS DE NITRÓGENO Y OZONO EN EL NÚCLEO URBANO DE LA CIUDAD DE
CARTAGENA Y EVALUACIÓN DE LA EXPOSICIÓN DE LA POBLACIÓN”**



COSTA GÓMEZ, ISABEL⁽¹⁾;
BAEZA CARACENA, ANTONIA⁽²⁾;

isabel.costa.gomez@gmail.com

**^(1,2)UNIVERSIDAD DE MURCIA, FACULTAD DE QUÍMICA,
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA**



LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

“La contaminación atmosférica es responsable de más de 430.000 muertes anuales prematuras en Europa”
Air Quality in Europe, 2015 Report. EEA

“
Despite continuous improvements in recent decades, air pollution is still affecting the general health of Europeans, reducing their quality of life and life expectancy.
”

EEA Executive Director Hans Bruyninckx

European Environment Agency



[Topics](#) [Data and maps](#) [Indicators](#) [Publications](#)

You are here: [Home](#) / [Environmental topics](#) / [Air pollution](#)

Air pollution

[Change language](#)

Air pollution harms human health and the environment. In Europe, emissions of many air pollutants have decreased substantially over the past decades, resulting in improved air quality across the region. However, air pollutant concentrations are still too high, and air quality problems persist. A significant proportion of Europe's population live in areas, especially cities, where exceedances of air quality standards occur. [More](#)



Key facts and messages

Despite considerable improvements in past decades, air pollution is still responsible for more than 400 000 premature deaths in Europe each year. It also continues to damage vegetation and ecosystems. [more](#)



NORMATIVA DE REFERENCIA

Directiva 2008/50/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de mayo de 2008, relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa

Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera

Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire ambiente

La **Directiva 2008/50/CE**:

- Fija **umbrales de evaluación** por contaminante
- Criterios sobre el **método** de evaluación:
 - ✧ Ubicación de puntos de muestreo
 - ✧ Métodos de medición de referencia
 - ✧ Valores límite (para la protección de la salud humana y del medio ambiente)
 - ✧ Niveles críticos para la protección de la vegetación
 - ✧ Información para planes de acción estatales



CARACTERIZACIÓN DE CARTAGENA

Orografía

Extensión municipal: 4,9 km²
Casco histórico: 5 pequeñas colinas



Clima

Subtropical mediterráneo árido o subárido

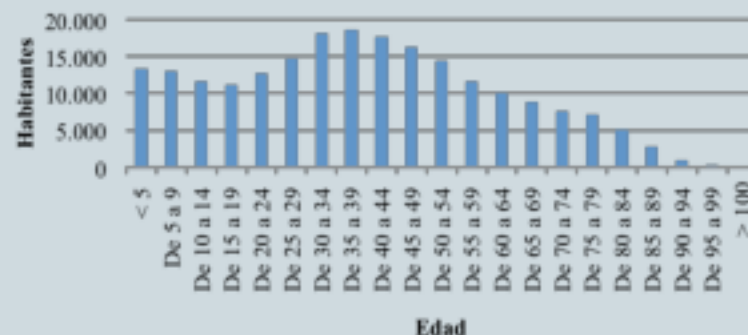
T^a media anual: 20°C (media mínimas 12°C, media máximas 28°C)

Régimen pluvial no homogéneo (130-400 mm)

Régimen de vientos regular

Reparto de la población

Total población: 216.655 habitantes
(49,7% mujeres; 50,3% hombres)



Contexto económico

- ✓ Construcción y reparación naval
- ✓ Refino de petróleo
- ✓ Producción energética
- ✓ Fabricación de carburantes
- ✓ Exportación aceite de oliva, frutas, hortalizas



PRINCIPALES FUENTES DE EMISIÓN DE CONTAMINANTES

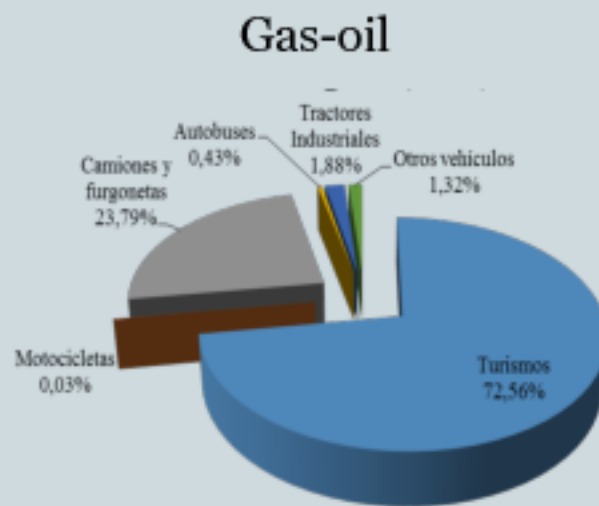
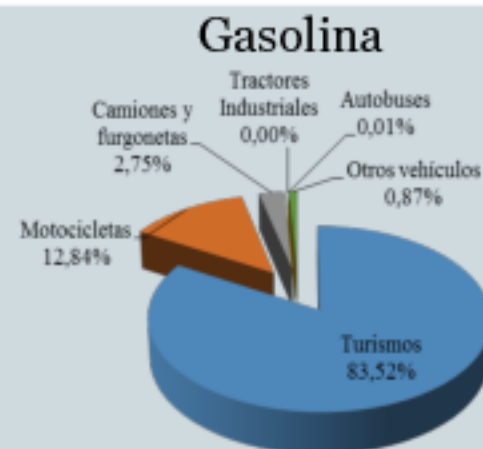
❖ Tráfico rodado

Evolución del parque de vehículos



❖ Actividad portuaria

❖ Astillero, arsenal militar y zona industrial





SITUACIÓN DE LAS ACTIVIDADES POTENCIALMENTE CONTAMINANTES

Arsenal militar y puerto de Cartagena



Polígono industrial Valle de Escombreras



Astillero (Navantia)





RED DE VIGILANCIA DE LA CARM



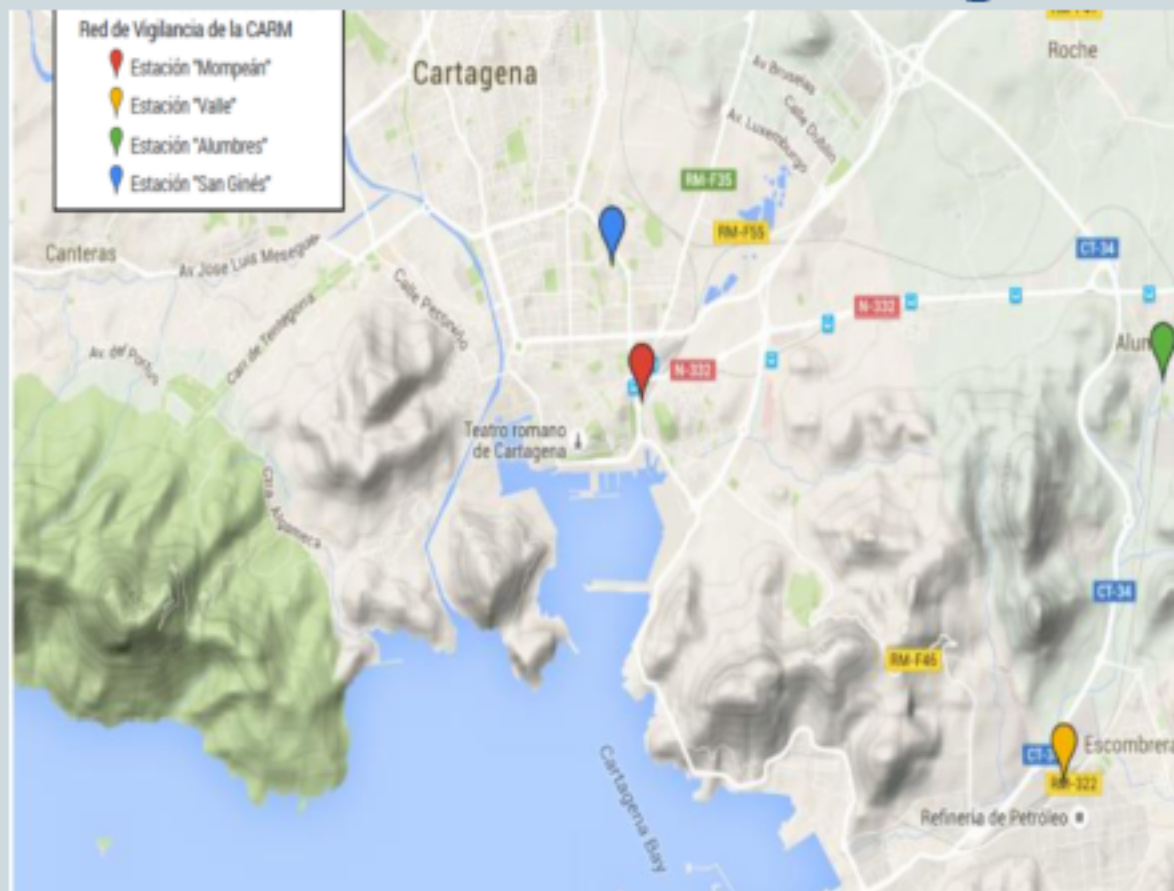
Ubicación Cartagena

Región de Murcia:
8 estaciones fijas



Calidad del Aire Horaria en Tiempo Real
Estaciones de la Red de Vigilancia

Interpretación





SELECCIÓN DEL MÉTODO DE TOMA DE MUESTRA



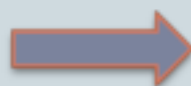
Método	Ventajas	Inconvenientes
Muestreadores pasivos	<p>Muy bajo coste de adquisición y analítico.</p> <p>Versatilidad del emplazamiento</p> <p>Muy sencillos.</p> <p>Útiles para estudios de base.</p>	<p>No útiles para algunos contaminantes.</p> <p>Transporte de muestras y análisis en laboratorio.</p> <p>En general, dan medias mensuales y semanales (promedios).</p> <p>Datos con incertidumbre.</p>
Muestreadores activos	<p>Bajo coste y fácil de operar.</p> <p>Operación segura.</p> <p>Datos históricos.</p>	<p>Medias diarias.</p> <p>Trabajo intensivo.</p> <p>Transporte de muestras y análisis en laboratorio.</p>
Analizadores automáticos	<p>Comprobados científicamente</p> <p>Altas prestaciones.</p> <p>Determina máximos, mínimos, ciclos diarios, situaciones de alerta.</p> <p>Información en tiempo real sin transporte de muestra.</p>	<p>Complejos técnicamente.</p> <p>Costosos en inversión y mantenimiento.</p> <p>Requieren personal técnico cualificado.</p> <p>Son equipos pesados y necesitan electricidad.</p>
Sensores remotos	<p>Dan datos en un espacio.</p> <p>Útil cerca de las fuentes.</p> <p>Medidas de multicomponentes.</p>	<p>Muy complejos.</p> <p>Difíciles de operar, calibrar y validar.</p> <p>No siempre comparables con medidas puntuales.</p>



TOMA DE MUESTRA: CAPTADOR PASIVO RADIELLO

- ✓ Incluido en la ISO 16200-2 “Estándares para la toma de muestras y análisis de compuestos orgánicos volátiles”
- ✓ Utilizado en la mayor parte de los proyectos internacionales para el análisis de la concentración de benceno y precursores del ozono

Diseño radial



Velocidades de difusión elevadas y constantes (mayor sensibilidad para medir concentración de contaminantes en aire)



Principio de Captación regido por la 1ª Ley de Fick:

$$N_A = \Psi_t \cdot D_A \cdot S \cdot \frac{C_{A0} - C_{A1}}{L_1} = D_A \cdot S \cdot \frac{C_{A1}}{L_2} = \frac{C_{A0}}{\left(\frac{L_1}{\Psi_t \cdot D_A \cdot S}\right) + \frac{L_2}{D_A \cdot S}}$$

$$C_A = \frac{m}{\Psi D \frac{2\pi h}{\ln \frac{r_d}{r_a}} t}$$



$$C_A (\mu\text{g}/\text{m}^3) = \frac{m_A (\mu\text{g})}{t(\text{min}) \cdot \text{SR}(\text{cm}^3/\text{min})} \cdot 10^6$$



ENSAMBLAJE DEL CAPTADOR PASIVO RADIELLO

Cuerpos difusores cilíndricos



BTX

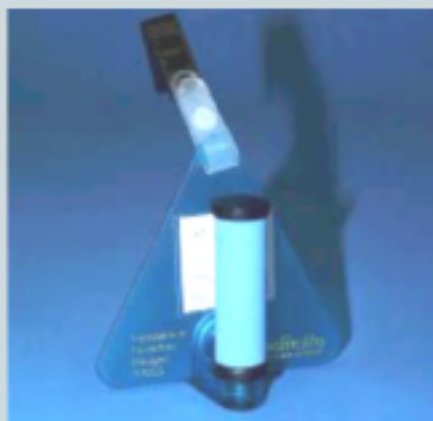


NO₂ y O₃

Agente adsorbente



Captador Radiello ensamblado



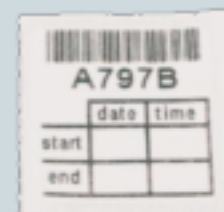
Tubo para transportar el agente adsorbente



Cubierta protectora



Etiqueta identificativa

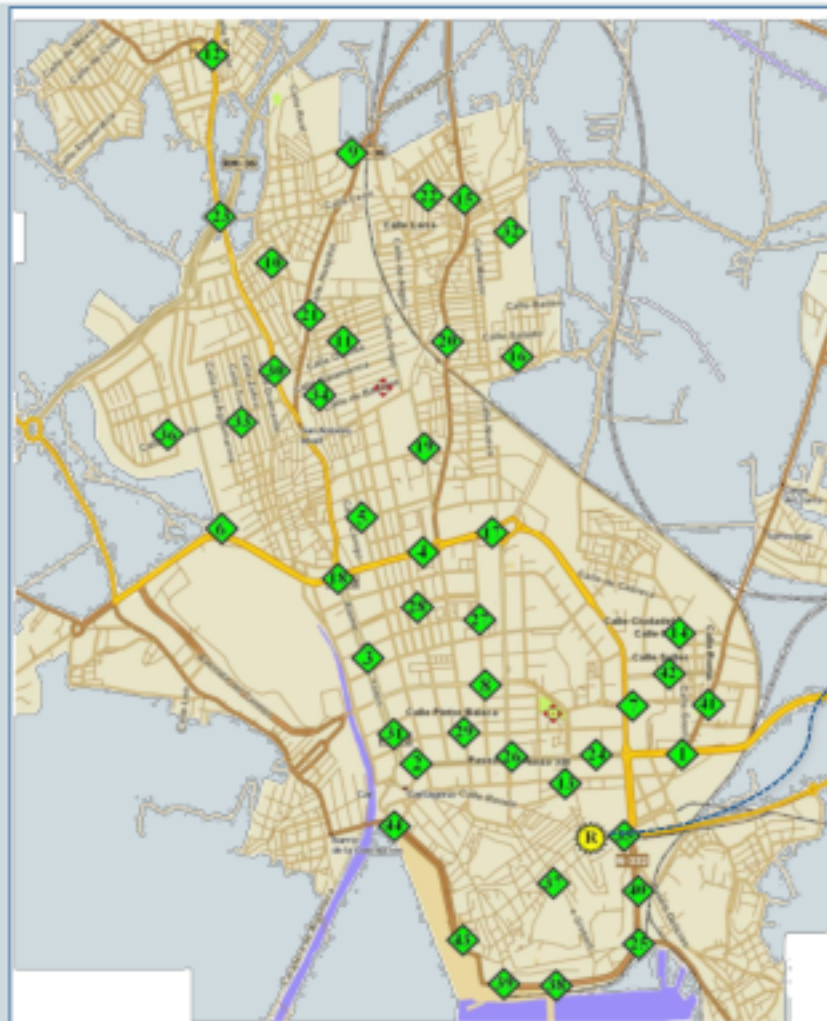


Soporte





UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO



**Campaña de muestreo:
15 al 22 de julio de 2009**

**44 puntos de muestreo
(numerados):**

- ◇ 60-70% valores de fondo
- ◇ 20% valores máximos
- ◇ 10% valores exteriores (acotar mapa de concentración)

Estación meteorológica
(información horaria):

- ◇ Presión
- ◇ Temperatura
- ◇ Humedad
- ◇ Velocidad viento
- ◇ Dirección viento
- ◇ Radiación solar



DETERMINACIÓN DE O_3 : ESPECTROFOTOMETRÍA VISIBLE

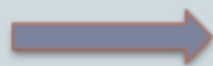
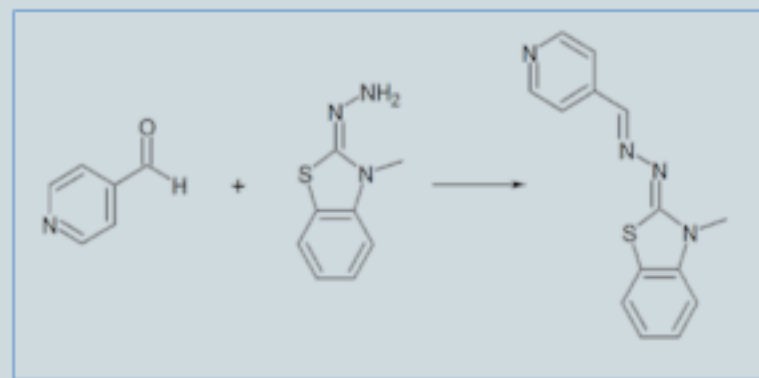
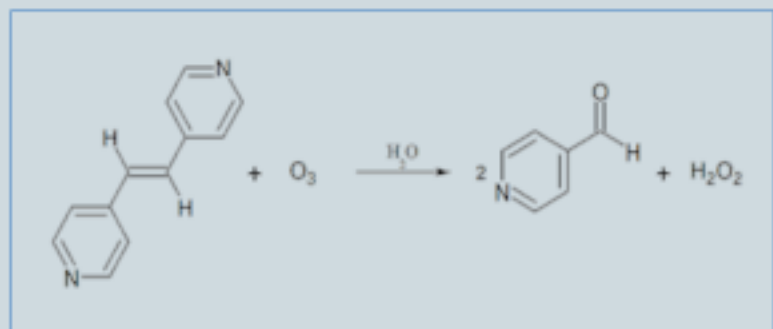


Captador pasivo para medir ozono:

Adsorbente: Cartucho de polietileno microporoso relleno de 1,2-di(4,4-piridil)etileno (DPE) recubierto de gel de sílice y cerrado con politetrafluoroetileno (PTFE)

✧ El DPE por ozonolisis se transforma en un ozónido, y éste por hidrólisis, en el 4-piridilaldehído

✧ Se hace reaccionar con una disolución ácida de 3-metil-2-benzotiazolinon hidrazona (MTBH) produciendo una **azida** de color **amarillo**



Se mide la absorbancia de la azida a 430 nm

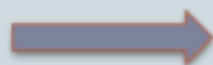
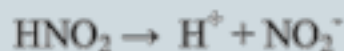
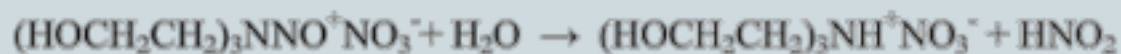
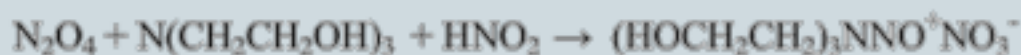
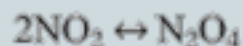


DETERMINACIÓN DE NO₂: ESPECTROFOTOMETRÍA VISIBLE

Captador pasivo para medir NO₂:

Adsorbente: Cartucho de polietileno microporoso recubierto de trienanolamina (TEA)

❖ El NO₂ es quimiadsorbido por el TEA como ión nitrito



Se mide la absorbancia
del ión nitrito a 537 nm



DETERMINACIÓN DE COV: CROMATOGRAFÍA DE GASES

Captador pasivo para medir COV:

Cartucho cilíndrico de tela metálica en acero inoxidable de 5.9 mm de diámetro con lecho de carbón activo (530 ± 30 mg) como adsorbente. COV atrapados por adsorción.

Desorción con CS_2

Estándar interno:
2,4-difluorotolueno

Límite inferior de detección:

$$m_{\text{LID}} = m_{\text{blanco}} + 2 \sigma_{\text{blanco}}$$

Al ser $m_{\text{blanco}} = 0$:

$$m_{\text{LID}} = 2 \sigma_{\text{blanco}}$$



Análisis por **cromatografía de gases** con detector de ionización de llama FID



MAPAS DE ISOCONCENTRACIÓN: PROGRAMA SURFER 8.0



- ❖ **Mapa digitalizado:** cada punto tiene un valor de coordenadas espaciales X,Y.
- ❖ Este mapa se carga en **Surfer** y en él se ubican los puntos de muestreo,
- ❖ Se indica el número de intervalos en que se dividirán los ejes X e Y, de este modo, queda establecido el número de celdillas de la **mall regular**, al igual que las dimensiones de éstas.
- ❖ Se crea una malla donde cada nodo tiene un **valor de concentración interpolado** según el método función radial base multicuadrática.



**Mapas de
isoconcentración** para
cada contaminante



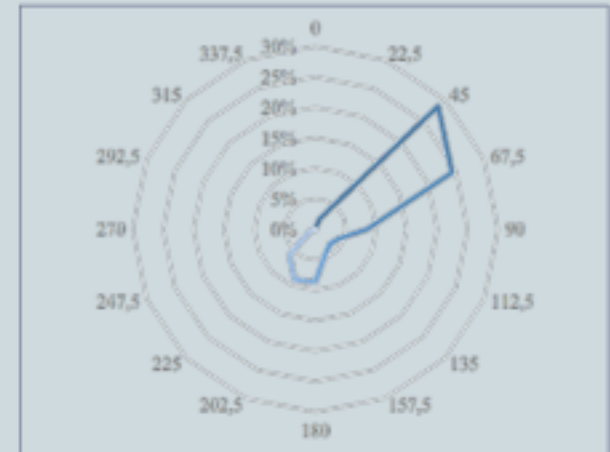
RESULTADOS AMBIENTALES

DISPERSIÓN HORIZONTAL DE CONTAMINANTES

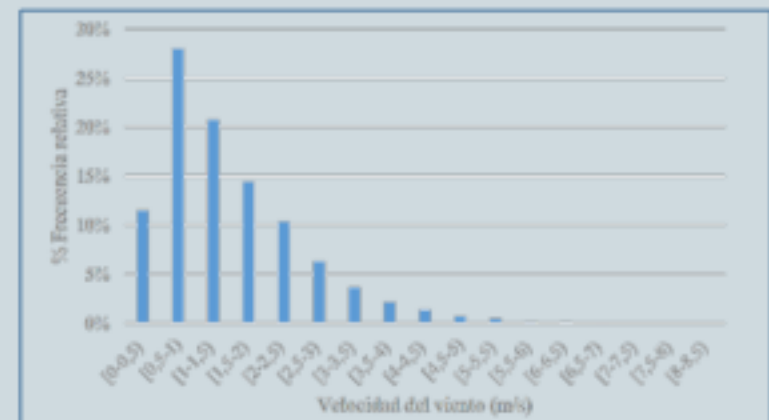
Dirección viento: Homogénea a lo largo del año



Vientos ENE y SSO
Humedad media: 60 %
Temperatura media: 22 °C



Velocidad del viento

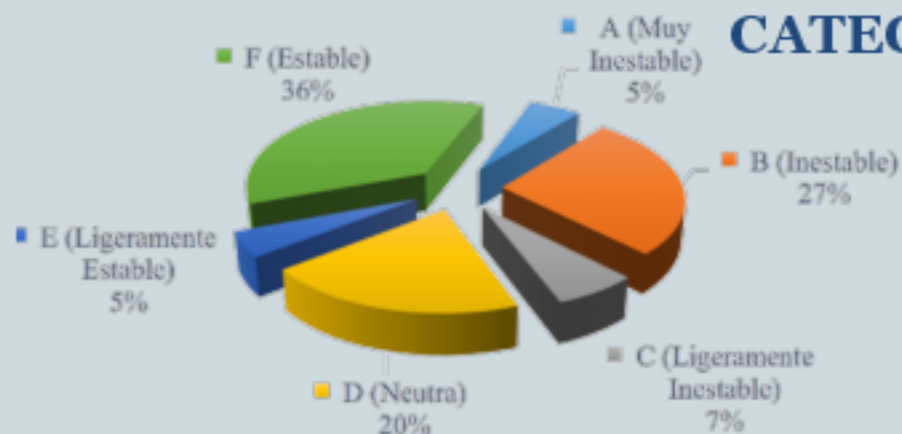




DISPERSIÓN VERTICAL DE CONTAMINANTES



CATEGORIZACIÓN DE LA ATMÓSFERA



Método de Pasquill-Gifford:

Atmósfera bastante estable (*tipo E y F*) excepto horas centrales del día (*tipo A y B*)

Tipo de estabilidad y su gradiente térmico representativo (°C/100m)

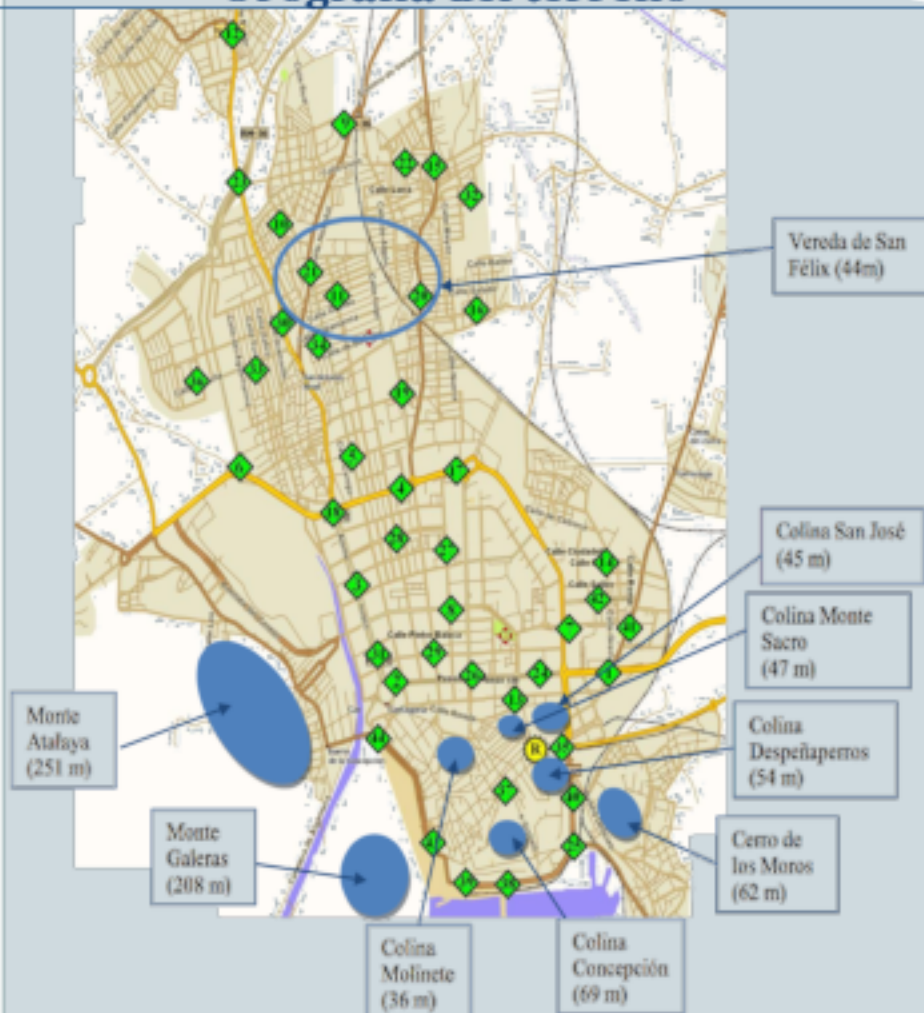
Gradiente térmico medio (°C/100m)

	A (-2,0)	B (-1,8)	C (-1,6)	D (-1,0)	E (+0,5)	F (+2,0)	
Viento procedente del interior (dirección ENE)	5	23	11	22	5	26	-0,40
Viento procedente del mar (dirección SSO)	4	20	0	10	3	23	-0,11



DISPERSIÓN HORIZONTAL DE CONTAMINANTES

Orografía del terreno



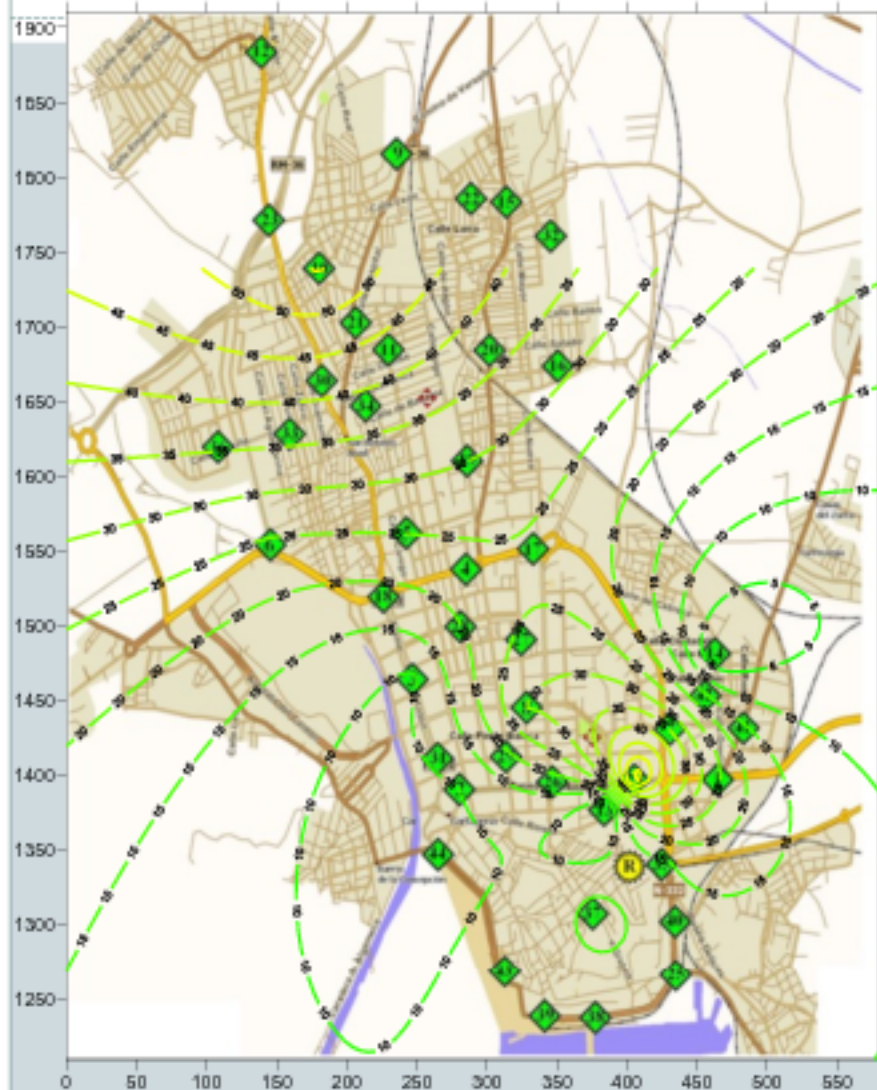
Zonas edificios de distintas alturas



Movimientos de microescala



RESULTADOS DE CONCENTRACIÓN DE O_3



RESULTADOS DEL ESTUDIO Sistema de Captación Pasiva

Concentración de O_3

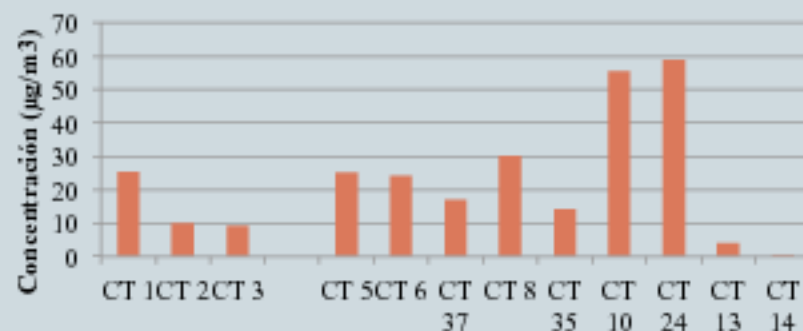
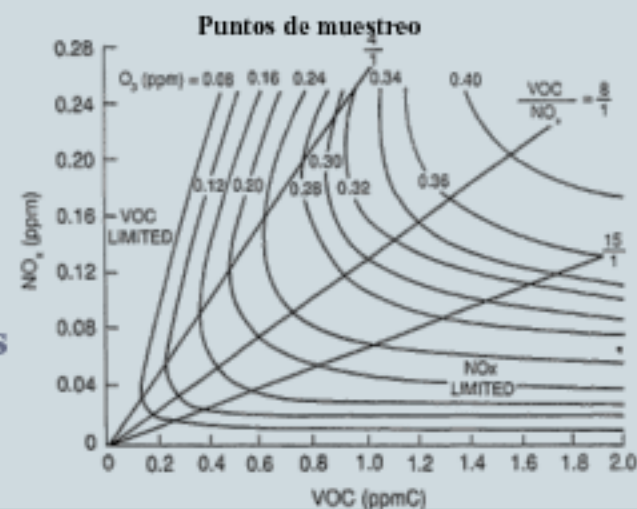


Diagrama de isopletas de O_3



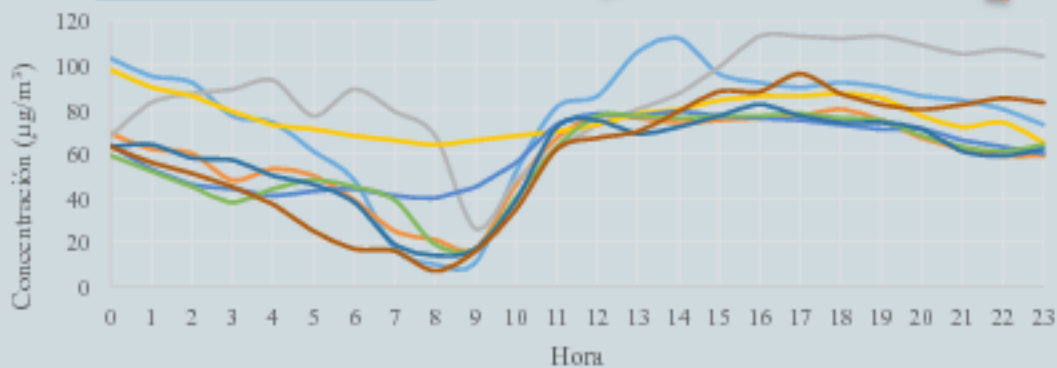


PERFIL DIARIO DE CONCENTRACIÓN DE O₃



Atmósfera
superadiabática

Atmósfera
subadiabática



Datos horarios:
**Estación de
Mompeán**

- Miércoles 15/7/09
- Jueves 16/7/09
- Viernes 17/7/09
- Sábado 18/7/09
- Domingo 19/7/09
- Lunes 20/7/09
- Martes 21/7/09
- Miércoles 22/7/09

Efecto fin de semana
*(Estación Mompeán, Red
de Vigilancia CARM)*



- Sábado 18/7/09
- Domingo 19/7/09

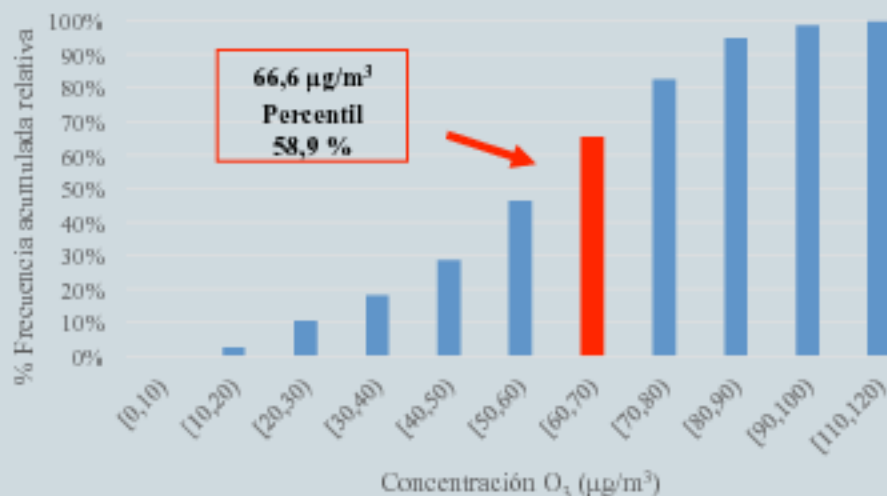
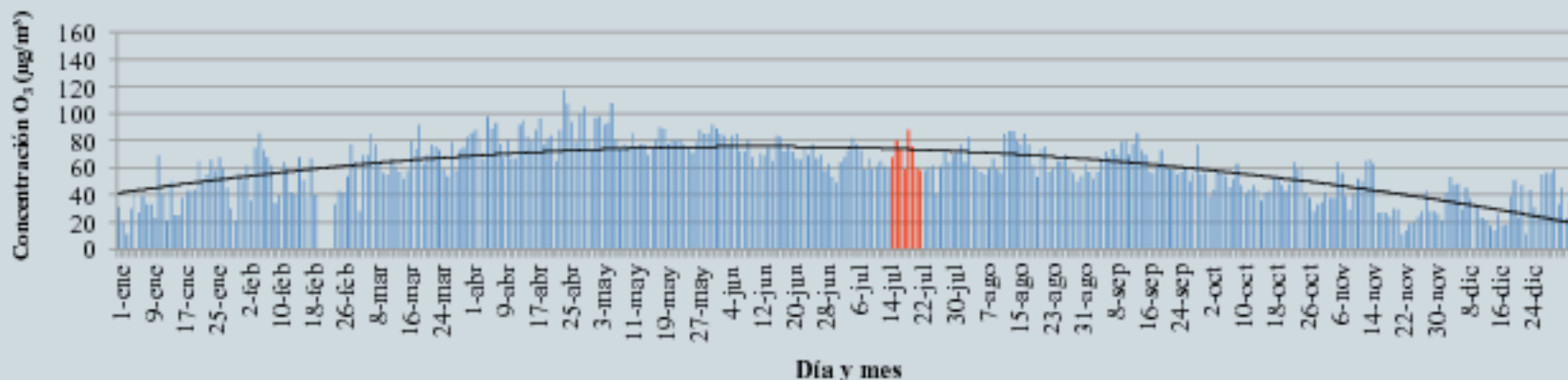




UBICACIÓN DEL MUESTREO



Concentración diaria de O_3 Estación de Mompeán



**Situación de la campaña de
muestreo en los datos
anuales**
*(Estación Mompeán, Red de
Vigilancia CARM)*



DISCUSIÓN DE LOS NIVELES DE O₃ EN RELACIÓN A LA LEGISLACIÓN

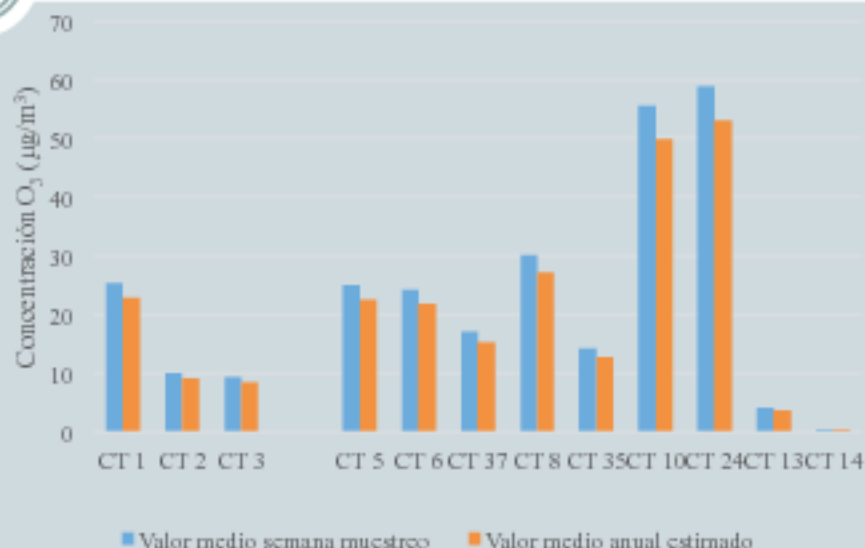
Valor objetivo, umbral de información y umbral de alerta para el ozono (Real Decreto 102/2011)

Valor objetivo para la protección de la salud humana **120 µg/m³**
(no deberá superarse más de 25 días por cada año civil de promedio en un período de 3 años)
(máxima diaria de las medias móviles octohorarias)

Umbral de información **180 µg/m³**

(promedio horario)

Umbral de alerta **240 µg/m³**
(promedio horario)
(A efectos de la aplicación del artículo 25 del citado Real Decreto, la superación del umbral se debe medir o prever durante tres horas consecutivas)



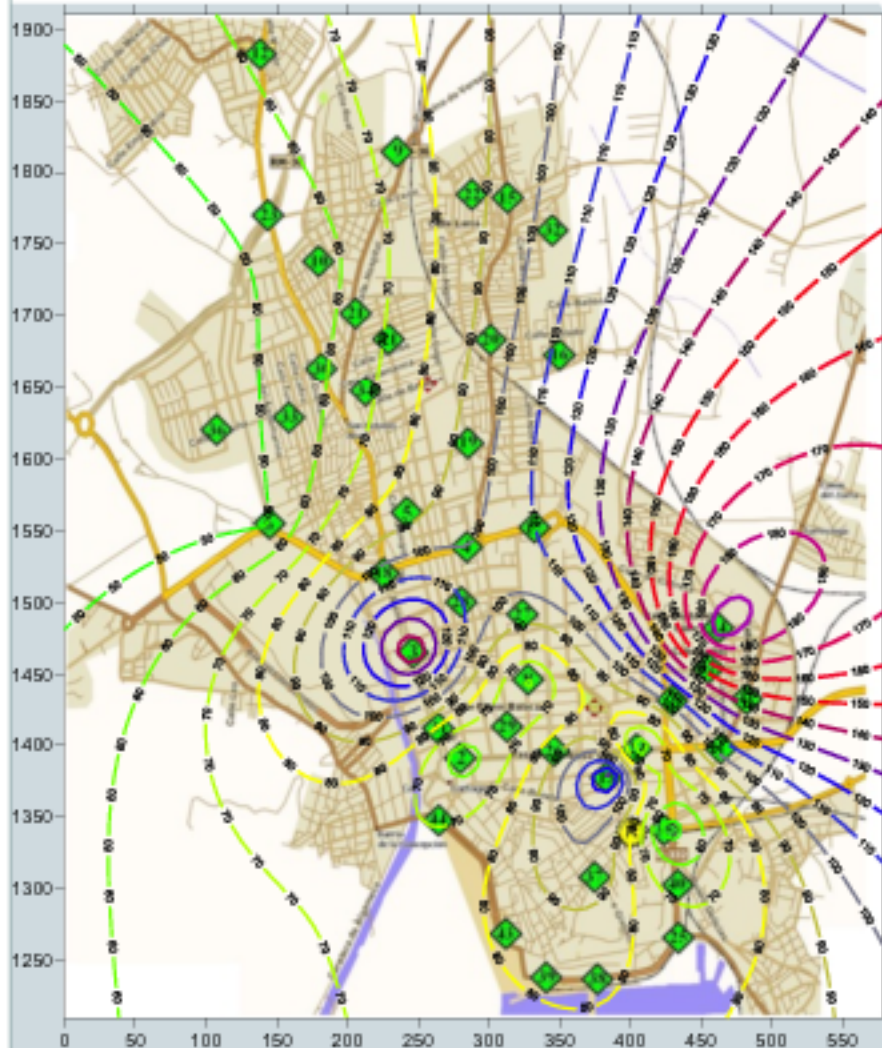
Sistema de muestreo pasivo



No se dispone de **medias móviles octohorarias** para comparar con el valor objetivo



RESULTADOS DE CONCENTRACIÓN DE NO₂



RESULTADOS DEL ESTUDIO Sistema de Captación Pasiva

Concentración de NO₂

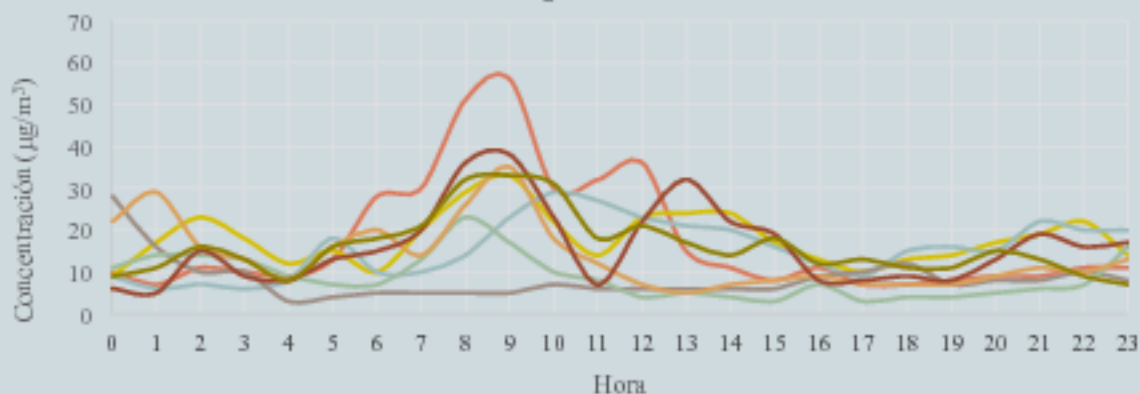




PERFIL DIARIO: CONCENTRACIÓN NO₂



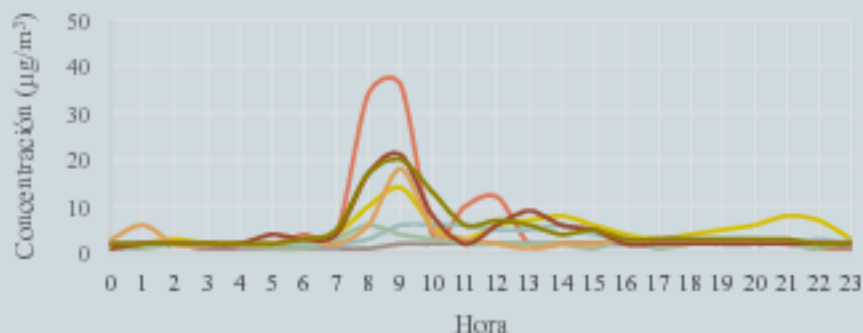
CONCENTRACIÓN DE NO₂ EN CARTAGENA



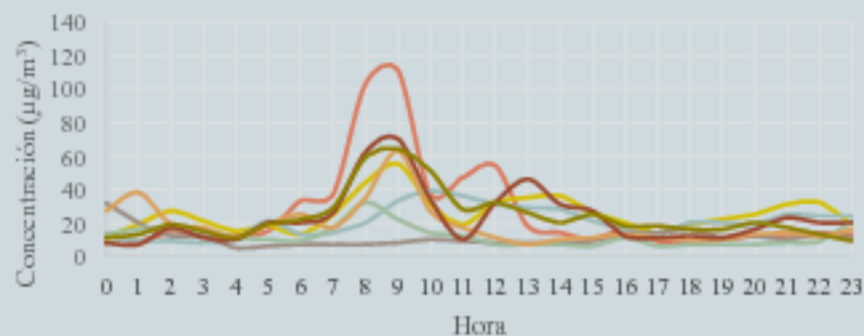
Datos horarios:
**Estación de
Mompeán**

Miércoles 15/7/09 Jueves 16/7/09 Viernes 17/7/09 Sábado 18/7/09
Domingo 19/7/09 Lunes 20/7/09 Martes 21/7/09 Miércoles 22/7/09

CONCENTRACIÓN DE NO



CONCENTRACIÓN DE NO_x

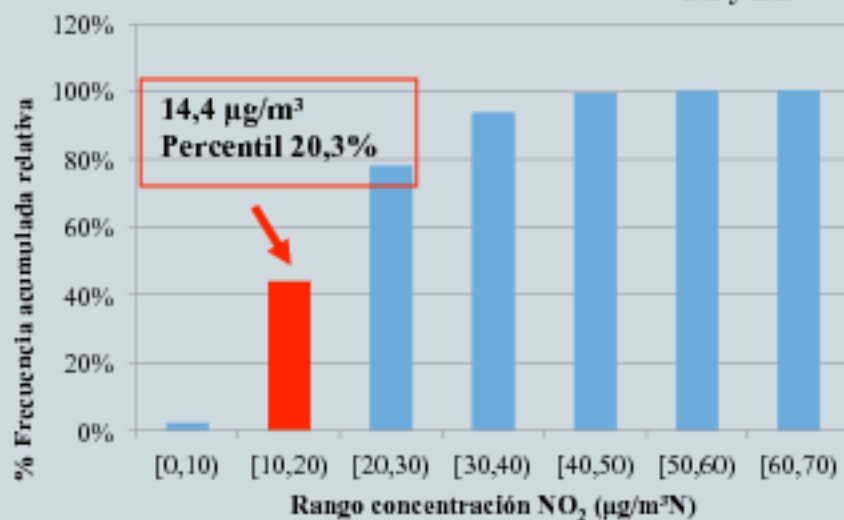
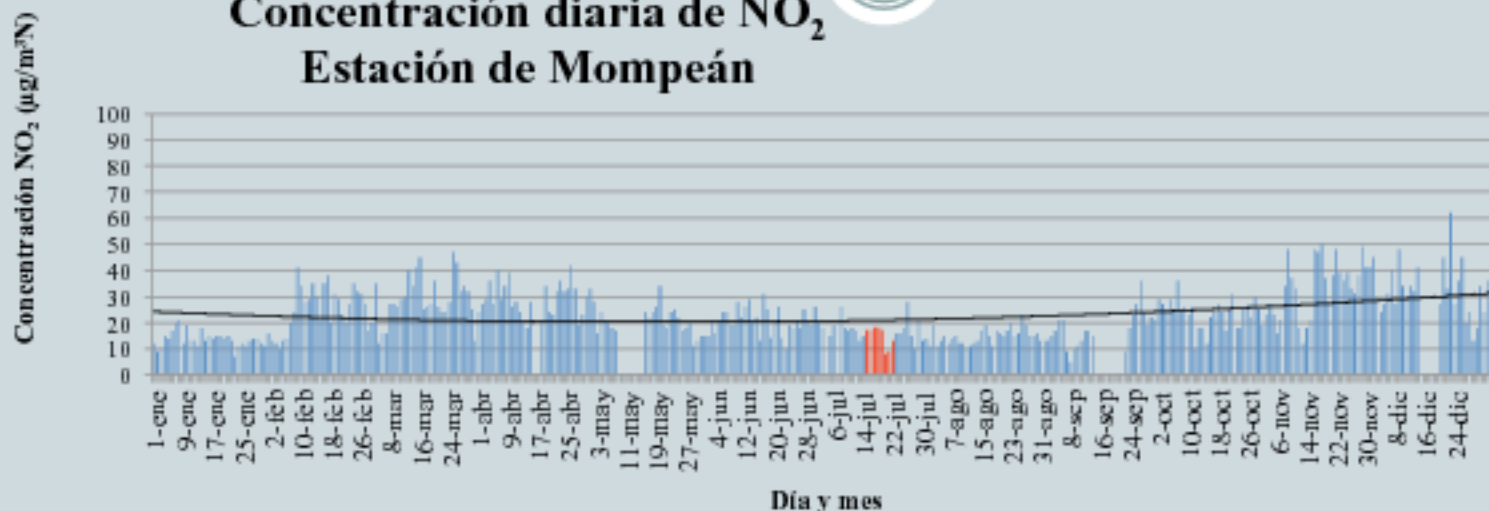




UBICACIÓN DE LA CAMPAÑA DE MUESTREO. PERCENTIL



Concentración diaria de NO₂ Estación de Mompeán



**Situación de la campaña de
muestreo en los datos
anuales**
*(Estación Mompeán, Red de
Vigilancia CARM)*



DISCUSIÓN DE LOS NIVELES DE NO₂ EN RELACIÓN A LA LEGISLACIÓN

Valor límite horario, límite anual, crítico y umbral de información para NO₂ y para NO_x (Real Decreto 102/2011)

Valor límite horario 200 µg/m³ de NO₂
(promedio de una hora) (no deberá superarse más de 18 ocasiones por año civil).

Valor límite anual 40 µg/m³ de NO₂
(promedio de 1 año civil):

Nivel crítico 30 µg/m³ de NO_x
(promedio de 1 año civil) (expresado como NO₂)

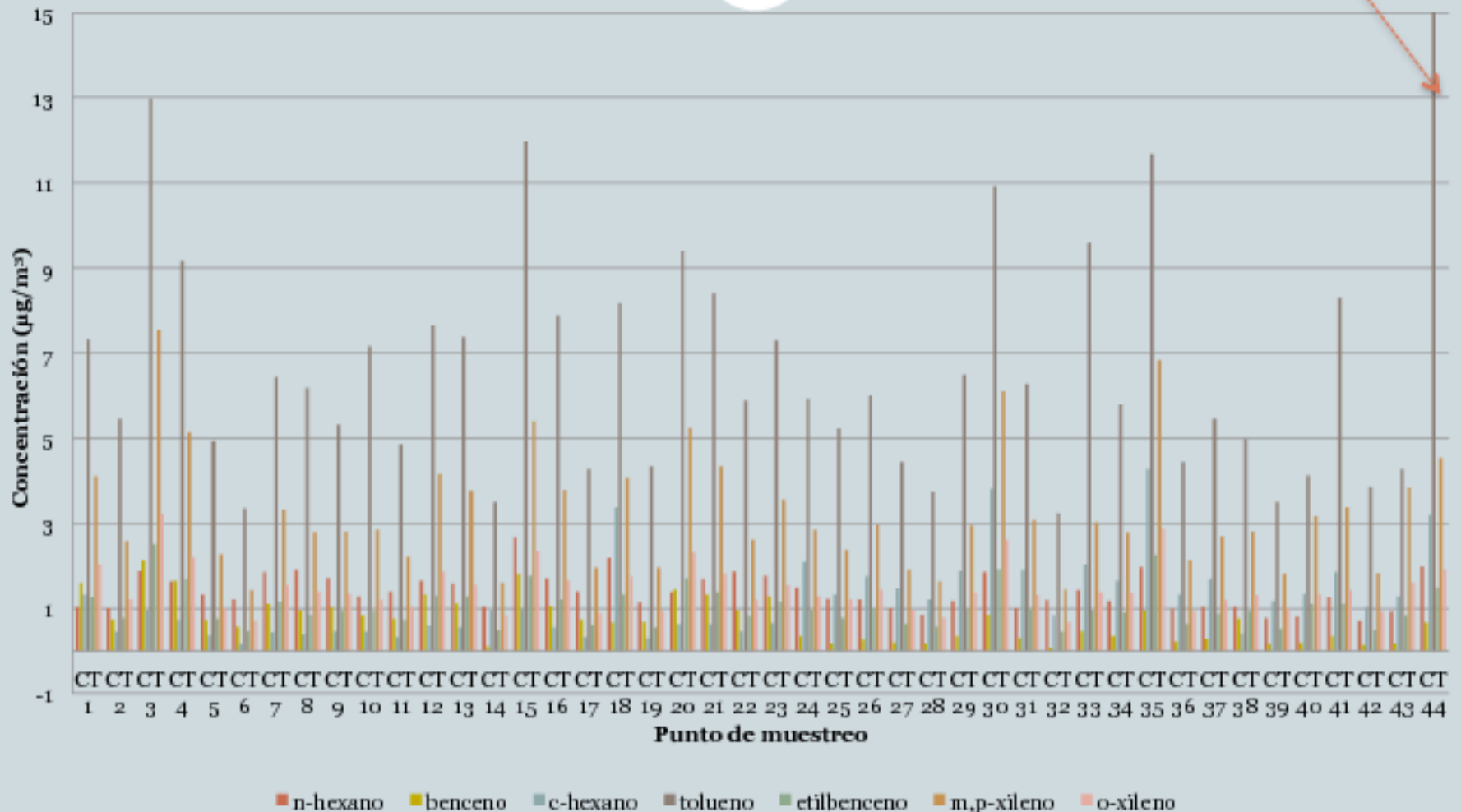


Los valores medios anuales estimados de NO₂ se encuentran **por encima del límite legal** establecido en el RD 102/2011



RESULTADOS DE CONCENTRACIÓN DE COV

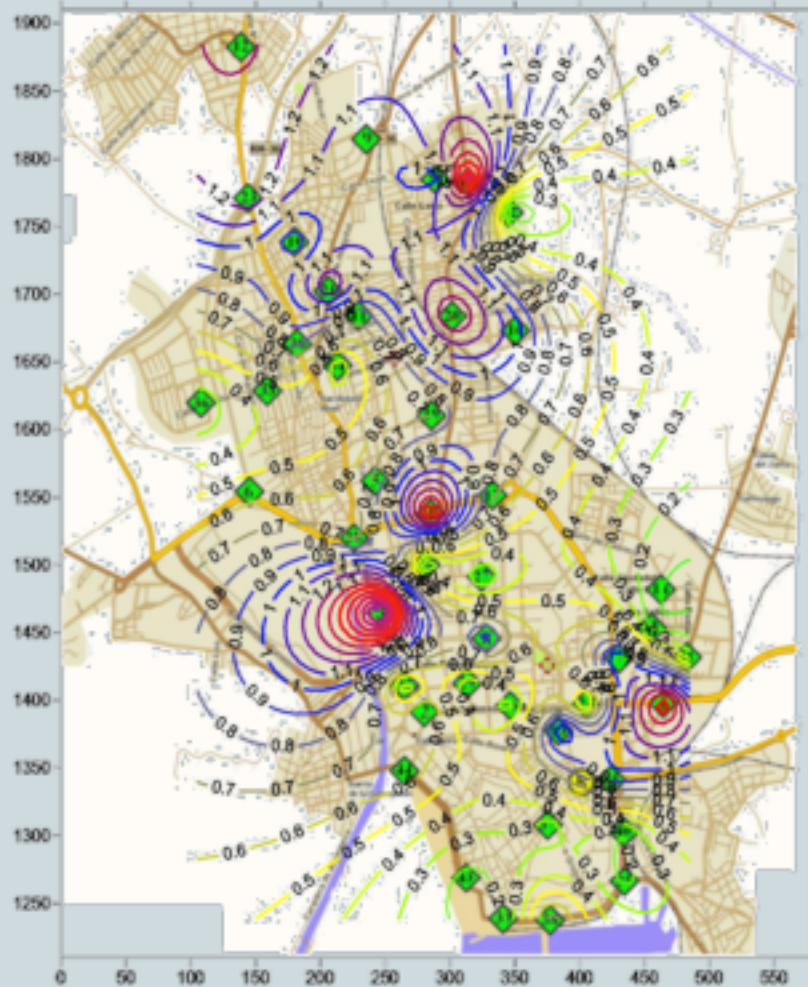
Concentración tolueno: 38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (fuera de escala)



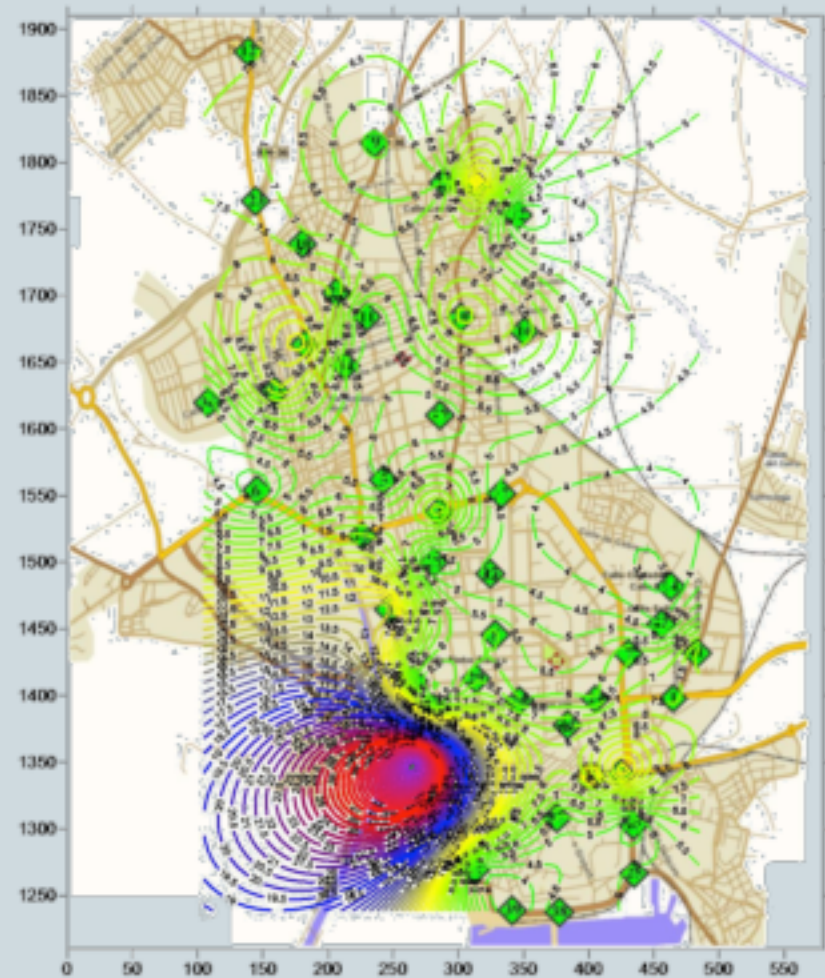


RESULTADOS DE CONCENTRACIÓN DE COV

benceno



tolueno

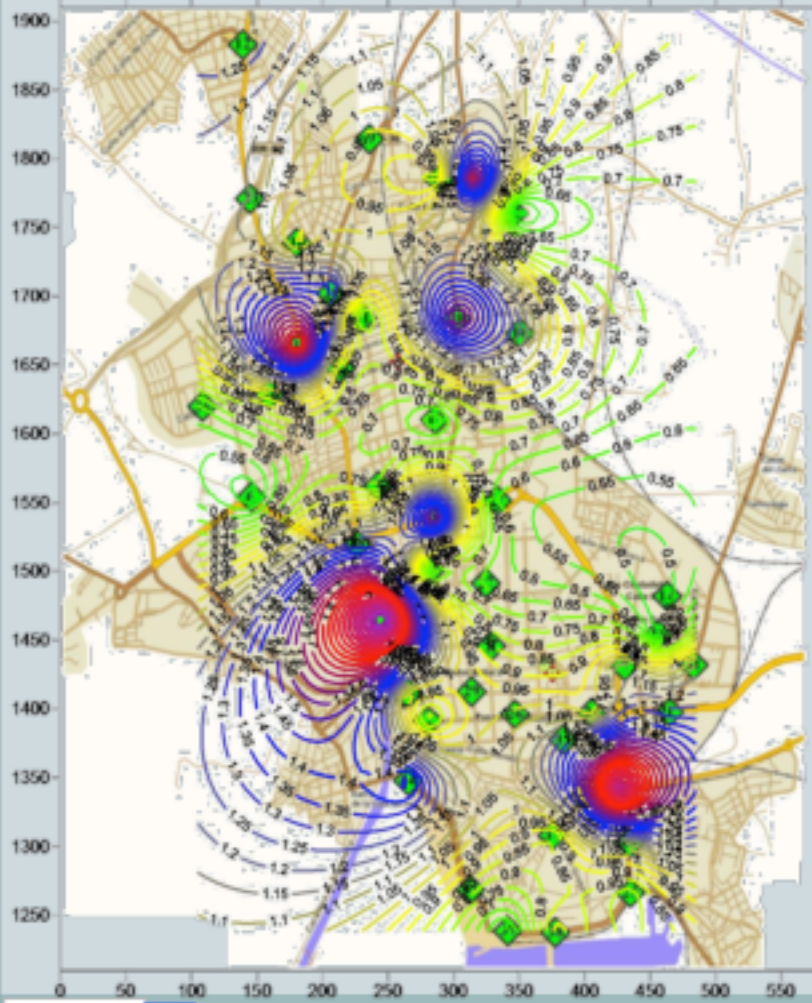




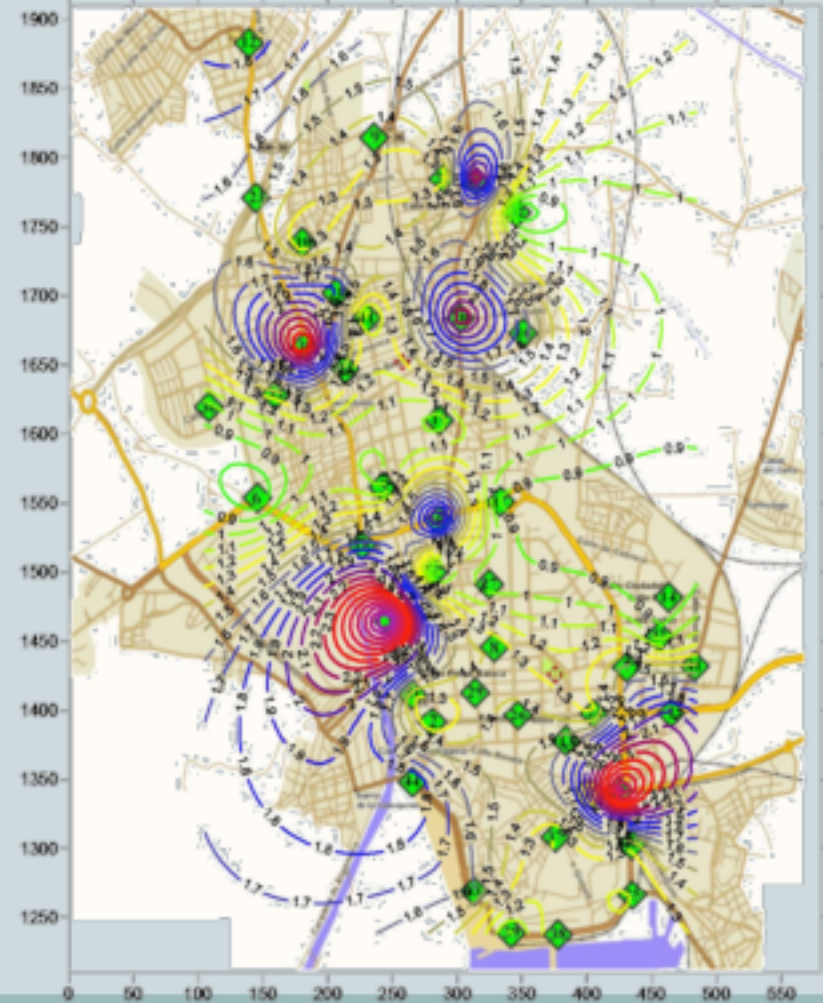
RESULTADOS DE CONCENTRACIÓN DE COV



etilbenceno



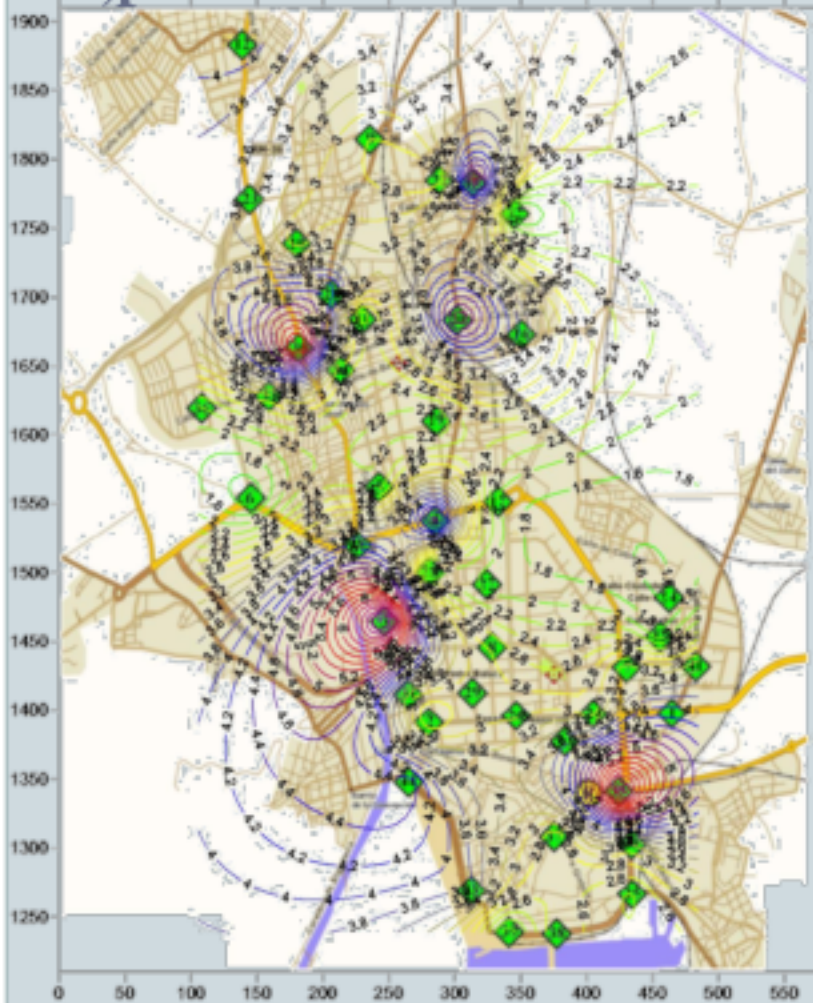
o-xileno



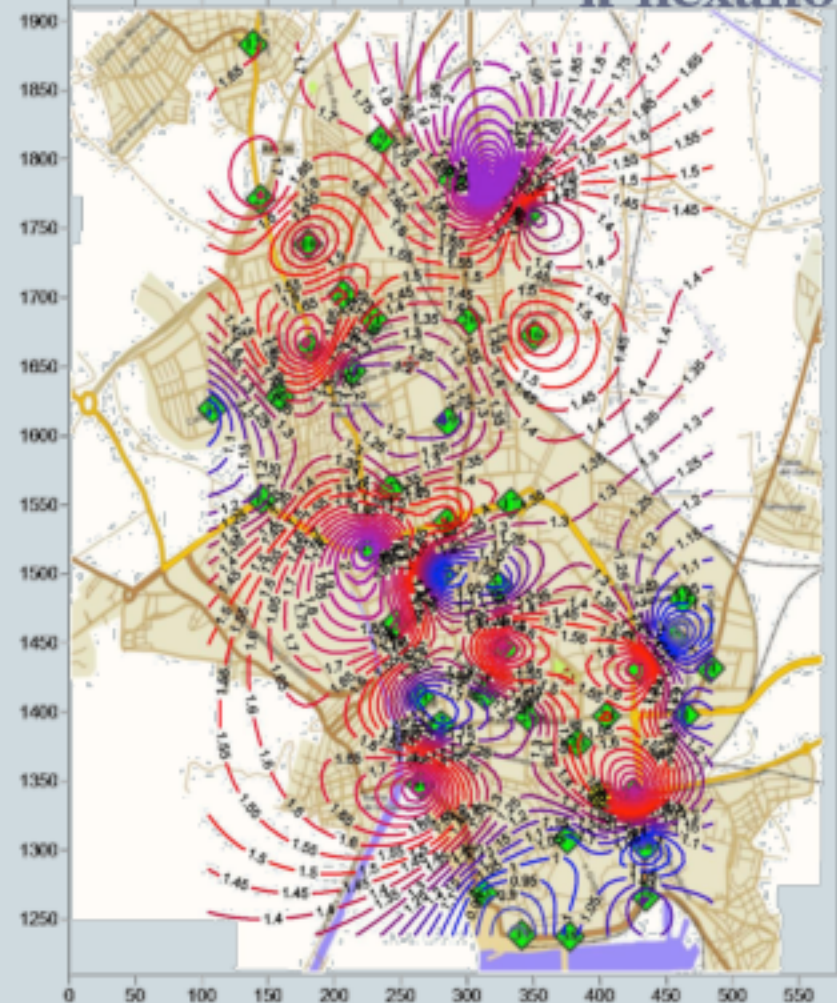


RESULTADOS DE CONCENTRACIÓN DE COV

m,p-xileno



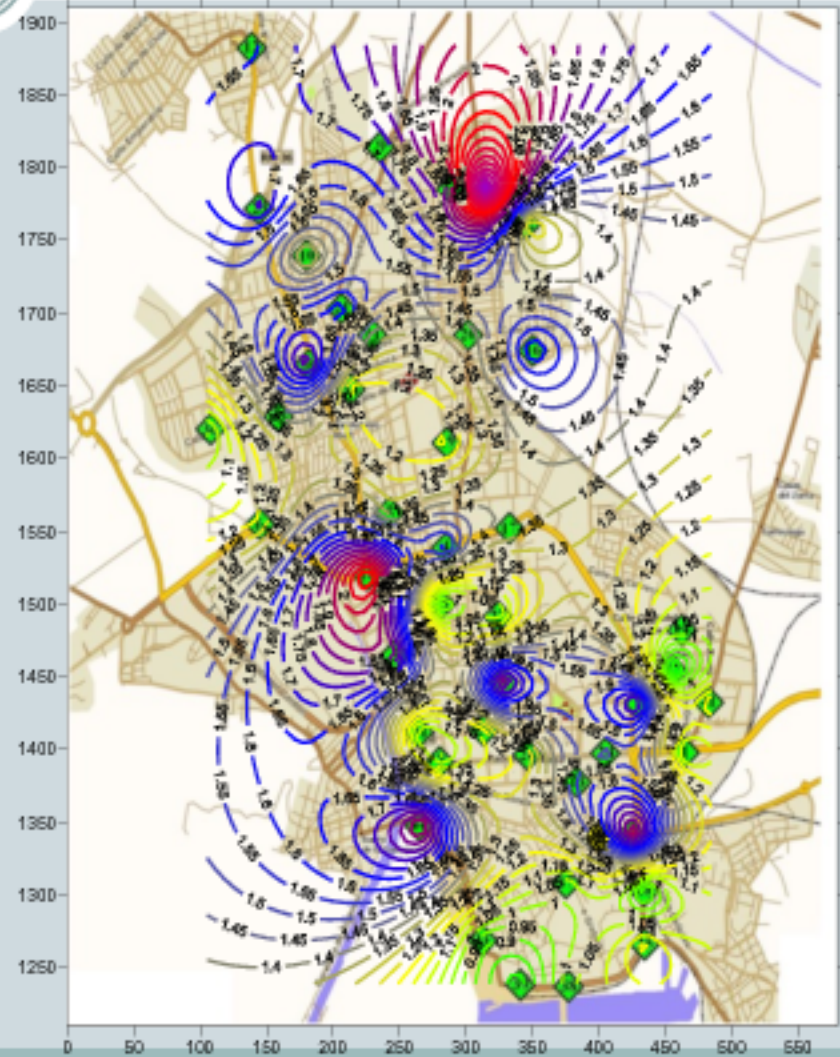
n-hexano





RESULTADOS DE CONCENTRACIÓN DE COV

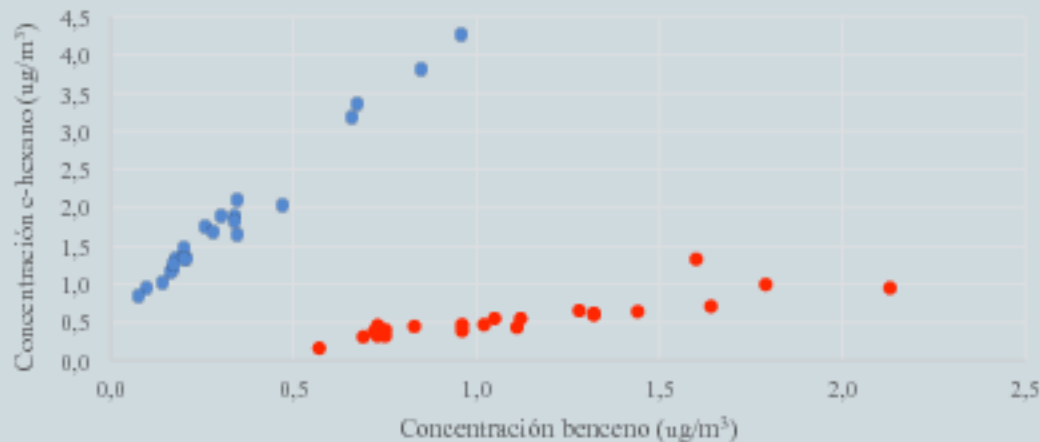
Mapa de
isoconcentración
de **c-hexano**





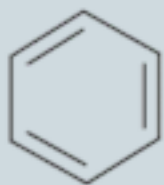
RELACIÓN ENTRE LAS CONCENTRACIONES DE COV

Ratio c-hexano vs benceno

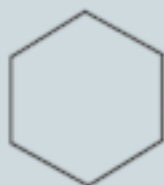


RATIOS ENTRE COV CON VELOCIDAD DE DEGRADACIÓN LENTA

Factor controlante:
Dispersión horizontal



$t_{1/2} \approx 9,5$ días

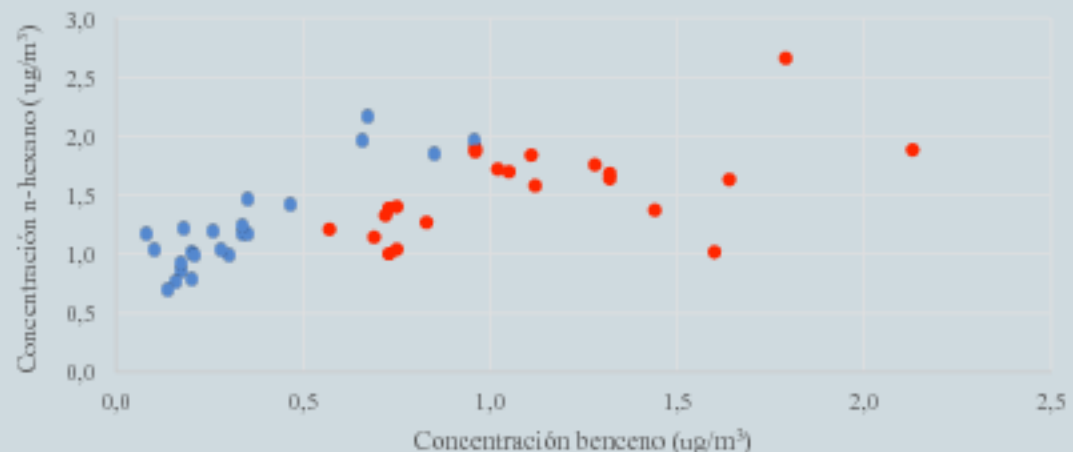


$t_{1/2} \approx 2,2$ días



$t_{1/2} \approx 2,9$ días

Ratio n-hexano vs benceno

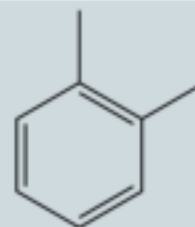




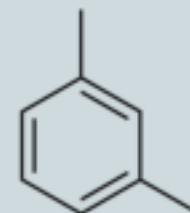
RATIOS ENTRE COV CON VELOCIDAD DE DEGRADACIÓN RÁPIDA

Factor controlante:
Velocidad de emisión

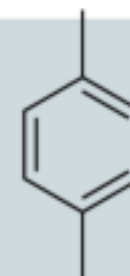
Ratio tolueno vs o-xileno



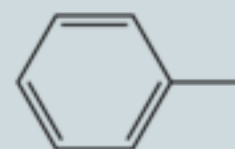
$t_{1/2} \approx 1$ día



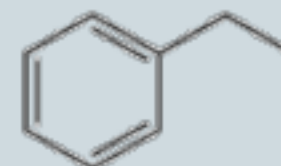
$t_{1/2} \approx 0,6$ días



$t_{1/2} \approx 1$ día

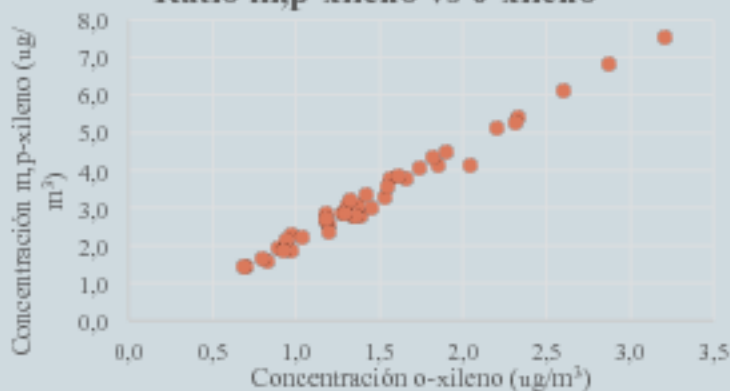


$t_{1/2} \approx 2,1$ días

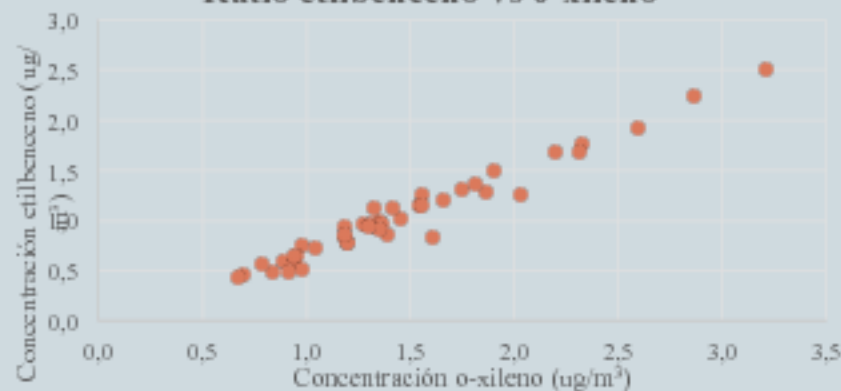


$t_{1/2} \approx 1,5$ días

Ratio m,p-xileno vs o-xileno



Ratio etilbenceno vs o-xileno

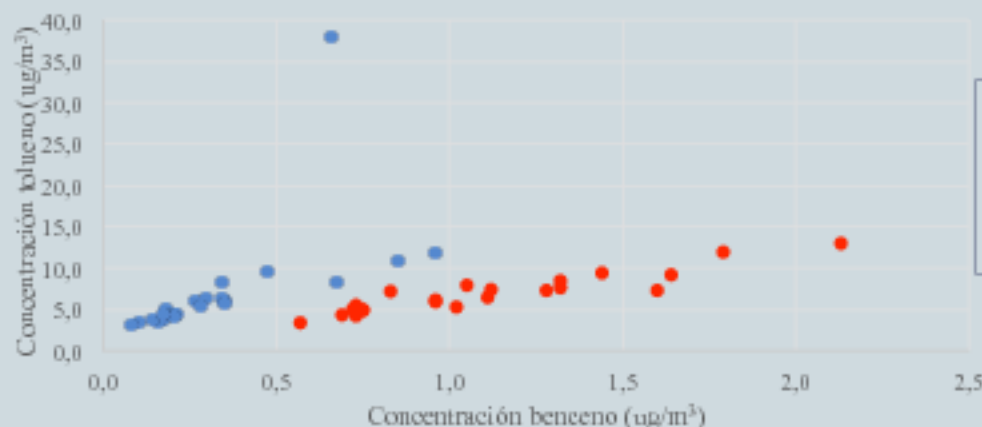




RELACIÓN ENTRE LAS CONCENTRACIONES DE COV

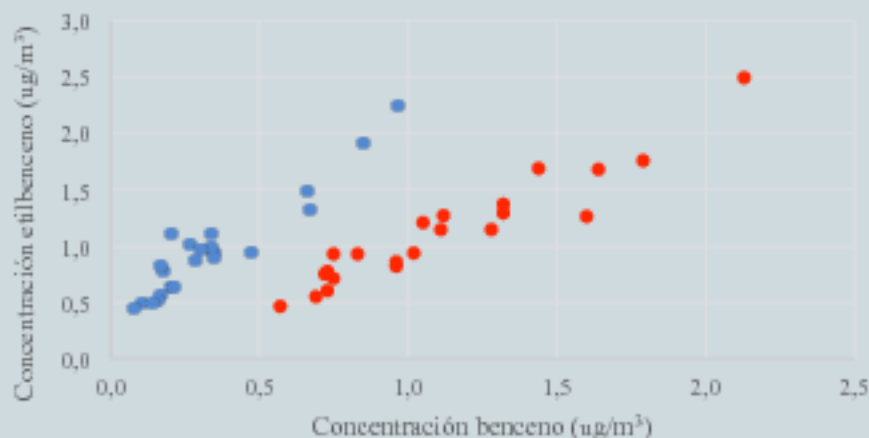


Ratio tolueno vs benceno

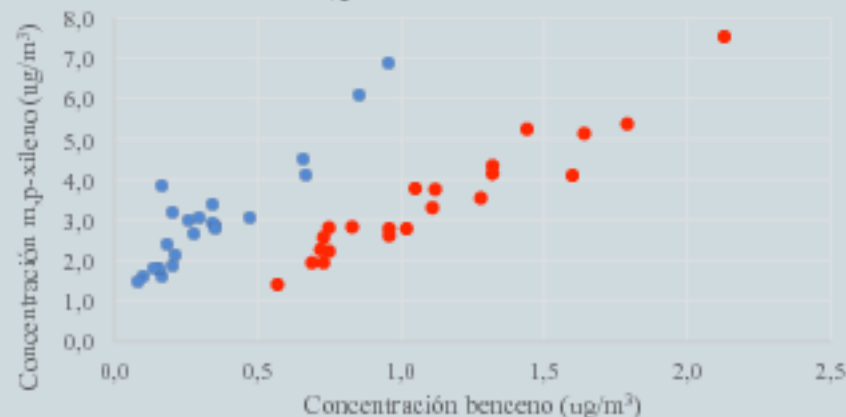


RATIOS ENTRE COV CON VELOCIDAD DE DEGRADACIÓN DIFERENTE

Ratio etilbenceno vs benceno

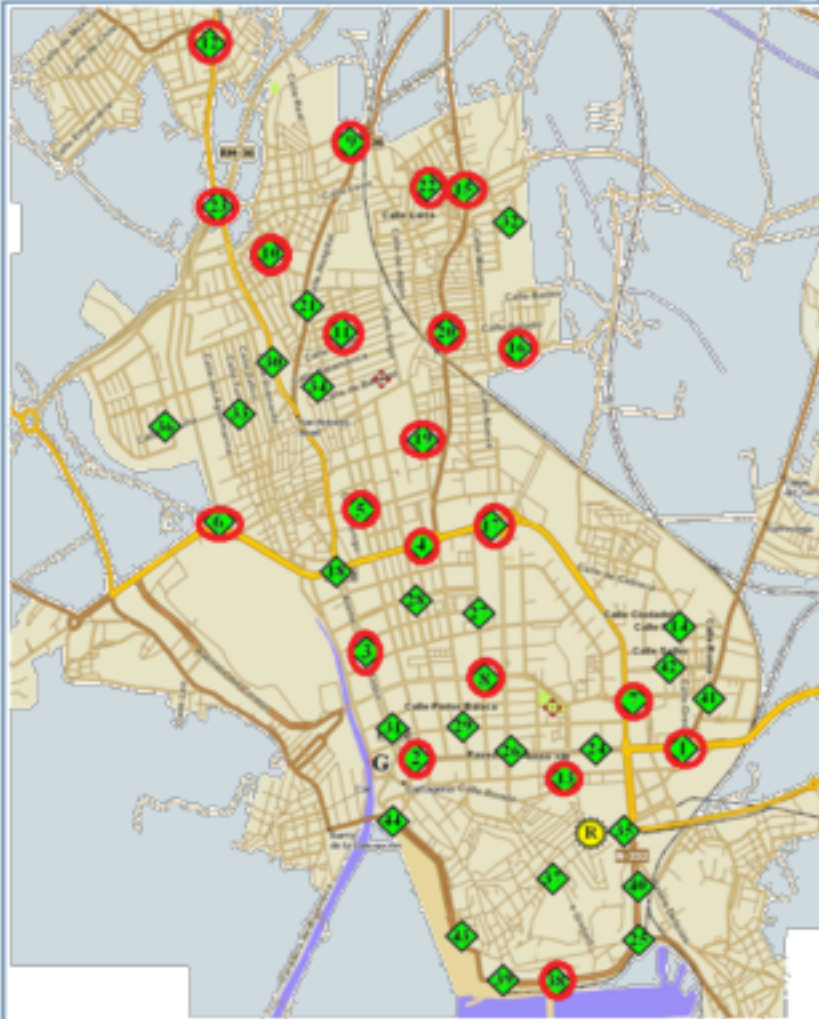


Ratio m,p-xileno vs benceno





CLASIFICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO



**PUNTOS
ROJOS**



- ❖ Zonas de mala aireación
- ❖ Acumulación de contaminantes

**PUNTOS
VERDES**

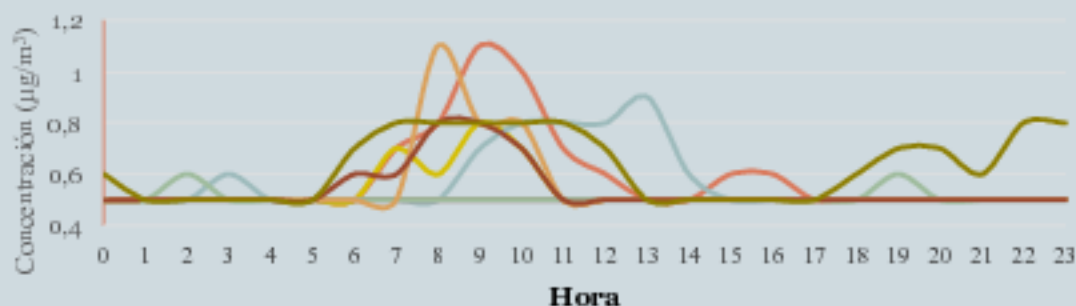


- ❖ Zonas de buena aireación
- ❖ Buena dispersión de contaminantes



PERFIL DIARIO: CONCENTRACIÓN DE COV

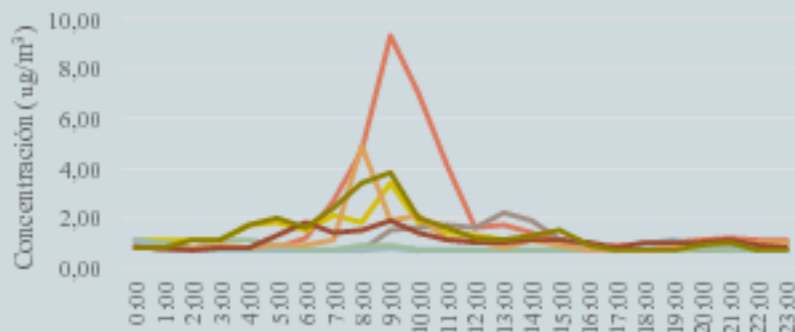
CONCENTRACIÓN HORARIA DE BENCENO



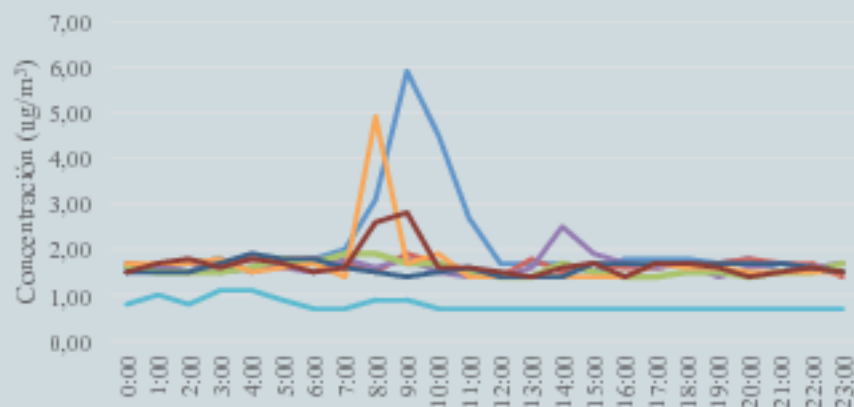
— Miércoles 15/7/09 — Jueves 16/7/09 — Viernes 17/7/09
— Sábado 18/7/09 — Domingo 19/7/09 — Lunes 20/7/09
— Martes 21/7/09 — Miércoles 22/7/09

Datos horarios:
**Estación de San
Ginés**

CONCENTRACIÓN HORARIA DE TOLUENO



CONCENTRACIÓN HORARIA DE XILENO





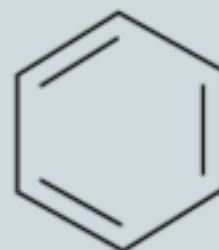
DISCUSIÓN DE LOS NIVELES DE COV EN RELACIÓN A LA LEGISLACIÓN



Benceno:
único COV regulado

**Valor límite para la protección de la salud
(Real Decreto 102/2011)**

Valor límite anual **5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de benceno**
(promedio de 1 año civil):



Sólo se dispone de datos de la
Red de Vigilancia de la CARM
hasta el 18 de agosto de 2009



**No se puede estimar
el valor medio anual**

Los valores de COV no varían mucho a lo largo
del año, **no parece que la concentración de
benceno en aire supere los límites legales**



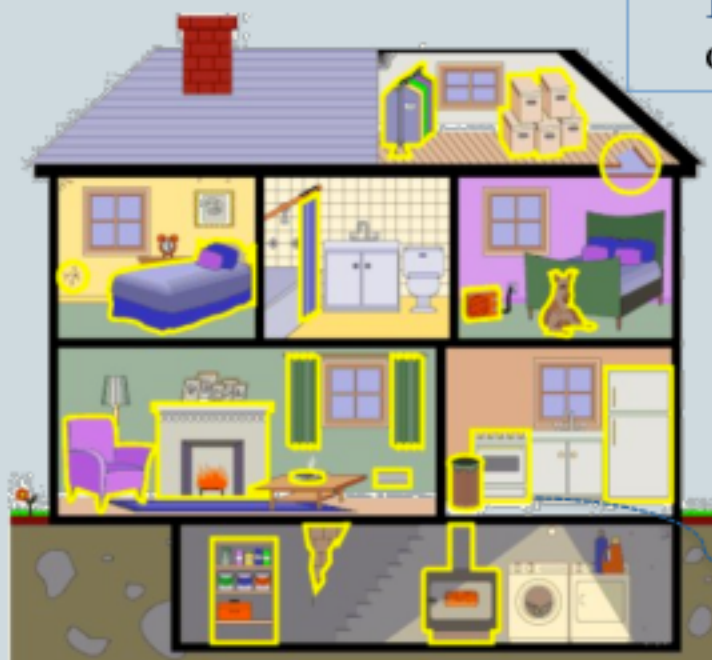
EXPOSICIÓN PERSONAL

Concentración media de contaminantes en el aire que respira una persona.

Depende de:



- ❖ **Contaminación exterior** (fondo, puntos álgidos, etc.)
- ❖ Concentración **interior** en casa y lugar de trabajo
Estilo de vida (fumador, tipo de trabajo, actividades de ocio, medios de transporte, etc.)



Concentración de COV en interiores, depende:

- ❖ Niveles de **contaminación exterior**.
- ❖ Tipo de **ventilación**.
- ❖ Contaminación del **edificio** en sí mismo (materiales de construcción, sistemas de energía, etc.)
- ❖ El **grado de depuración del aire entrante** y saliente
- ❖ **Emisiones interiores** (cocina, calefacciones, utilización de pinturas, barnices, etc.).



SELECCIÓN DEL MÉTODO PARA EVALUAR LA EXPOSICIÓN PERSONAL

Principales métodos de determinación



- ◇ Medida directa (**no viable por presupuesto reducido**)
- ◇ Medida de la concentración exterior, determinación indirecta de la interior y estudio de los hábitos de la población mediante **encuesta personal**.

CÁLCULO CONCENTRACIÓN DE COV EN INTERIORES

$$C_{interiores} = (t_{casa} \cdot C_{casa} + t_{zona\ recreativa} \cdot C_{zona\ recreativa} + t_{hospitales} \cdot C_{hospitales} + t_{bares} \cdot C_{bares} + t_{trabajo\ interiores} \cdot C_{trabajo\ interiores} + t_{otros\ interiores} \cdot C_{otros\ interiores}) / t_{interiores}$$

CÁLCULO CONCENTRACIÓN DE COV EN EXTERIORES

$$C_{exteriores} = (t_{jardines} \cdot C_{jardines} + t_{cerca\ mar} \cdot C_{cerca\ mar} + t_{via\ principal} \cdot C_{via\ principal} + t_{via\ secundaria} \cdot C_{via\ secundaria} + t_{alejado\ via\ principal} \cdot C_{alejado\ via\ principal} + t_{gasolinera} \cdot C_{gasolinera} + t_{viajando} \cdot C_{viajando}) / t_{exteriores}$$



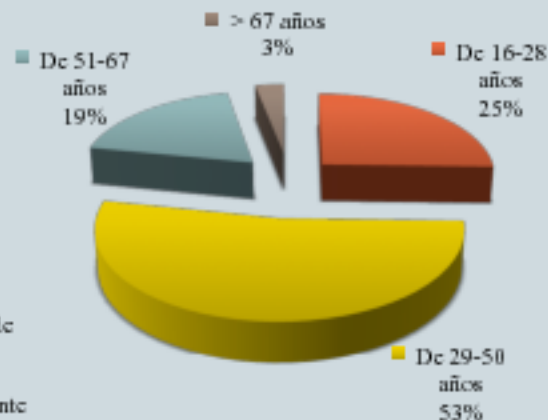
RESULTADOS DE EXPOSICIÓN PERSONAL A COV

PERFIL DEL CIUDADANO ENCUESTADO

Clasificación por sexo



Clasificación por edad



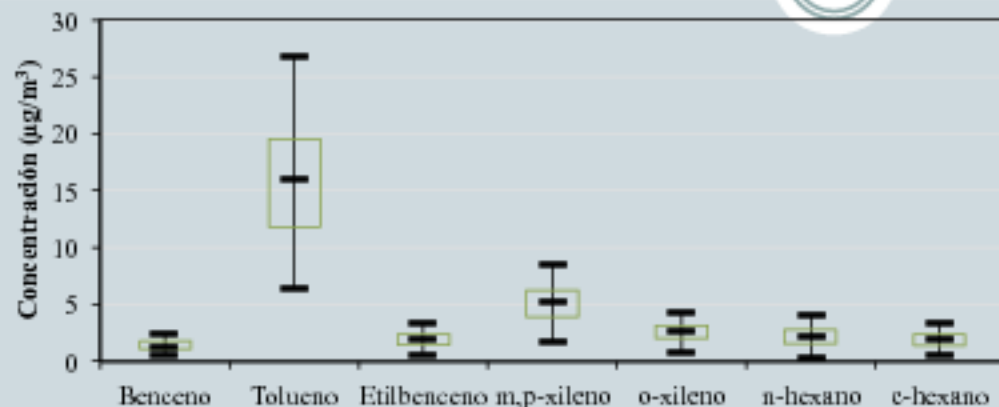
Clasificación por profesión



Total de 590 ciudadanos encuestados

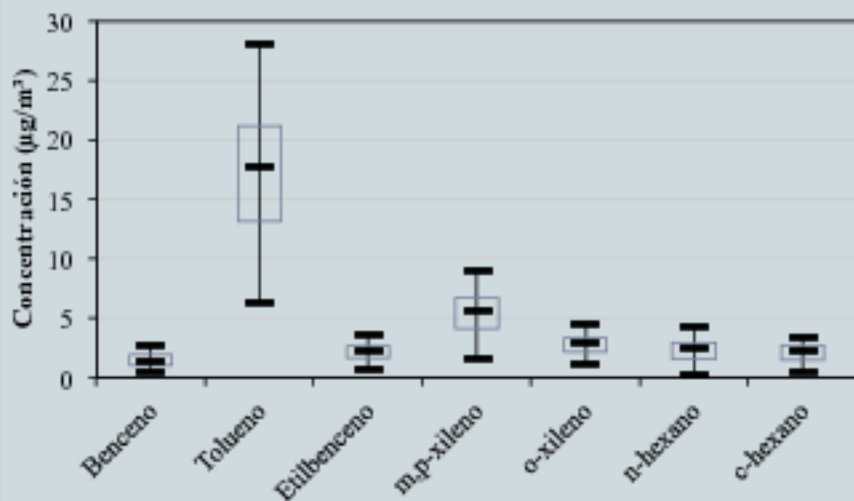


RESULTADOS DE EXPOSICIÓN PERSONAL

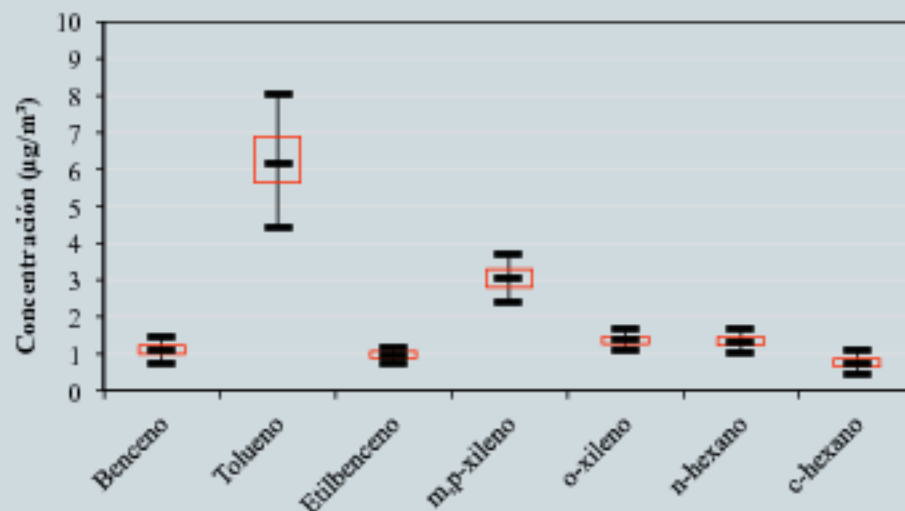


Concentración de exposición personal de la población encuestada

Exposición a COV en interiores

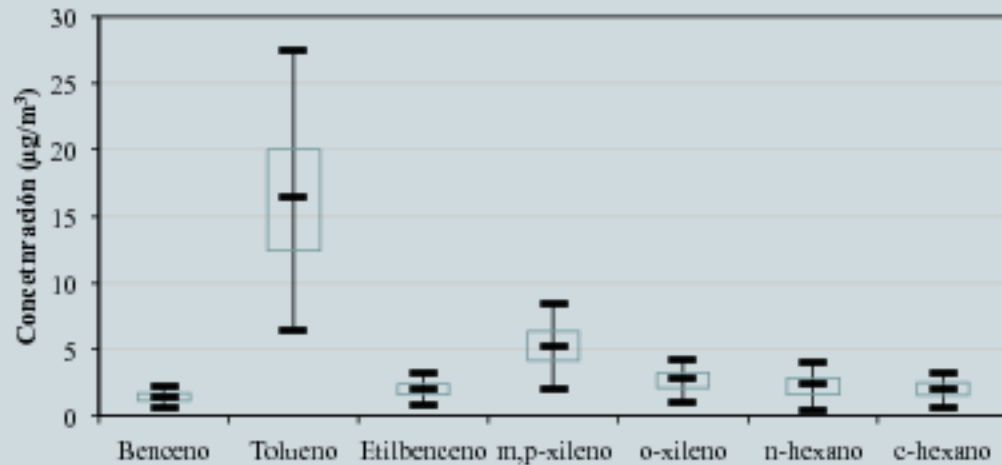


Exposición a COV en exteriores



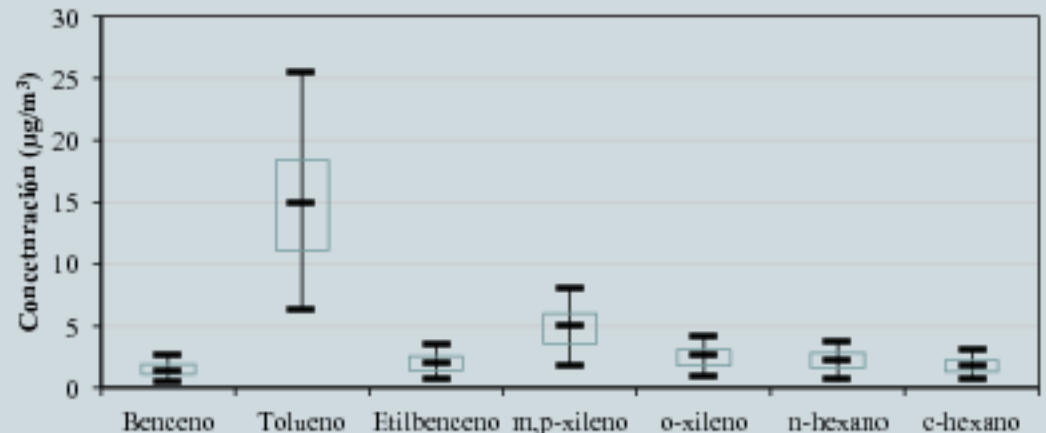


RESULTADOS DE EXPOSICIÓN PERSONAL POR SEXO



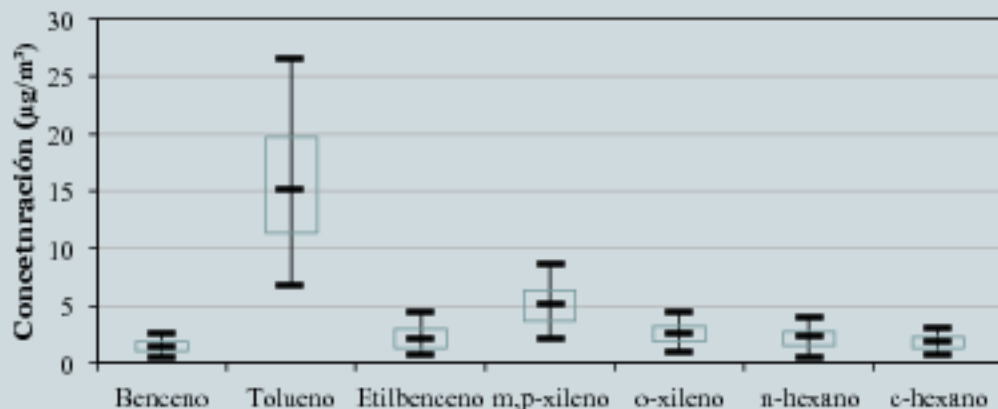
Exposición a COV de las mujeres encuestadas

Exposición a COV de los hombres encuestados



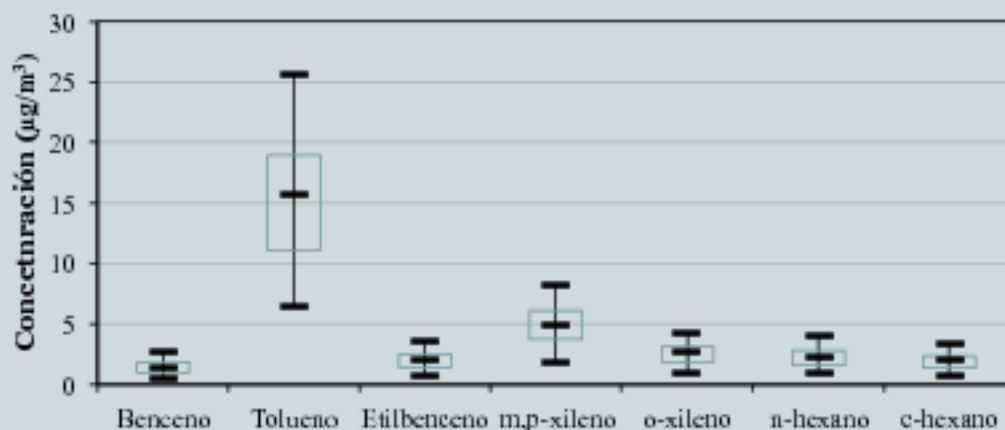


RESULTADOS DE EXPOSICIÓN PERSONAL POR EDAD



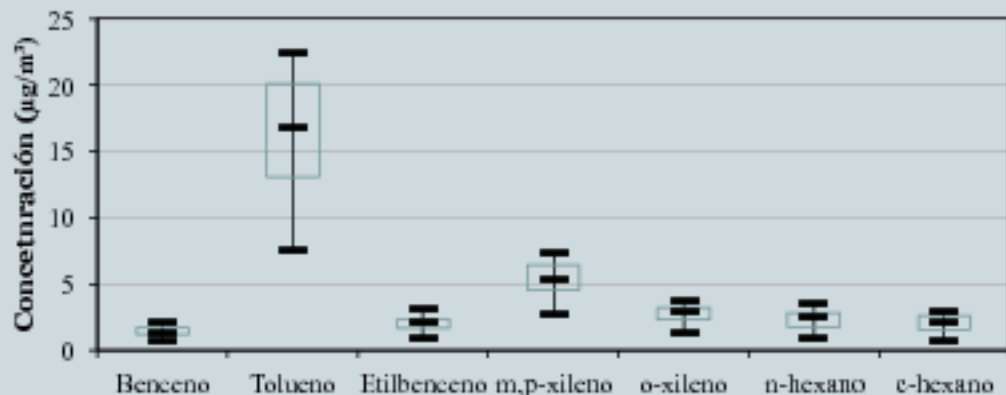
**Exposición a COV
edades entre 16-28
años**

**Exposición a COV
edades entre 29-50
años**



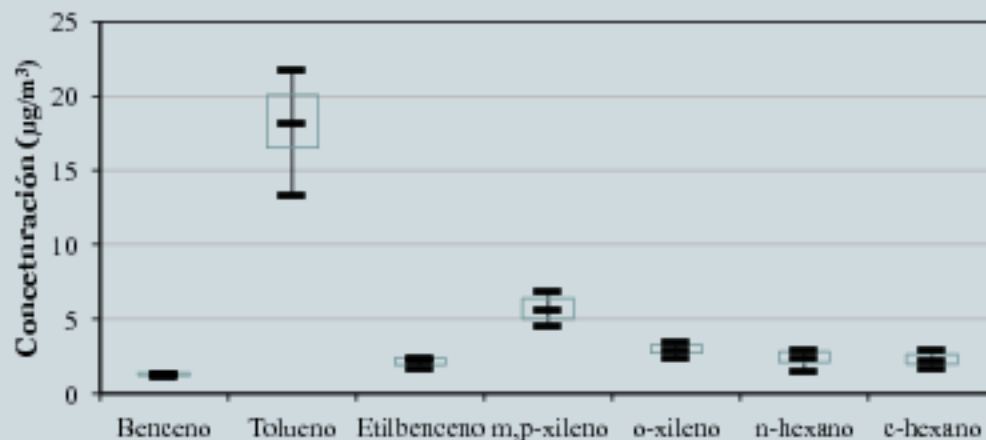


RESULTADOS DE EXPOSICIÓN PERSONAL POR EDAD



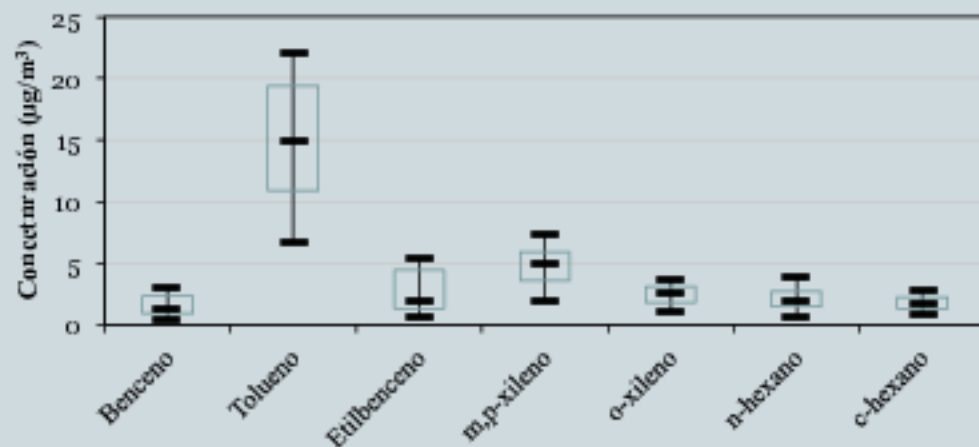
Exposición a COV edades entre 51-67 años

Exposición a COV edades > 67 años



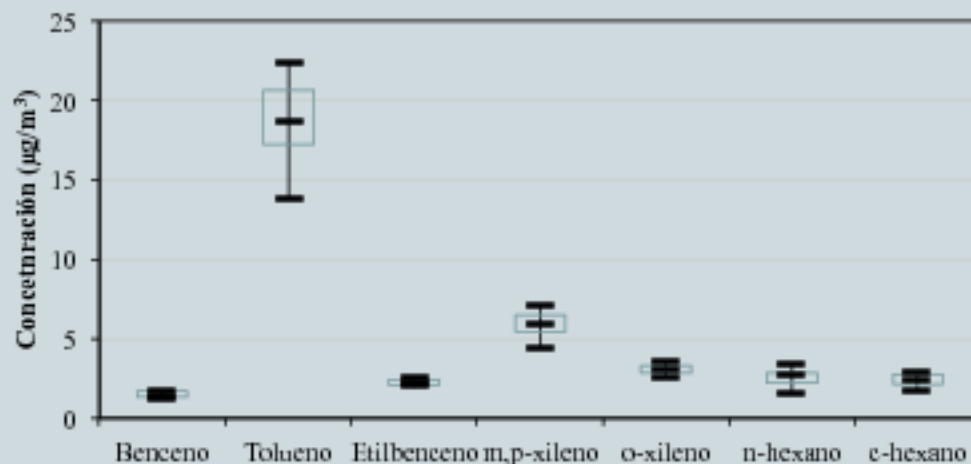


RESULTADOS DE EXPOSICIÓN PERSONAL POR PROFESIÓN



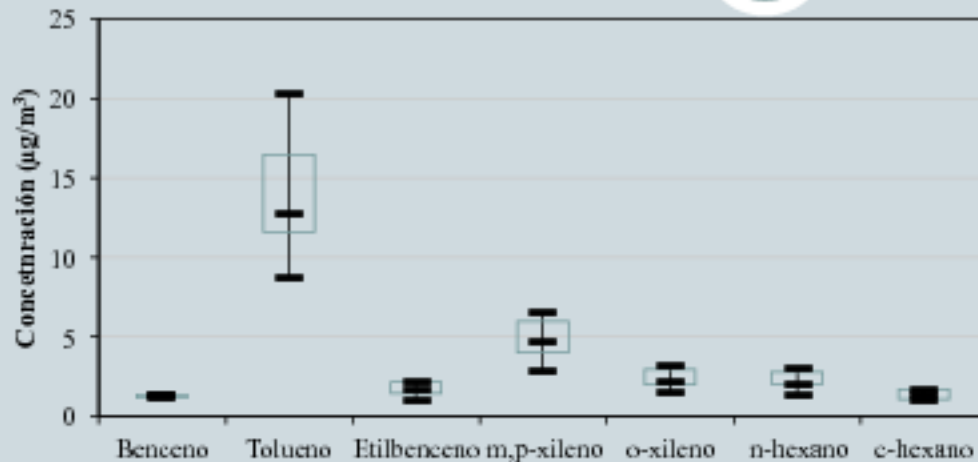
**Exposición a COV.
Abogados, ingenieros y
otros trabajos de oficina**

**Exposición a COV.
Amas de casa**



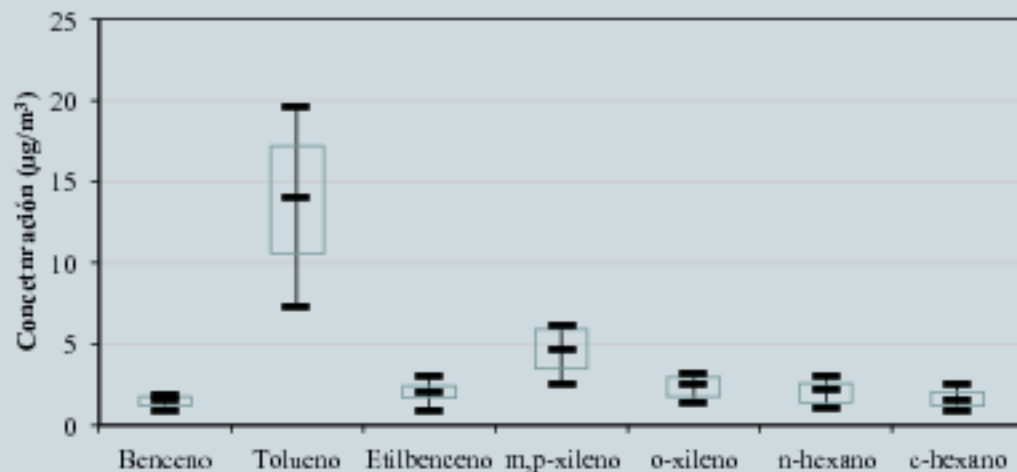


RESULTADOS DE EXPOSICIÓN PERSONAL POR PROFESIÓN



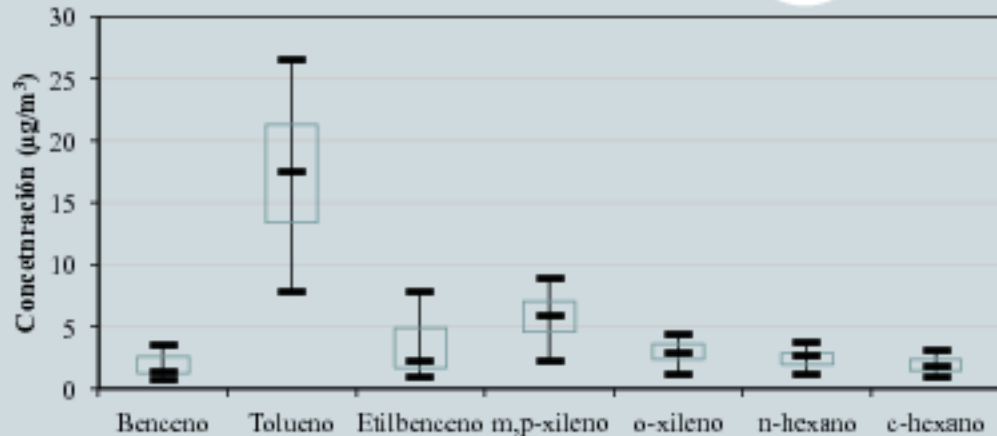
**Exposición a COV.
Comerciales**

**Exposición a COV.
Trabajadores de
industria**



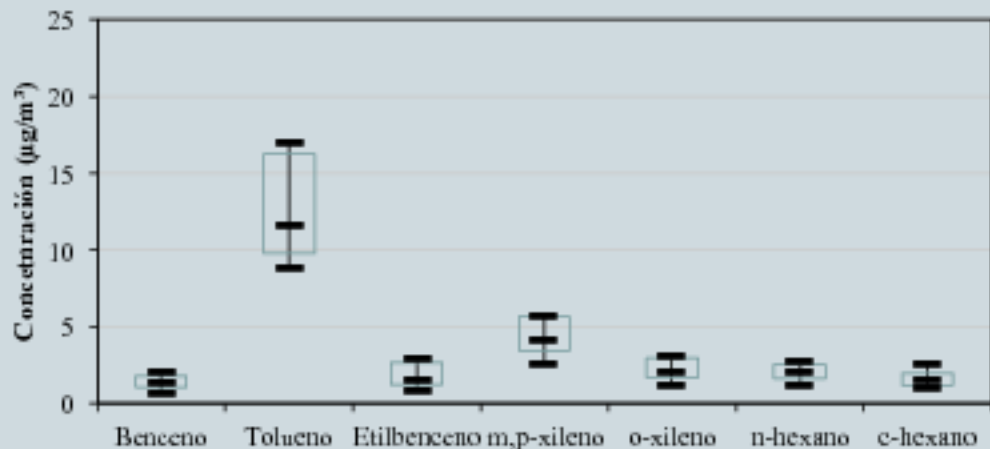


RESULTADOS DE EXPOSICIÓN PERSONAL POR PROFESIÓN



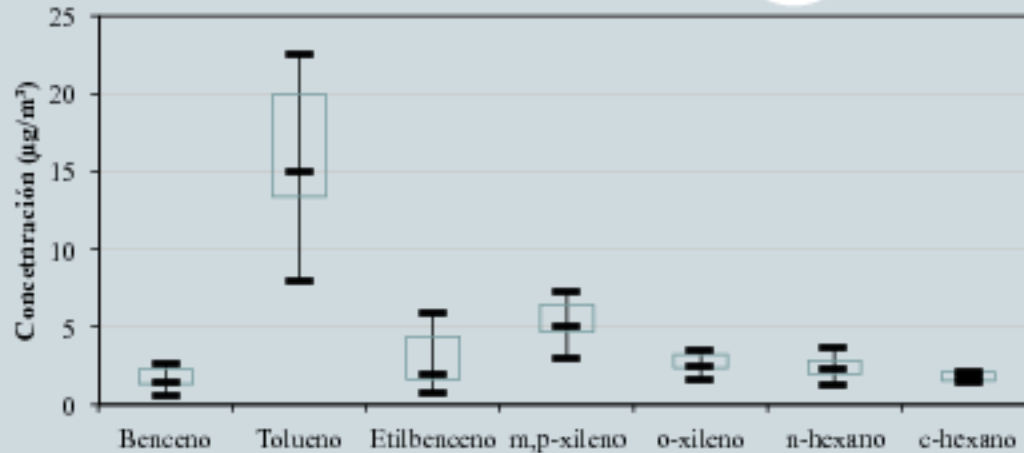
Exposición a COV. Estudiantes

Exposición a COV. Personal de las fuerzas armadas o de seguridad



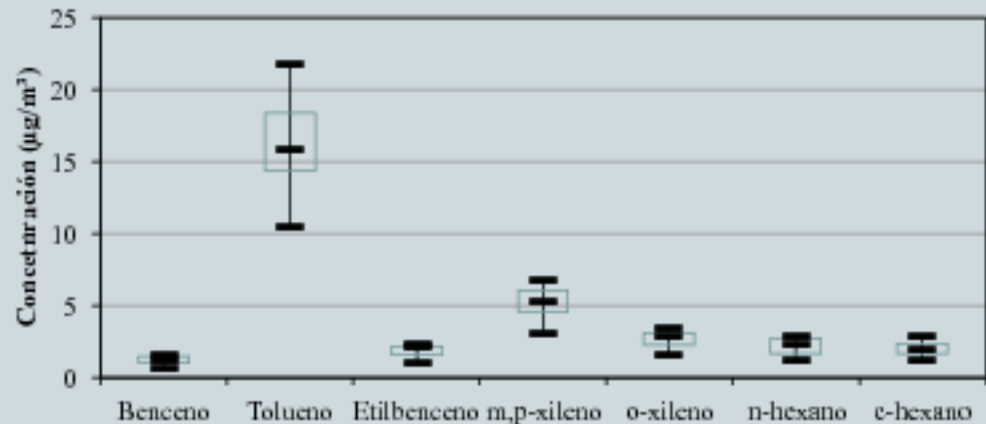


RESULTADOS DE EXPOSICIÓN PERSONAL POR PROFESIÓN



**Exposición a COV.
Personal sanitario**

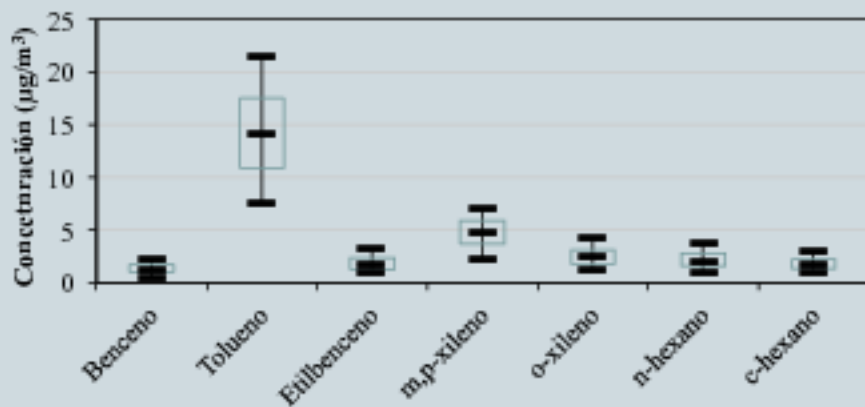
**Exposición a COV.
Personal de comercio**



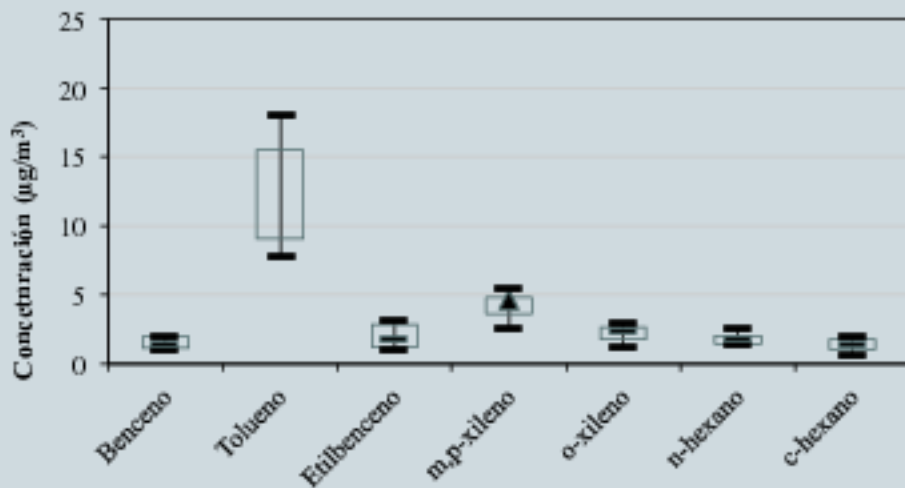
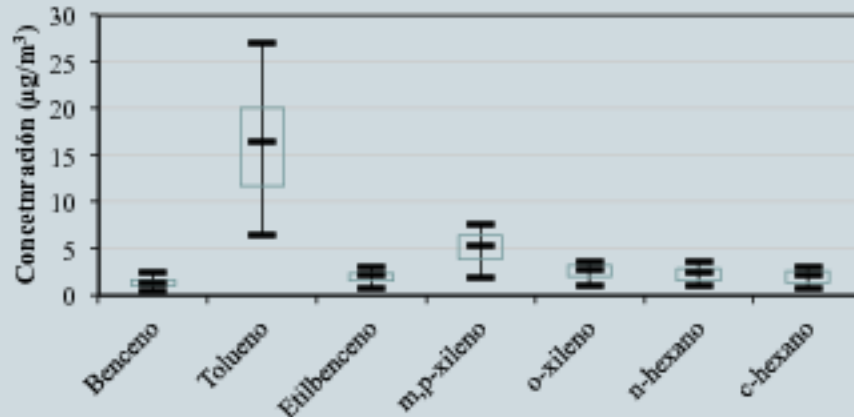


RESULTADOS DE EXPOSICIÓN PERSONAL POR PROFESIÓN

Personal de la Administración Pública



Profesores

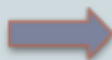


Personal de restauración



RESULTADOS DE RIESGO DE CONTRAER LEUCEMIA POR EXPOSICIÓN A BENCENO

Concentración de **benceno** en Cartagena



Por debajo del mínimo riesgo de aparición de otros efectos distintos del cáncer

(0,01 ppm; 32,46 µg/m³)

La OMS afirma que no hay una concentración de benceno que garantice seguridad a su exposición.

Riesgo unitario para el benceno:

$$RU = 6 \cdot 10^{-6} \cdot \text{casos extra/habitante} \cdot (\mu\text{g benceno}/\text{m}^3)$$

Riesgo total para el benceno:

$$RT = 6 \cdot 10^{-6} \cdot N^{\circ} \text{ habitantes} \cdot C_{\text{benceno}}$$

$$RT = 6 \cdot 10^{-6} \cdot 216.655 \cdot 1,32 = 1,71 \text{ casos extra de leucemia}$$

El riesgo de casos extra de leucemia por exposición a benceno para la población de Cartagena es **inferior a dos casos al año.**



RESULTADOS DE LA DOSIS DE EXPOSICIÓN A COV

Dosis potencial: Cantidad de compuesto químico que puede ser absorbido. Depende del nivel de actividad física.

$$\text{Dosis}(\mu\text{g}) = \alpha \cdot \sum \text{actividad}_i C_i \cdot Q_i \cdot t_i$$

α : capacidad de retención

C: concentración de exposición ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Q: caudal respiratorio (mayor en hombres) (m^3/h)

t: tiempo de exposición (h)

		Dosis Benceno	Dosis Tolueno	Dosis Etilbenceno	Dosis m,p-xileno	Dosis o-xileno	Dosis n-hexano	Dosis c-hexano
Mujeres	P25	121,22	1497,97	181,98	488,47	252,29	205,37	181,10
	P50	151,46	1727,74	213,56	577,85	293,25	254,24	219,08
	P75	209,42	1952,57	291,46	656,10	328,71	291,47	249,11
Hombres	P25	165,94	1821,44	231,37	621,54	316,95	273,55	222,75
	P50	211,87	2247,94	282,11	773,44	391,64	346,09	270,95
	P75	300,87	2546,51	431,64	872,95	445,09	396,11	320,69



RIESGOS PARA LA POBLACIÓN DISTINTOS DEL CÁNCER

Riesgo
por
benceno

Concentración **benceno** en Cartagena < niveles de riesgo

Riesgo
por
tolueno

Concentración **tolueno** en Cartagena < niveles de riesgo

Valor guía de protección de la salud para tolueno de $260 \mu\text{g}/\text{m}^3$, valor medio semanal (WHO, 2000) por efectos nocivos sobre el sistema nervioso central.

Riesgo
por xileno

Concentración **xileno** en Cartagena < niveles de riesgo



PROPUESTAS A LAS AUTORIDADES COMPETENTES



1. **Modificar** la **ubicación** de la “**estación de Mompeán**”, a una zona donde las concentraciones de los distintos contaminantes sean más representativas.
2. Crear una **herramienta** informática en su página **web** para que los **ciudadanos** puedan estimar su **exposición personal a COV** facilitando sus datos sobre hábitos diarios mediante la encuesta ensayada en este trabajo.
3. Velar para que en la **planificación urbanística** de las ciudades se tenga en cuenta las **características dispersivas de las zonas** a diseñar para garantizar la calidad del aire, utilizando métodos sencillos como el propuesto en este estudio.
4. Estudiar la **procedencia** de las **emisiones de NO₂** así como los **picos de concentración** de **benceno, tolueno y xilenos** que aparecen entre las 6 y las 12 de la mañana los días laborables.
5. **Garantizar la reducción de las emisiones difusas de COV** identificadas en el estudio mediante los métodos adecuados.
6. Continuar trabajando en la **movilidad sostenible**.



RECOMENDACIONES PARA LA POBLACIÓN



- 1. Modificar hábitos** que conlleven altas exposiciones a contaminantes:
 - ✦ Evitar realizar de ejercicio físico en horas punta o cerca de vías principales de tráfico
 - ✦ No fumar
 - ✦ Evitar ambientes con humo de tabaco
- 2. Ventilar** las viviendas en las **horas centrales** del día o por las **noches**.
- 3. Atender a las Recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud para evitar el denominado Síndrome del Edificio Enfermo (SEE)**



Gracias por su atención.

COSTA GÓMEZ, ISABEL ⁽¹⁾;

BAEZA CARACENA, ANTONIA ⁽²⁾;

isabel.costa.gomez@gmail.com

**⁽¹⁾UNIVERSIDAD DE MURCIA, FACULTAD DE QUÍMICA,
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA QUÍMICA**