

# Avaluació de la qualitat de l'aire a la ciutat de Barcelona

2016

**C S B** Consorci Sanitari de Barcelona



Agència de Salut Pública

# Índex

	<b>Introducció</b> .....	2
<b>1</b>	<b>Estructura de la xarxa de vigilància</b> .....	3
<b>2</b>	<b>Nivells de NO<sub>2</sub></b> .....	6
<b>3</b>	<b>Nivells de material particulat (PM10 i PM2,5)</b> .....	10
<b>4</b>	<b>Nivells de benzè</b> .....	17
<b>5</b>	<b>Nivells de benzo(a)pirè</b> .....	19
<b>6</b>	<b>Nivells d'ozó</b> .....	21
<b>7</b>	<b>Nivells de SO<sub>2</sub></b> .....	23
<b>8</b>	<b>Nivells de CO</b> .....	25
<b>9</b>	<b>Nivells d'arsènic, cadmi i níquel</b> .....	28
<b>10</b>	<b>Nivells de plom</b> .....	32
<b>11</b>	<b>Resum del compliment dels nivells de referència (2016)</b> .....	34
<b>12</b>	<b>Avaluació de l'exposició potencial de la població (2016)</b> .....	36
<b>13</b>	<b>Recomanacions per a la salut</b> .....	56
<b>14</b>	<b>Conclusions</b> .....	57

# Introducció

A continuació es presenta l'avaluació dels nivells de contaminació atmosfèrica a la ciutat de Barcelona per a l'any 2016 d'acord amb els nivells de referència de l'Organització Mundial de la Salut i els valors límit o objectiu establerts per la normativa europea (Directiva 2008/50/CE i Reial decret 102/2011).

El canvi més significatiu quant a la vigilància i avaluació dels contaminants atmosfèrics respecte de l'any anterior és el canvi en la classificació de les estacions de trànsit moderat de Poblenou, Sants i Palau Reial, que s'han assignat com a estacions de fons urbà per part del Departament de Territori i Sostenibilitat.

D'altra banda, se segueixen avaluant els mateixos contaminants atmosfèrics, l'NO<sub>2</sub>, el material particulat (PM10 i PM2,5), l'ozó, el diòxid de sofre, el monòxid de carboni, el plom, el cadmi, el níquel, l'arsènic, el benzo(a)pirè i el benzè.

El document presenta novetats respecte als anys anteriors, i s'estructura segons els apartats següents:

1. En el primer es descriu la configuració de la Xarxa de Vigilància de la Contaminació Atmosfèrica a la ciutat de Barcelona durant l'any 2016.
2. En el següents apartats, del 2 al 10, es descriu l'avaluació de tots els contaminants regulats a la ciutat d'acord amb la normativa europea i els nivells de referència de l'OMS.
3. En l'apartat 11 es fa una valoració sintètica per cada contaminant del compliment dels nivells establerts per la UE i els nivells de referència de l'OMS.
4. En l'apartat 12, i com a novetat, es fa una avaluació de l'exposició potencial de població als nivells de contaminació atmosfèrica de la ciutat.
5. Finalment es presenten les conclusions i recomanacions en salut. Les conclusions se centren principalment en la comparació amb els valors de referència de l'OMS ja que es consideren valors més actualitzats pel que fa al coneixement científic existent sobre el dany per a la salut.

A l'annex es fa referència als nivells de referència de l'OMS i de la normativa vigent d'avaluació i gestió de la qualitat de l'aire.

---

# 1. Estructura de la xarxa de vigilància

---

## 1.1. ESTRUCTURA DELS CONTAMINANTS AVALUATS A LA XARXA DE VIGILÀNCIA

L'estructura de la Xarxa de Vigilància i Previsió de la Contaminació Atmosfèrica (XVPCA) a la ciutat pretén disposar de les concentracions dels contaminants atmosfèrics en aire ambient en punts de mesurament fix que siguin representatius de les diferents condicions d'emissió i dispersió de contaminants que podem trobar a la ciutat.

La classificació de les diferents estacions és competència de la Direcció General de Qualitat Ambiental del Departament de Territori i Sostenibilitat de la Generalitat de Catalunya. Així, les estacions de mesurament de l'actual xarxa de vigilància a la ciutat es classifiquen segons:

1. Estacions de trànsit, que mesuren de manera destacada la influència directa i el màxim impacte d'una o diverses vies principals de trànsit.
2. Estacions de fons són les que mostregen l'aire que conté emissions de diversos orígens i que s'han barrejat, i que, en la mesura del possible, no es vegin afectades per cap via principal (>10.000 vehicles/dia) en un radi de 300 metres.

A part de la proximitat i el tipus d'emissions, també es classifiquen en funció del tipus d'urbanització situada al voltant de l'estació. Pel que fa a la ciutat, dominen les estacions urbanes envoltades de sòl urbanitzat, amb edificis més o menys elevats i carrers transitats, però també s'ha classificat una estació (IES Goya) com a representativa de zones suburbanes, que són aquelles zones urbanitzades però poc actives o a límit de la zona urbanitzada.

A continuació es presenta l'estructura de la xarxa d'estacions de vigilància de la contaminació atmosfèrica a la ciutat:

Estacions		Contaminants									
<b>Estacions suburbanes de fons</b>											
IES GOYA		PM10		Pb		metalls	HAP	PM2,5			
<b>Estacions urbanes de fons</b>											
CIUTADELLA		NO <sub>2</sub>				O <sub>3</sub>					
IES VERDAGUER		PM10		Pb		metalls	HAP				
VALL D'HEBRON	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	PM10	PM10-TEOM**	Pb	CO	BTEX	O <sub>3</sub>	metalls	HAP	PM2,5
ZONA UNIVERSITÀRIA			PM10		Pb				metalls	HAP	PM2,5

Estacions		Contaminants									
POBLENOU <sup>(1)</sup>		NO <sub>2</sub>	PM10	PM10-TEOM**	Pb		BTEX		metalls	HAP	PM2,5
SANTS <sup>(1)</sup>		NO <sub>2</sub>	PM10		Pb				metalls	HAP	
PALAU REIAL <sup>(1)</sup>	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>		PM10-TEOM**		CO		O <sub>3</sub>			PM2,5**
<b>Estacions urbanes de trànsit</b>											
EIXAMPLE	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	PM10	PM10-TEOM**	Pb	CO	BTEX	O <sub>3</sub> **	metalls	HAP	PM2,5
GRÀCIA-SANT GERVASI	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	PM10	PM10-TEOM**	Pb	CO	BTEX	O <sub>3</sub> **	metalls	HAP	PM2,5
PLAÇA UNIVERSITAT			PM10		Pb				metalls	HAP	PM2,5

(1) Estacions que s'han classificat com a estacions de fons urbà per part del Departament de Territori i Sostenibilitat i que fins ara es consideraven de trànsit moderat.

COV (Compostos orgànics volàtils). Fracció BTEX: benzè, toluè, etilbenzè i xilens

\*\* Mesuraments indicatius.

Metalls: arsènic (As), cadmi (Cd) i níquel (Ni)

HAP (hidrocarburs aromàtics policíclics): benzo(a)pirè, fluorantè, pirè, benzo(a)antracè, crisè, benzo(b)fluorantè, benzo(j)fluorantè, benzo(k)fluorantè, di-benzo(a,h)antracè, benzo(g,h,i)perilè i indè(1,2,3,c,d)pirè.

## 1.2. UBICACIÓ DELS PUNTS DE MESURAMENT FIX



Estacions	Ubicació
1. Ciutadella	Parc de la Ciutadella
2. IES Verdaguer	Parc de la Ciutadella
3. Eixample	Av. Roma / c/ Comte Urgell
4. Gràcia – St. Gervasi	Plaça Gal·la Plàcidia (Via Augusta / Travessera de Gràcia)
5. Poble Nou	Plaça Josep Trueta (Pujades / Lope de Vega)
6. Sants	Jardins de Can Mantega (Joan Güell / Violant d'Hongria)
7. Plaça Universitat	c/ Balmes / Gran Via de les Corts Catalanes
8. Zona Universitària	Av. Diagonal, 643. Camps experimentals de Biològiques
9. Vall d'Hebron	Parc de la Vall d'Hebron. c/ Martí Codolar / c/ Granja Vella
10. IES Goya	Parc del Guinardó. c/ Garriga i Roca s/n
11. Palau Reial	c/ John Maynard Keynes / c/ de Jordi Girona

## 2. Nivells d'NO<sub>2</sub>

### 2.1. AVALUACIÓ (2016)

NO <sub>2</sub> (Dades en µg/m <sup>3</sup> )	Trànsit		Fons urbà				
	Eixample	Gràcia Sant Gervasi	Poblenou	Sants	Palau Reial	Ciutadella	Vall d'Hebron
Màxim horari WHO AQG: 200 µg/m <sup>3</sup> Valor límit horari UE: 200 µg/m <sup>3</sup>	200	262	134	142	147	161	136
Superacions VLh (1) No es podrà superar més de 18 ocasions per any	0	4	0	0	0	0	0
Mitjana anual WHO AQG: 40 µg/m <sup>3</sup> Valor límit anual UE: 40 µg/m <sup>3</sup>	52	49	43	32	30	38	29
Nombre de dades vàlides en %	99	96	97	98	97	97	94

(1) VLh: valor límit horari (RD 102/2011).

No hi ha canvis en l'avaluació anual d'aquest contaminant pel que fa a la ciutat respecte als anys anteriors, atès que se segueix superant el nivell de referència de l'OMS i el valor límit anual establert per la normativa (Directiva 2008/50/CE i RD 102/2011) a les estacions de trànsit i en la de fons urbà de Poblenou.

D'altra banda, també s'ha superat el nivell de referència horària de l'OMS durant 4 hores a l'estació de Gràcia - Sant Gervasi el dia 12.12.2016.

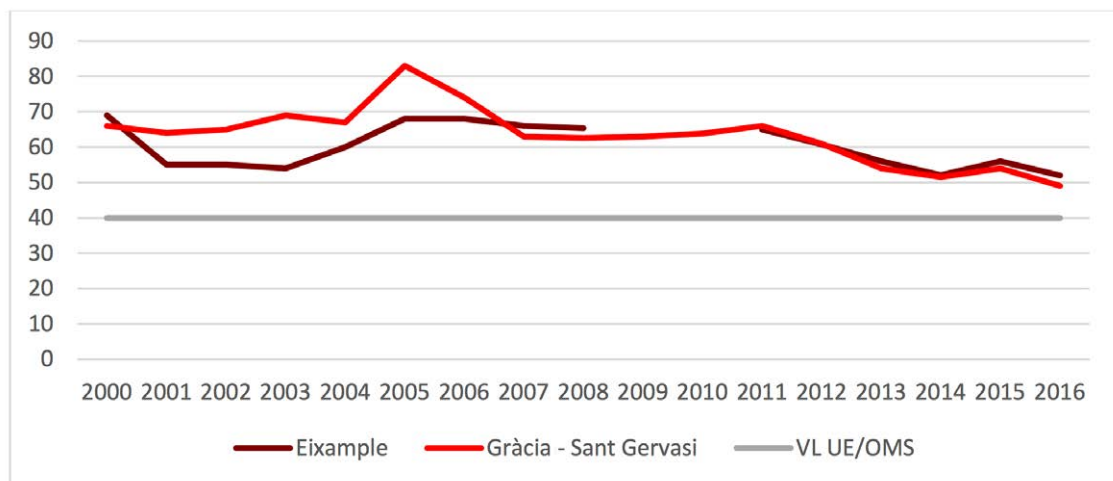
## 2.2. EVOLUCIÓ DE LA MITJANA ANUAL D'NO<sub>2</sub>

L'evolució temporal dels contaminants atmosfèrics depèn del tipus i la quantitat de les emissions, especialment del trànsit en una ciutat com Barcelona, i de variables meteorològiques condicionants de la seva dispersió, transformació i/o deposició. És per aquest motiu que l'anàlisi de l'evolució temporal pren importància perquè marca la tendència a l'increment o el decrement dels nivells del contaminant, més enllà de les fluctuacions que any rere any aporten els condicionants diferents de la font d'emissió pròpiament dita.

L'evolució de l'NO<sub>2</sub> (2000-2016), després dels màxims detectats els anys 2005-2006, on es van assolir nivells de fins a 83 µg/m<sup>3</sup> de mitjana anual, mostra un període amb canvi de mitjana anual a nivells de 50-60 µg/m<sup>3</sup> en els darrers cinc anys a les estacions de trànsit i entre 30-45 µg/m<sup>3</sup> a les estacions de fons urbà.

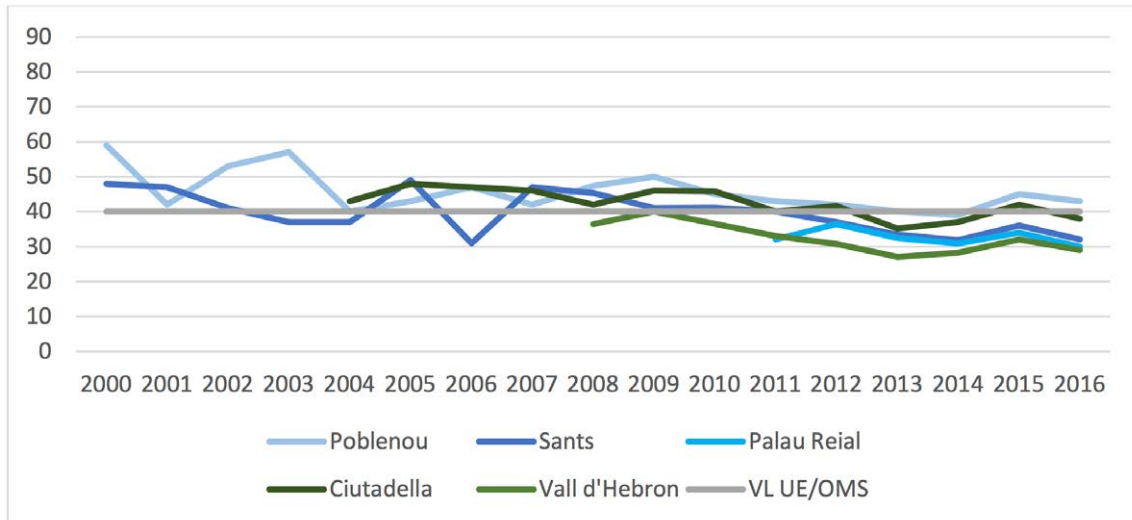
Tanmateix, l'avaluació per a aquest contaminant es manté per a tot el període, amb superació del valor límit de protecció de la salut de la UE i del nivell de referència de l'OMS a les estacions de trànsit (vegeu la figura 2) i també d'una forma significativa i general a les estacions de Poblenou i Ciutadella (vegeu la figura 3).

**Figura 2.** Evolució temporal de la mitjana anual d'NO<sub>2</sub> (en µg/m<sup>3</sup>) per al període 2000-2016 a les estacions de trànsit de la ciutat



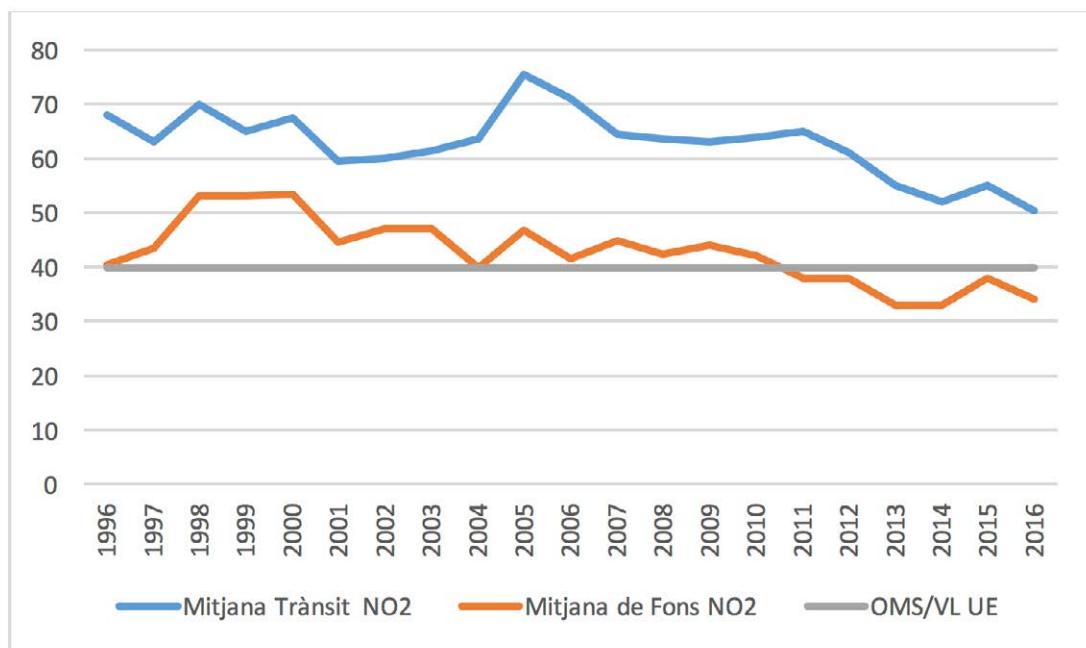


**Figura 3.** Evolució temporal de la mitjana anual d'NO<sub>2</sub> (en µg/m<sup>3</sup>) per al període 2000-2016 a les estacions de fons de la ciutat



A la figura 4 es mostra l'evolució temporal de la mitjana anual d'NO<sub>2</sub>, amb les estacions classificades segons si són de trànsit o de fons.

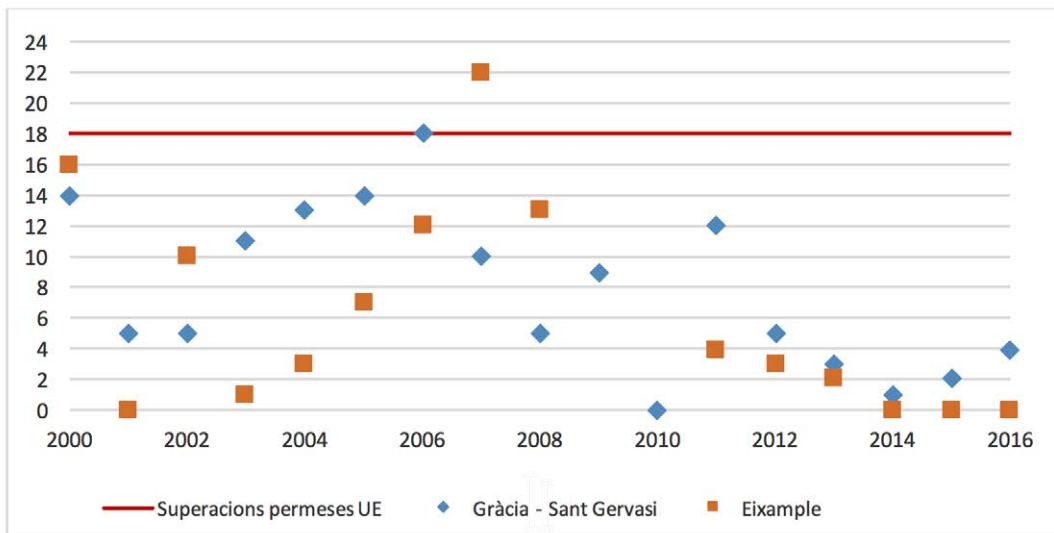
**Figura 4.** Evolució temporal de la mitjana anual agregada per estacions de trànsit i de fons d'NO<sub>2</sub> (en µg/m<sup>3</sup>) per al període 1996-2016



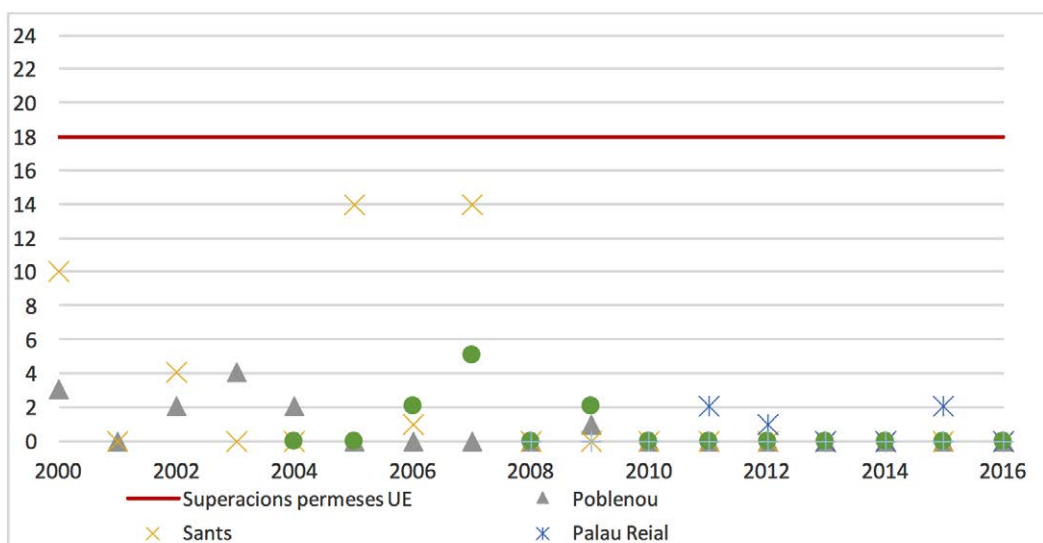
### 2.3. EVOLUCIÓ DEL NOMBRE DE SUPERACIONS HORÀRIES D'NO<sub>2</sub>

Durant el període 2000-2016, excepte l'any 2010, sempre s'han produït algunes superacions horàries del nivell de referència horària de l'OMS. En els darrers anys, les superacions es concentren a les estacions orientades al trànsit (figura 5) o a l'estació de Palau Reial (figura 6), que tot i ser una estació de fons urbà queda afectada per la proximitat a l'accés de trànsit a la ciutat de l'av. Diagonal.

**Figura 5.** Superacions del valor de referència horària d'NO<sub>2</sub> establert per l'OMS (en hores) per al període 2000-2016 a les estacions de trànsit



**Figura 6.** Superacions del valor de referència horària d'NO<sub>2</sub> establert per l'OMS (en hores) per al període 2000-2016 a les estacions de fons



# 3. Nivells de material particulat (PM10 i PM2,5)

## 3.1. AVALUACIÓ PM10 (2016)

PM10 (Dades en µg/m <sup>3</sup> )	Trànsit			Fons urbana						
	Eixample	Gràcia Sant Gervasi	Plaça Universitat	Poblenou	Sants	Palau Reial (1)	IES Verdaguer	IES Goya	Zona Universitària	Vall d'Hebron
Màxim diari WHO AQG: 50 µg/m <sup>3</sup> Valor límit UE: 50 µg/m <sup>3</sup>	90	95	100	86	93	-	93	101	91	94
Superacions VLd (2) No es podrà superar més de 35 ocasions per any	13	7	9	13	6	1	9	2	3	3
Percentil 90,4: 50 µg/m <sup>3</sup>	38	34	36	39	33	-	40	29	29	28
Mitjana anual WHO AQG: 20 µg/m <sup>3</sup> Valor límit: 40 µg/m <sup>3</sup>	26	24	26	27	23	19	27	20	20	19
Nombre de dades vàlides en %	99	96	99	100	93	93	86	49	99	98

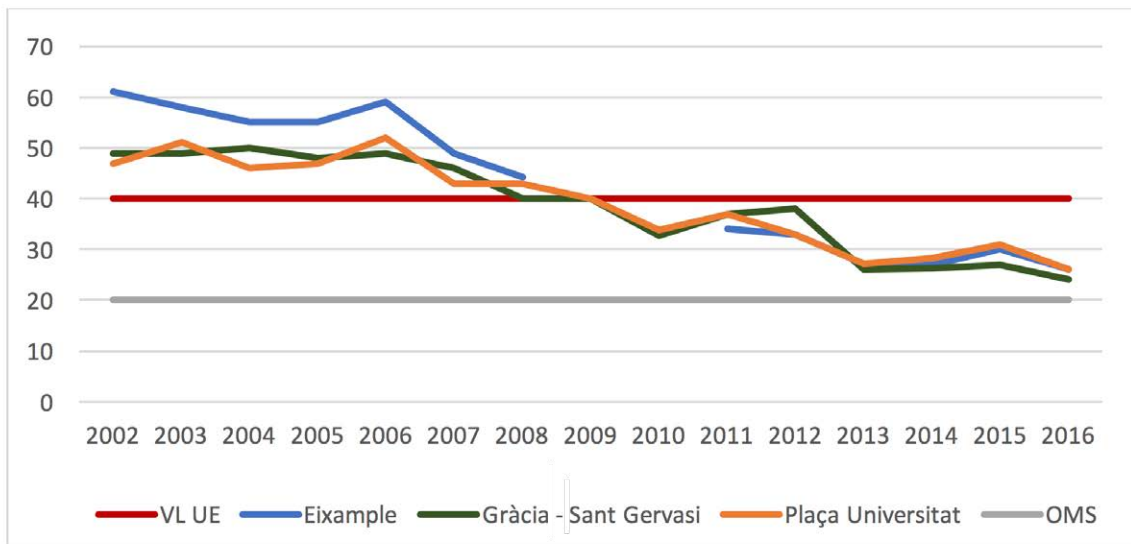
(1) mesuraments indicatius amb el monitor automàtic tipus TEOM (2) VLh: valor límit horari (RD 102/2011).

Per a l'any 2016, se supera de forma generalitzada a la ciutat el nivell de referència anual de l'OMS. Així mateix, també s'ha superat el nivell de referència diari de l'OMS durant 17 dies a la ciutat. D'altra banda, es compleix a totes les estacions de la ciutat el nivell menys estricte establert per la directiva europea.

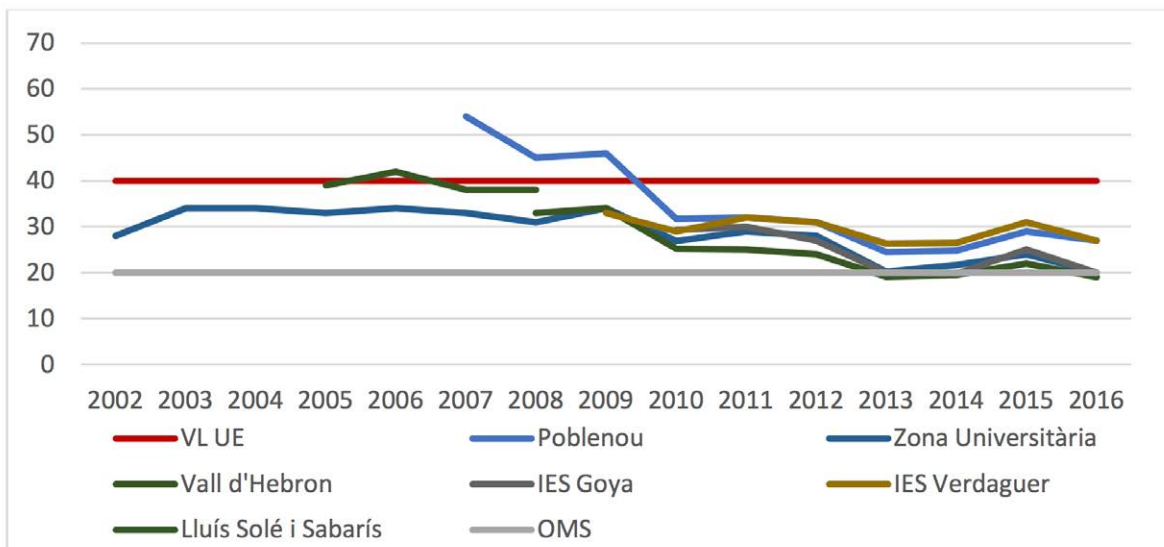
## 3.2. EVOLUCIÓ DE LA MITJANA ANUAL DE PM10 (en µg/m<sup>3</sup>)

Tot i la millora dels nivells de PM10 a partir del 2006, especialment clara a les estacions de trànsit, per a tot el període 2002-2016 se supera el nivell de referència anual de l'OMS a totes les estacions de trànsit (figura 7) i de fons (vegeu la figura 8).

**Figura 7.** Evolució temporal de la mitjana anual de PM10 (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) per al període 2002-2016 a les estacions de trànsit de la ciutat



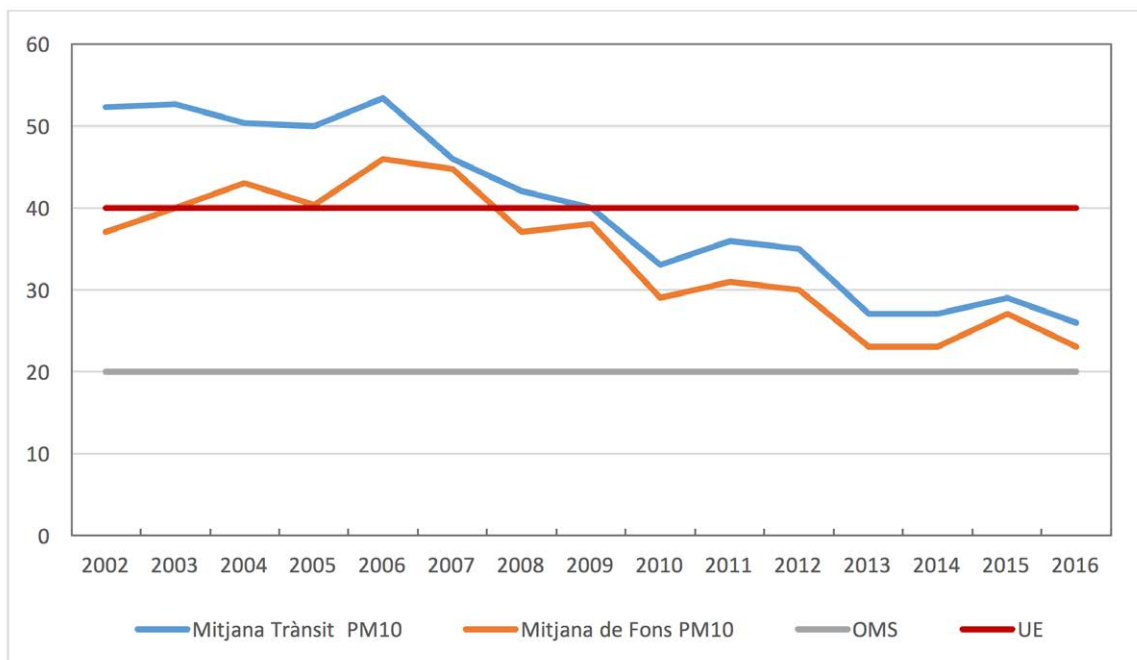
**Figura 8.** Evolució temporal de la mitjana anual de PM10 (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) per al període 2002-2016 a les estacions de fons urbà



A la figura 9 es mostra l'evolució temporal de la mitjana anual de PM10, amb les estacions classificades segons si són de trànsit o de fons.

L'evolució temporal de les PM10 mostra 4 canvis de mitjana anual per a les estacions de trànsit, el primer fins al 2007 (50-60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), el segon fins al 2009 (40-50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), el tercer fins al 2013 (30-40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) i actualment se situa entre els 20 i 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . A les estacions de fons, el primer canvi és va fer l'any 2008 i el segon i últim el 2012. Des del punt de vista normatiu, des del 2009, estem complint amb els nivells establerts a la directiva europea a ambdós tipus d'estació (figura 9).

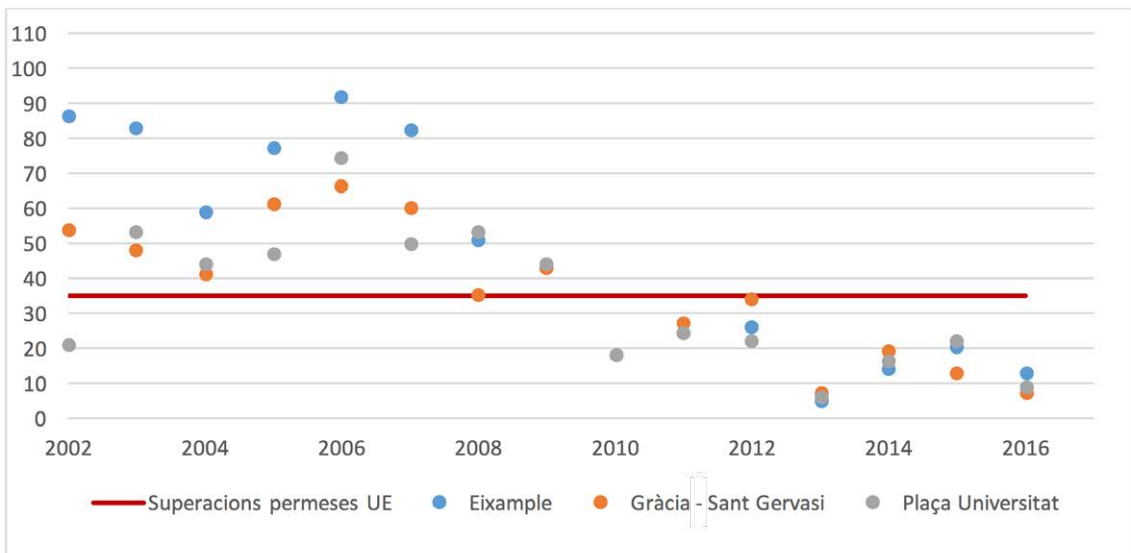
**Figura 9.** Evolució temporal de la mitjana anual agregada per estacions de trànsit i de fons de PM10 (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) per al període 2002-2016



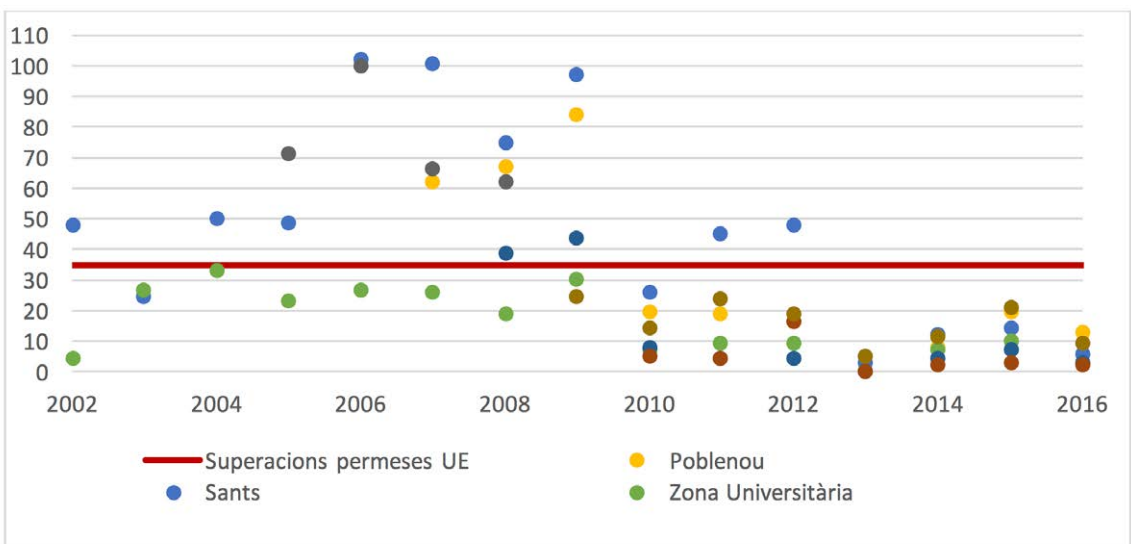
### 3.3. EVOLUCIÓ DE LES SUPERACIONS DEL VALOR LÍMIT DIARI DE PM10 (en dies)

Tot i que també es detecta un descens anàleg a la mitjana anual a partir del 2006, per a tot el període 2002-2016 se supera el nivell de referència diari de l'OMS, tant a les estacions de la ciutat orientades al trànsit (figura 10), com a les de fons (figura 11).

**Figura 10.** Nombre de dies en què se supera el nivell de referència diària de l'OMS per a la fracció PM10 del material particulat durant el període 2002-2016 a les estacions de trànsit



**Figura 11.** Nombre de dies en què se supera el nivell de referència diària de l'OMS per a la fracció PM10 del material particulat durant el període 2002-2016 a les estacions de fons urbà



### 3.4. AVALUACIÓ PM2,5 (2016)

PM2,5 (Dades en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Trànsit			Fons urbà			
	Eixample	Gràcia - Sant Gervasi	Plaça Universitat	Poblenou	IES Goya	Zona Universitària	Vall d'Hebron
Mitjana anual WHO AQG: 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Valor límit UE: 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	16	13	17	16	12	12	11
Màxim diari WHO AQG: 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	41	44	43	49	38	35	36
Superacions màxim diari en dies	27	19	32	25	4	10	9
Nombre de dades vàlides en %	99	98	96	95	48	97	95

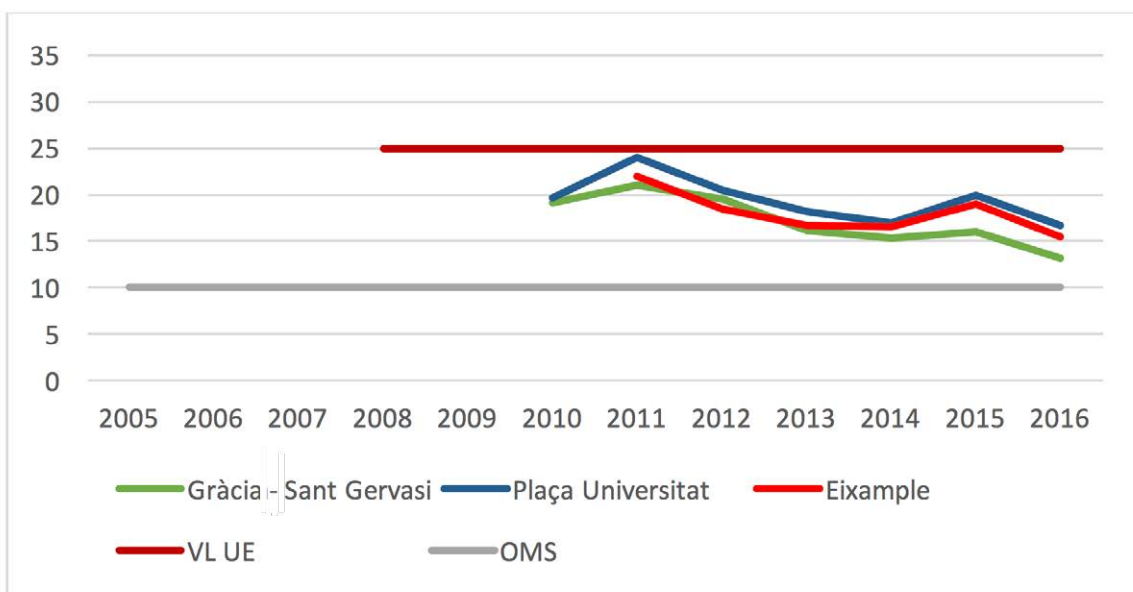
(1) mesuraments indicatius

A totes les estacions de la ciutat se supera el nivell de referència de l’OMS, tant pel que fa a la mitjana anual com al màxim diari durant 42 dies a l’any. D’altra banda, respecte als nivells normatius, es compleix el valor límit anual a totes les estacions de la ciutat.

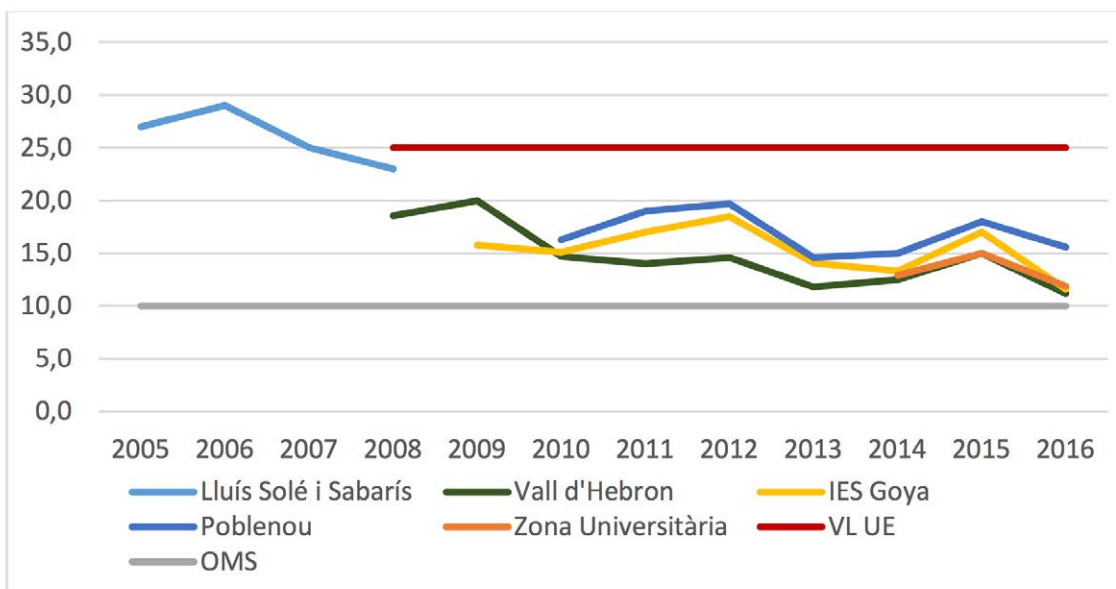
### 3.5. EVOLUCIÓ DE LA MITJANA ANUAL DE PM2,5 (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

El desplegament de la xarxa de vigilància de PM2,5 de la ciutat es va realitzar progressivament a partir de l’any 2008 amb la publicació de la Directiva 2008/50/CE, que incorporava l’obligació d’avaluació d’aquest contaminant, el valor límit de protecció de la salut i el mètode d’anàlisi de referència a escala europea. Per aquest motiu el període avaluat és menor que per a la resta de contaminants. Per a tot el període d’avaluació (2005-2016) se supera el nivell de referència anual de l’OMS a totes les estacions de trànsit i de fons urbà de la ciutat (vegeu les figures 12 i 13).

**Figura 12.** Evolució temporal de la mitjana anual de PM2,5 (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) per al període 2005-2016 a les estacions de trànsit de la ciutat



**Figura 13.** Evolució temporal de la mitjana anual de PM<sub>2,5</sub> (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) per al període 2005-2016 a les estacions de fons urbà de la ciutat

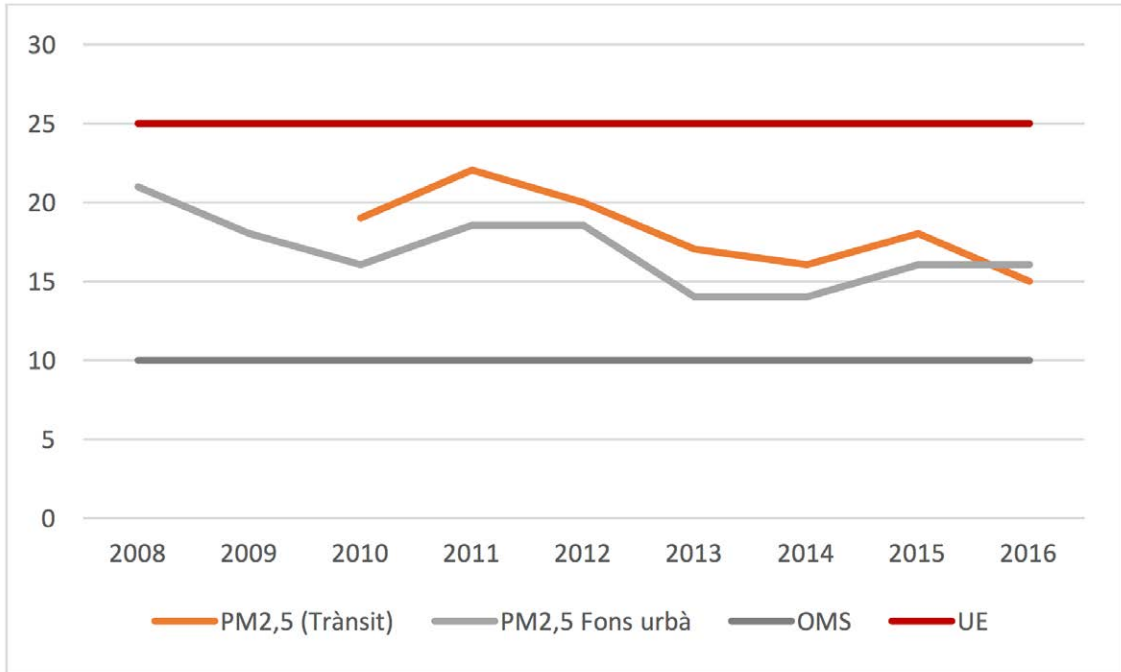


A la figura 14 es mostra l'evolució temporal de la mitjana anual de PM<sub>2,5</sub>, amb les estacions classificades segons si són de trànsit o de fons.

L'evolució temporal per a la mitjana anual de les estacions de trànsit mostra un canvi de mitjana l'any 2012 (de 25-20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  a 15-20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) mentre que a les estacions de fons la mitjana se situa majoritàriament entre els 15-20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  i només els anys 2013 i 2014 va ser inferior als 15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Durant tot aquest període ambdós tipus d'estacions se situen per sota els valors normatius, però per sobre dels valors de referència de l'OMS (figura 14).



**Figura 14.** Evolució temporal de la mitjana anual agregada per estacions de trànsit i de fons de PM2,5 (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) per al període 2008-2016



## 4. Nivells de benzè

### 4.1. AVALUACIÓ (2016)

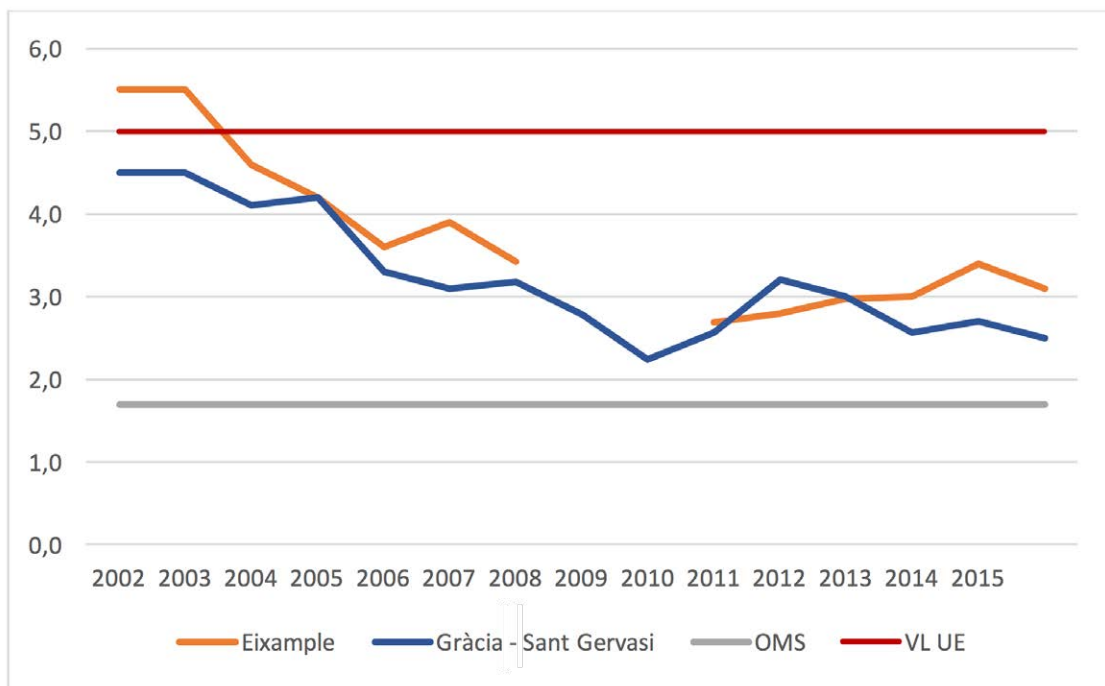
Benzè (Dades en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Trànsit		Fons urbà	
	Eixample	Gràcia Sant Gervasi	Poblenou	Vall d'Hebron
Mitjana anual WHO AQG: $1,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Valor límit UE: $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$	3,1	2,5	1,8	1,3
Nombre de dades vàlides en %	95	39	38	94

L'avaluació anual de benzè, carcinogen reconegut, manté la superació dels nivells de referència de l'OMS a les estacions de trànsit i a l'estació de fons urbà de Poblenou i, en canvi, es compleix el valor límit anual normatiu.

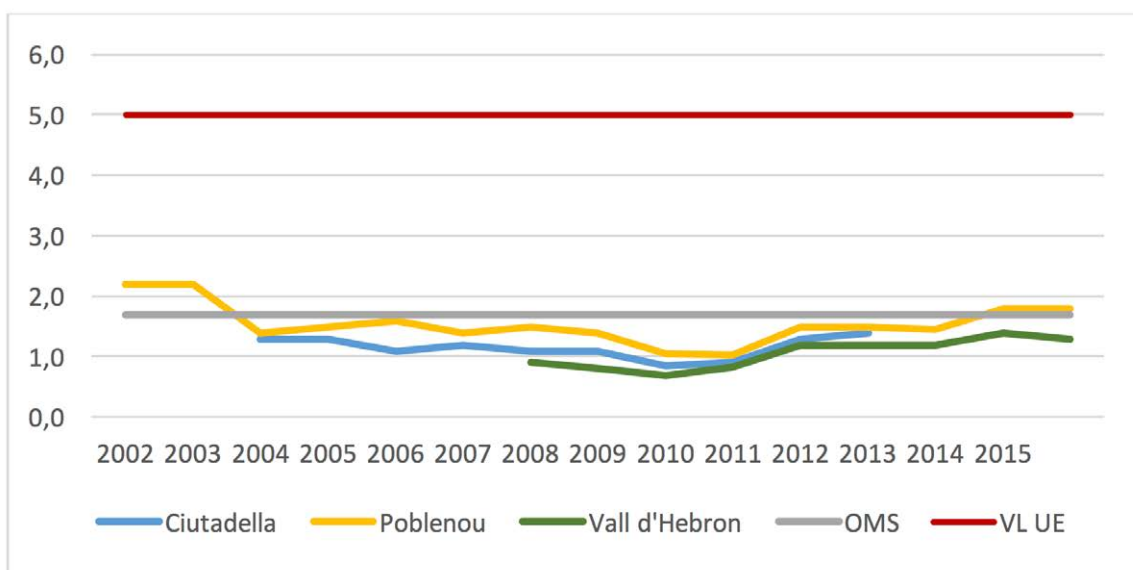
### 4.2. Evolució de la mitjana anual de benzè (en $\mu\text{g}/\text{m}_3$ )

L'evolució del benzè presenta una disminució dels nivells fins a l'any 2011, i un increment a partir d'aquest any, relacionat amb el canvi de tècnica de mostreig i anàlisi d'aquest contaminant a la ciutat. Els nivells a les estacions de trànsit es mantenen per sobre del nivell de referència anual de l'OMS durant tot el període (vegeu les figures 15 i 16).

**Figura 15.** Evolució temporal de la mitjana anual de benzè (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) per al període 2002-2016 a les estacions de trànsit de la ciutat



**Figura 16.** Evolució temporal de la mitjana anual de benzè (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) per al període 2002-2016 a les estacions de fons urbà



# 5. Nivells de benzo(a)pirè

## 5.1. AVALUACIÓ (2016)

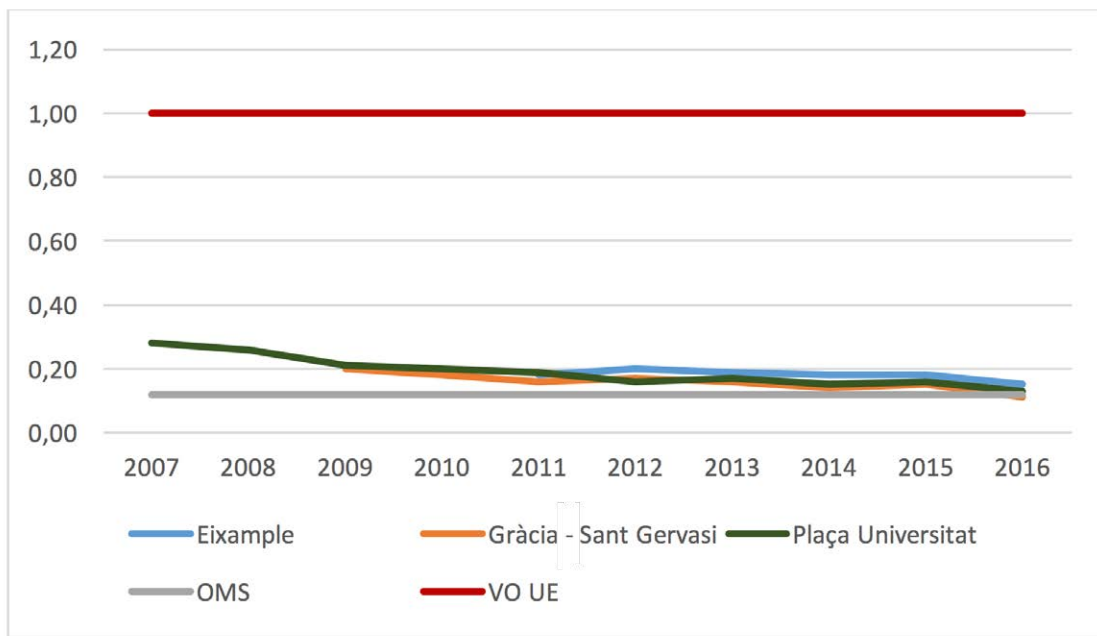
Benzo(a)pirè (Dades en ng/m <sup>3</sup> )	Trànsit			Fons urbà					
	Eixample	Gràcia Sant Gervasi	Plaça Universitat	Poblenou	Sants	IES Verdaguer	IES Goya	Zona Universitària	Vall d'Hebron
Mitjana anual WHO AQG: 0,12 ng/m <sup>3</sup> Valor Objectiu UE: 1 ng/m <sup>3</sup>	0,15	0,11	0,13	0,13	0,08	0,10	0,06	0,08	0,07
Nombre de dades vàlides en %	43	40	42	42	40	36	49	42	42

Els nivells de benzo(a)pirè a la ciutat superen els nivells de referència anuals de l'OMS a les estacions representatives dels carrers de trànsit de la ciutat (Eixample i Plaça Universitat) i fins i tot a l'estació de fons urbà de Poblenou, representativa de carrers de baixes intensitats de trànsit. D'altra banda, es compleix a totes les estacions de la ciutat el valor objectiu de la UE.

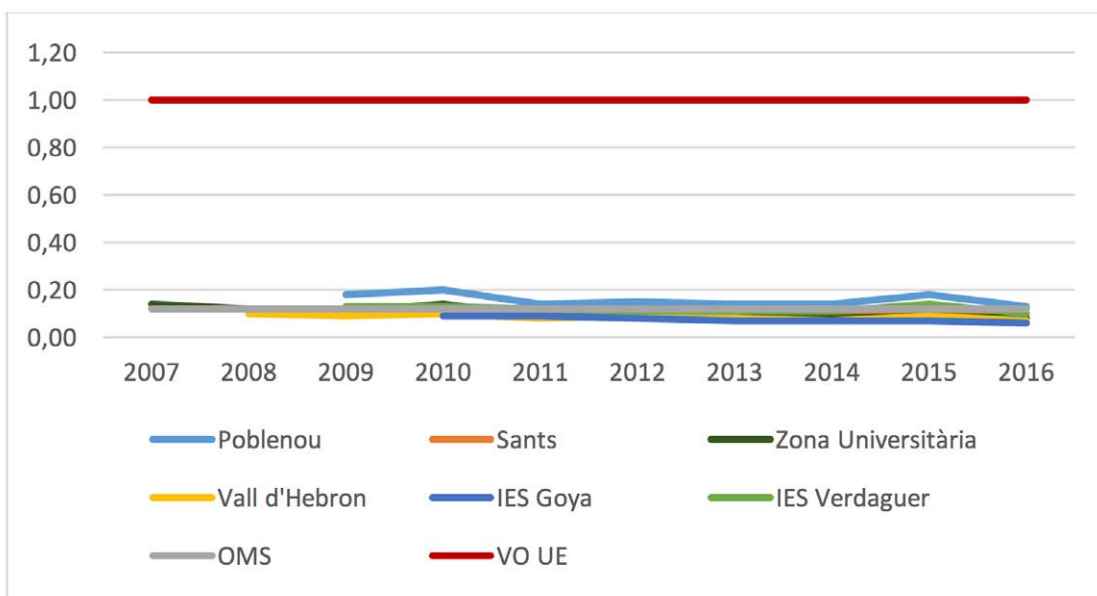
## 5.2. EVOLUCIÓ DE LA MITJANA ANUAL DE BENZO(A)PIRÈ (en ng/m<sup>3</sup>)

Tot i el descens dels nivells de benzo(a)pirè a la ciutat, especialment clar a les estacions properes al trànsit, els nivells a la ciutat durant el període 2007-2016 es mantenen per sobre del nivell de referència anual de l'OMS (vegeu les figures 17 i 18) i, en canvi, compleixen el valor objectiu normatiu.

**Figura 17.** Evolució temporal de la mitjana anual de benzo(a)pirè (en ng/m<sup>3</sup>) per al període 2007-2016 a les estacions de trànsit de la ciutat



**Figura 18.** Evolució temporal de la mitjana anual de benzo(a)pirè (en ng/m<sup>3</sup>) per al període 2007-2016 a les estacions de fons urbà



## 6. Nivells d'ozó

### 6.1. AVALUACIÓ (2016)

O <sub>3</sub> (Dades en µg/m <sup>3</sup> )	Trànsit		Fons urbà		
	Eixample	Gràcia Sant Gervasi	Palau Reial	Ciutadella	Vall d'Hebron
Mitjana anual	39	43	56	45	58
Màxim 8-horari WHO AQG: 100 µg/m <sup>3</sup> Valor objectiu UE: 120 µg/m <sup>3</sup>	105	109	144	113	139
Superacions màxim 8-horari nombre de dies	0	0	4	0	5
Superacions màxim 8-horari mitjana nombre de dies (2013-2015) Es permet superar 25 dies de mitjana	0	0	4	1	7
Màxim horari	123	129	165	141	155
Superacions líndar horari d'informació Líndar Informació Població: 180 µg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0	0
Superacions líndar horari d'alerta Líndar Alerta Població: 240 µg/m <sup>3</sup>	0	0	0	0	0
Nombre de dades vàlides en %	98	97	97	96	91

A totes les estacions de la ciutat se supera el nivell màxim 8-horari de referència de l'OMS, si bé es compleix el valor objectiu normatiu de protecció de la salut.

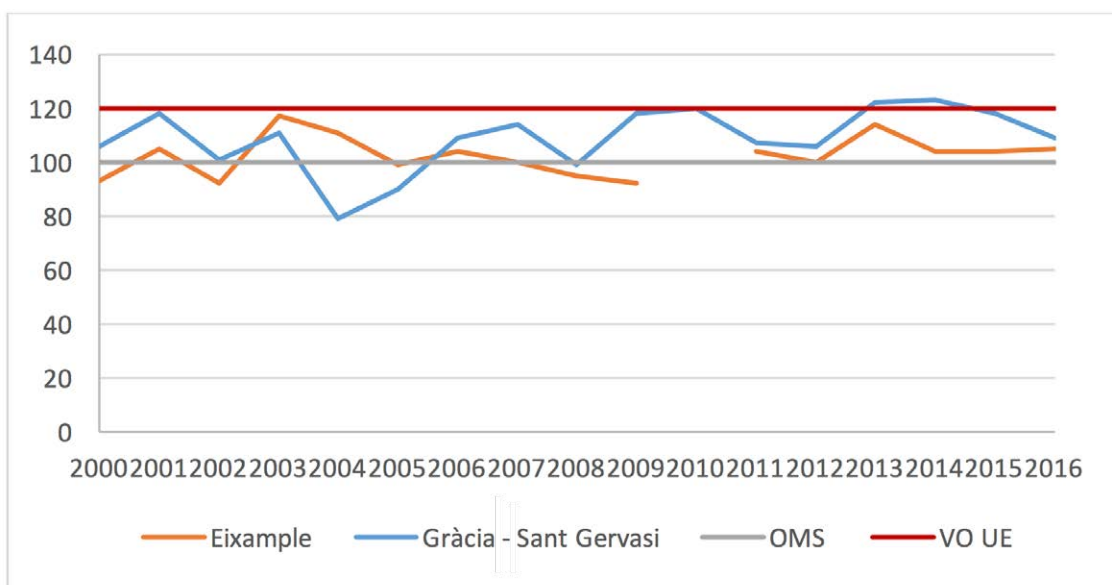
Durant l'any 2016 no s'ha superat el líndar d'informació a la població a la ciutat.

A diferència dels altres contaminants, els nivells més elevats d'ozó es detecten a les zones rurals i suburbanes allunyades del trànsit intens, atès que la molècula d'ozó té molta afinitat amb l'NO (contaminant primari del trànsit) i reacciona ràpidament per formar NO<sub>2</sub> (NO + O<sub>3</sub> -> NO<sub>2</sub> + O<sub>2</sub>). Així, a la ciutat, els nivells més elevats es mesuren a les estacions de fons urbà de Vall d'Hebron, Ciutadella i Palau Reial.

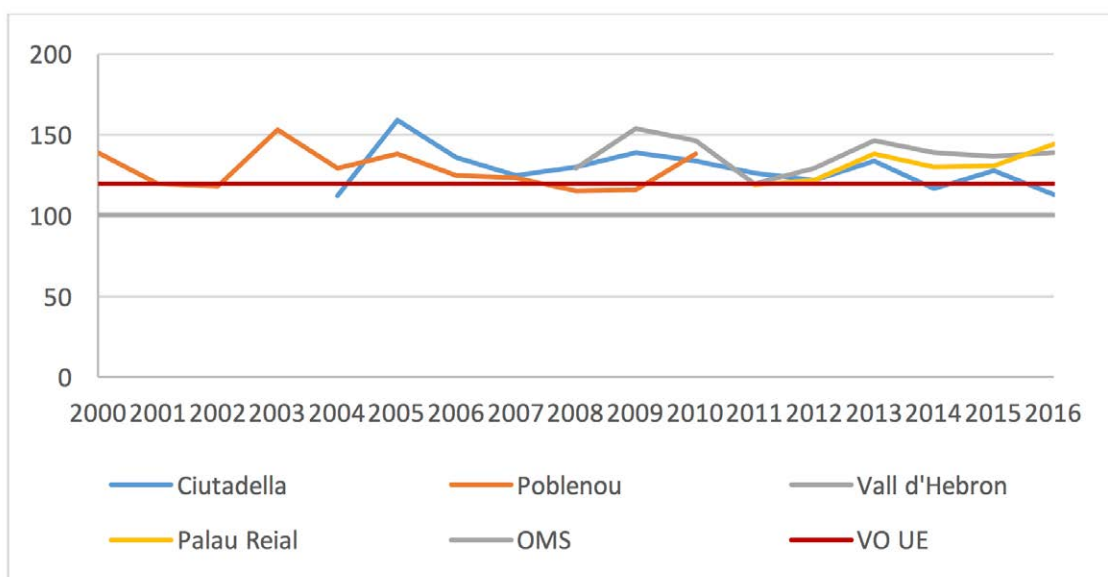
## 6.2. EVOLUCIÓ DEL MÀXIM 8-HORARI D'OZÓ (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

L'evolució dels màxims 8-horaris durant el període 2000-2008 mostra una tendència estable a totes les estacions de la ciutat, i se supera de forma generalitzada el nivell de referència de l'OMS a la ciutat (vegeu les figures 19 i 20).

**Figura 19.** Evolució temporal del màxim 8-horari d'ozó (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) per al període 2000-2016 a les estacions de trànsit



**Figura 20.** Evolució temporal del màxim 8-horari d'ozó (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) per al període 2000-2016 a les estacions de fons urbà



# 7. Nivells de SO<sub>2</sub>

## 7.1. AVALUACIÓ (2016)

SO <sub>2</sub> (Dades en µg/m <sup>3</sup> )	Trànsit		Fons urbà	
	Eixample	Gràcia Sant Gervasi	Palau Reial	Vall d'Hebron
Màxim diari WHO AQG: 20 µg/m <sup>3</sup> Valor Límit diari UE: 125 µg/m <sup>3</sup>	9	7	5	4
Màxim horari Valor límit horari UE: 350 µg/m <sup>3</sup>	61	79	29	13
Superacions VLh No es podrà superar en més de 24 ocasions per any	0	0	0	0
Mitjana anual	2	2	2	2
Superacions VLd No es podrà superar en més de 3 ocasions per any	0	0	0	0
Nombre de dades vàlides en %	99	94	97	94

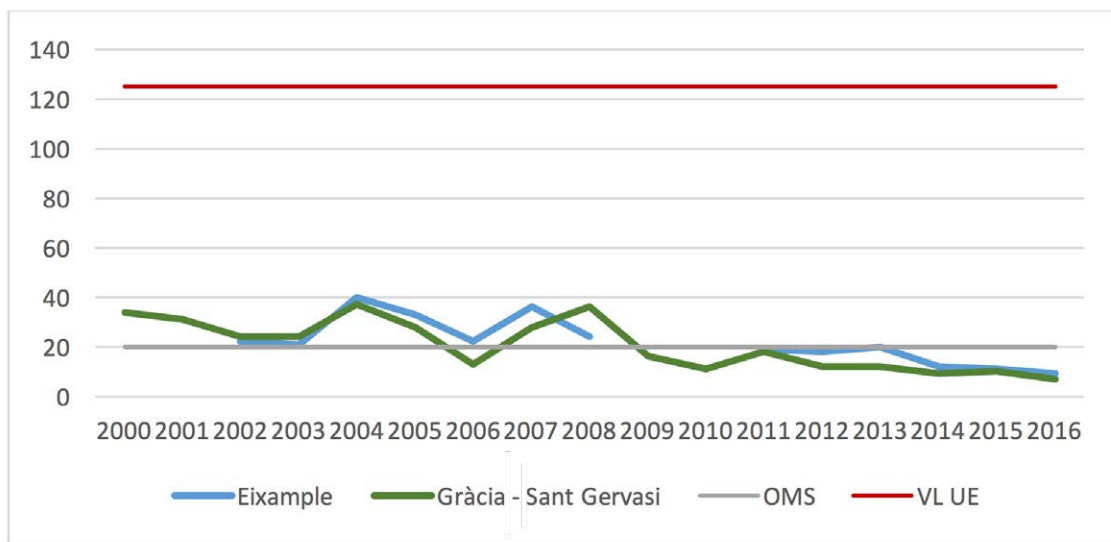
Els nivells de diòxid de sofre compleixen el nivell diari de referència de l'OMS i els respectius valors límit horaris i diaris de la normativa.

## 7.2. EVOLUCIÓ DEL MÀXIM DIARI DE SO<sub>2</sub> (en µg/m<sup>3</sup>)

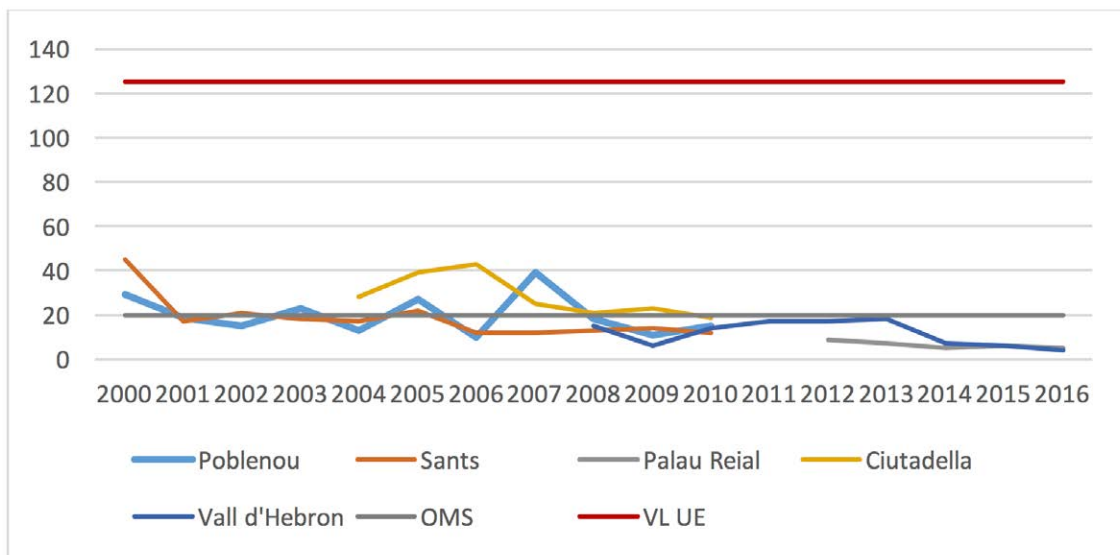
Els nivells d'SO<sub>2</sub> han anat disminuint a totes les estacions de la ciutat gràcies a la reducció de les emissions per aquest contaminant establertes a les normatives comunitàries. A la ciutat, a partir de l'any 2010 es va assolir el compliment del nivell de referència diari de l'OMS (vegeu les figures 21 i 22).



**Figura 21.** Evolució temporal del màxim diari d'SO<sub>2</sub> (en µg/m<sup>3</sup>) per al període 2000-2016 a les estacions de trànsit



**Figura 22.** Evolució temporal del màxim diari d'SO<sub>2</sub> (en µg/m<sup>3</sup>) per al període 2000-2016 a les estacions de fons urbà



# 8. Nivells de CO

## 8.1. AVALUACIÓ (2016)

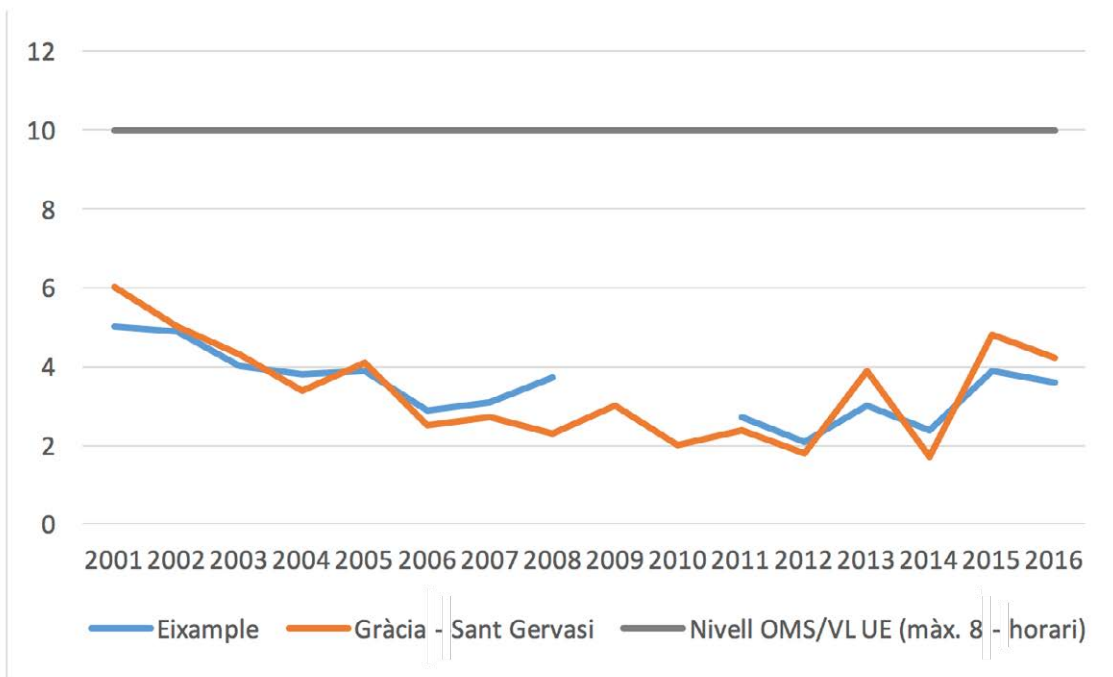
CO (Dades en mg/m <sup>3</sup> )	Trànsit		Fons urbà	
	Eixample	Gràcia Sant Gervasi	Palau Reial	Vall d'Hebron
Màxim 8-horari Valor límit: 10 mg/m <sup>3</sup> WHO AQG: 10 mg/m <sup>3</sup>	3,7	4,2	1,6	0,8
Màxim horari WHO AQG: 30 mg/m <sup>3</sup>	7,0	7,0	2,1	1,4
Mitjana anual	0,6	0,5	0,3	0,2
Nombre de dades vàlides en %	96	87	96	94

Els nivells anuals del monòxid de carboni es mantenen molt baixos a la ciutat. Els nivells màxims 8-horaris es mantenen per sota del nivell de referència de l'OMS i el valor límit de la normativa.

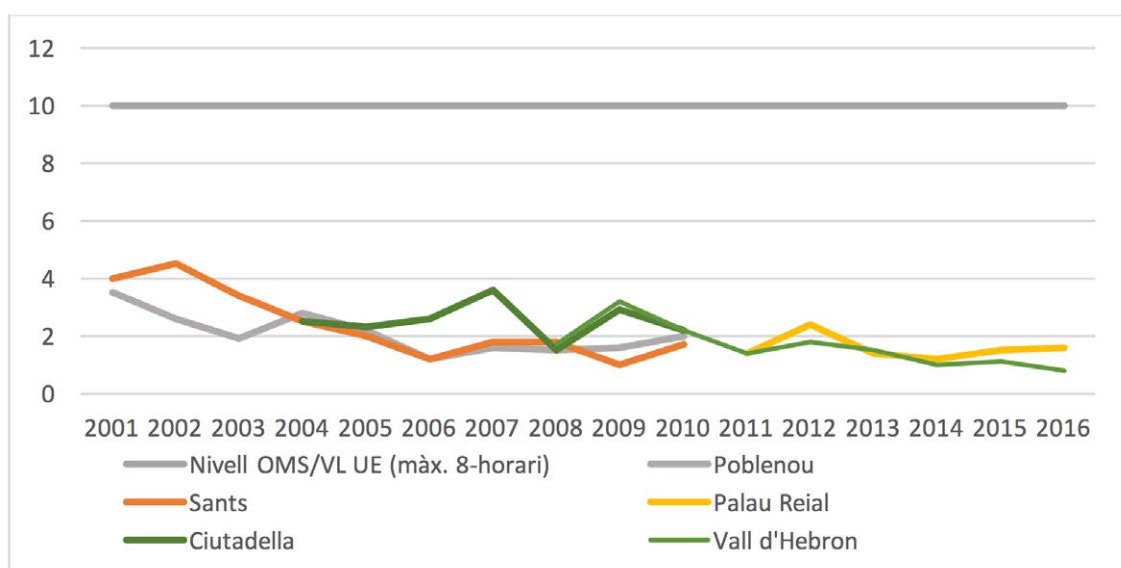
## 8.2. EVOLUCIÓ DEL MÀXIM 8-HORARI I HORARI DE CO (en mg/m<sup>3</sup>)

Per al període 2001-2016, es compleixen els corresponents nivells de referència 8-horaris (vegeu les figures 23 i 24) i horaris (vegeu les figures 25 i 26) de l'OMS a totes les estacions de la ciutat.

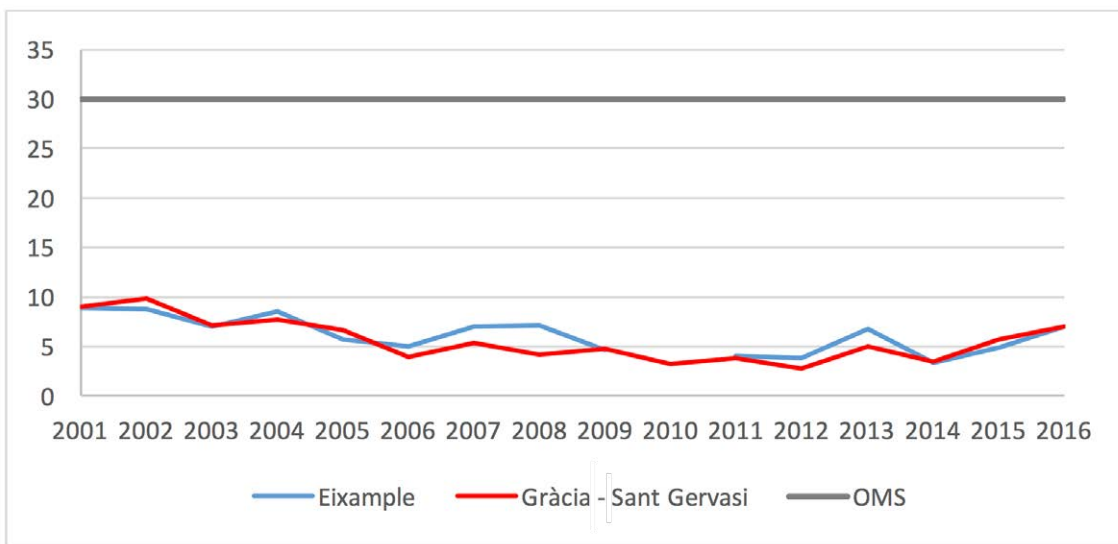
**Figura 23.** Evolució temporal del màxim 8-horari de CO (en mg/m<sup>3</sup>) per al període 2000-2016 a les estacions de trànsit



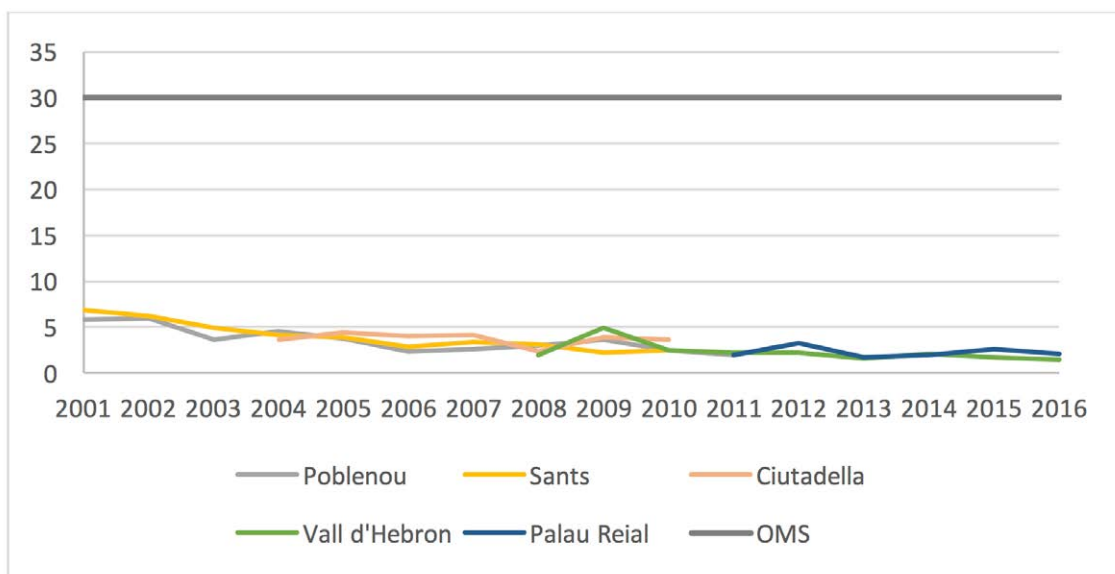
**Figura 24.** Evolució temporal del màxim 8-horari de CO (en mg/m<sup>3</sup>) per al període 2000-2016 a les estacions de fons urbà.



**Figura 25.** Evolució temporal del màxim horari de CO (en mg/m<sup>3</sup>) per al període 2000-2016 a les estacions de trànsit



**Figura 26.** Evolució temporal del màxim horari de CO (en mg/m<sup>3</sup>) per al període 2000-2016 a les estacions de fons urbà



# 9. Nivells d'arsènic, cadmi i níquel

## 9.1. AVALUACIÓ (2016)

Metalls pesants (Dades en ng/m <sup>3</sup> )	Trànsit			Fons urbà					
	Eixample	Gràcia Sant Gervasi	Plaça Universitat	Poblenou	Sants	IES Verdaguer	IES Goya	Zona Universitària	Vall d'Hebron
As - Mitjana anual WHO AQG: 6,6 ng/m <sup>3</sup> Valor Objectiu (2013): 6 ng/m <sup>3</sup>	1,01	1,00	1,00	1,01	1,01	1,00	1,00	1,00	1,00
Cd - Mitjana anual WHO AQG: 5 ng/m <sup>3</sup> Valor Objectiu (2013): 5 ng/m <sup>3</sup>	0,40	0,40	0,40	0,41	0,41	0,40	0,40	0,40	0,40
Ni - Mitjana anual WHO AQG: 25 ng/m <sup>3</sup> Valor Objectiu (2013): 20 ng/m <sup>3</sup>	4,2	3,6	4,3	4,1	3,5	4,3	3,0	3,2	2,9
Nombre de dades vàlides en %	99	96	98	100	93	86	48	99	98

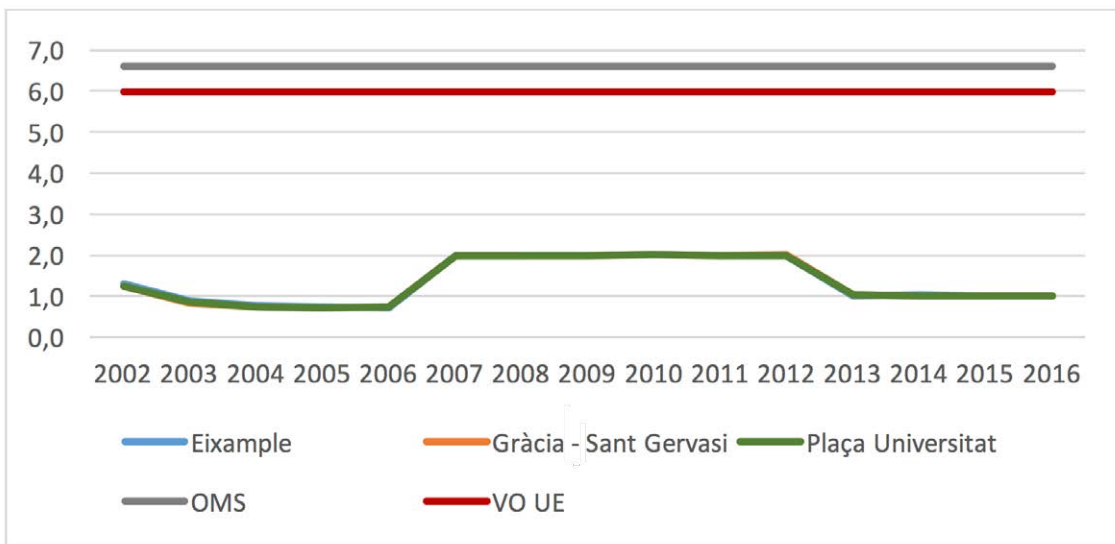
Els nivells de metalls pesants a la ciutat (As, Cd i Ni) compleixen el valor de referència anual de l'OMS i els respectius valors objectiu de la normativa.

## 9.2. EVOLUCIÓ DE LA MITJANA ANUAL D'ARSÈNIC, CADMI I NÍQUEL (en ng/m<sup>3</sup>)

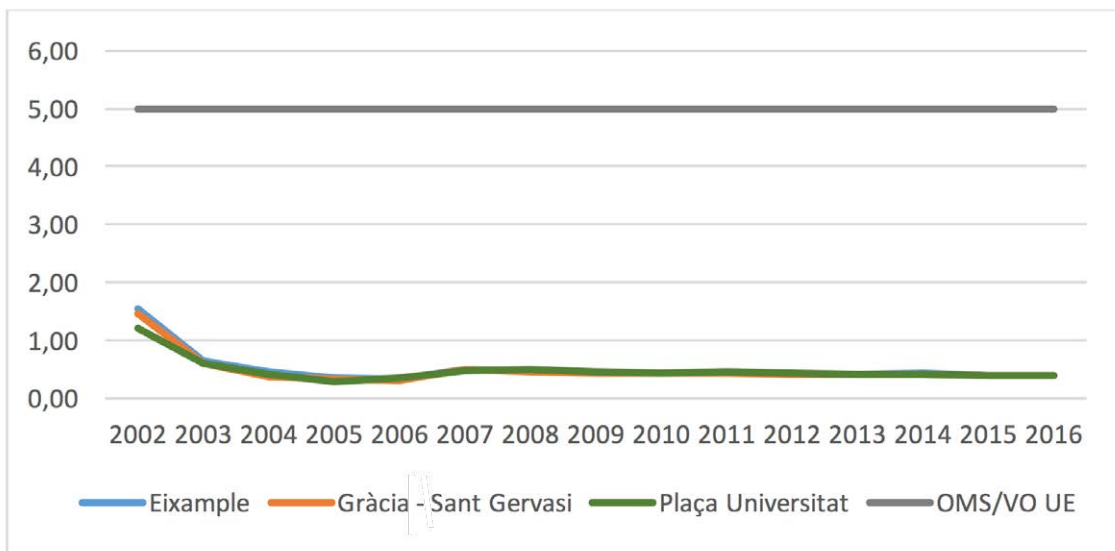
L'evolució dels metalls pesants a la ciutat presenta des de fa anys uns nivells molt baixos a la ciutat, i fins i tot per sota del límit de quantificació analítica per a l'arsènic i el cadmi (vegeu les figures 27, 28, 29 i 30).

Respecte al níquel, traçador de les emissions dels vaixells del port, els nivells també es mantenen molt baixos per a tot el període respecte al nivell de referència de l'OMS, i històricament s'han detectat els nivells més alts a les estacions més properes al front marítim del Parc de la Ciutadella (IES Verdaguer), Poblenou i Plaça Universitat (vegeu les 29 i 32).

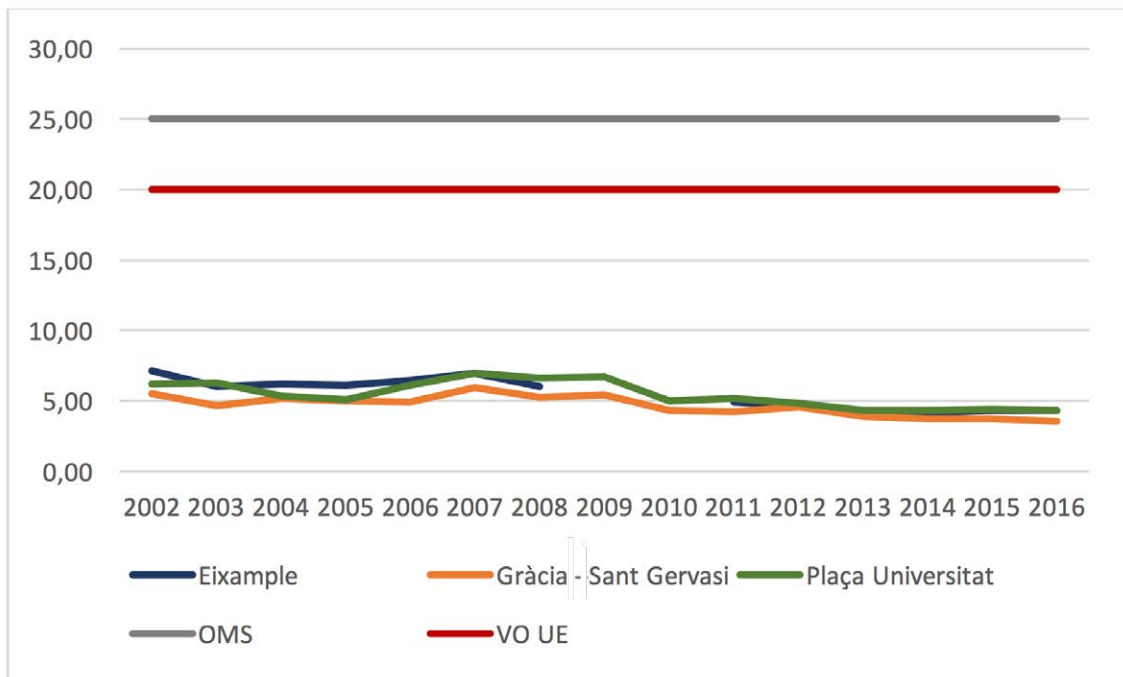
**Figura 27.** Evolució temporal de la mitjana anual d'arsènic (en ng/m<sup>3</sup>) per al període 2002-2016 a les estacions de trànsit



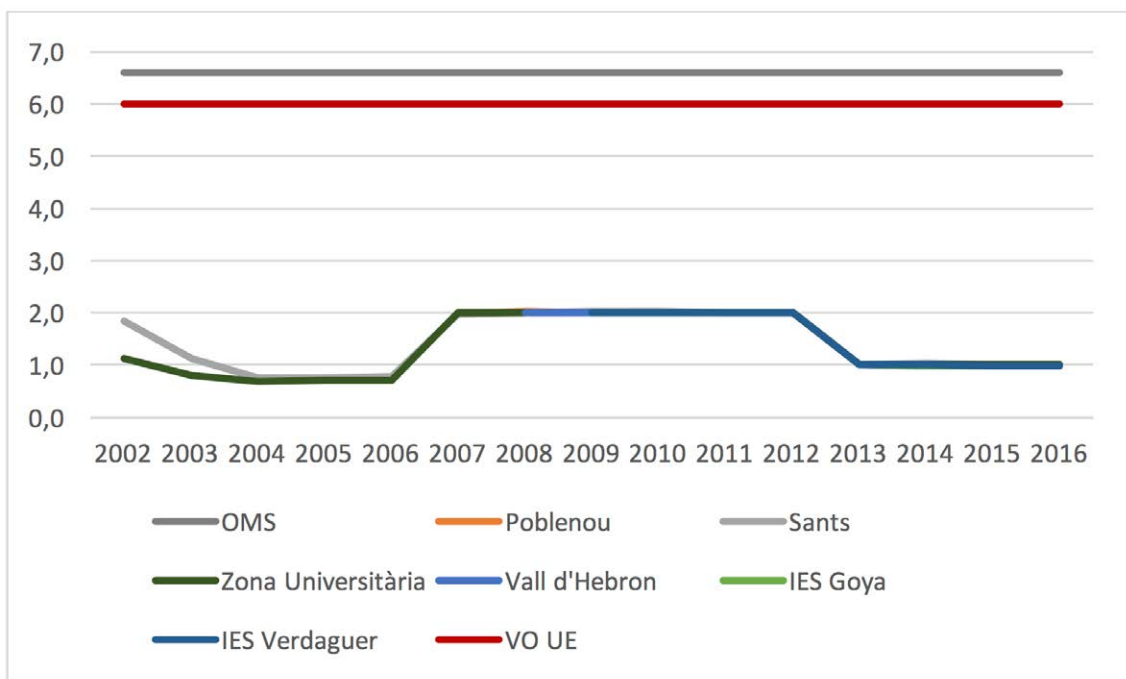
**Figura 28.** Evolució temporal de la mitjana anual de cadmi (en ng/m<sup>3</sup>) per al període 2002-2016 a les estacions de trànsit



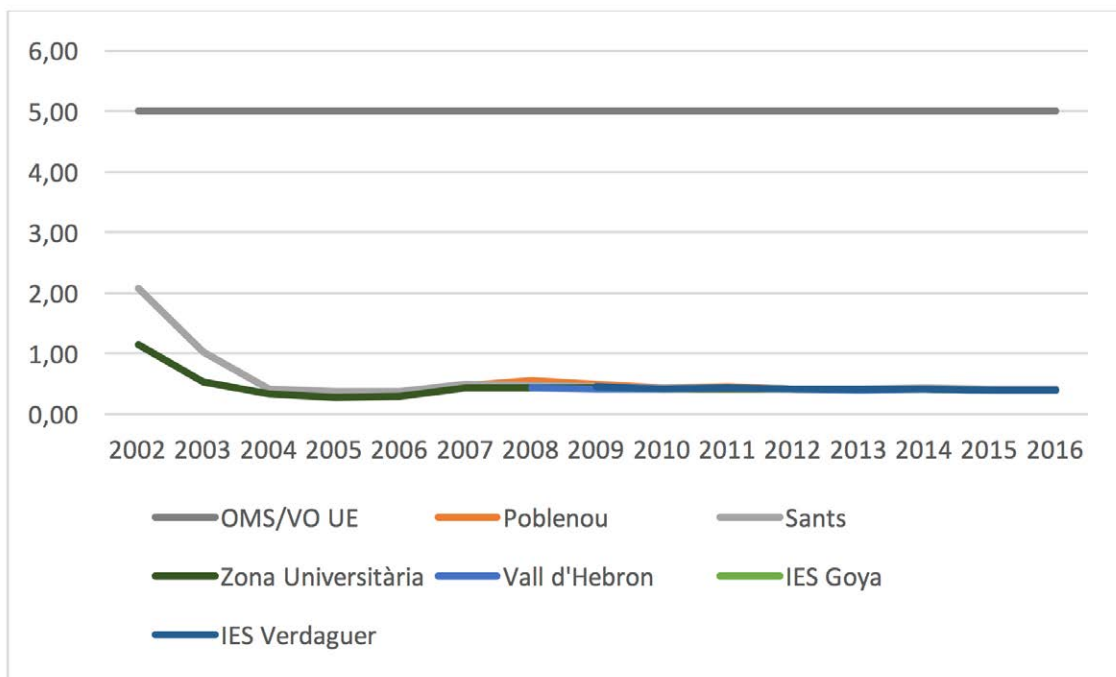
**Figura 29.** Evolució temporal de la mitjana anual de níquel (en ng/m<sup>3</sup>) per al període 2002-2016 a les estacions de trànsit



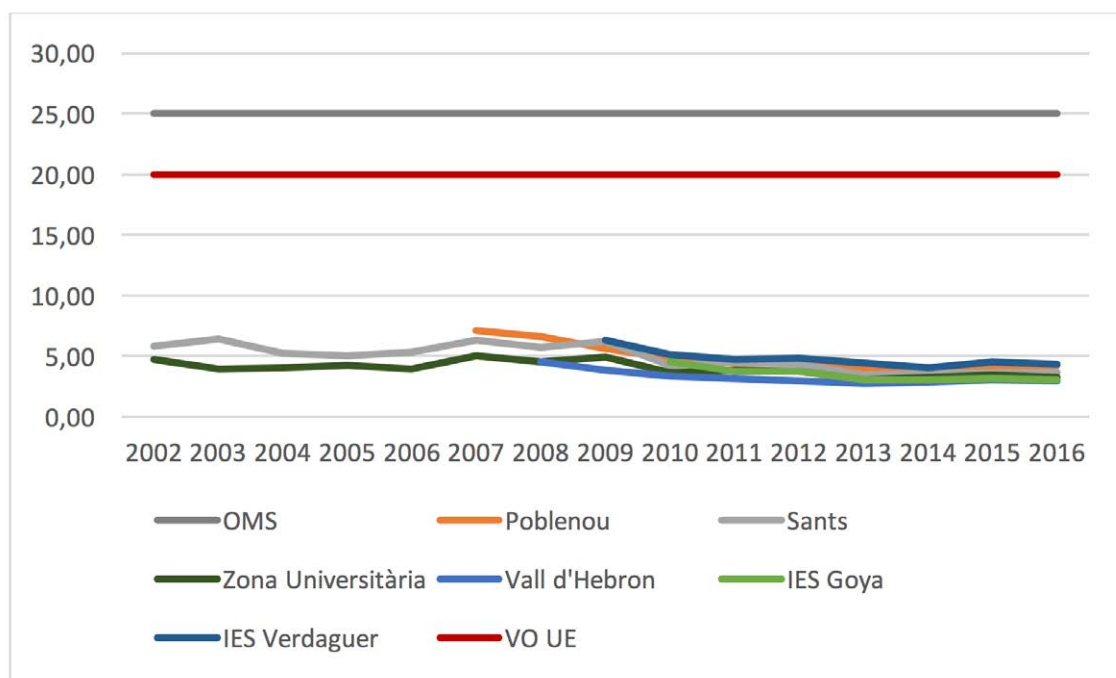
**Figura 30.** Evolució temporal de la mitjana anual d'arsènic (en ng/m<sup>3</sup>) per al període 2002-2016 a les estacions de fons urbà



**Figura 31.** Evolució temporal de la mitjana anual de cadmi (en ng/m<sup>3</sup>) per al període 2002-2016 a les estacions de fons urbà



**Figura 32.** Evolució temporal de la mitjana anual de níquel (en ng/m<sup>3</sup>) per al període 2002-2016 a les estacions de fons urbà





# 10. Nivells de plom

## 10.1. AVALUACIÓ (2016)

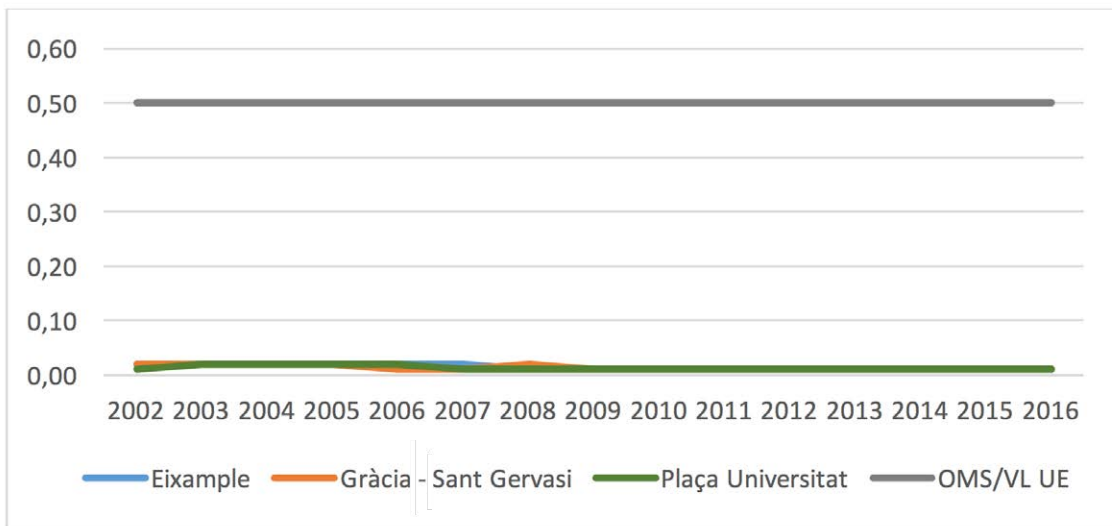
Pb (Dades en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Trànsit			Fons urbà					
	Eixample	Gràcia Sant Gervasi	Plaça Universitat	Poblenou	Sants	IES Verdaguer	IES Goya	Zona Universitària	Vall d'Hebron
Mitjana anual WHO AQG: $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Valor límit: $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Nombre de dades vàlides en %	99	96	98	100	93	86	49	99	98

Els nivells de plom a la ciutat compleixen el valor de referència anual de l'OMS i de la normativa europea.

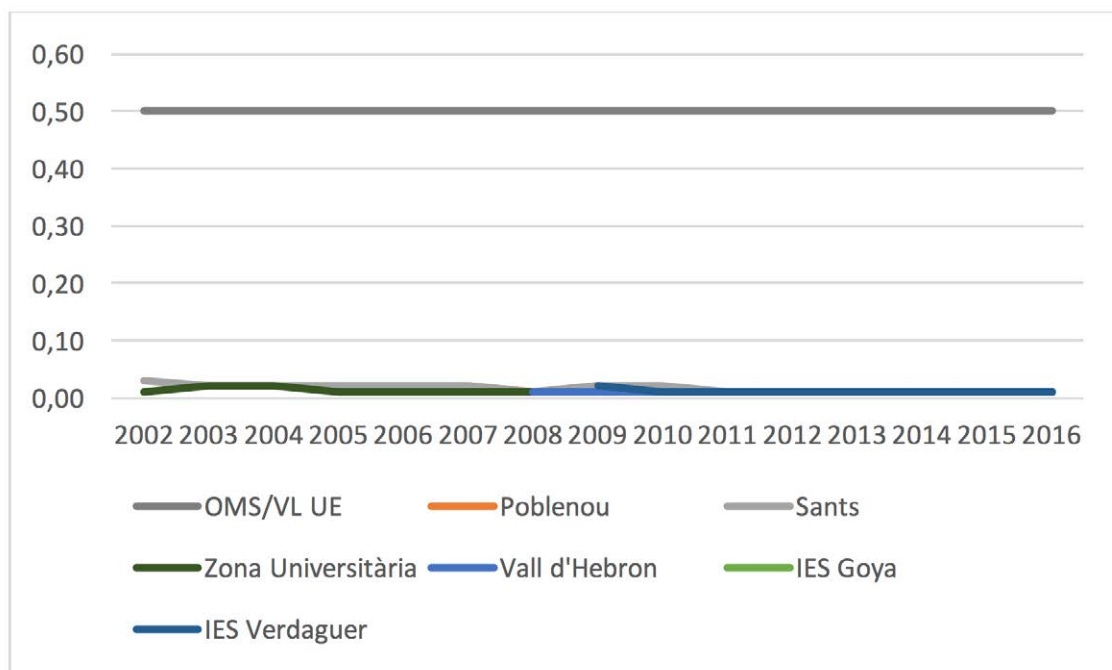
## 10.2. EVOLUCIÓ DE LA MITJANA ANUAL DE PLOM (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

El plom ha esdevingut un contaminant pràcticament residual a la ciutat. Els nivells anuals de plom es mantenen estables i amb el mateix nivell a totes de les estacions de la ciutat ( $0,01 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), que coincideix amb el límit de quantificació de la tècnica analítica. En totes les estacions es compleix el nivell de referència de l'OMS i el valor límit anual de la UE.

**Figura 33.** Evolució temporal de la mitjana anual de plom (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) per al període 2002-2016 a les estacions de trànsit



**Figura 34.** Evolució temporal de la mitjana anual de plom (en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) per al període 2002-2016 a les estacions de fons urbà



# 11. Resum del compliment dels nivells de referència (2016)

A continuació es mostra una valoració global com a resum del compliment dels valors de referència de l'OMS i de la normativa per als contaminants avaluats a les estacions de trànsit i a les estacions de fons urbà (taula 1).

**Taula 1.** Nivell de compliment dels valors de referència de la UE i de l'OMS de les concentracions mitjanes agregades a les estacions de mesurament en funció de la intensitat de trànsit (trànsit intern o fons)

Contaminant	Trànsit		Fons	
	OMS	UE	OMS	UE
Mitjana anual NO <sub>2</sub>	Se supera en 1,3 vegades	Se supera en 1,3 vegades	No se supera	No se supera
Mitjana anual PM10	Se supera en 1,3 vegades	No se supera	Se supera en 1,1 vegades	No se supera
Mitjana anual PM2,5	Se supera en 1,5 vegades	No se supera	Se supera en 1,3 vegades	No se supera
Mitjana anual benzè	Se supera en 1,7 vegades	No se supera	No se supera	No se supera
Mitjana anual benzo(a)pirè	Se supera en 1,1 vegades	No se supera	No se supera	No se supera
Màxim 8-horari d'ozó	Se supera en 1,1 vegades	No se supera	Se supera en 1,3 vegades	Se supera en 1,1 vegades
Llindar d'informació horari d'ozó	-	No se supera	-	No se supera
Llindar d'alerta horari d'ozó	-	No se supera	-	No se supera

Màxim diari SO <sub>2</sub>	No se supera	No se supera	No se supera	No se supera
Màxim horari SO <sub>2</sub>	-	No se supera	-	No se supera
Màxim 8-horari CO	No se supera	No se supera	No se supera	No se supera
Màxim horari CO	No se supera	No se supera	No se supera	No se supera
Mitjana anual As	No se supera	No se supera	No se supera	No se supera
Mitjana anual Cd	No se supera	No se supera	No se supera	No se supera
Mitjana anual Ni	No se supera	No se supera	No se supera	No se supera
Mitjana anual Pb	No se supera	No se supera	No se supera	No se supera

# 12. Avaluació de l'exposició potencial de la població (2016)

En aquest apartat s'aprofundeix en els perfils de contaminació en unitats de temps diferents (vegeu l'apartat 12.1) i en l'avaluació del comportament dels contaminants a la ciutat i de la població potencialment exposada a diferents nivells de contaminació d' $\text{NO}_2$ , PM10 i PM2,5 (vegeu l'apartat 12.3).

Com hem vist fins ara, l'evolució temporal mostra els nivells de contaminació a la ciutat al llarg dels anys. Tanmateix, aquesta avaluació es pot realitzar dins de l'any en unitats temporals més petites, mostrant així els diferents perfils de contaminació de la ciutat per hores o dies i la seva contribució en els nivells anuals.

A continuació es presenta aquesta avaluació dels perfils de contaminació per l' $\text{NO}_2$  (vegeu l'apartat 12.1.1), PM10 (vegeu l'apartat 12.1.2), PM2,5 (vegeu l'apartat 12.1.3), l'ozó (vegeu l'apartat 12.1.4) i un resum del comportament de la resta de contaminants (vegeu l'apartat 12.1.5).

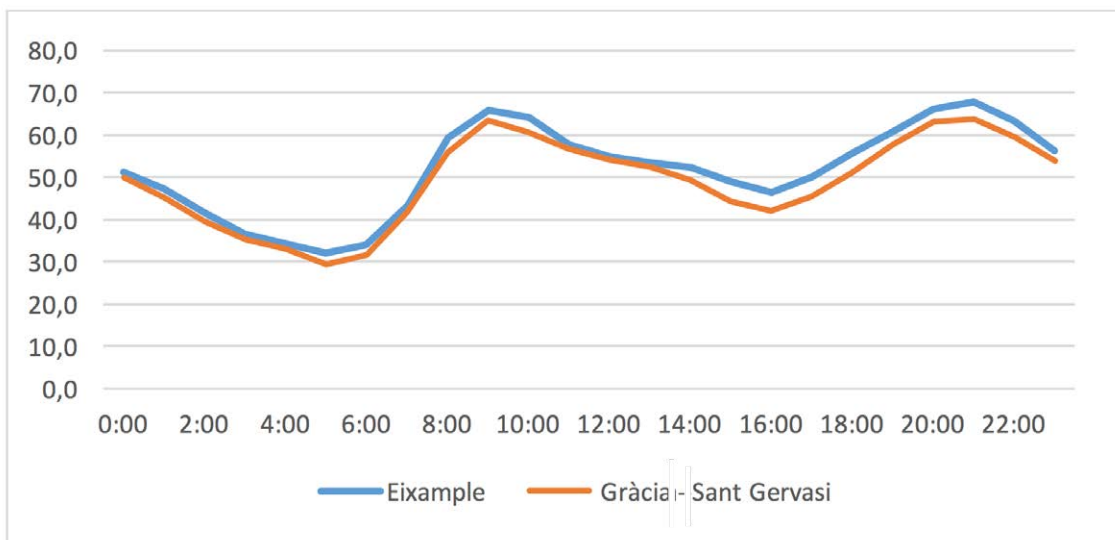
Amb l'avaluació dels nivells de contaminació durant l'any 2016 s'analitza l'exposició temporal de la població (vegeu l'apartat 12.2) i l'exposició als nivells de contaminació d' $\text{NO}_2$ , PM10 i PM2,5 en funció de la secció censal on viu la població (vegeu l'apartat 12.3).

## 12.1. PERFILS DE CONTAMINACIÓ

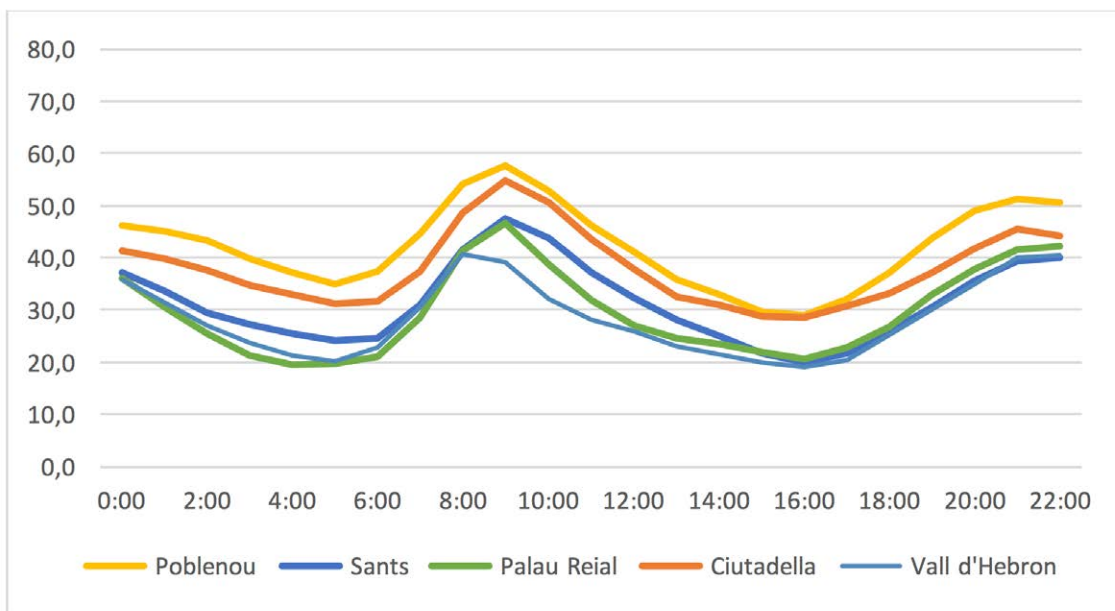
### 12.1.1. Perfils de contaminació per $\text{NO}_2$

L' $\text{NO}_2$ , contaminant molt relacionat amb les emissions del trànsit, especialment dels motors dièsel, segueix un perfil de contaminació horària molt relacionat amb l'entrada i la sortida de vehicles de la ciutat, amb màxims entre les 8.00 i les 10.00 i de 20.00 a 20.00 h, tal com es mostra a les figures 35 i 36.

**Figura 35.** Perfil horari d'NO<sub>2</sub> (mitjana horària en µg/m<sup>3</sup>) durant el 2016 a les estacions de trànsit



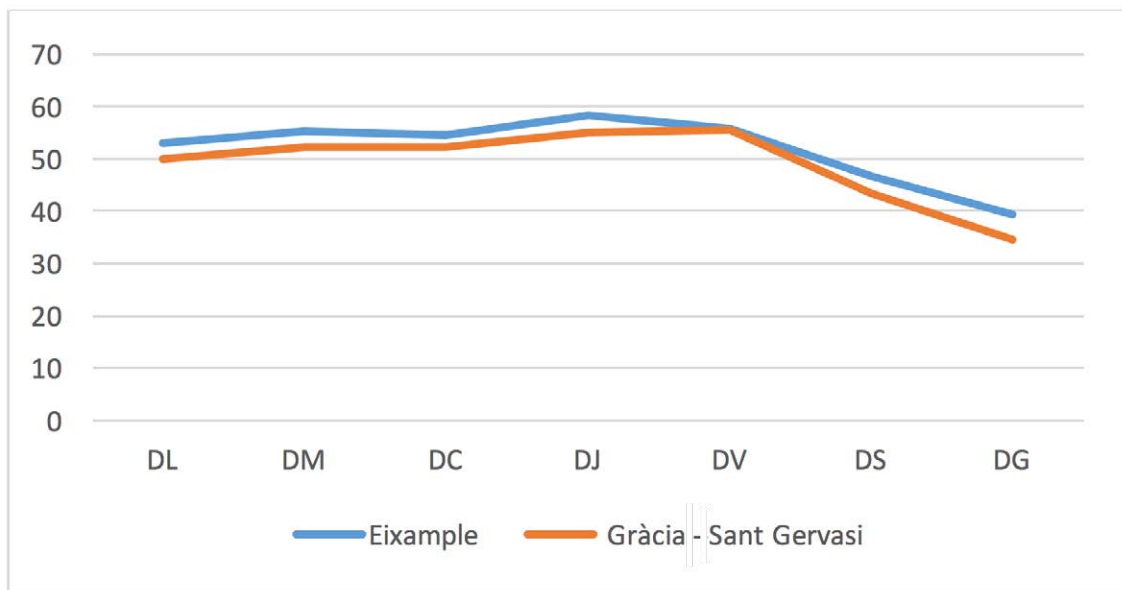
**Figura 36.** Perfil horari d'NO<sub>2</sub> (mitjana horària en µg/m<sup>3</sup>) durant el 2016 a les estacions de fons urbà



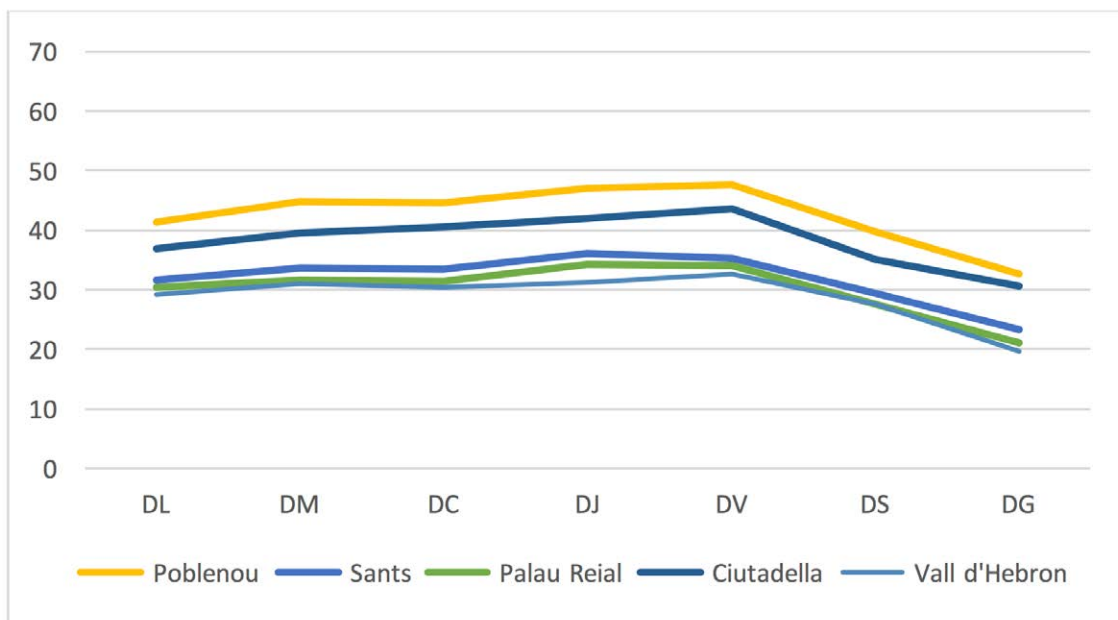
D'altra banda, en relació amb el perfil setmanal, l'elevada relació entre aquest contaminant i el trànsit a la ciutat, fa que els nivells d'NO<sub>2</sub> disminueixin els caps de setmana entre el 19 i el 26% (vegeu les figures 37 i 38). Tanmateix, tot i aquest descens, si extrapoléssim la mitjana anual dels dissabtes i diumenges de l'any 2016 a tot l'any, els nivells de l'estació de l'Eixample (43 µg/m<sup>3</sup>) es mantenen per sobre del nivell de referència de l'OMS i de la normativa europea. A les estacions de fons, destaca el patró de contaminació més elevat a l'estació de Poblenou respecte de la resta d'estacions.

Pel que fa a les superacions del nivell de referència horari de l'OMS, durant el període 2010-2016 hi ha hagut aproximadament 3 dies per any on s'han detectat superacions horàries. El 76% de les superacions del valor límit horari d'NO<sub>2</sub> (200 µg/m<sup>3</sup>) es concentren entre les 8.00 i les 12.00 h, i principalment entre els mesos d'octubre a març (80% del total), mesos en què es produeixen més habitualment condicions meteorològiques de dispersió desfavorables dels contaminants a la ciutat.

**Figura 37.** Perfil setmanal d'NO<sub>2</sub> (mitjana diària en µg/m<sup>3</sup>) durant el 2016 a les estacions de trànsit



**Figura 38.** Perfil setmanal d'NO<sub>2</sub> (mitjana diària en µg/m<sup>3</sup>) durant el 2016 a les estacions fons urbà

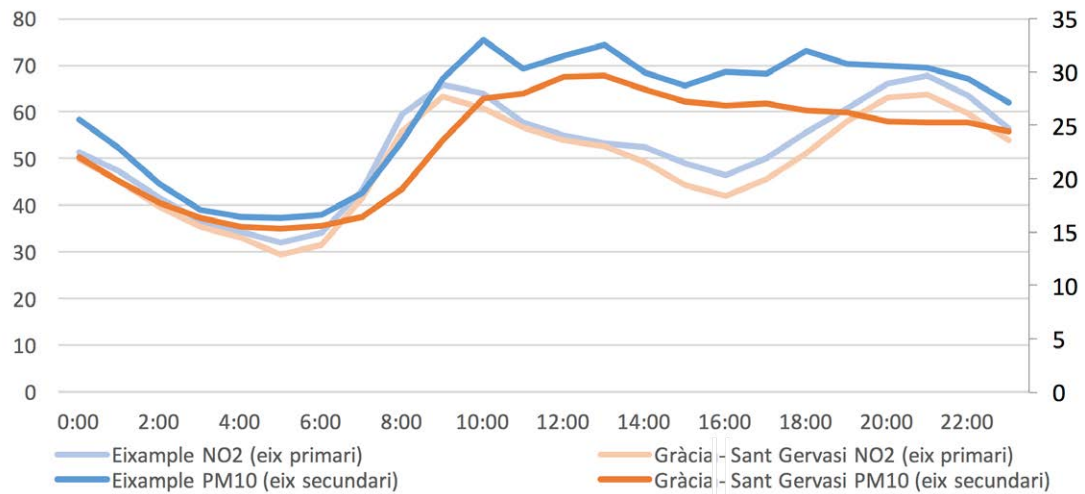


### 12.1.2. Perfils de contaminació per PM10

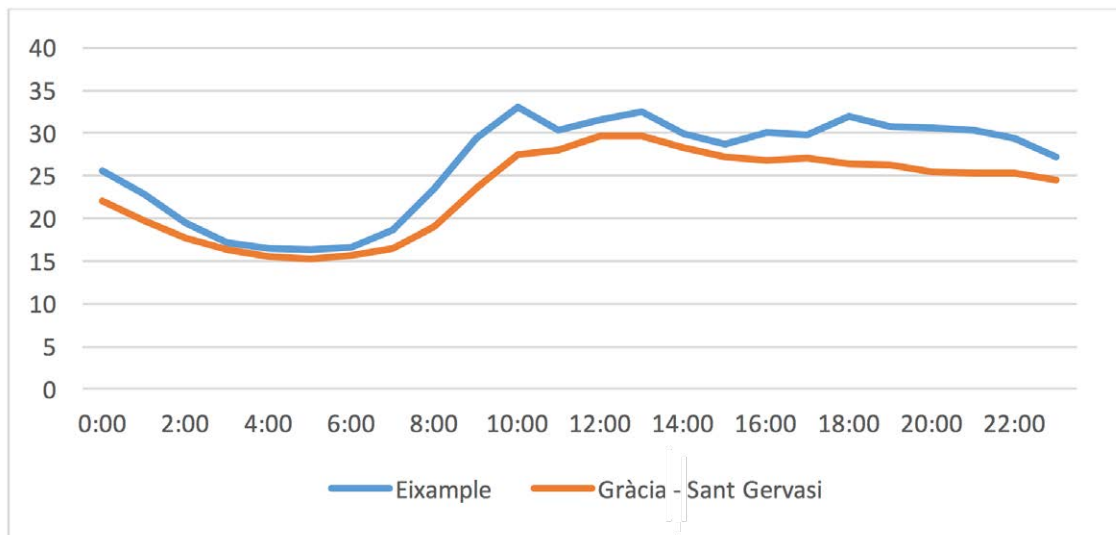
Les partícules PM10 són una mescla complexa i heterogènia de diferents compostos degut a la gran variabilitat de fonts d'emissió i a les nombroses reaccions i transformacions en què es veuen involucrades. Els perfils horaris mostren la importància del trànsit per a aquest contaminant, amb l'increment dels nivells a partir de les 8.00 h, però els nivells es mantenen estables durant la resta del dia degut a la contribució d'altres fonts que segueixen patrons d'emissions diferents del trànsit, com ara les obres, l'activitat industrial en general o les aportacions de partícules d'origen natural (vegeu les figures 39, 40 i 41).



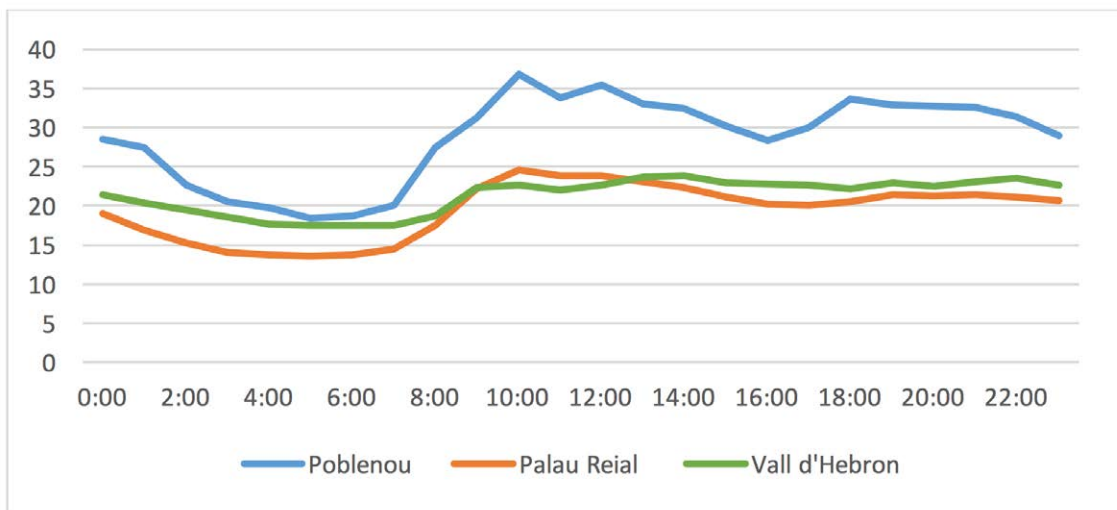
**Figura 39.** Comparació dels perfil horaris de NO2 i PM10 (mitjana horària en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) durant el 2016 a les estacions de trànsit



**Figura 40.** Perfil horari de PM10 (mitjana horària en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) durant el 2016 a les estacions de trànsit (dades dels monitors automàtics tipus TEOM)

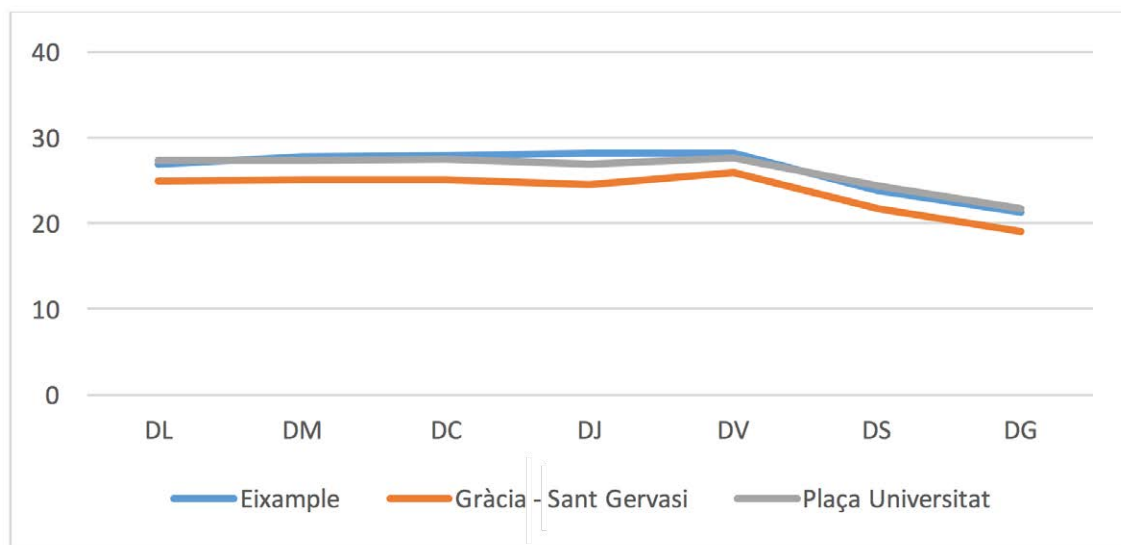


**Figura 41.** Perfil horari de PM10 (mitjana horària en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) durant el 2016 en les estacions de fons urbà (dades dels monitors automàtics tipus TEOM)

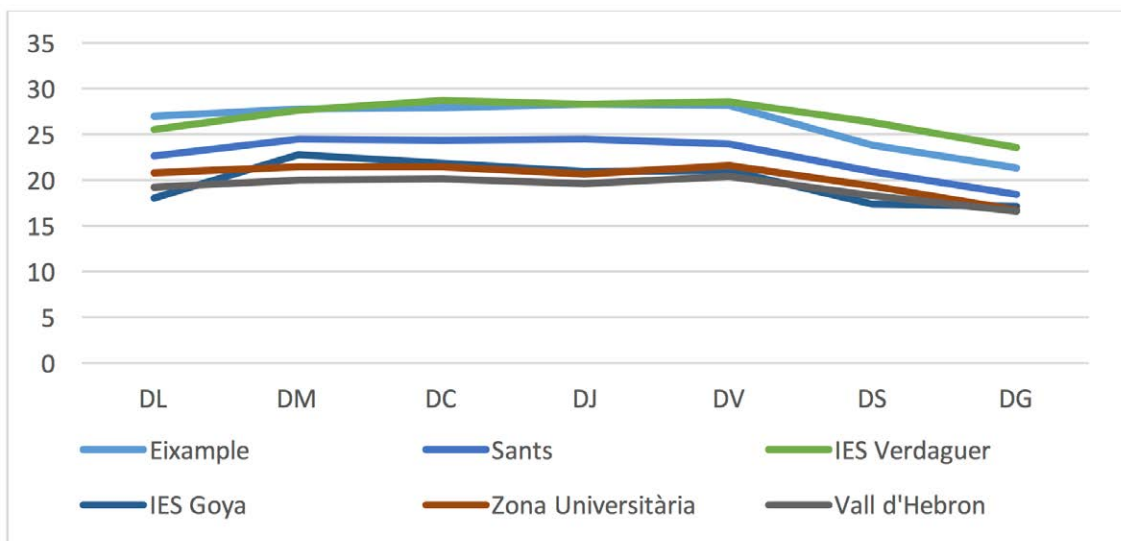


Respecte al perfil setmanal, si bé també es detecta un descens de la mitjana diària els dissabtes i diumenges respecte a la resta de dies de la setmana, d'entre el 10 i el 19%, si extrapolem els nivells a tot l'any, es manté la superació del nivell de referència anual de l'OMS a les estacions de trànsit de l'Eixample i Plaça Universitat i a les de fons urbà de Poblenou i IES Verdaguer (vegeu les figures 42 i 43).

**Figura 42.** Perfil setmanal de PM10 (mitjana diària en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) durant el 2016 a les estacions de trànsit



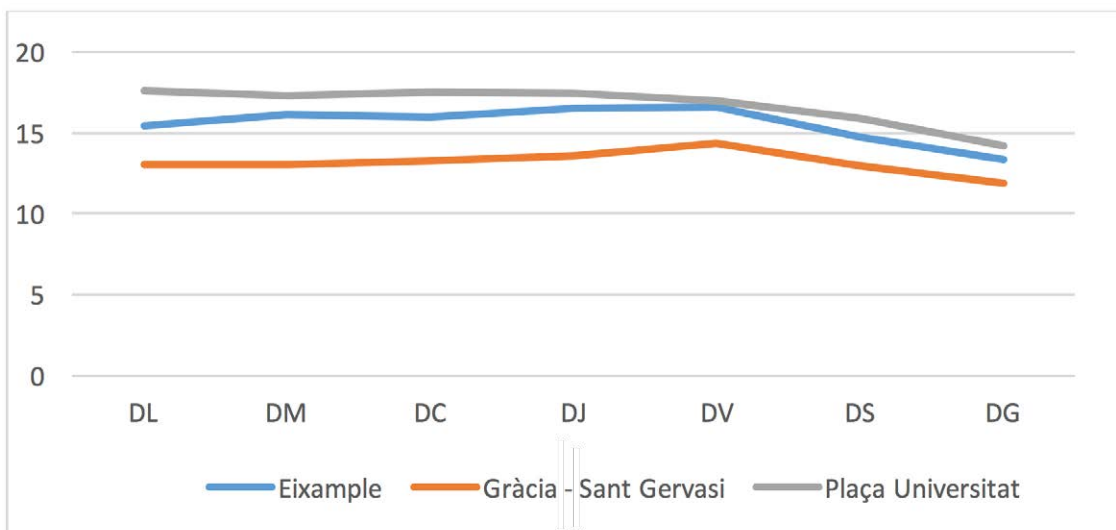
**Figura 43.** Perfil setmanal de PM10 (mitjana diària en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) durant el 2016 a les estacions de fons urbà



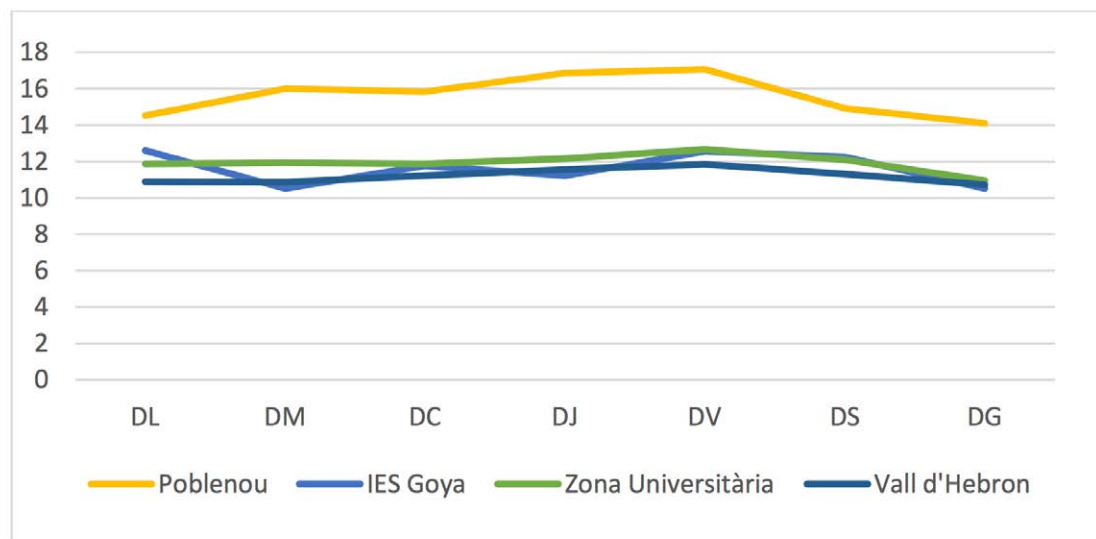
### 12.1.3. Perfils de contaminació per PM2,5

El perfil setmanal de les PM2,5 no mostra tants canvis durant els dies de la setmana en comparació amb els perfils de PM10 i sobretot d'NO2. Les disminucions en cap de setmana se situen entre el -2 i el -13% (vegeu les figures 44 i 45). Així mateix, els nivells diaris es mantenen elevats a totes les estacions i tots els dies de la setmana.

**Figura 44.** Perfil setmanal de PM2,5 (mitjana diària en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) durant el 2016 a les estacions de trànsit



**Figura 45.** Perfil setmanal de PM<sub>2,5</sub> (mitjana diària en µg/m<sup>3</sup>) durant el 2016 a les estacions de fons urbà

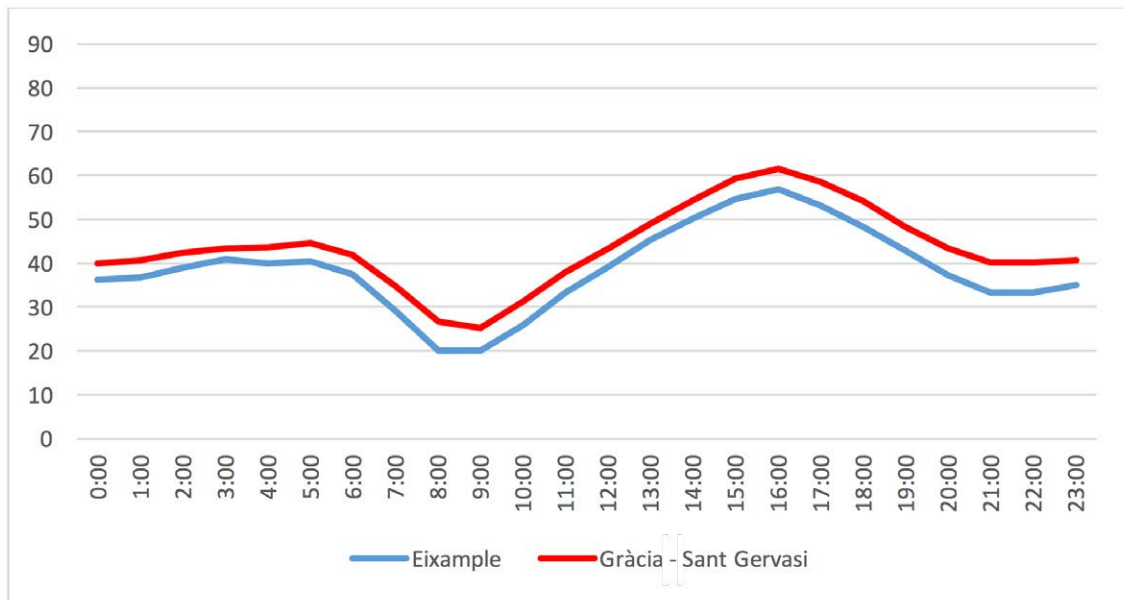


#### 12.1.4. Perfils de contaminació per ozó

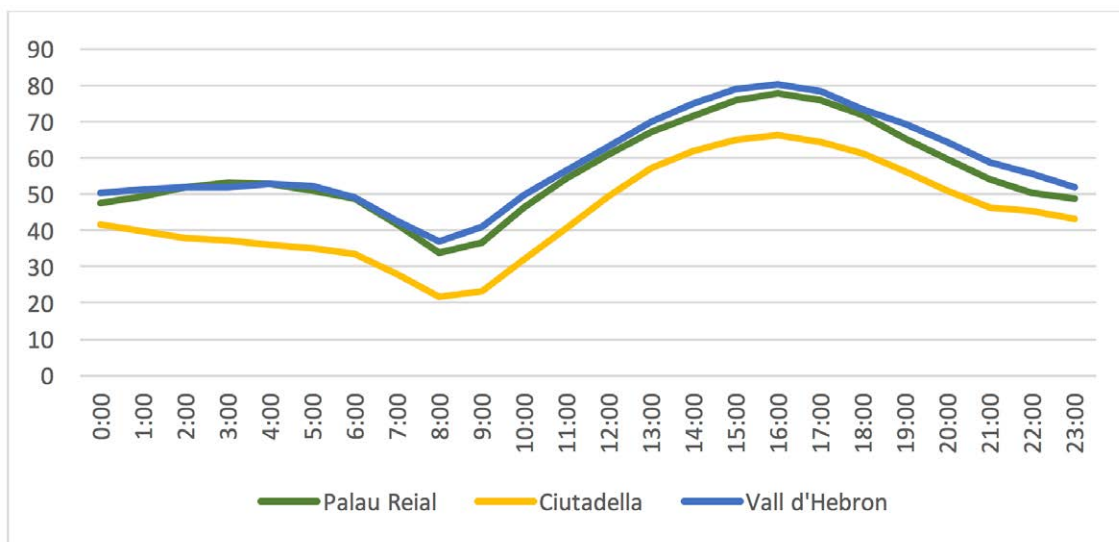
Respecte al perfil horari, atès que la formació d'ozó requereix una elevada radiació solar i concentracions baixes d'NO, els nivells per aquest contaminant tenen un màxim sobre les 16.00 h (vegeu les figures 46 i 47), i els màxims més elevats es detecten en entorns allunyats de les emissions directes del trànsit.

A diferència de la resta de contaminants, la mitjana diària d'ozó s'incrementa entre un 9 i un 21% els caps de setmana, quan baixen les emissions del trànsit local (vegeu les figures 48 i 49) i els nivells són més elevats en els períodes de primavera i estiu (increment de la radiació solar). Així, respecte a les superacions del màxim 8-horari de l'OMS, els mesos amb més dies en superació es concentren entre el mesos de juny i agost (60% del total), si bé hi ha superacions per al període de març a setembre.

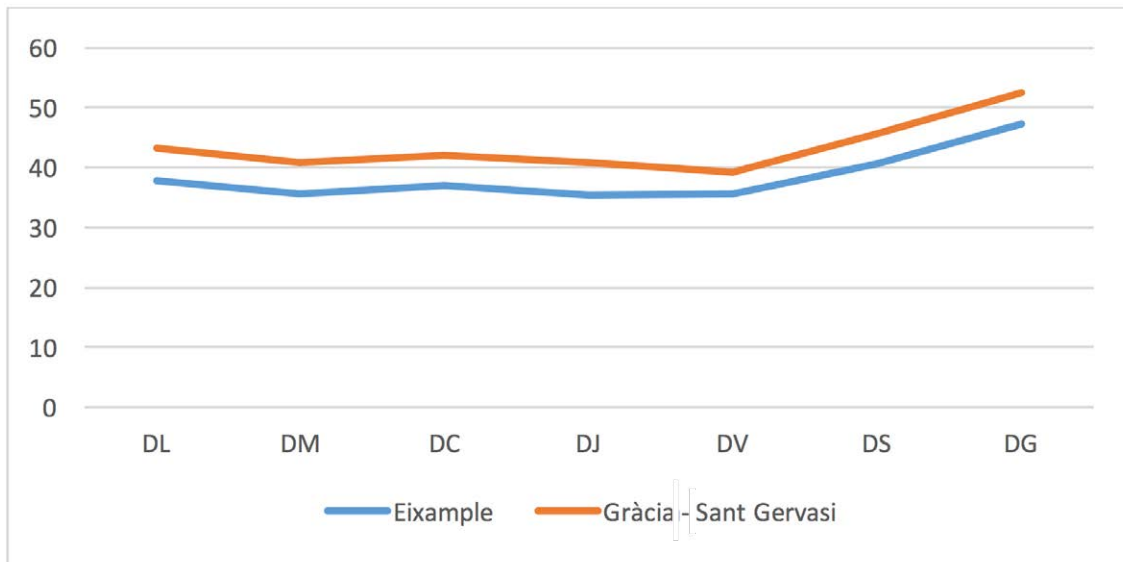
**Figura 46.** Perfil horari d'O<sub>3</sub> (mitjana horària en µg/m<sup>3</sup>) durant el 2016 a les estacions de trànsit



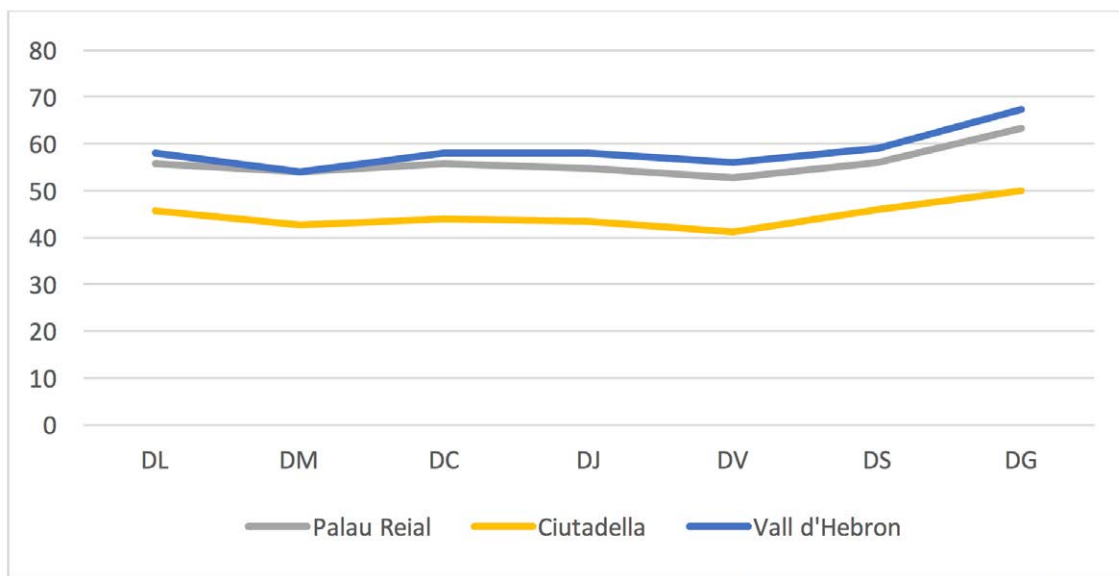
**Figura 47.** Perfil horari d'O<sub>3</sub> (mitjana horària en µg/m<sup>3</sup>) durant el 2016 a les estacions de fons urbà



**Figura 48.** Perfil diari d'O<sub>3</sub> (mitjana diària en µg/m<sup>3</sup>) durant el 2016 a les estacions de trànsit



**Figura 49.** Perfil diari d'O<sub>3</sub> (mitjana diària en µg/m<sup>3</sup>) durant el 2016 a les estacions de fons urbà



### 12.1.5. Altres contaminants

#### **Benzè**

El perfil setmanal del benzè mostra un descens important durant els caps de setmana a les estacions de trànsit (entre un -25 i un -28%), i menor a les de fons (entre el -3 i el -11%). Tot i aquest descens, els nivells a l'Eixample ( $2,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), Gràcia - Sant Gervasi ( $2,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) i Poblenou ( $1,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) segueixen superant el nivell de referència anual de l'OMS.

#### **Benzo(a)pirè**

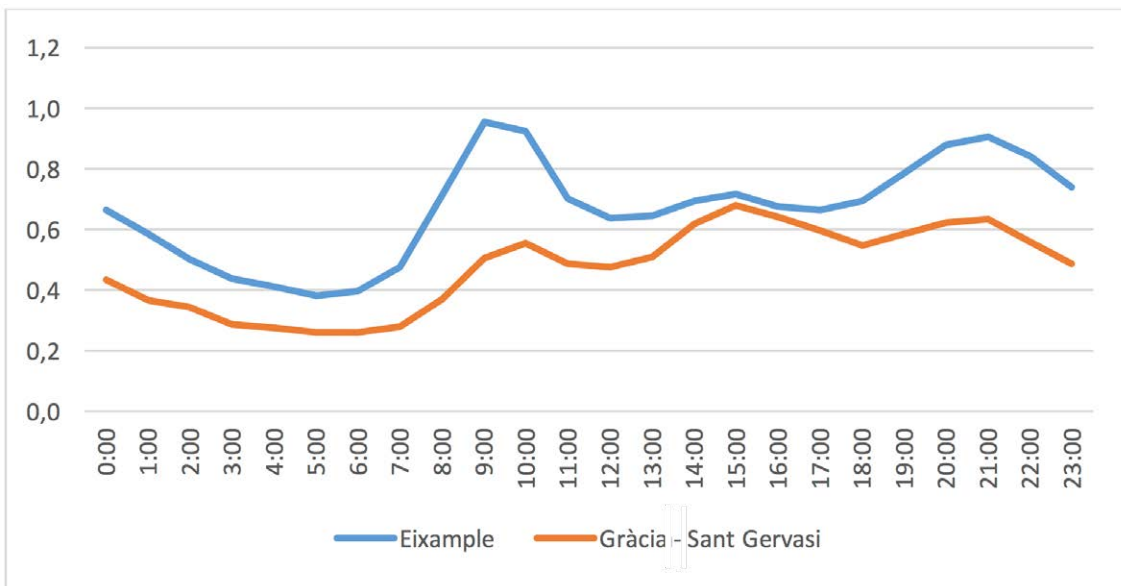
En el perfil setmanal del benzo(a)pirè també es detecta un descens dels nivells en caps de setmana, d'entre el 2 i el 28%. Els descensos més importants es produeixen també a les estacions properes al trànsit (entre un -19 i un -28%). Tot i aquesta reducció, a l'estació de Poblenou ( $0,13 \text{ ng}/\text{m}^3$ ), els nivells segueixen superant el nivell de referència anual de l'OMS.

#### **Monòxid de carboni**

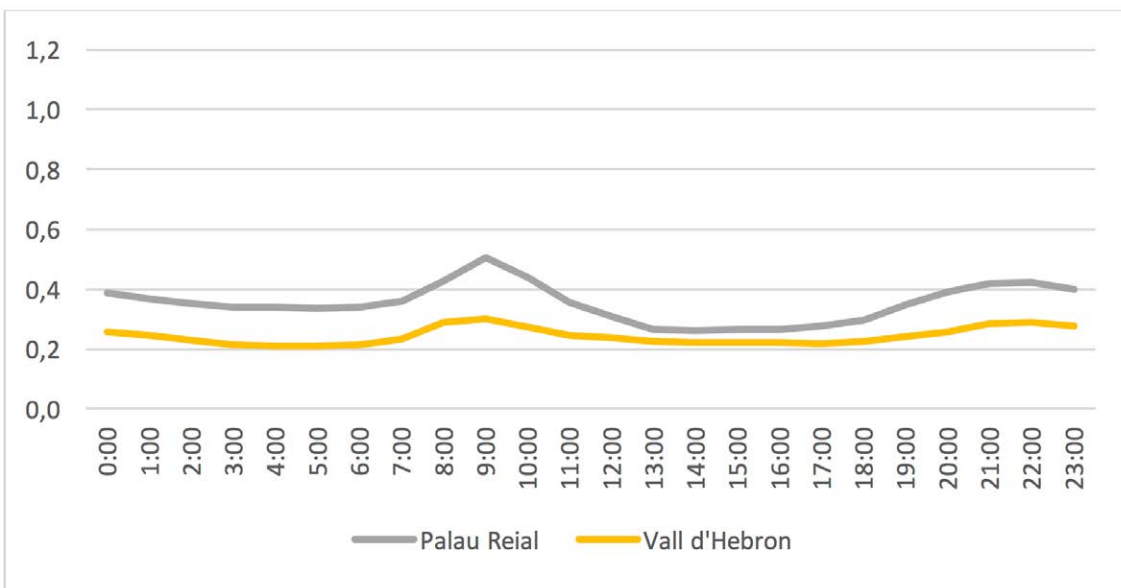
El monòxid de carboni és un contaminant molt relacionat amb la intensitat de trànsit. El perfil diari mostra l'increment dels nivells amb l'entrada de vehicles a la ciutat (entre les 7.00 i les 9.00 h) i la sortida a darrera hora de la tarda (vegeu les figures 50 i 51). D'altra banda, els nivells anuals en estacions allunyades del trànsit (Vall d'Hebron) són un 63% inferiors respecte dels entorns de més intensitat de trànsit com l'Eixample.

Respecte al perfil setmanal, els nivells de CO es redueixen durant els caps de setmana, especialment a les estacions properes al trànsit (entre -26 i -27%).

**Figura 50.** Perfil horari de CO (mitjana horària en mg/m<sup>3</sup>) durant el 2016 a les estacions de trànsit



**Figura 51.** Perfil horari de CO (mitjana horària en mg/m<sup>3</sup>) durant el 2016 a les estacions de fons urbà





## 12.2. EXPOSICIÓ TEMPORAL DE LA POBLACIÓ

A continuació es calculen els percentatges de dies per cada contaminant en què durant el 2016 s'han superat els valors de referència de l'OMS per a exposicions a curt termini (inferiors o iguals a 24 hores):

Contaminant	Criteri	Nivell OMS	% dies en superació a l'any
Ozó	Mitjana 8-horària	100 µg/m <sup>3</sup> de màxim 8-horari	22,40%
PM <sub>2,5</sub>	Mitjana diària	25 µg/m <sup>3</sup> de màxim diari	11,48%
PM <sub>10</sub>	Mitjana diària	50 µg/m <sup>3</sup> de màxim diari	4,64%
NO <sub>2</sub>	Mitjana horària	200 µg/m <sup>3</sup> de màxim horari	0,05% (hores)
CO	Mitjana 8-horària	10 mg/m <sup>3</sup> de màxim 8-horari	0%
SO <sub>2</sub>	Mitjana diària	20 µg/m <sup>3</sup> de màxim diari	0%

Des del punt de la vista de la UE, se superen els valors límit o objectiu per a exposicions a curt termini segons la taula següent:

Contaminant	Criteri	Nivell UE	% dies en superació a l'any	Diferència OMS/UE
Ozó	Mitjana 8-horària	120 µg/m <sup>3</sup> de màxim 8-horari	2,17%	-90%
PM <sub>10</sub>	Mitjana diària	50 µg/m <sup>3</sup> de màxim diari	4,64%	0%
NO <sub>2</sub>	Mitjana horària	200 µg/m <sup>3</sup> de màxim horari	0,05% (hores)	0%
CO	Mitjana 8-horària	10 mg/m <sup>3</sup> de màxim 8-horari	0%	-
SO <sub>2</sub>	Mitjana diària	20 µg/m <sup>3</sup> de màxim diari	0%	-

Si s'agreguen els dies amb superacions, se superen durant 122 dies els nivells de referència de l'OMS i 25 dies a l'any els valors límit o objectiu de la normativa europea per a exposicions a curt termini.

Tanmateix, l'exposició de la població a nivells de contaminació atmosfèrica crònica continuada (indicadors anuals) a la ciutat de Barcelona és més important que les situacions d'exposició de tipus episòdic, tal com s'ha constatat en els apartats anteriors amb les superacions dels nivells de referència anual de l'OMS per a la majoria dels contaminants atmosfèrics avaluats.

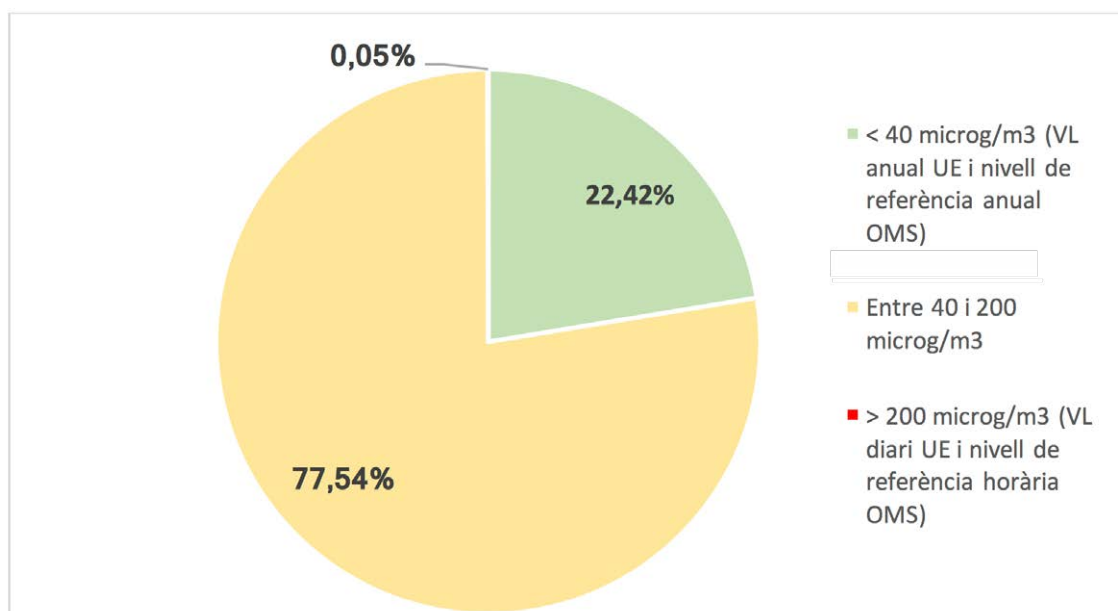
Així, si s'avaluen les dades horàries d'NO<sub>2</sub> disponibles de les 7 estacions de mesurament de la ciutat i les dades diàries de material particulat (PM10 i PM2,5) de 9 estacions, podem obtenir una distribució dels nivells horaris i diaris de l'any en funció dels diferents indicadors d'exposició, tant a curt termini com a llarg termini.

A les figures següents es presenta la distribució dels nivells màxims horaris d'NO<sub>2</sub> mesurats a la ciutat per cada hora i els nivells màxims diaris mesurats de PM10 i PM2,5. Aquestes mesures s'agrupen en els diferents llinars, basats tant en els nivells de re-

ferència de l'OMS com de la normativa europea i tant per a exposicions a curt com a llarg termini.

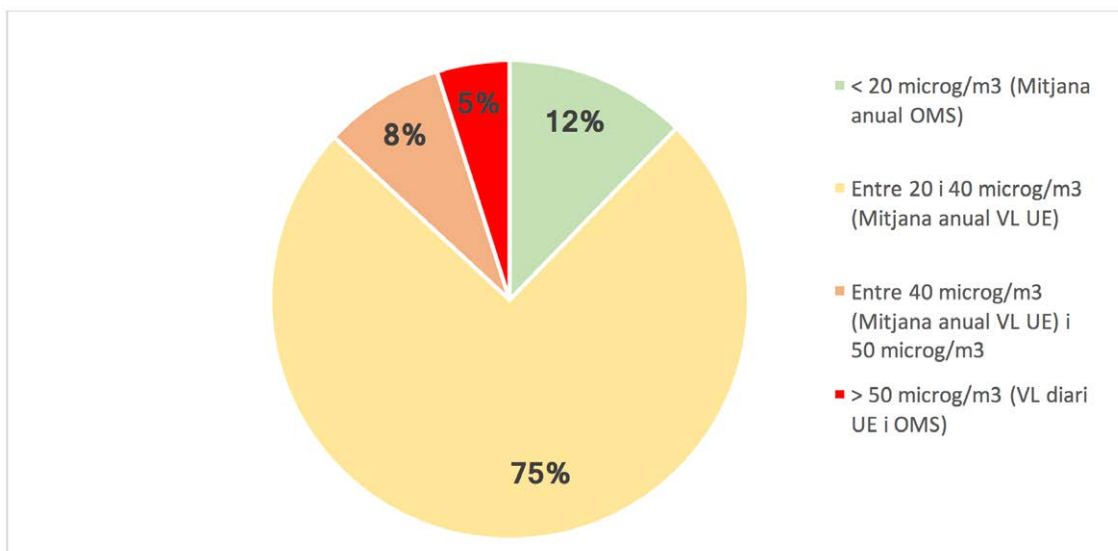
Així, per a l' $\text{NO}_2$ , per a exposicions a llarg termini durant el 78% de les hores se superen en almenys una estació de vigilància de la ciutat els nivells anuals de l'OMS i el valor límit anual de la UE ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en ambdós casos). Per a exposicions a curt termini, es redueixen a un 0,05% les hores en què se supera el nivell de referència horària i el valor límit horari de la UE ( $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en ambdós casos) (vegeu la figura 52).

**Figura 52.** Distribució dels nivells màxims horaris d' $\text{NO}_2$  mesurats a les estacions de la ciutat (en % hores)



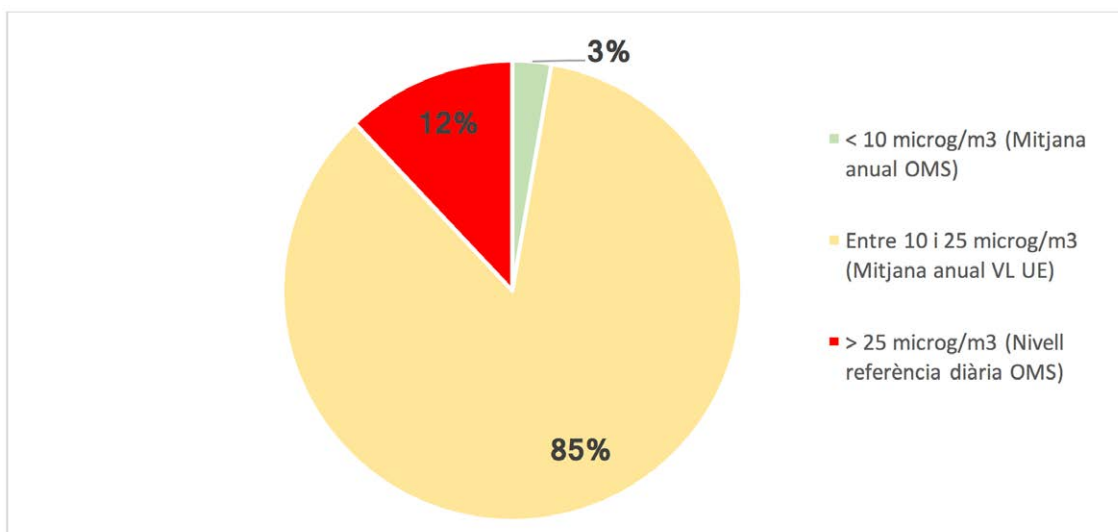
Per a les partícules  $\text{PM}_{10}$ , es superen el 88% dels dies de l'any i en almenys una estació de vigilància de la ciutat els nivells anuals de l'OMS ( $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Aquest percentatge es redueix fins al 13% dels dies en el cas del valor límit anual de la UE ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Per a exposicions a curt termini, se supera el 5% dels dies de l'any el nivell de referència diària i el valor límit diari de la UE ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en ambdós casos) (vegeu la figura 53).

**Figura 53.** Distribució dels nivells màxims diaris de PM10 mesurats a les estacions de la ciutat (en % dies)



Finalment, respecte a les partícules PM2,5, per a exposicions a llarg termini, se supera el 97% dels dies el nivell de referència anual (10 µg/m3) en almenys una estació de mesurament de la ciutat, i es redueix fins al 12% en el cas dels dies amb superació del valor límit anual de la UE (25 µg/m3). Respecte a les exposicions a curt termini, se supera el 12% de dies de l'any el nivell de referència diària de l'OMS (25 µg/m3) (vegeu la figura 54).

**Figura 54.** Distribució dels nivells màxims diaris de PM2,5 mesurats a les estacions de la ciutat (en % dies)



Així, de forma sintètica es conclou que, si bé les superacions dels indicadors d'exposició de tipus episòdic se superen a la ciutat 1 de cada 3 dies a l'any (OMS) i 1 de cada 14 dies (UE), l'exposició potencial de la població durant l'any (exposició crònica) s'incrementa respecte als nivells de referència de l'OMS el 78% de les hores de l'any en el cas d'NO<sub>2</sub>, el 88% dels dies en el cas de les partícules PM10 i el 97% dels dies en el cas de les partícules PM2,5. Aquests percentatges, en el cas dels valors límit anuals de la UE són del 78%, 13% i 12% respectivament.

### 12.3. POBLACIÓ POTENCIALMENT EXPOSADA A DIFERENTS NIVELLS DE CONTAMINACIÓ

La ciutat de Barcelona disposa d'una xarxa de vigilància composta per 11 estacions de mesurament fix que són representatives de diferents situacions d'emissió de la ciutat. Així, trobem estacions en carrers amb elevades intensitats d'emissions procedents del trànsit, estacions en carrers amb menys intensitat de trànsit i estacions allunyades de les emissions directes del trànsit.

Complementàriament a aquestes estacions fixes, es disposa d'una unitat mòbil de control atmosfèric que permet elaborar estudis en punts concrets de la ciutat i amb uns criteris de qualitat equivalents a la resta d'estacions de vigilància.

Així, l'harmonització de les mesures permet fer una comparació coherent entre els nivells de contaminació en els diferents entorns de la ciutat. Per millorar aquesta extrapolació de les concentracions, també es disposa dels nivells anuals georeferenciats realitzats a partir del model d'immissions de l'Ajuntament de Barcelona amb dades de l'any 2013 per a NO<sub>2</sub> i PM10 i que té en compte, entre d'altres fonts d'emissió, la intensitat del trànsit per trams de carrers. Finalment, es disposa del nombre d'habitants per secció censal a la ciutat.

Amb els creuaments entre els nivells de contaminació anual basats en les dades oficials de la xarxa de vigilància (2016), els estudis realitzats per la Unitat Mòbil de Control Atmosfèric (2008-2016) i el model d'immissions (2013) i les dades de població, fem una estimació dels nivells d'exposició potencial de la població al seu lloc de residència.

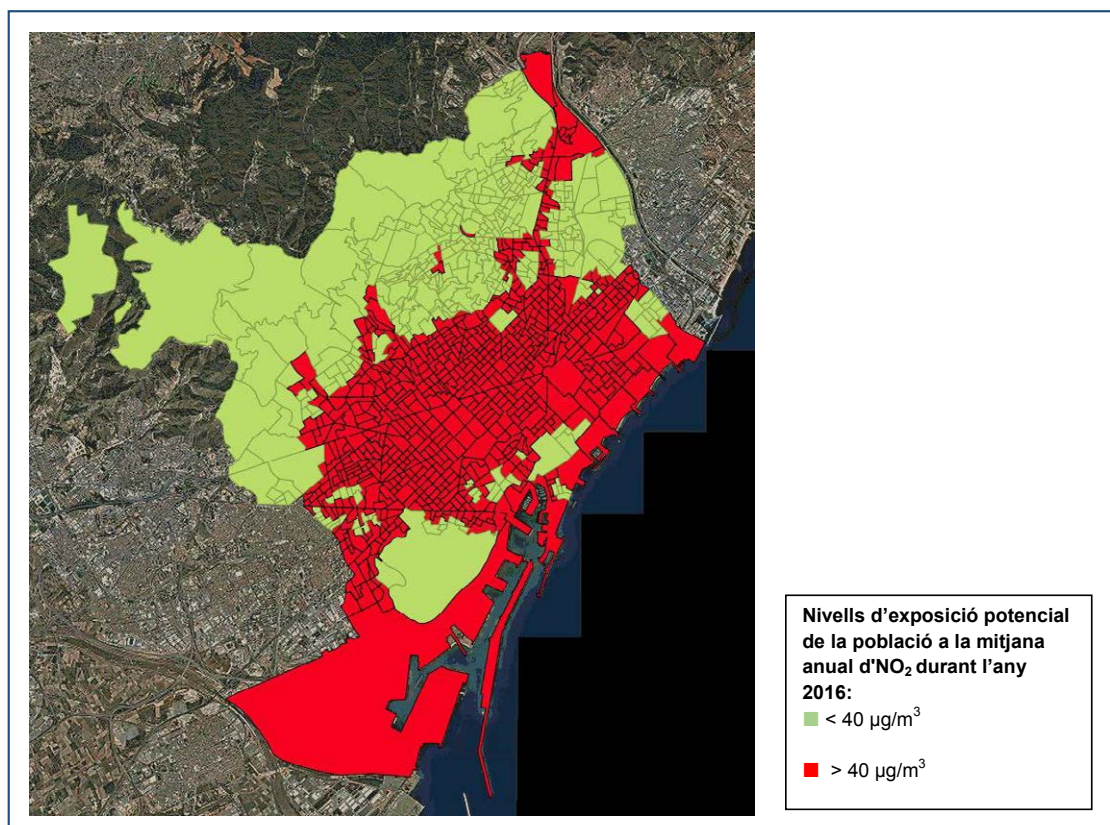
Aquesta metodologia implica limitacions:

1. Els nivells d'immissió es mesuren en aire ambient i no en l'aire interior dels edificis i habitatges on viu la població.
2. No es tenen en compte les fonts d'emissió de contaminants de dins dels habitatges.

3. Dins de cada secció censal es poden donar diferents concentracions dels contaminants en funció per exemple de la proximitat als carrers d'elevada intensitat de trànsit o a la ubicació dels habitatges (per exemple, en funció de l'altura i si dona a un pati interior o directament a façana).
4. La població fa una part de la seva activitat diària (feina, estudis, oci, etc.) fora de la seva residència.

### 12.3.1. Exposició potencial a la mitjana anual d'NO<sub>2</sub>

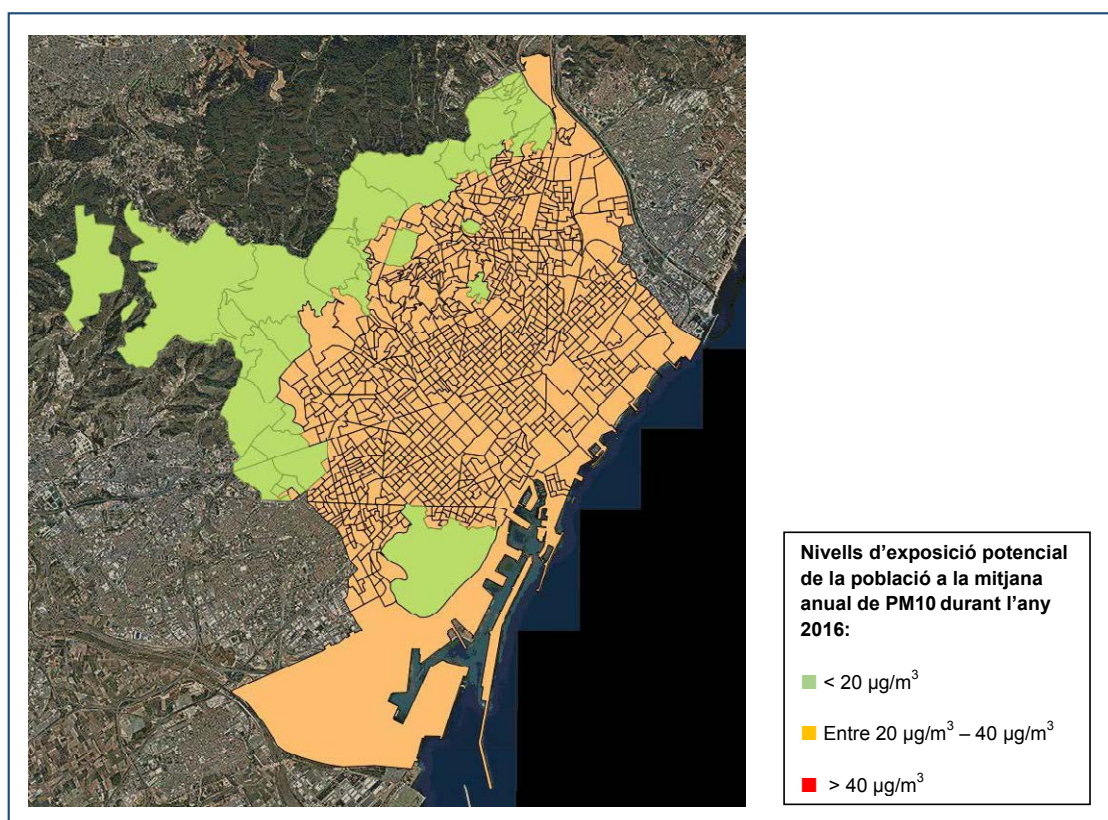
<b>Criteris exposició: NO<sub>2</sub></b>	Mitjana anual
Compliment del nivell de referència de l'OMS i el valor límit de la UE	< 40 µg/m <sup>3</sup>
Superació del valor límit de la UE	> 40 µg/m <sup>3</sup>



<b>NO<sub>2</sub></b>	Nivells d'exposició a mitjana anual	
	< 40 µg/m <sup>3</sup>	> 40 µg/m <sup>3</sup>
% població exposada	32%	68%

### 12.3.2. Exposició potencial a la mitjana anual de PM10

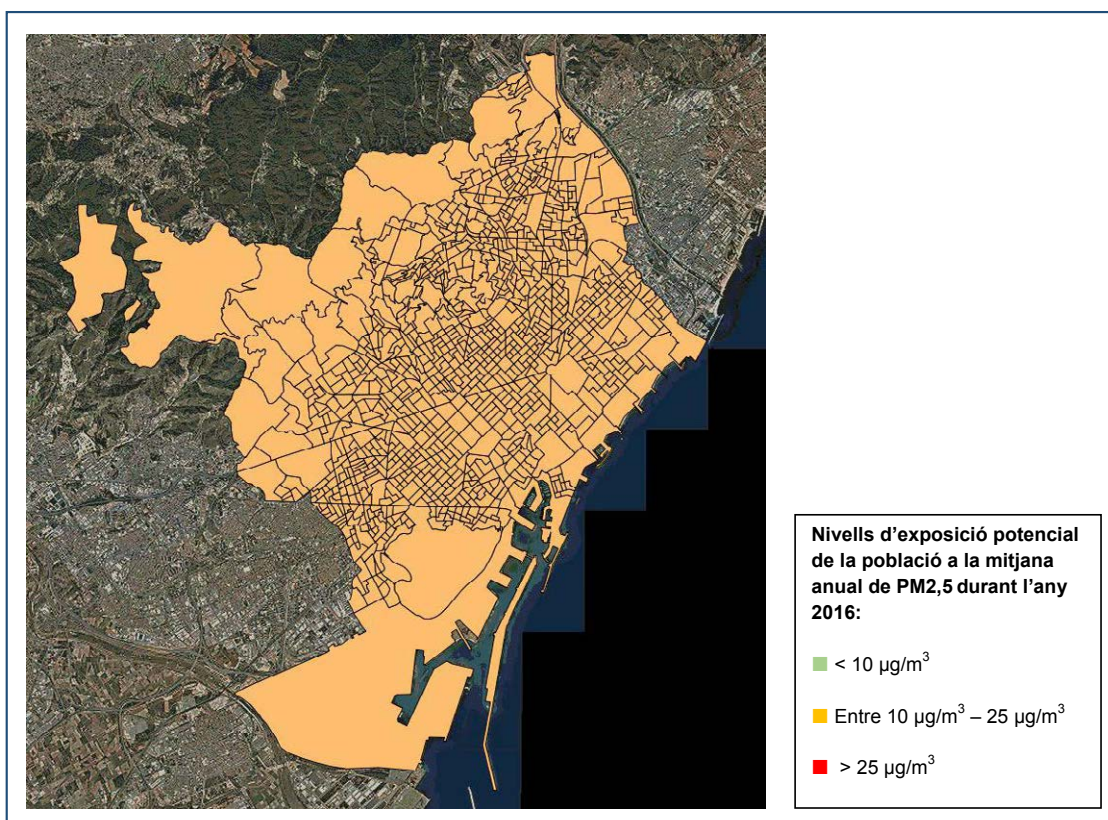
<b>Criteris exposició: PM10</b>	Mitjana anual
Compliment del nivell de referència de l'OMS	< 20 µg/m <sup>3</sup>
Compliment del valor límit de la UE	Entre 20 µg/m <sup>3</sup> – 40 µg/m <sup>3</sup>
Superació del valor límit de la UE	> 40 µg/m <sup>3</sup>



<b>PM10</b>	Nivells d'exposició a mitjana anual		
	< 20 µg/m <sup>3</sup>	Entre 20 µg/m <sup>3</sup> – 40 µg/m <sup>3</sup>	> 40 µg/m <sup>3</sup>
% població exposada	3%	97%	0%

### 12.3.3. Exposició potencial a la mitjana anual de PM2,5

<b>Criteris exposició: PM2,5</b>	Mitjana anual
Compliment del nivell de referència de l'OMS	< 10 µg/m <sup>3</sup>
Compliment del valor límit de la UE	Entre 10 µg/m <sup>3</sup> – 25 µg/m <sup>3</sup>
Superació del valor límit de la UE	> 25 µg/m <sup>3</sup>



PM2,5	Nivells d'exposició a mitjana anual		
	< 10 µg/m <sup>3</sup>	Entre 10 µg/m <sup>3</sup> – 25 µg/m <sup>3</sup>	> 25 µg/m <sup>3</sup>
% població exposada	0%	100%	0%

### 12.3.4. Resum de l'exposició potencial als nivells anuals d'NO<sub>2</sub>, PM10 i PM2,5

% POBLACIÓ EXPOSADA	CONTAMINANTS		
	NO <sub>2</sub>	PM10	PM2,5
<b>CRITERIS EXPOSICIÓ</b>			
Compliment del nivell de referència de l'OMS	28%	3%	0%
Compliment del valor límit de la UE		97%	100%
Superació del valor límit de la UE	68%	0%	0%



# 13. Recomanacions per a la salut

## Recomanacions sobre polítiques

1. Les mesures que cal adoptar han de ser mesures que disminueixin globalment el trànsit diari a la ciutat.
2. L'ús de vehicles menys contaminants pel que fa als carburants pot produir una disminució de l'NO<sub>2</sub> en menor grau, del material particulat i per tant s'han d'afavorir polítiques que canvien l'ús del vehicle pel transport públic.
3. S'ha de fomentar l'ús de la bicicleta o de caminar.
4. Les zones de protecció addicional de l'ambient atmosfèric han d'adreçar-se als emplaçaments de tota la ciutat on passen més temps els grups de persones més susceptibles als efectes en salut de la contaminació: persones amb malalties respiratòries i cardiovasculars, nens en edats inferiors als 6 anys, dones embarassades i gent gran.

## Recomanacions a la població en general per disminuir l'exposició a la contaminació

1. Es millor caminar per carrers o a les hores amb poc volum de trànsit. Feu el trajecte tenint en conte aquests consells.
2. La ventilació de l'habitatge és millor fer-la durant les hores en què passen menys cotxes pel carrer.
3. Sempre és millor fer exercici que no fer-ne, però escolliu les zones amb menys volum de trànsit o les hores de menys trànsit.
4. En cas de conduir un vehicle per zones molt transitades, cal fer-ho amb les finestres del cotxe apujades, per evitar que els contaminants penetrin dins el vehicle.
5. En cas d'anar en bicicleta és aconsellable evitar la proximitat a els tubs d'escapament. Si feu servir mascareta cal que us assegureu que us protegeix de l'entrada de contaminants amb la respiració tant el tipus de mascareta com la col·locació.

---

# 14. Conclusions

---

1. La qualitat de l'aire a Barcelona durant el 2016 segueix la mateixa evolució que anys anteriors. Es compleixen els valors límit o objectiu establerts a l'RD 102/2011 amb l'excepció del diòxid de nitrogen. Tanmateix, se superen els valors de referència de l'OMS per als contaminants  $\text{NO}_2$ , material particulat (PM10 i PM2,5), benzè, ozó i benzo(a)pirè. Destaquem per als principals contaminants:
  - a. La mitjana anual a les estacions de trànsit supera en 1,3 vegades els nivells normatius i de l'OMS per a l' $\text{NO}_2$ , mentre que es troba per sota d'aquests valors a les estacions de fons.
  - b. Pel que fa al material particulat, la mitjana anual a les estacions de trànsit i fons està per sota dels nivells normatius; entre 1,3 i 1,5 vegades per sobre dels nivells de referència de l'OMS a les estacions de trànsit, i entre 1,1 i 1,3 per sobre a les estacions de fons.
2. L'anàlisi de l'evolució temporal de contaminants atmosfèrics mostra una tendència continuada cap a la disminució dels nivells diferents segons el contaminant, en totes les estacions, i es mostren fluctuacions anuals que es poden relacionar amb l'evolució de les emissions o de les condicions meteorològiques que intervenen en la seva dispersió. Tanmateix, per als contaminants  $\text{NO}_2$  i material particulat (PM10 i PM2,5), per a tot el període 2000-2016 a tota la ciutat, els nivells segueixen superant els valors de referència de l'OMS, per la qual cosa s'evidencia una exposició potencial a concentracions que afecten la salut.
3. El patró d'exposició potencial de la població a la ciutat és una patró d'exposició contínua a nivells que es troben per sobre dels corresponents nivells anuals de referència de l'OMS, i en el cas del  $\text{NO}_2$  també dels objectius d'obligat compliment establerts a la normativa europea. Els indicadors d'exposició de tipus episòdic (curt termini) se superen a la ciutat 1 de cada 3 dies a l'any (OMS) i 1 de cada 14 dies els de la normativa europea. Tanmateix, l'exposició potencial de la població a nivells de con-

taminació atmosfèrica continuada (mitjanes anuals) a la ciutat de Barcelona és més important que les situacions d'exposició de tipus episòdic. Els nivells de referència anuals de l'OMS se superen el 78% de les hores de l'any en el cas de l'NO<sub>2</sub>, el 88% dels dies en el cas de les partícules PM10 i el 97% dels dies en el cas de les partícules PM2,5. Aquests percentatges, en el cas dels valors límit anuals de la UE són del 78%, 13% i 12% respectivament.

4. Tot i el descens de la contaminació que es detecta en caps de setmana, amb l'excepció de l'ozó que s'incrementa, si extrapolem els nivells en caps de setmana a una mitjana de tot l'any, se superen a nivell de ciutat els nivells de referència de l'OMS per als mateixos contaminants: NO<sub>2</sub>, PM10, PM2,5, benzè, ozó i el benzo(a)pirè.
5. De l'estimació del percentatge de població potencialment exposada, destaca que més del 95% de la població a la ciutat està potencialment exposada a nivells anuals de material particulat superiors als nivells de referència de l'OMS, i un 68% a l'NO<sub>2</sub> (nivells OMS i UE). Aquestes exposicions potencials es redueixen en el cas del PM10 i les PM2,5 al 0% per sobre dels nivells normatius de la UE.

#### Annex. Nivells de referència

<b>NO<sub>2</sub></b>	Valors límit UE (1) vigents a partir 01/01/2.010		WHO AQG (2)
Valor límit horari (VLh)	200 µg/m <sup>3</sup>		200 µg/m <sup>3</sup>
Superacions valor límit horari	No es podrà superar més de 18 ocasions per any civil		-
Valor límit mitjana anual (VLa)	40 µg/m <sup>3</sup>		40 µg/m <sup>3</sup>
Llindar d'alerta	400 µg/m <sup>3</sup>		-

<b>PM10</b>	Valors límit UE (1) vigents a partir 01/01/2005		WHO AQG (2)
Valor límit diari (VLd)	50 µg/m <sup>3</sup>		50 µg/m <sup>3</sup>
Superacions valor límit diari	No es podrà superar més de 35 dies per any civil Percentil 90,4 igual o inferior a 50 µg/m <sup>3</sup>		-
Valor límit mitjana anual (VLa)	40 µg/m <sup>3</sup>		20 µg/m <sup>3</sup>

<b>PM2,5<sub>5</sub></b>	Valors límit UE (1) vigents a partir 01/01/2015	Valors límit UE (1) vigents a partir 01/01/2020	WHO AQG (2)
Valor límit diari (VLd)	-	-	25 µg/m <sup>3</sup>
Valor límit mitjana anual (VLa)	25 µg/m <sup>3</sup>	20 µg/m <sup>3</sup>	10 µg/m <sup>3</sup>

<b>Benzè</b>	Valors límit UE (1) vigents a partir 01/01/2010	WHO AQG (3)
Valor límit mitjana anual (VLa)	5 µg/m <sup>3</sup>	1,7 µg/m <sup>3</sup>

<b>Benzo(a)pirè</b>	Valors objectiu UE (1) vigents a partir 01/01/2013	WHO AQG (3)
Valor límit mitjana anual (VL <sub>a</sub> )	1 ng/m <sup>3</sup>	0,12 ng/m <sup>3</sup>

<b>O<sub>3</sub></b>	Valors UE (1) vigents a partir 01/01/2010	WHO AQG (2)
Valor objectiu màxim 8-horari (VO8-h) protecció salut	120 µg/m <sup>3</sup>	100 µg/m <sup>3</sup>
Superacions valor objectiu màxim 8-horari (VO8-h)	No es podrà superar més de 25 dies per cada any civil de mitjana en un període de 3 anys.	-
Llindar horari d'informació a la població (LIP)	180 µg/m <sup>3</sup>	-
Llindar horari d'alerta a la població (LAP)	240 µg/m <sup>3</sup>	-

<b>SO<sub>2</sub></b>	Valors límit UE (1) vigents a partir 01/01/2013	WHO AQG (2)
Valor límit horari (VL <sub>h</sub> )	350 µg/m <sup>3</sup>	-
Superacions valor límit horari	No es podrà superar en més de 24 ocasions per any civil	-
Valor límit diari (VL <sub>d</sub> )	125 µg/m <sup>3</sup>	20 µg/m <sup>3</sup>
Superacions valor límit diari	No es pot superar en més de 3 ocasions per any civil	-
Valor límit 10 minutal	-	500 µg/m <sup>3</sup>
Llindar horari d'alerta	500 µg/m <sup>3</sup>	-

<b>CO</b>	Valors límit UE (1) vigent a partir 01/01/2005	WHO AQG (3)
Valor límit 8-horari (VL8-h)	10 mg/m <sup>3</sup>	10 mg/m <sup>3</sup>
Valor límit horari	-	35 mg/m <sup>3</sup>

<b>Metalls pesants (As, Cd i Ni)</b>	Valors objectiu UE (1) vigents a partir 01/01/2013	WHO AQG (3)
As - Valor objectiu mitjana anual (VO <sub>a</sub> )	6 ng/m <sup>3</sup>	6,6 ng/ m <sup>3</sup>
Cd- Valor objectiu mitjana anual (VO <sub>a</sub> )	5 ng/m <sup>3</sup>	5 ng/m <sup>3</sup>
Ni - Valor objectiu mitjana anual (VO <sub>a</sub> )	20 ng/m <sup>3</sup>	25 ng/m <sup>3</sup>

<b>Pb</b>	Valor límit UE vigent a partir 01/01/2005	WHO AQG (3)
Valor límit anual (VL <sub>a</sub> )	0,5 µg/m <sup>3</sup>	0,5 µg/m <sup>3</sup>

(1) RD 102/2011 i Directiva 2008/50/CE

(2) Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre (Organización Mundial de la Salud, 2005).

(3) Air Quality Guidelines for Europe, 2n edition (WHO, 2000).

**C S B** Consorci Sanitari  
de Barcelona

 **Agència  
de Salut Pública**



**Salut ambiental**

**Connectem?**

**f**  **G+**  **in**

**[www.aspb.cat](http://www.aspb.cat)**