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

Informe 2017



C S B Consorci Sanitari de Barcelona

+B Agència de Salut Pública



Salut ambiental

ÍNDEX

Apartat	pàg
INTRODUCCIÓ	3
1 ESTRUCTURA DE LA XARXA DE VIGILÀNCIA	4
2 NIVELLS DE NO ₂	7
3 NIVELLS DE MATERIAL PARTICULAT (PM ₁₀ I PM _{2.5})	10
4 NIVELLS DE BENZÈ	15
5 NIVELLS DE BENZO(a)PIRÈ	17
6 NIVELLS D'OZÓ	19
7 NIVELLS DE SO ₂	21
8 NIVELLS DE CO	23
9 NIVELLS D'ARSÈNIC, CADMI I NÍQUEL	25
10 NIVELLS DE PLOM	28
11 RESUM DEL COMPLIMENT DELS NIVELLS DE REFERÈNCIA (2017)	30
12 AVALUACIÓ DE L'EXPOSICIÓ POTENCIAL DE LA POBLACIÓ (2017)	31
13 IMPACTE EN SALUT DE LA CONTAMINACIÓ	48
14 RECOMANACIONS PER A LA SALUT	51
15 CONCLUSIONS	53
ANNEX. NIVELLS DE REFERÈNCIA	54

INTRODUCCIÓ

La contaminació de l'aire és un problema important de salut pública. La directiva europea i les lleis que han anat succeint-se relatives a la qualitat de l'aire tenen la finalitat de preservar la salut de la població. Les avaluacions de la qualitat de l'aire han aportat informació útil per la gestió de les fonts emissores de contaminació. A la ciutat de Barcelona, la font principal de contaminació atmosfèrica és el trànsit motoritzat.

L'avaluació dels nivells de contaminació atmosfèrica a la ciutat per a l'any 2017 es presenta 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).

No hi ha hagut canvis durant aquest any respecte la xarxa de vigilància de contaminació atmosfèrica a la ciutat i els contaminants atmosfèrics a avaluar: el NO₂, el material particulat (PM₁₀ i PM_{2,5}), 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.

Com a novetat respecte els anys anteriors s'incorpora el càlcul de l'impacte de la contaminació sobre la mortalitat a la ciutat.

Respecte a la resta d'apartats, el document manté la mateixa estructura de l'any anterior:

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 2017.
2. En els 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 es fa una nova avaluació de l'exposició potencial de població als nivells de contaminació atmosfèrica de la ciutat, basada en cadascun dels trams de carrers de la ciutat i del compliment dels nivells de referència de l'OMS i dels valors límit de la UE.
5. A l'apartat 13 es presenta l'impacte de la contaminació de l'aire sobre la mortalitat a la ciutat, durant els anys 2008 a 2017.
6. A l'apartat 14, es presenten un seguit de recomanacions sobre la reducció d'emissions i de l'exposició a contaminants atmosfèrics.
7. Finalment, en l'apartat 15, es presenten les conclusions de l'avaluació i l'impacte en salut.

A l'annex es referencien els nivells de l'OMS i de la normativa vigent d'avaluació i gestió de la qualitat de l'aire per a cada contaminant.

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 està dissenyada per disposar de les concentracions dels contaminants atmosfèrics en aire ambient en punts de mesurament fix que siguin representatius de les diferents situacions de contaminació que podem trobar a la ciutat. Així, quan es superen els nivells de referència de l'OMS o els valors límit de la UE en una estació de mesurament, significa que aquesta superació és extrapolable a molts d'altres punts de la ciutat que tinguin característiques semblants, com ara la intensitat de trànsit propera. Com a exemple d'aquesta situació, es poden veure els mapes d'exposició potencial de la població per trams de carrers (Veure Apartat 12.3.) on la proximitat del trànsit fa que molts trams del carrers de la ciutat presentin nivells anuals de NO₂ per sobre dels nivells mitjans de les estacions de fons urbà i per tant siguin representats per les estacions de trànsit.

Així les estacions de la trama urbana de la ciutat es classifiquen segons:

1. **Estacions de trànsit**, que mesuren els nivells de contaminació relacionats amb la influència propera de les emissions del trànsit d'un o diversos carrers de la ciutat.
2. **Estacions de fons** són les que mesuren els nivells de contaminació de la ciutat produïts per les emissions de diversos orígens una vegada s'han barrejat, i que en la mesura del possible, no es veuen afectades per cap via principal (>10.000 vehicles/dia) en un radi de 300 metres ni per cap altra font puntual d'emissió propera.

A part de la proximitat i el tipus d'emissions, les estacions també es classifiquen en funció del tipus d'usos del sòl del voltant de l'estació. A Barcelona dominen les **estacions urbanes** envoltades de sòl urbanitzat, però hi ha l'estació de l'IES Goya com a representativa de zones **suburbanes**, ubicada al límit de la zona urbanitzada, en un entorn de menor densitat.

A continuació es presenta l'estructura de la xarxa d'estacions de vigilància de la contaminació atmosfèrica a la ciutat. No s'ha produït cap canvi respecte a la configuració de l'any anterior:

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

Estacions	Contaminants										
POBLENOU ⁽¹⁾	NO ₂	PM10	PM10-TEOM**	Pb	BTEX	metalls	HAP	PM2,5			
SANTS ⁽¹⁾	NO ₂	PM10		Pb		metalls	HAP				
PALAU REIAL ⁽¹⁾	SO ₂	NO ₂	PM10-TEOM**	CO	O ₃			PM2,5**			
Estacions urbanes de trànsit											
EIXAMPLE	SO ₂	NO ₂	PM10	PM10-TEOM**	Pb	CO	BTEX	O ₃ **	metalls	HAP	PM2,5
GRÀCIA-SANT GERVASI	SO ₂	NO ₂	PM10	PM10-TEOM**	Pb	CO	BTEX	O ₃ **	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 Placídia (Via Augusta / Travessera de Gràcia)
5. Poblenou	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 DE NO₂

2.1. AVALUACIÓ (2017)

NO ₂ (Dades en µg/m ³)	Trànsit		Fons urbà				
	Eixample	Gràcia Sant Gervasi	Poblenou	Sants	Palau Reial	Ciutadella	Vall d'Hebron
Màxim horari WHO AQG: 200 µg/m ³ Valor límit horari UE:200 µg/m ³	187	219	170	157	160	165	146
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 ³ Valor límit anual UE:40 µg/m ³	59	52	44	36	32	38	33
Nombre de dades vàlides en %	99	97	97	98	95	99	98

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

Durant l'any 2017 s'ha produït un increment general dels nivells d'aquest contaminant a tota la ciutat. Les estacions que mesuren els nivells en carrers amb elevades emissions de trànsit (Eixample i Gràcia-Sant Gervasi), així com l'estació de fons urbà de Poblenou, sotmesa a una intensitat moderada de trànsit, segueixen 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).

D'altra banda, s'ha superat el nivell de referència horari de l'OMS durant 3 dies diferents (15.06.2017, 17.11.2017 i 24.11.2017) amb un total de 4 hores a l'estació de Gràcia-Sant Gervasi.

2.2. EVOLUCIÓ DE LA MITJANA ANUAL DE NO₂

Respecte l'any anterior, la mitjana de l'NO₂ a les estacions de trànsit s'ha incrementat un 10% i a les estacions de fons, un 6% (veure figura 4). L'evolució de la mitjana anual de l'NO₂ en els darrers es situa entre els 50-60 µg/m³ a les estacions de trànsit i entre 30-45 µg/m³ en les estacions de fons urbà.

Aquesta evolució demostra la superació sistemàtica del valor límit anual de protecció de la salut de la UE i del nivell de referència de l'OMS a les estacions de trànsit (veure figura 2) per a tot el període (2000-2017) i també d'una forma significativa i general a les estacions de fons urbà de Poblenou i Ciutadella (veure figura 3).

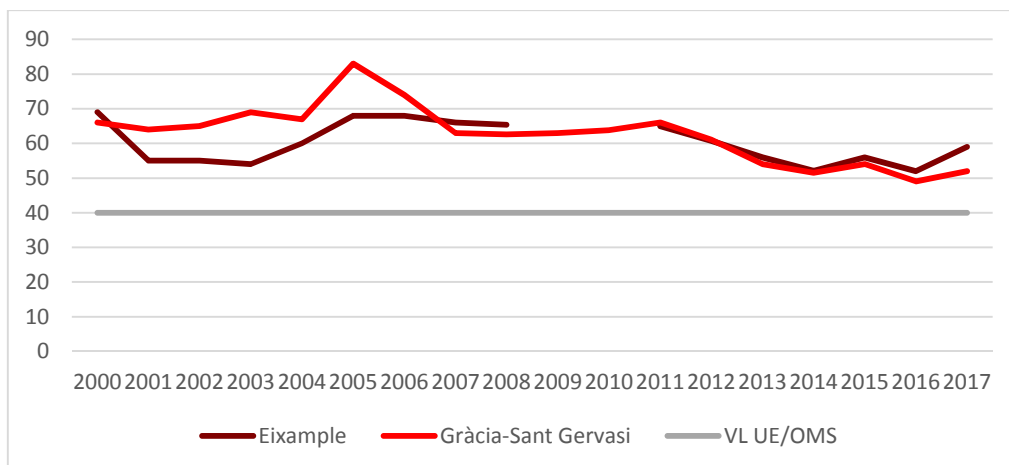


Figura 2. Evolució temporal de la mitjana anual de NO₂ (en µg/m³) pel període 2000-2017 a les estacions de trànsit de la ciutat.

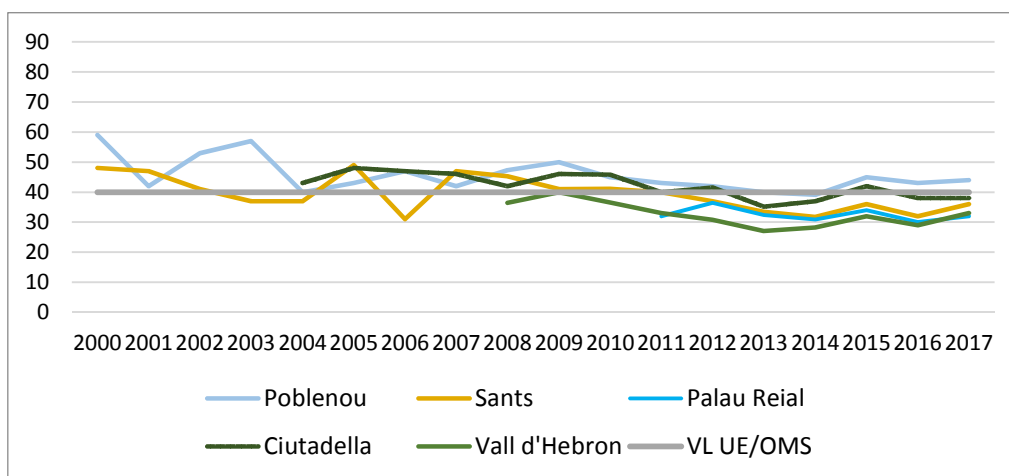


Figura 3. Evolució temporal de la mitjana anual de NO₂ (en µg/m³) pel període 2000-2016 a les estacions de fons de la ciutat.

A la figura 4 es mostra l'evolució temporal de la mitjana anual de NO₂ agregada en funció de les estacions de trànsit i de fons. Per a l'any 2017, la mitjana a les estacions de trànsit és un 51,6% superior a la mitjana de les estacions de fons urbà.

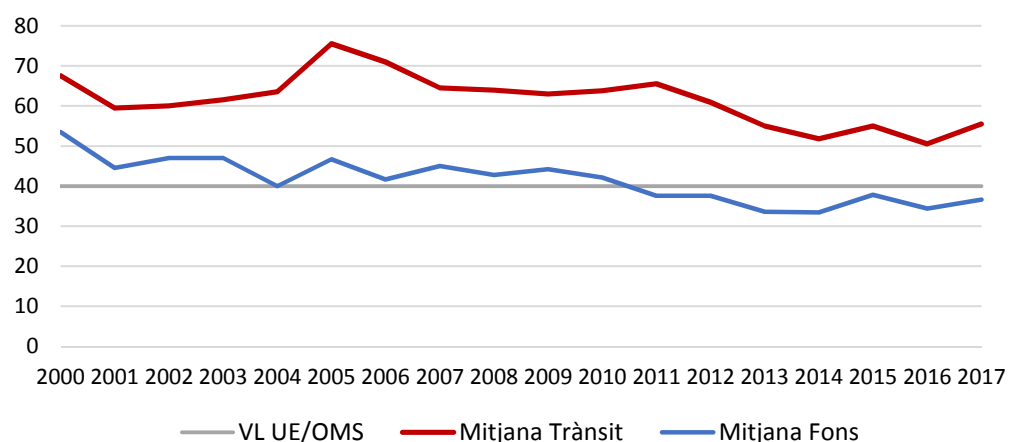


Figura 4. Evolució temporal de la mitjana anual agregada per estacions de trànsit i de fons de NO₂ (en µg/m³) pel període 2000-2017.

2.3. EVOLUCIÓ DEL NOMBRE DE SUPERACIONS HORÀRIES DE NO₂

Les superacions del valor límit horari de NO₂ s'han produït aquests dos darrers anys a l'estació de trànsit de Gràcia-Sant Gervasi (figura 5 i 6). Respecte l'evolució històrica (2000-2017), excepte a l'any 2010, sempre s'han produït superacions horàries dels 200 µg/m³ de NO₂, però excepte l'any 2007, no s'han superat les 18 hores permeses per la UE, a l'estació de l'Eixample. En el darrer quinquenni, s'han produït entre 1 i 5 superacions horàries de NO₂.

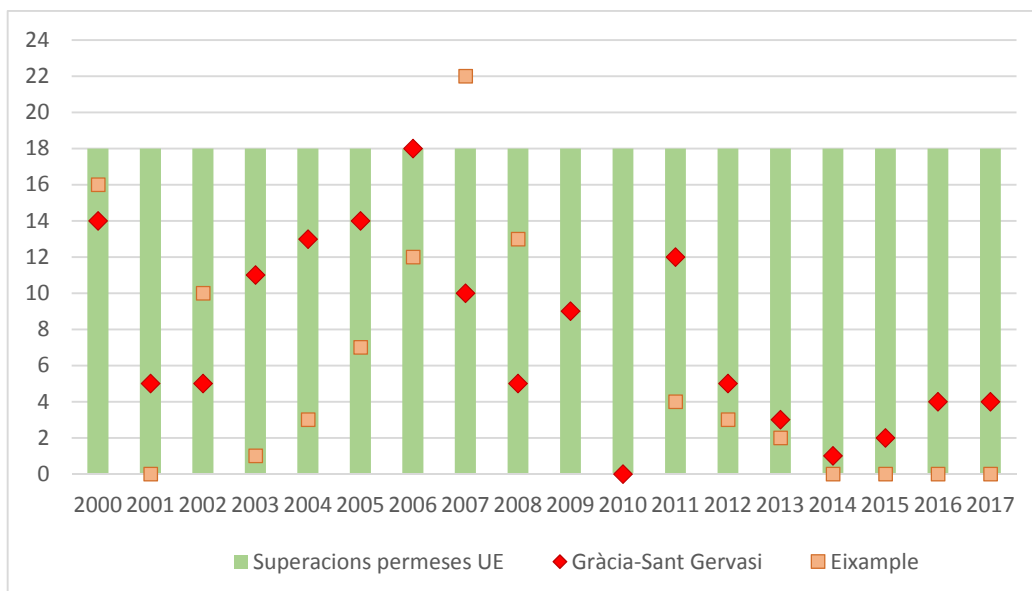


Figura 5. Superacions del valor de referència horària de NO₂ establert per l'OMS (en hores) pel període 2000-2017 a les estacions de trànsit.

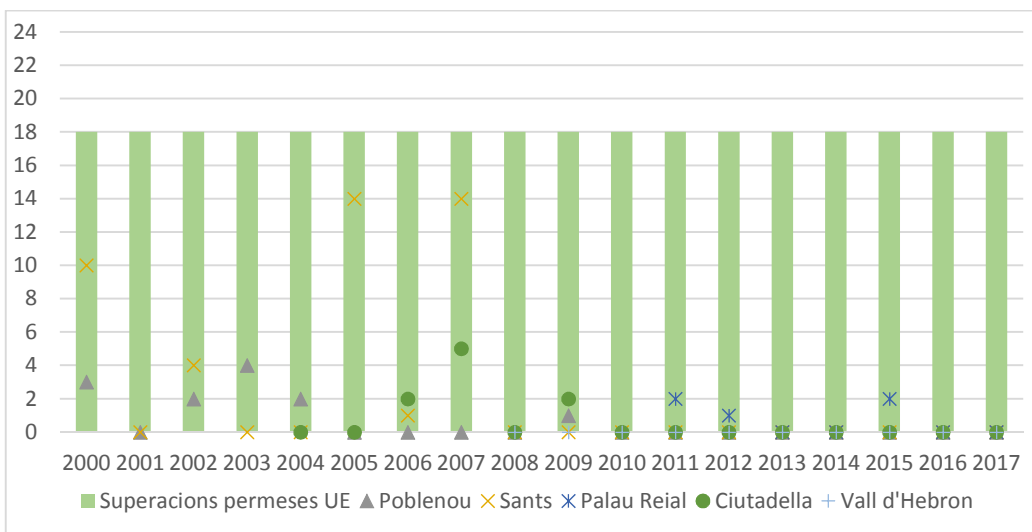


Figura 6. Superacions del valor de referència horària de NO₂ establert per l'OMS (en hores) pel període 2000-2017 a les estacions de fons.

3. NIVELLS DE MATERIAL PARTICULAT (PM₁₀ i PM_{2,5})

3.1. AVALUACIÓ PM₁₀ (2017)

PM ₁₀ (Dades en µg/m ³)	Trànsit			Fons urbà						
	Eixample	Gràcia Sant Gervasi	Plaça Universitat	Poblenou	Sants	Palau Reial (1)	IES Verdaguer	IES Goya	Zona Universitària	Vall Hebron
Màxim diari WHO AQG: 50 µg/m ³ Valor límit UE:50 µg/m ³	87	62	65	120	73	-	76	49	53	45
Superacions VLd (2) No es podrà superar més de 35 ocasions per any	11	7	17	11	10	3	12	0	1	0
Percentil 90,4: 50 µg/m ³	40	38	42	43	39	-	44	31	31	30
Mitjana anual WHO AQG: 20 µg/m ³ Valor límit:40 µg/m ³	27	26	29	29	26	20	29	21	22	20
Nombre de dades vàlides en %	99	96	97	95	97	90	84	42	99	98

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

Durant l'any 2017 s'ha superat el nivell de referència anual de l'OMS a totes les estacions de la ciutat i el nivell de referència diari de l'OMS durant 24 dies (6,6% dels dies de l'any). Respecte a la normativa de la UE, es compleixen els respectius valor límit anual i diari a totes les estacions de la ciutat.

3.2. EVOLUCIÓ DE LA MITJANA ANUAL DE PM₁₀ (en µg/m³)

Els nivells de PM₁₀ van disminuir de forma clara a partir del 2006 però en els darrers anys la tendència s'ha trencat presentant mitjanes anuals que fluctuen a totes les estacions de la ciutat. Respecte a l'avaluació, per a tot el període 2002-2017 es supera el nivell de referència anual de l'OMS a totes les estacions de trànsit (figura 7) i de fons (veure figura 8) i per contra, des de l'any 2010 es compleix el valor límit anual de la normativa europea.

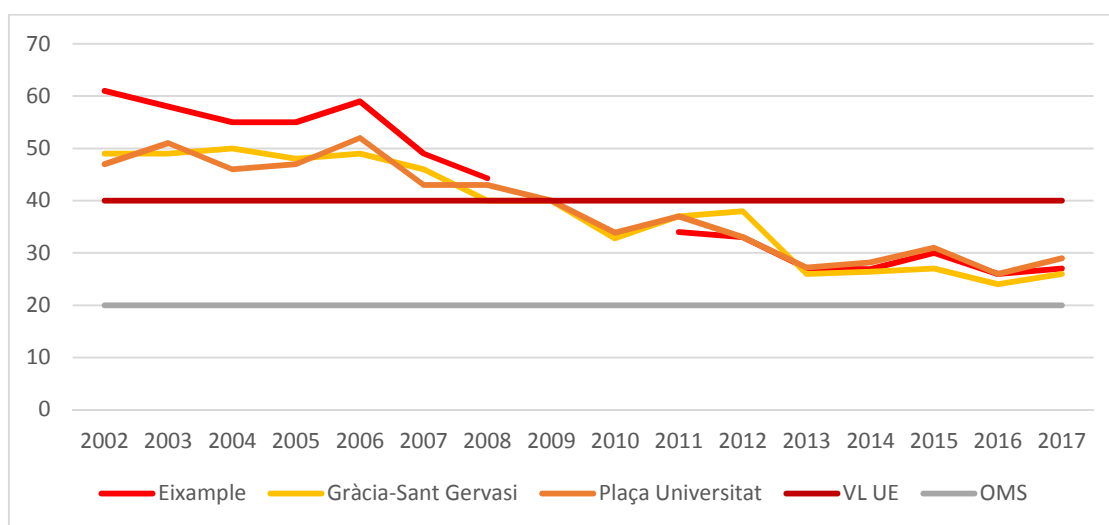


Figura 7. Evolució temporal de la mitjana anual de PM₁₀ (en µg/m³) pel període 2002-2017 a les estacions de trànsit de la ciutat

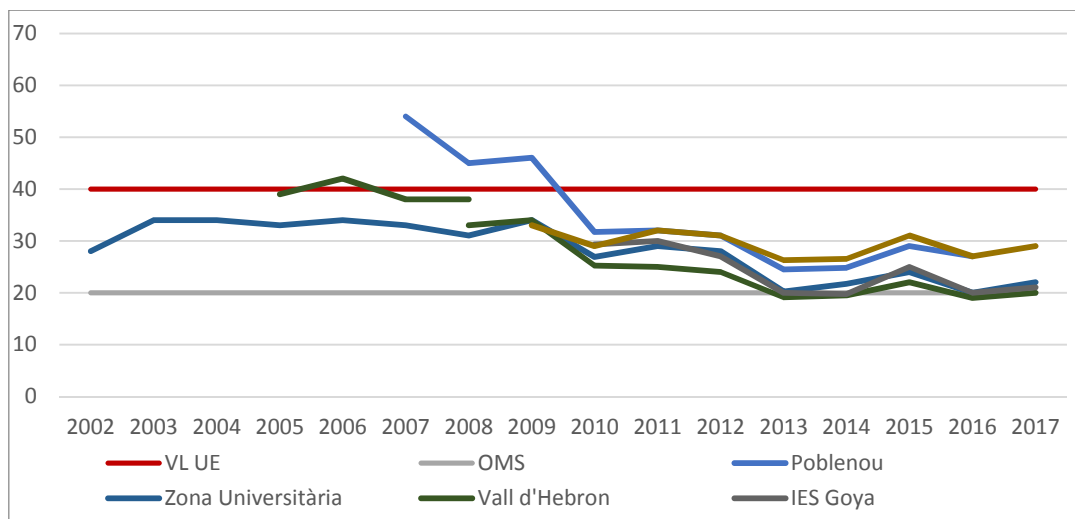


Figura 8. Evolució temporal de la mitjana anual de PM₁₀ (en µg/m³) pel període 2002-2017 a les estacions de fons urbà.

A la figura 9 es mostra l'evolució temporal de la mitjana anual de PM₁₀ agregada en funció de les estacions de trànsit i de fons. Per a l'any 2017, la mitjana a les estacions de trànsit és un 11,6% superior a la mitjana de les estacions de fons urbà.

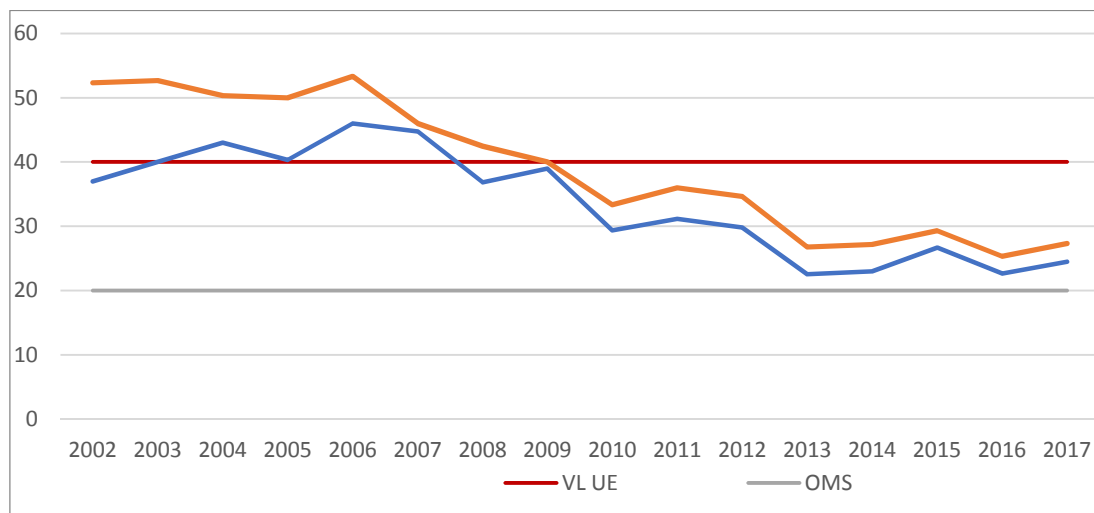


Figura 9. Evolució temporal de la mitjana anual agregada per estacions de trànsit i de fons de PM₁₀ (en µg/m³) pel període 2002-2017.

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

Com succeeix amb l'evolució de la mitjana anual, tot i el clar descens del nombre de pics diaris de PM₁₀, per a tot el període 2002-2017 es supera el nivell de referència diari de l'OMS, tant a les estacions de trànsit (figura 10), com a les de fons (figura 11).

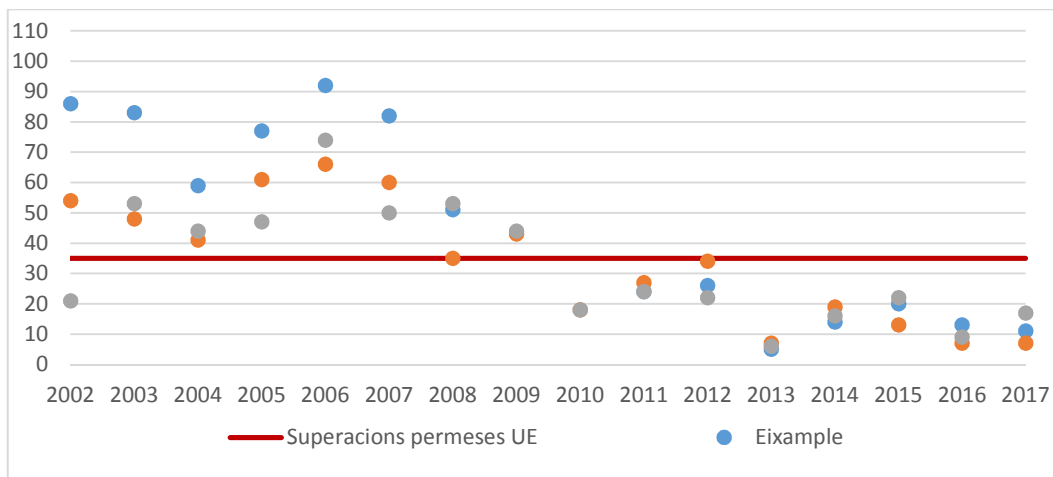


Figura 10. Nombre de dies en què es supera el nivell de referència diària de l'OMS per la fracció PM₁₀ del material particulat durant el període 2002-2017 a les estacions de trànsit.

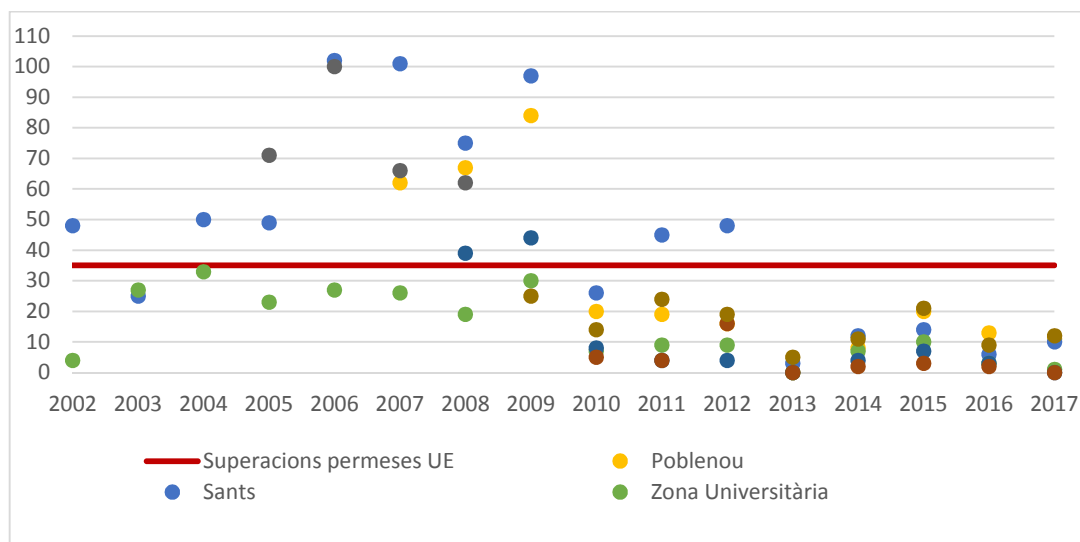


Figura 11. Nombre de dies en què es supera el nivell de referència diària de l'OMS per la fracció PM₁₀ del material particulat durant el període 2002-2017 a les estacions de fons urbà.

3.6. AVALUACIÓ PM_{2,5} (2017).

PM _{2,5} (Dades en µg/m ³)	Trànsit			Fons urbà			
	Eixample	Gràcia-Sant Gervasi	Plaça Universitat	Poblenou	IES Goya	Zona Universitària	Vall d'Hebron
Mitjana anual WHO AQG: 10 µg/m ³ Valor límit UE:25 µg/m ³	17	16	18	18	13	13	12
Màxim diari WHO AQG: 25 µg/m ³	74	42	43	95	33	30	28
Superacions Màxim diari en dies	32	29	41	46	2	5	4
Nombre de dades vàlides en %	96	95	97	92	48	98	96

(1) mesuraments indicatius

Totes les estacions de la ciutat superen els nivells de referència de l'OMS, tant pel que fa a la mitjana anual com al màxim diari, que s'ha superat durant 65 dies a l'any (17,9%). Com succeeix amb les partícules PM₁₀, es compleix el valor límit anual de la UE, menys estricta, a totes les estacions de la ciutat.

3.7. EVOLUCIÓ DE LA MITJANA ANUAL DE PM_{2,5} (en µg/m³)

Per a tot el període d'avaluació (2005-2017) es supera el nivell de referència anual de l'OMS a totes les estacions de trànsit i de fons urbà de la ciutat (veure figures 12 i 13). Des de la publicació de la Directiva 2008/50/CE, es compleix el valor límit de la UE per a les partícules PM_{2,5} a totes les estacions de la ciutat.

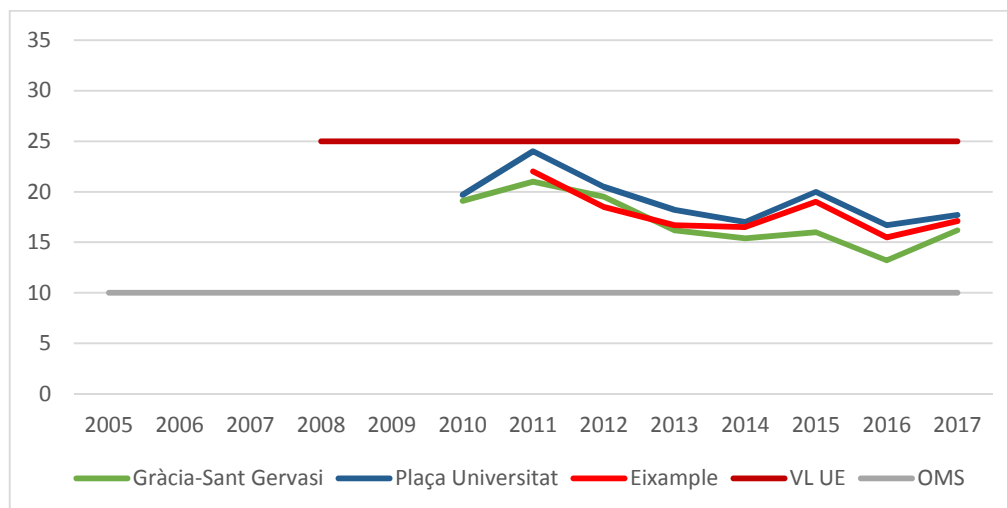


Figura 12. Evolució temporal de la mitjana anual de PM_{2,5} (en µg/m³) pel període 2005-2017 a les estacions de trànsit de la ciutat.

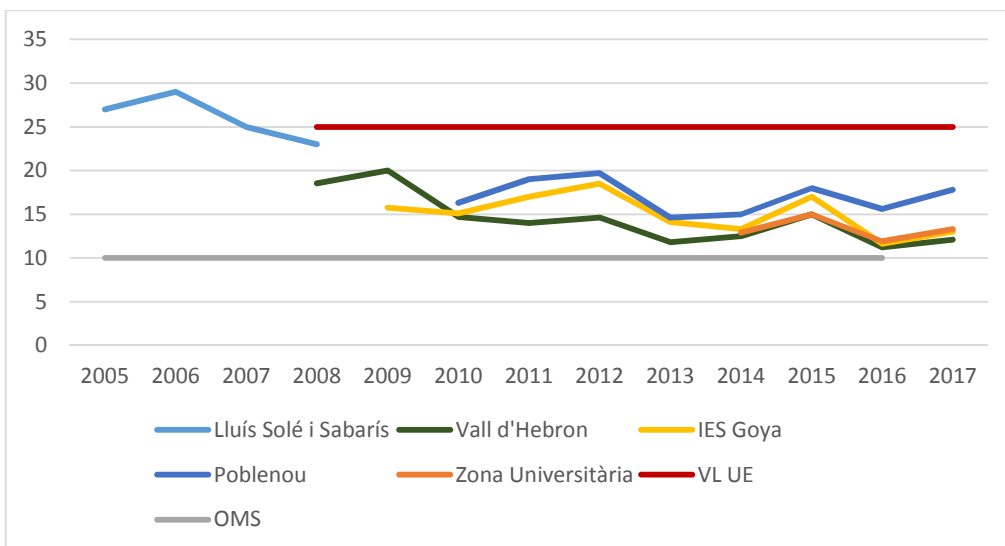


Figura 13. Evolució temporal de la mitjana anual de PM_{2,5} (en µg/m³) pel període 2005-2017 a les estacions de fons urbà de la ciutat.

A la figura 14 es mostra l'evolució temporal de la mitjana anual de PM_{2,5}, agregada en funció de les estacions de trànsit i de fons. Com succeeix amb les partícules PM₁₀, els nivells de les partícules més fines presenten aquests darrers anys una estabilització dels nivells amb increments o decrements en funció de l'any. Per a l'any 2017, la mitjana a les estacions de trànsit és un 21,0% superior a la mitjana de les estacions de fons urbà.

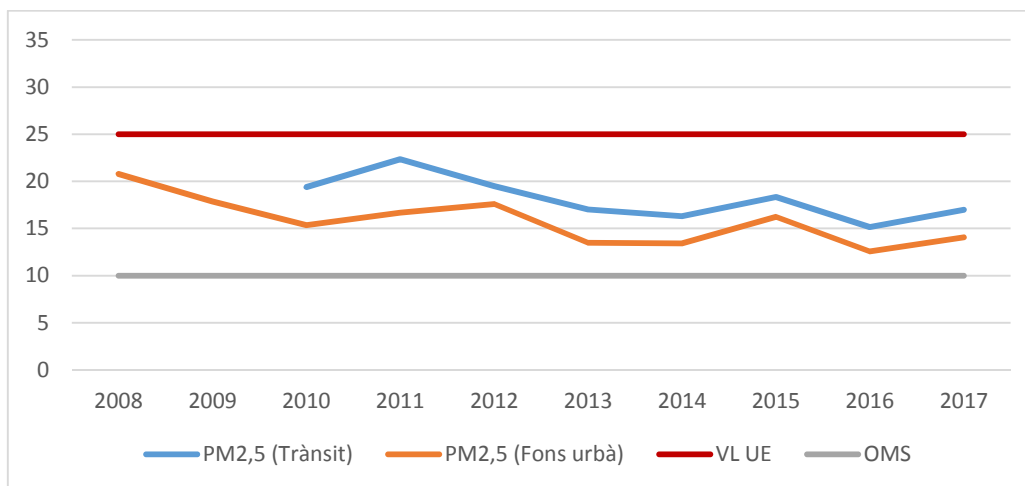


Figura 14. Evolució temporal de la mitjana anual agregada per estacions de trànsit i de fons de PM_{2,5} (en µg/m³) pel període 2008-2017.

4. NIVELLS DE BENZÈ

4.1. AVALUACIÓ (2017).

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	2,6	1,8	1,4
Nombre de dades vàlides en %	97	38	38	96

La mitjana anual de benzè supera els nivells de referència de l'OMS a les estacions de l'Eixample, Gràcia-Sant Gervasi i Poblenou i, per contra, es compleix el valor límit anual normatiu de la UE.

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

L'evolució anual del benzè presenta la superació sistemàtica del nivell de referència anual de l'OMS durant tot el període (2002-2017) a les estacions de trànsit de l'Eixample i Gràcia-Sant Gervasi, i ens aquests darrers anys, també a l'estació de fons urbà de Poblenou (veure figures 15 i 16).

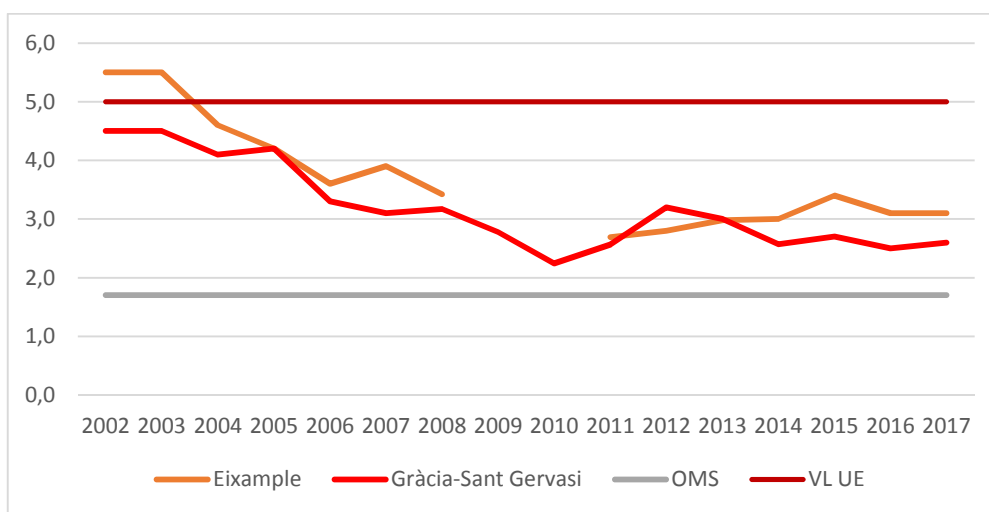


Figura 15. Evolució temporal de la mitjana anual de benzè (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) pel període 2002-2017 a les estacions de trànsit de la ciutat.

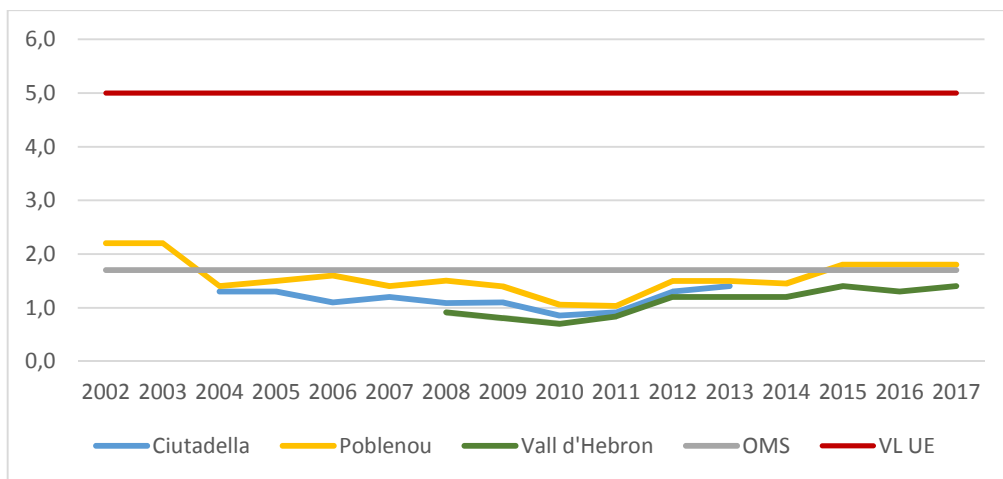


Figura 16. Evolució temporal de la mitjana anual de benzè (en µg/m³) pel període 2002-2017 a les estacions de fons urbà.

5. NIVELLS DE BENZO(a)PIRÈ

5.1. AVALUACIÓ (2017).

Benzo(a)pirè (Dades en ng/m ³)	Trànsit			Fons urbà					
	Eixample	Gràcia Sant Gervasi	Plaça Universitat	Poblenou	Sants	IES Verdaguer	IES Goya	Zona Universitària	Vall Hebron
Mitjana anual WHO AQG: 0,12 ng/m ³ Valor Objectiu UE: 1 ng/m ³	0,13	0,10	0,12	0,13	0,08	0,10	0,07	0,08	0,07
Nombre de dades vàlides en %	42	40	41	39	42	36	42	43	42

Els nivells de benzo(a)pirè superen el nivells de referència anuals de l'OMS a les estacions de trànsit de la ciutat de l'Eixample i Plaça Universitat i a l'estació de fons urbà de Poblenou. Per contra, 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/m³)

Durant tot el període 2007-2016 els nivells de benzo(a)pirè es mantenen per sobre del nivell de referència anual de l'OMS (veure figures 17 i 18), i compleixen el valor objectiu de la UE. En el darrer quinquenni es detecta una disminució important dels nivells d'aquest contaminant a les estacions de trànsit (-33% de mitjana), i menor a les estacions de fons urbà (-10% de mitjana).

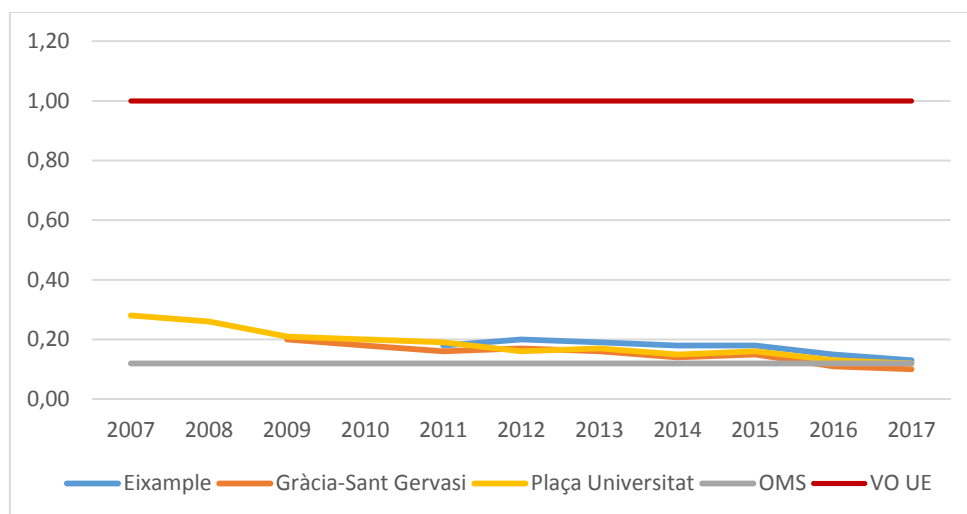


Figura 17. Evolució temporal de la mitjana anual de benzo(a)pirè (en ng/m³) pel període 2007-2017 a les estacions de trànsit de la ciutat.

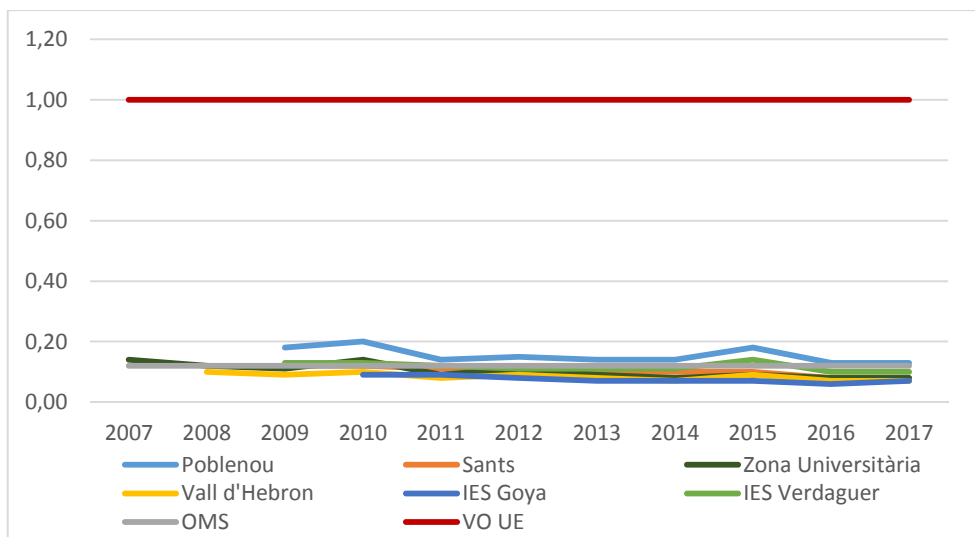


Figura 18. Evolució temporal de la mitjana anual de benzo(a)pirè (en ng/m³) pel període 2007-2017 a les estacions de fons urbà.

6. NIVELLS D'OZÓ

6.1. AVALUACIÓ (2017).

O ₃ (Dades en µg/m ³)	Trànsit		Fons urbà		
	Eixample	Gràcia Sant Gervasi	Palau Reial	Ciutadella	Vall d'Hebron
Mitjana anual	35	42	51	41	53
Màxim 8-horari WHO AQG: 100 µg/m ³ Valor objectiu UE:120 µg/m ³	102	107	120	113	123
Superacions Màxim 8-horari nombre de dies	0	0	0	0	4
Superacions Màxim 8-horari mitjana nombre de dies (2015-2017) Es permet superar 25 dies de mitjana	0	0	4	1	7
Màxim horari	117	119	144	137	149
Superacions Llindar horari d'Informació Llindar Informació Població:180 µg/m ³	0	0	0	0	0
Superacions Llindar horari d'Alerta Llindar Alerta Població:240 µg/m ³	0	0	0	0	0
Nombre de dades vàlides en %	98	97	95	98	96

A totes les estacions de la ciutat es supera el nivell màxim 8-horari de referència de l'OMS (100 µg/m³) i per contra es compleix el valor objectiu de la UE de protecció de la salut, si bé s'han superat durant 4 dies els 120 µg/m³ de màxim 8-horari a l'estació de Vall d'Hebron.

A diferència dels altres contaminants, els nivells més elevats d'ozó a la ciutat es detecten en les estacions de fons urbà de Vall d'Hebron, Ciutadella i Palau Reial, si bé no s'ha superat el llindar horari d'informació a la població.

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 2000-2017 es manté amb fluctuacions, superant-se de manera sistemàtica el nivell de referència de l'OMS (veure figures 19 i 20) a les estacions de fons urbà.

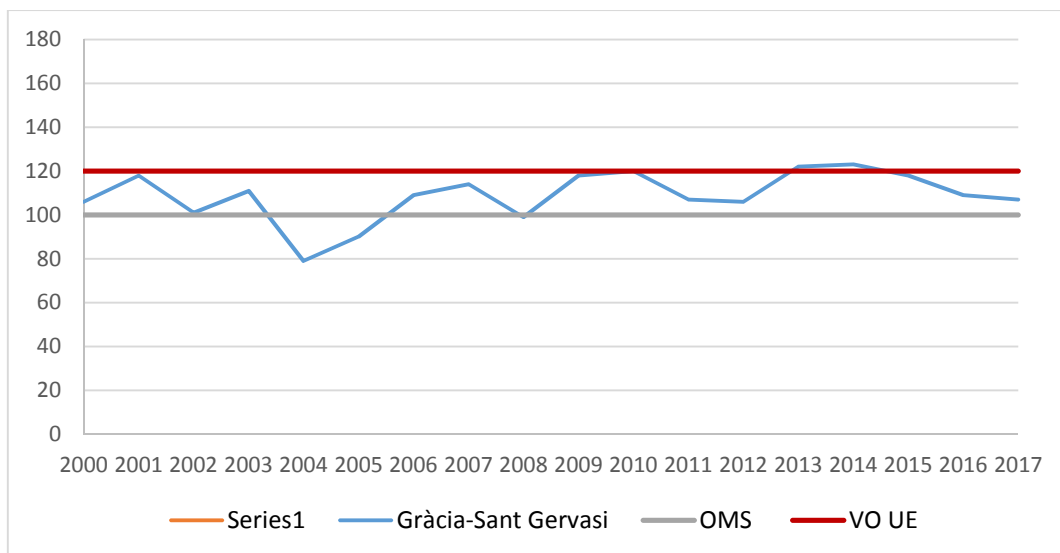


Figura 19. Evolució temporal del màxim 8-horari d'ozó (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) pel període 2000-2017 a les estacions de trànsit.

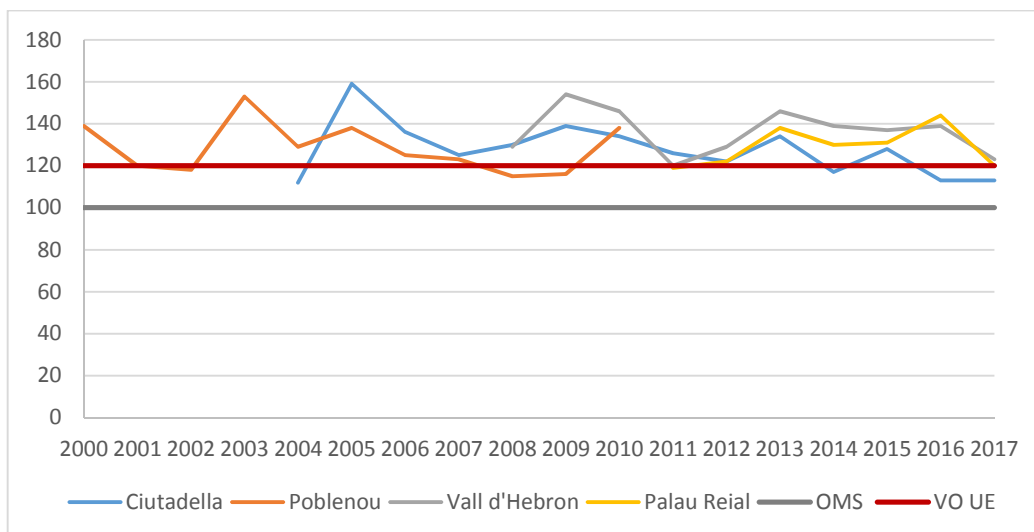


Figura 20. Evolució temporal del màxim 8-horari d'ozó (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) pel període 2000-2017 a les estacions de fons urbà.

7. NIVELLS DE SO₂

7.1. AVALUACIÓ (2017).

SO ₂ (Dades en µg/m ³)	Trànsit		Fons urbà	
	Eixample	Gràcia Sant Gervasi	Palau Reial	Vall d'Hebron
Màxim diari WHO AQG: 20 µg/m ³ Valor Límit diari UE:125 µg/m ³	7	7	5	6
Màxim horari Valor límit horari UE:350 µg/m ³	51	40	21	17
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	97	95	98

Els nivells de diòxid de sofre es mantenen molt baixos a la ciutat, i compleixen el nivell diari de referència de l'OMS i els respectius valors límit horaris i diaris de la normativa de la UE.

7.2. EVOLUCIÓ DEL MÀXIM DIARI DE SO₂ (en µg/m³)

Els nivells màxims diaris de SO₂ es mantenen estables i molt baixos aquests darrers anys. Des l'any 2010 es compleix el nivell de referència diari de l'OMS (veure figures 21 i 22)

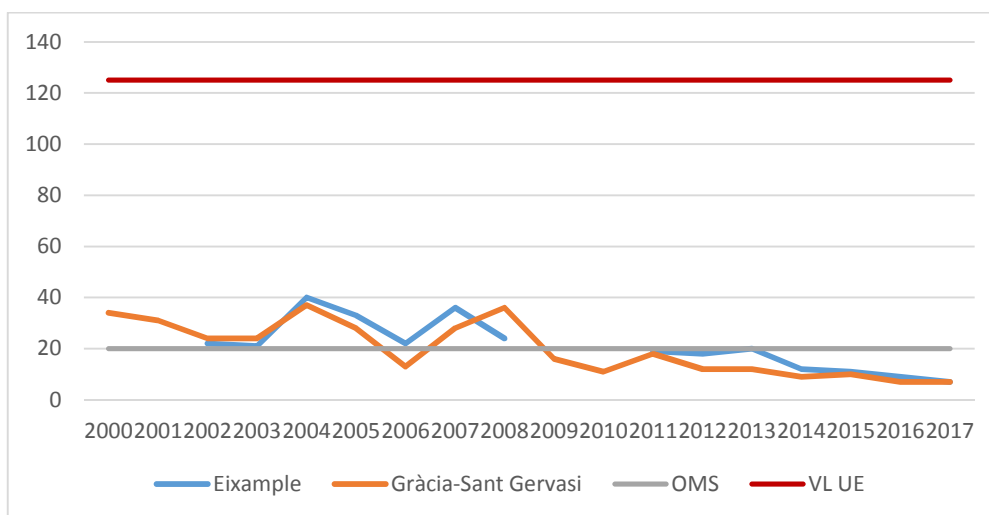


Figura 21. Evolució temporal del màxim diari de SO₂ (en µg/m³) pel període 2000-2017 a les estacions de trànsit.

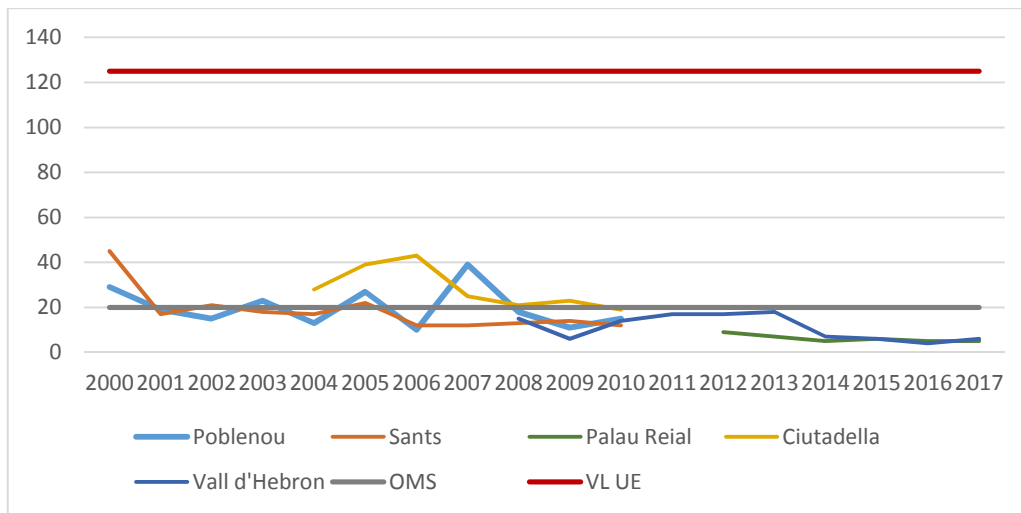


Figura 22. Evolució temporal del màxim diari de SO₂ (en µg/m³) pel període 2000-2017 a les estacions de fons urbà.

8. NIVELLS DE CO

8.1. AVALUACIÓ (2017).

CO (Dades en mg/m ³)	Trànsit		Fons urbà	
	Eixample	Gràcia Sant Gervasi	Palau Reial	Vall d'Hebron
Màxim 8-horari Valor límit: 10 mg/m ³ WHO AQG: 10 mg/m ³	2,9	2,5	1,4	1,0
Màxim horari WHO AQG: 30 mg/m ³	4,3	4,4	2,2	1,7
Mitjana anual	0,5	0,4	0,3	0,3
Nombre de dades vàlides en %	99	96	94	94

El monòxid de carboni es manté en uns nivells molt baixos a la ciutat. Els nivells màxims 8-horaris compleixen els nivells de referència de l'OMS i el valor límit màxim 8-horari de la normativa de la UE.

8.2. EVOLUCIÓ DEL MÀXIM 8-HORARI I HORARI DE CO (en mg/m³)

Per al període 2001-2017, es compleix el nivell de referència 8-horari (veure figures 23 i 24) i horari (veure figures 25 i 26) de l'OMS i el valor límit màxim 8-horari de la UE (veure figures 23 i 24) a totes les estacions de la ciutat.

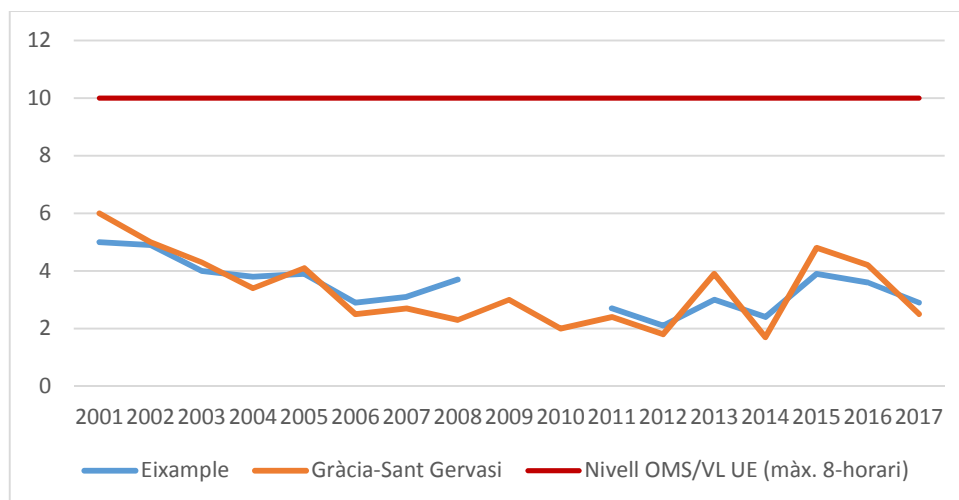


Figura 23. Evolució temporal del màxim 8-horari de CO (en mg/m³) pel període 2000-2017 a les estacions de trànsit.

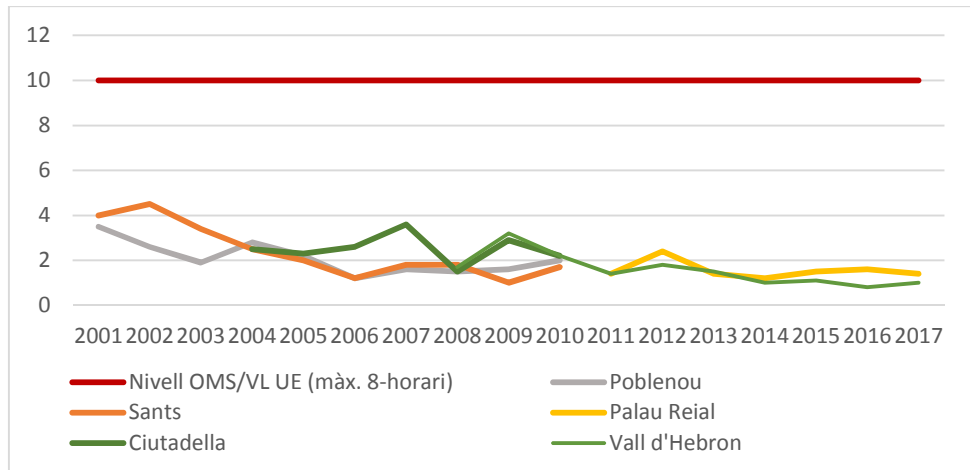


Figura 24. Evolució temporal del màxim 8-horari de CO (en mg/m³) pel període 2000-2017 a les estacions de fons urbà.

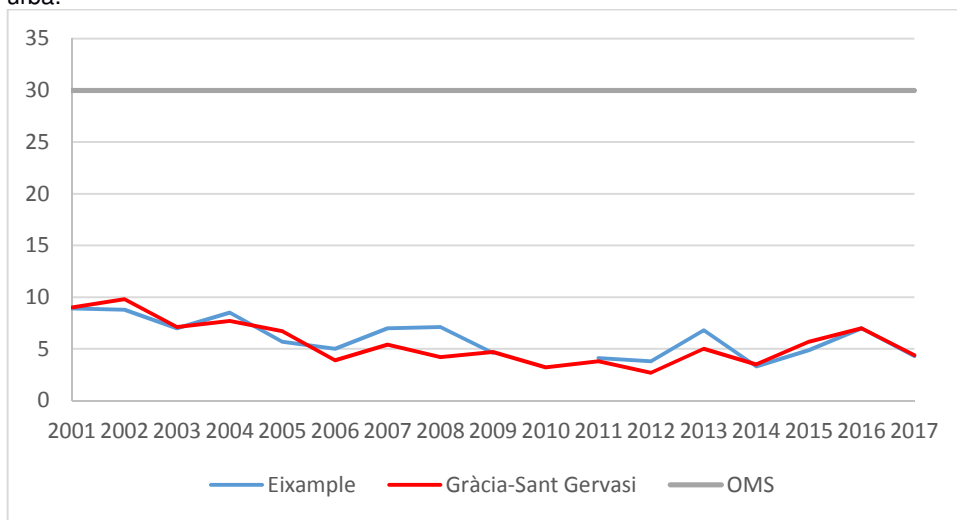


Figura 25. Evolució temporal del màxim horari de CO (en mg/m³) pel període 2000-2017 a les estacions de trànsit.

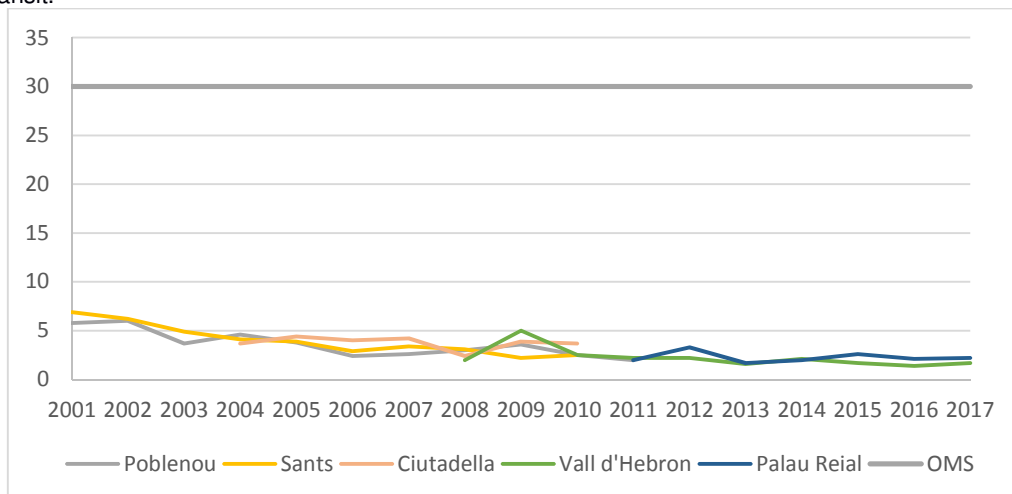


Figura 26. Evolució temporal del màxim horari de CO (en mg/m³) pel període 2000-2017 a les estacions de fons urbà

9. NIVELLS D'ARSÈNIC, CADMI I NÍQUEL

9.1. AVALUACIÓ (2017).

Metalls pesants (Dades en ng/m ³)	Trànsit			Fons urbà					
	Eixample	Gràcia Sant Gervasi	Plaça Universitat	Poblenou	Sants	IES Verdaguer	IES Goya	Zona Universitària	Vall Hebron
As - Mitjana anual WHO AQG: 6,6 ng/m ³ Valor Objectiu (2013):6 ng/m ³	1,01	1,00	1,01	1,01	1,01	1,01	1,00	1,00	1,00
Cd - Mitjana anual WHO AQG: 5 ng/m ³ Valor Objectiu (2013):5 ng/m ³	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Ni - Mitjana anual WHO AQG: 25 ng/m ³ Valor Objectiu (2013):20 ng/m ³	4,7	4,0	5,0	4,3	4,1	4,7	3,1	3,6	3,2
Nombre de dades vàlides en %	99	96	97	95	97	84	42	99	98

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

9.2. EVOLUCIÓ DE LA MITJANA ANUAL D'ARSÈNIC, CADMI I NÍQUEL (en ng/m³)

L'evolució de la mitjana anual dels metalls pesants a la ciutat es manté en uns nivells molt baixos i estables a la ciutat (veure figures 27, 28, 29 i 30), complint-se per a tot el període (2002-2017) els respectius nivells de referència de l'OMS i els valors objectiu de la normativa de la UE.

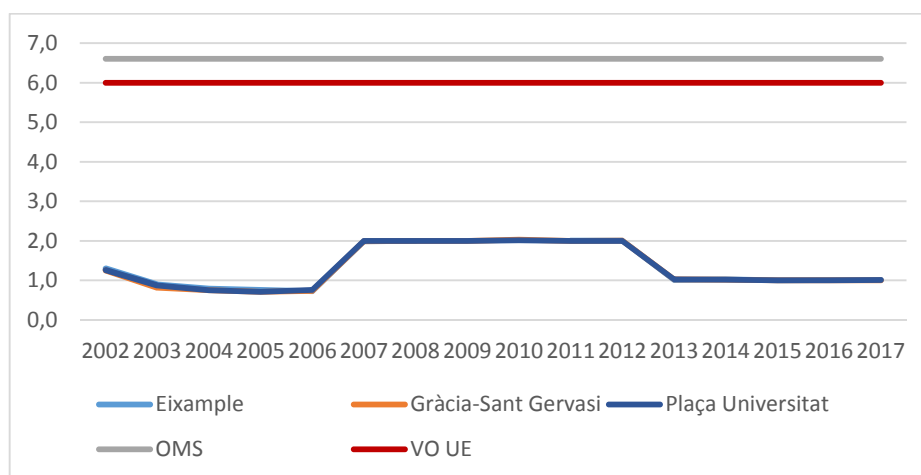


Figura 27. Evolució temporal de la Mitjana anual de l'arsènic (en ng/m³) pel període 2002-2017 a les estacions de trànsit.

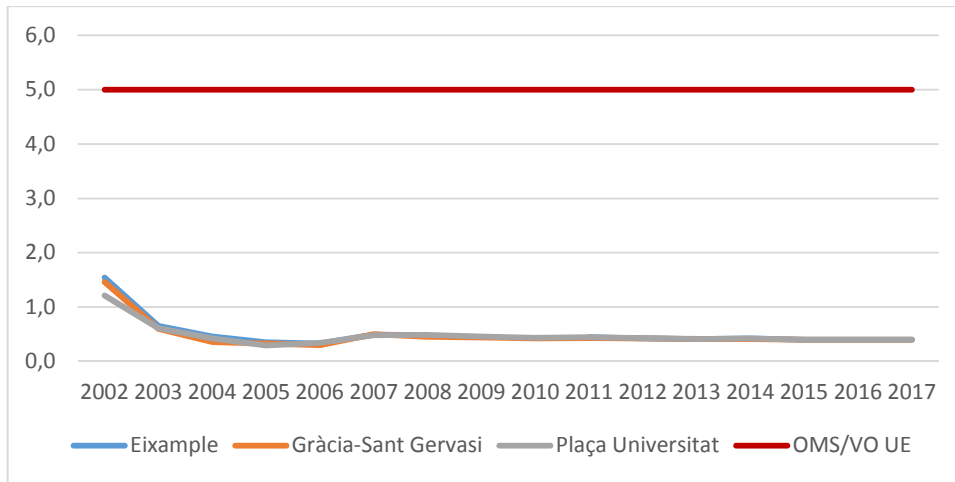


Figura 28. Evolució temporal de la Mitjana anual del cadmi (en ng/m³) pel període 2002-2017 a les estacions de trànsit.

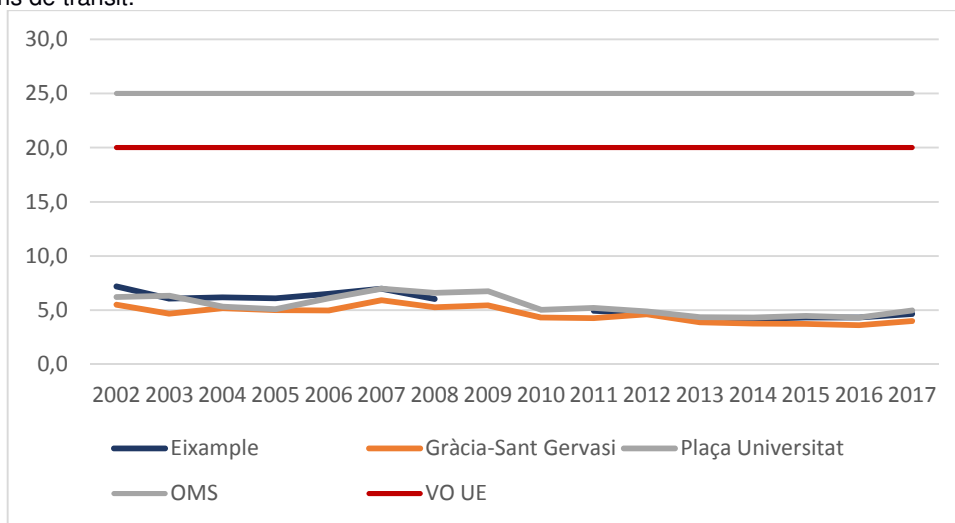


Figura 29. Evolució temporal de la Mitjana anual de níquel (en ng/m³) pel període 2002-2017 a les estacions de trànsit.

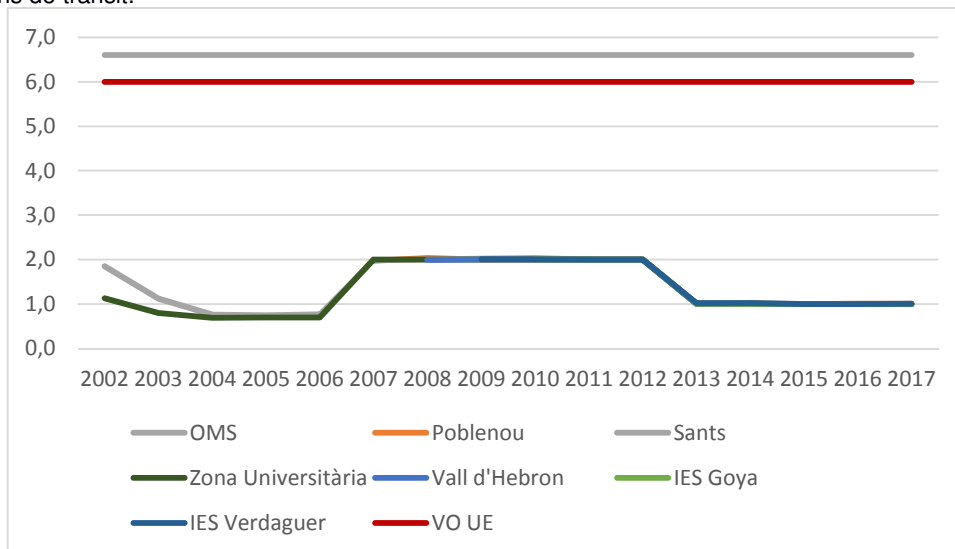


Figura 30. Evolució temporal de la Mitjana anual de l'arsènic (en ng/m³) pel període 2002-2017 a les estacions de fons urbà

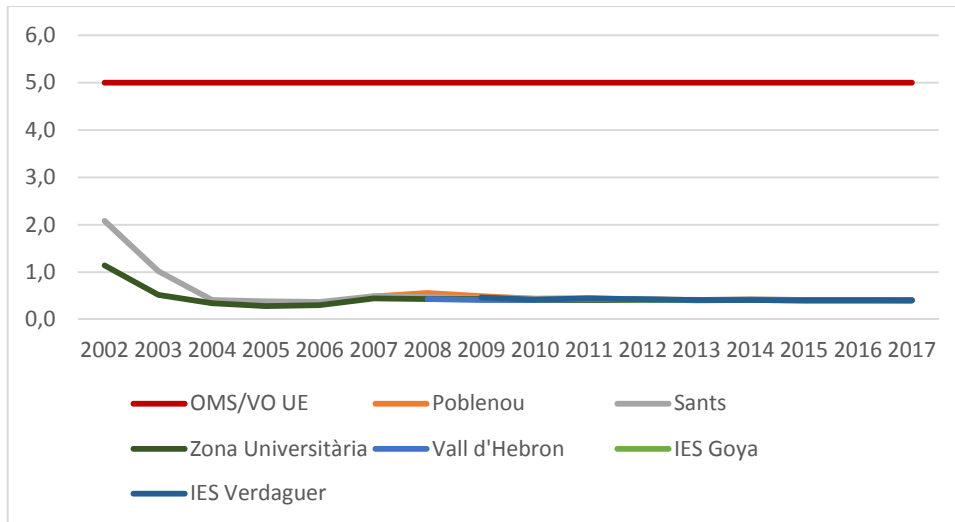


Figura 31. Evolució temporal de la Mitjana anual de cadmi (en ng/m³) pel període 2002-2017 a les estacions de fons urbà

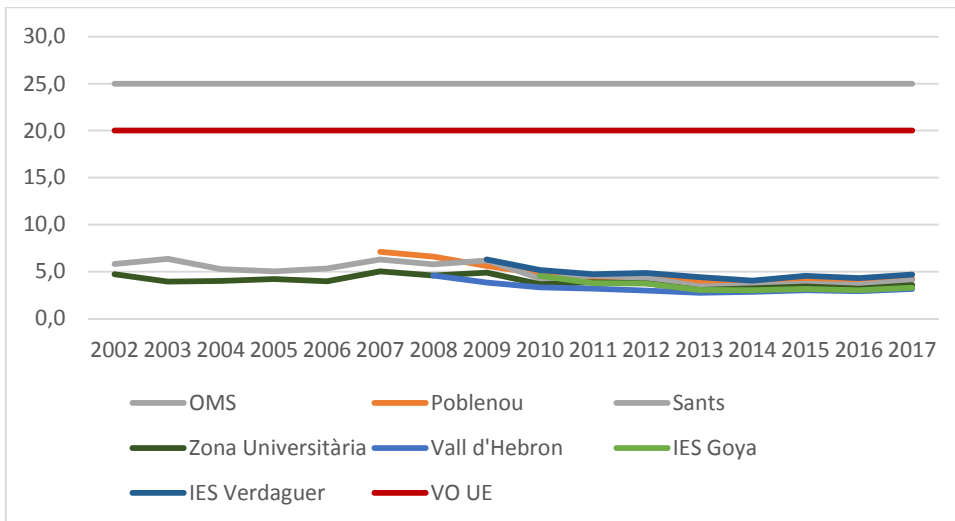


Figura 32. Evolució temporal de la Mitjana anual de níquel (en ng/m³) pel període 2002-2017 a les estacions de fons urbà

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 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	97	95	97	84	42	99	98

Els nivells de plom a la ciutat es mantenen molt baixos, 50 vegades per sota del valor de referència anual de l'OMS i de la normativa europea de la UE.

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

Els nivells anuals de plom es mantenen estables i amb nivells molt baixos a totes de les estacions de la ciutat. Per a tot el període (2002-2017) es compleix el nivell de referència de l'OMS i el valor límit anual de la UE.

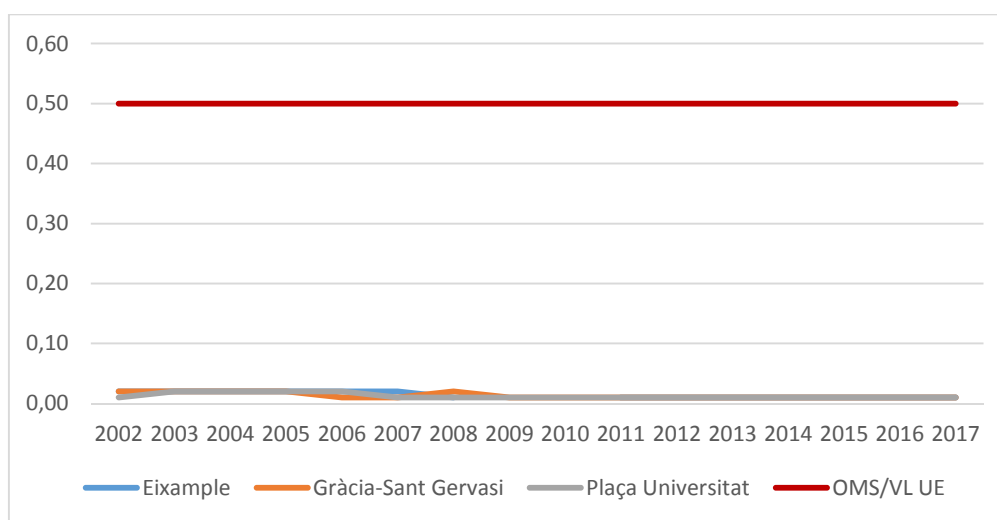


Figura 33. Evolució temporal de la Mitjana anual de plom (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) pel període 2002-2017 a les estacions de trànsit

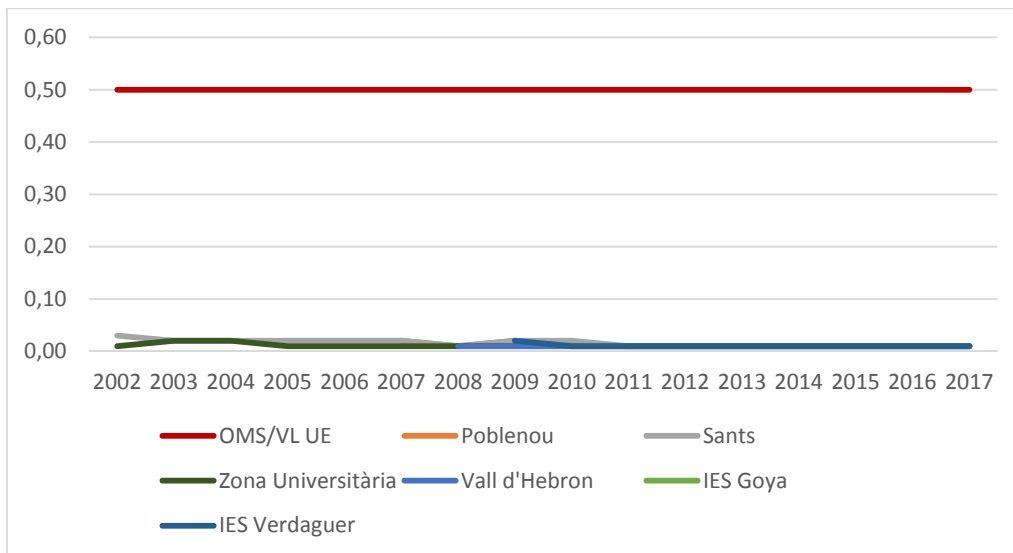


Figura 34. Evolució temporal de la Mitjana anual de plom (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) pel període 2002-2017 a les estacions de fons urbà

11. RESUM DEL COMPLIMENT DELS NIVELLS DE REFERÈNCIA (2017)

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 en les estacions de mesurament en funció de la intensitat de trànsit (trànsit interns o fons).

Contaminant	Trànsit		Fons	
	OMS	UE	OMS	UE
Mitjana anual NO ₂	Supera 1,4 vegades	Supera 1,4 vegades	No es supera	No es supera
Mitjana anual PM ₁₀	Supera 1,4 vegades	No es supera	Supera 1,2 vegades	No es supera
Mitjana anual PM _{2,5}	Supera 1,7 vegades	No es supera	Supera 1,4 vegades	No es supera
Mitjana anual benzè	Supera 1,7 vegades	No es supera	No es supera	No es supera
Mitjana anual benzo(a)pirè	No es supera	No es supera	No es supera	No es supera
Màxim 8-horari d'ozó	Supera 1,05 vegades	No es supera	Supera 1,2 vegades	No es supera
Llindar d'informació horari d'ozó	-	No es supera	-	No es supera
Llindar d'alerta horari d'ozó	-	No es supera	-	No es supera
Màxim diari SO ₂	No es supera	No es supera	No es supera	No es supera
Màxim horari SO ₂	-	No es supera	-	No es supera
Màxim 8-horari CO	No es supera	No es supera	No es supera	No es supera
Màxim horari CO	No es supera	No es supera	No es supera	No es supera
Mitjana anual As	No es supera	No es supera	No es supera	No es supera
Mitjana anual Cd	No es supera	No es supera	No es supera	No es supera
Mitjana anual Ni	No es supera	No es supera	No es supera	No es supera
Mitjana anual Pb	No es supera	No es supera	No es supera	No es supera

12. AVALUACIÓ DE L'EXPOSICIÓ POTENCIAL DE LA POBLACIÓ (2017)

Els perfils de contaminació (veure apartat 12.1) permeten avaluar el comportament dels contaminants a la ciutat i de la població potencialment exposada a diferents nivells de contaminació de NO₂ i PM₁₀ (veure apartat 12.3).

A continuació s'avalua l'evolució temporal dels nivells de contaminació a la ciutat al llarg de l'any 2017 en unitats temporals més petites (per hores i/o per dies de la setmana) per al NO₂ (veure apartat 12.1.1), PM₁₀ (veure apartat 12.1.2), PM_{2,5} (veure apartat 12.1.3), l'Ozó (veure apartat 12.1.4) i un resum del comportament de la resta de contaminants (veure apartat 12.1.5).

Amb l'avaluació dels nivells de contaminació durant l'any 2017 s'estima l'exposició temporal de la població (veure apartat 12.2) i l'exposició als nivells de contaminació de NO₂ i PM₁₀ en funció dels trams de carrers on viu la població (veure apartat 12.3).

12.1. PERFILS DE CONTAMINACIÓ

12.1.1. Perfils de contaminació per NO₂

El NO₂ segueix un perfil de contaminació horària molt relacionat amb l'entrada i sortida de vehicles de la ciutat, amb màxims entre les 8:00 i les 10:00 i de 20:00 a 22:00 h., tal i com es mostra a les figures 35 i 36. Atès la relació directa d'aquest contaminant amb les emissions de trànsit urbà, els nivells a les estacions de trànsit són més elevats a les estacions de trànsit de l'Eixample i Gràcia-Sant Gervasi.

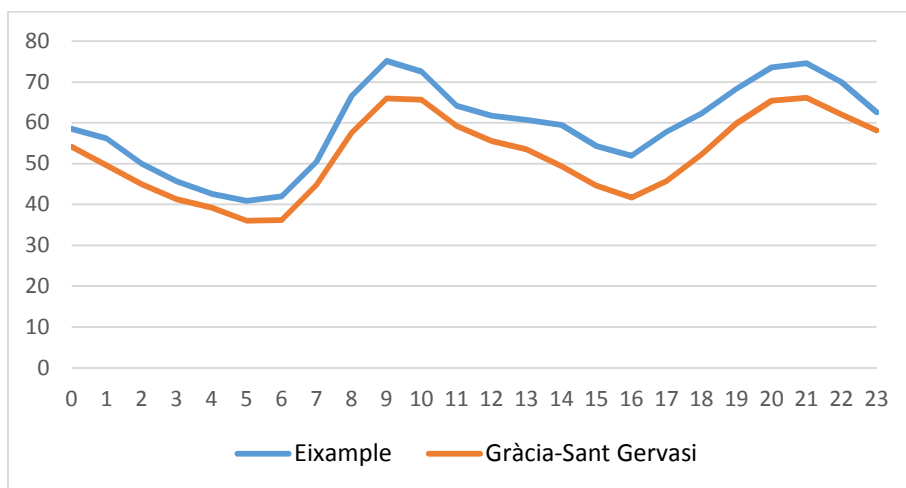


Figura 35. Perfil horari de NO₂ (mitjana horària en µg/m³) durant el 2017 en les estacions de trànsit.

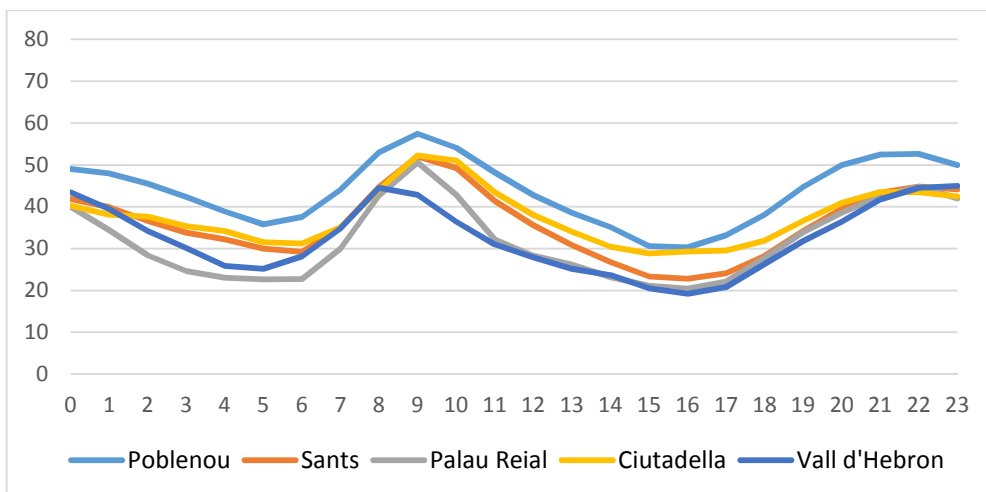


Figura 36. Perfil horari de NO₂ (mitjana horària en µg/m³) durant el 2017 en les estacions de fons urbà.

Com succeeix amb el perfil diari, el perfil setmanal està molt relacionat amb la intensitat del trànsit a la ciutat. Així els dissabtes i els diumenges es produeix un descens important i general dels nivells. En el cas de l'Eixample, la mitjana en diumenge disminueix fins els 43 µg/m³, un 27% menys que la mitjana anual en aquesta estació de mesurament (veure figures 37 i 38). Tot i el descens, si extrapoléssim la mitjana anual dels diumenges a tot l'any, en aquesta estació tampoc s'assoleix el nivell de referència de l'OMS ni el de la normativa europea.

Respecte a les superacions del nivell de referència horari de l'OMS, durant el període 2010-2016 s'han produït aproximadament 3 dies per any on s'han detectat superacions horàries. Aquesta mitjana coincideix amb els 3 dies amb superacions de l'any 2017 (15.06.2017, 17.11.2017 i 24.11.2017).

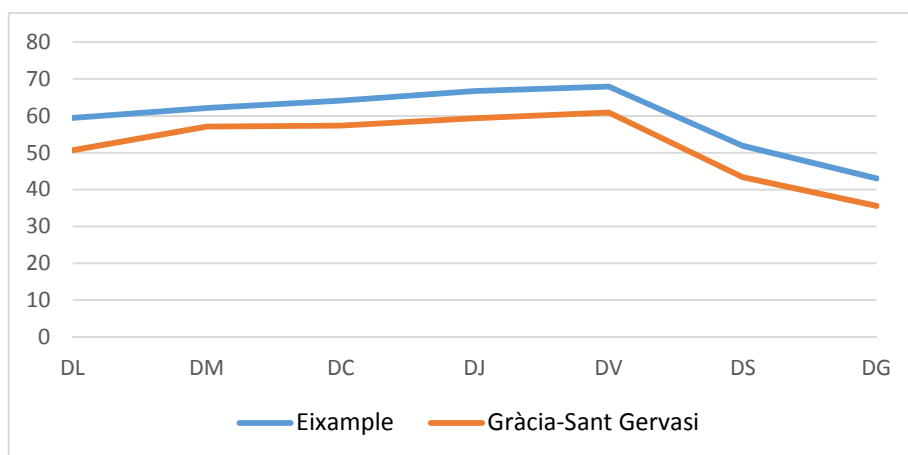


Figura 37. Perfil setmanal de NO₂ (mitjana diària en µg/m³) durant el 2017 en les estacions de trànsit.

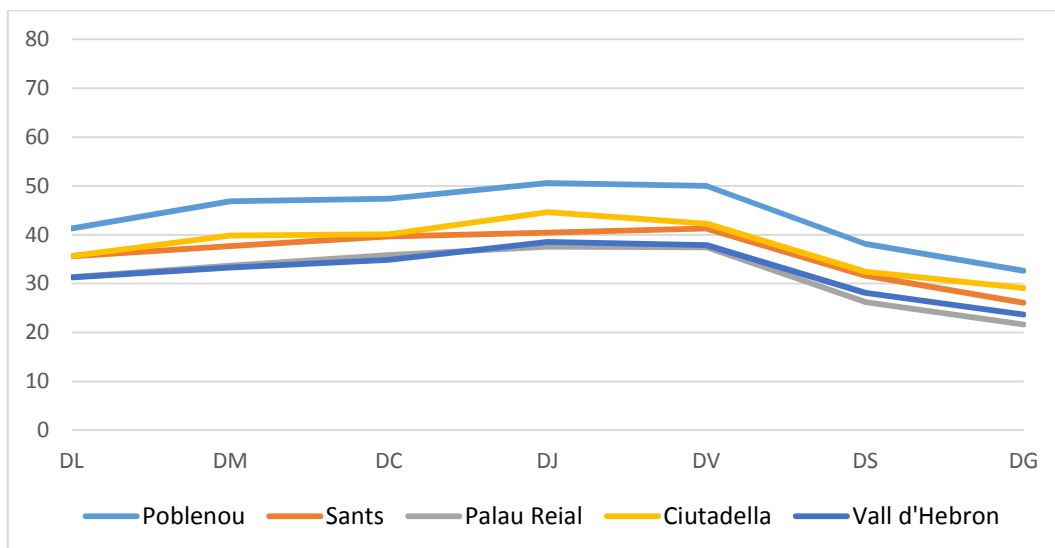


Figura 38. Perfil setmanal de NO₂ (mitjana diària en µg/m³) durant el 2017 en les estacions fons urbà.

12.1.2. Perfils de contaminació per PM₁₀

Els perfils horaris de les partícules PM₁₀, mesurades a partir de les mesures dels monitors automàtics TEOM (Mètode de microbalança oscil·lant), mostren també la importància del trànsit per aquest contaminant, amb l'increment dels nivells a partir de les 8:00 h. Tanmateix, per aquest contaminant hi ha una contribució important d'altres fonts d'emissió com ara les obres, la contaminació d'origen natural o l'impacte de la contaminació regional, fet que fa que el perfil es mantingui més estable al llarg del dia respecte al NO₂ (veure figures 39, 40 i 41).

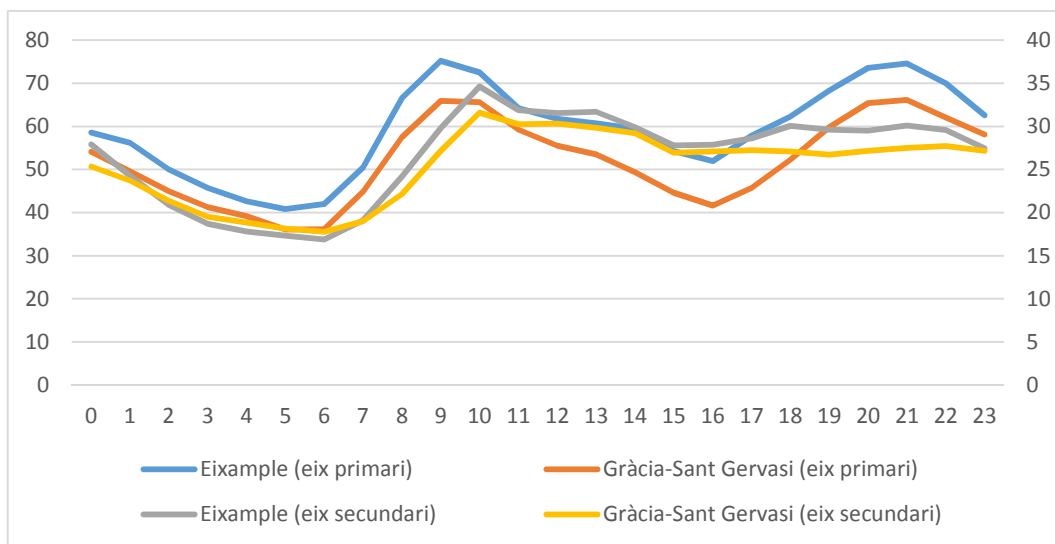


Figura 39. Comparació dels perfil horaris de NO₂ (eix primari) i PM₁₀ (eix secundari) de la mitjana horària en µg/m³ durant el 2017 en les estacions de trànsit

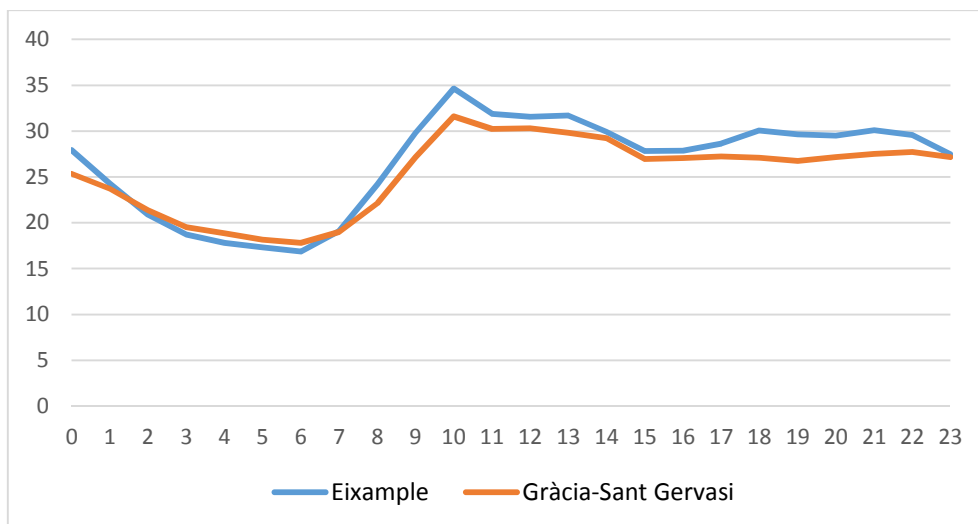


Figura 40. Perfil horari de PM₁₀ (mitjana horària en µg/m³) durant el 2017 en les estacions de trànsit (dades dels monitors automàtics tipus TEOM).

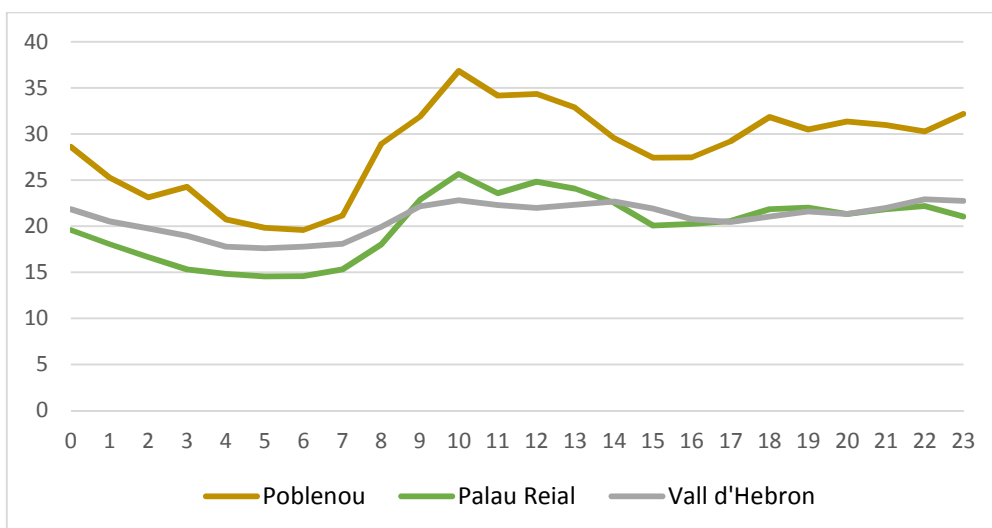


Figura 41. Perfil horari de PM₁₀ (mitjana horària en µg/m³) durant el 2017 en les estacions de fons urbà (dades dels monitors automàtics tipus TEOM).

Respecte al perfil setmanal, avaluat a partir de les dades dels captadors manuals, es detecta un descens del 21% de la mitjana diària en diumenges respecte a la resta de dies de la setmana. Tot i el descens, els diumenges es manté la superació del nivell de referència anual de l'OMS a les tres estacions de trànsit i a les de fons urbà de Poblenou, Sants i IES Verdaguer (veure figures 42 i 43).

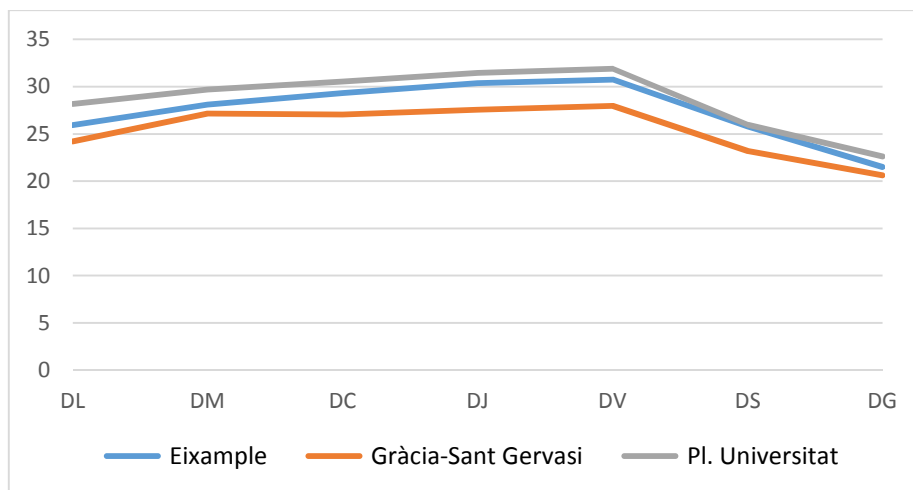


Figura 42. Perfil setmanal de PM₁₀ (mitjana diària en µg/m³) durant el 2017 en les estacions de trànsit.

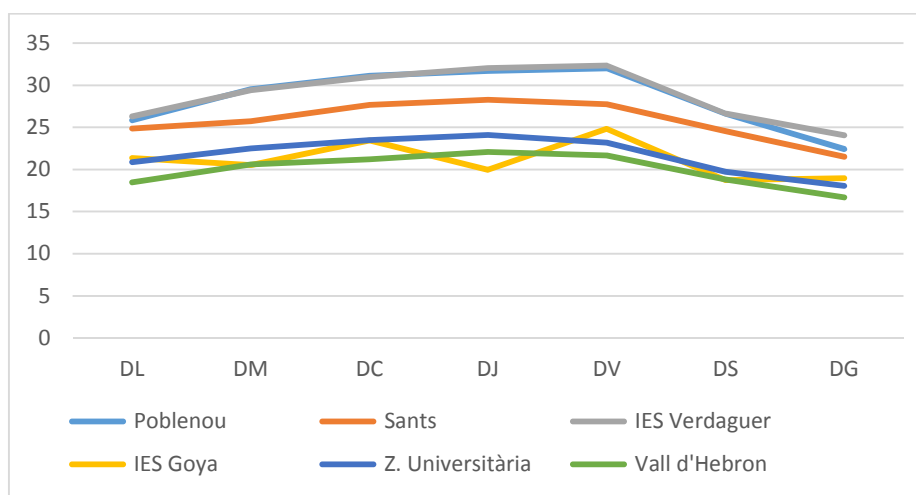


Figura 43. Perfil setmanal de PM₁₀ (mitjana diària en µg/m³) durant el 2017 en les estacions de fons urbà.

12.1.3. Perfils de contaminació per PM_{2,5}

Respecte les partícules PM_{2,5}, només es disposen de mitjanes diàries, mesurades a partir de mostres dels captadors manuals, i per tant no es poden representar els perfils horaris. El perfil setmanal de les PM_{2,5} mostra un descens dels nivells en diumenge respecte a la mitjana anual entre el -12% a l'estació de fons urbà de Vall d'Hebron i el -20% a l'estació de trànsit de Plaça Universitat, fet que posa de manifest també la importància del trànsit en aquest contaminant (veure figures 44 i 45). Si extrapolem els nivells diaris a una mitjana anual, es situen per sobre del nivell de referència anual de l'OMS a totes les estacions i tots els dies de la setmana.

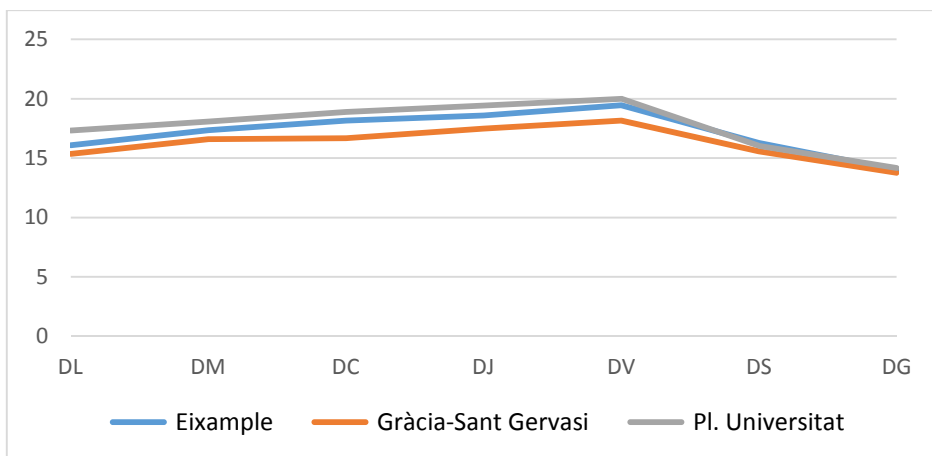


Figura 44. Perfil setmanal de PM_{2,5} (mitjana diària en µg/m³) durant el 2017 en les estacions de trànsit.

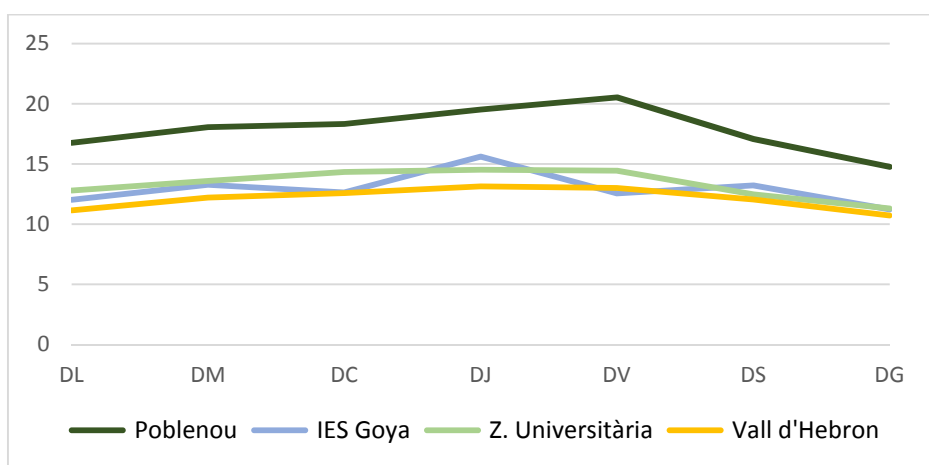


Figura 45. Perfil setmanal de PM_{2,5} (mitjana diària en µg/m³) durant el 2017 en les estacions de fons urbà.

12.1.4. Perfils de contaminació per ozó

L'ozó, contaminant secundari, presenta un perfil diari diferent a la resta de contaminants, amb un màxim sobre les 16:00 h. (veure figures 46 i 47) i en les estacions de fons urbà, allunyades de les emissions directes del trànsit.

Respecte al perfil setmanal, i també a diferència de la resta de contaminants, la mitjana diària d'ozó s'incrementa entre un 11 i un 27% els diumenges respecte a la mitjana anual, quan baixen les emissions del trànsit local (veure figures 48 i 49). S'han produït superacions del màxim 8-horari de l'OMS per al període de març a agost, amb un màxim al mes de juny (16 dies).

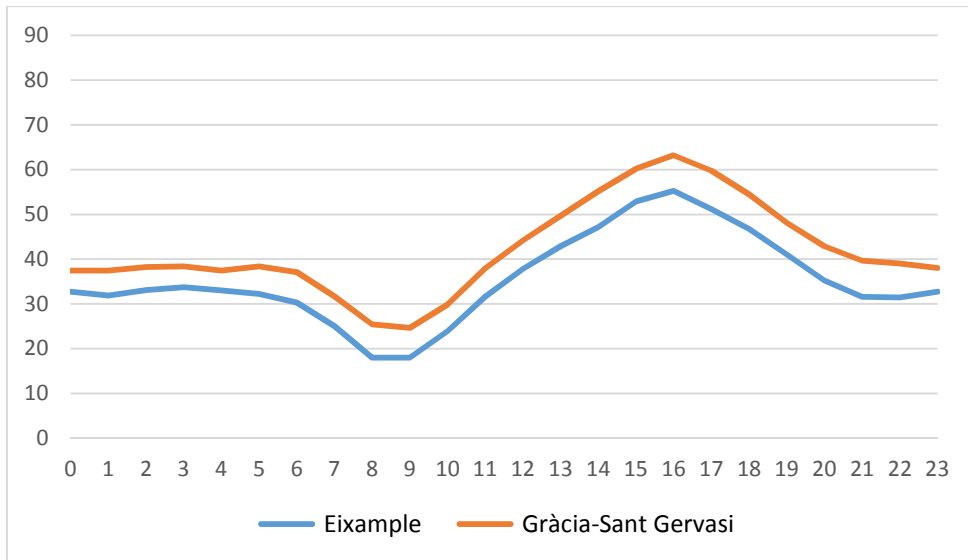


Figura 46. Perfil horari d'O₃ (mitjana horària en µg/m³) durant el 2017 en les estacions de trànsit.

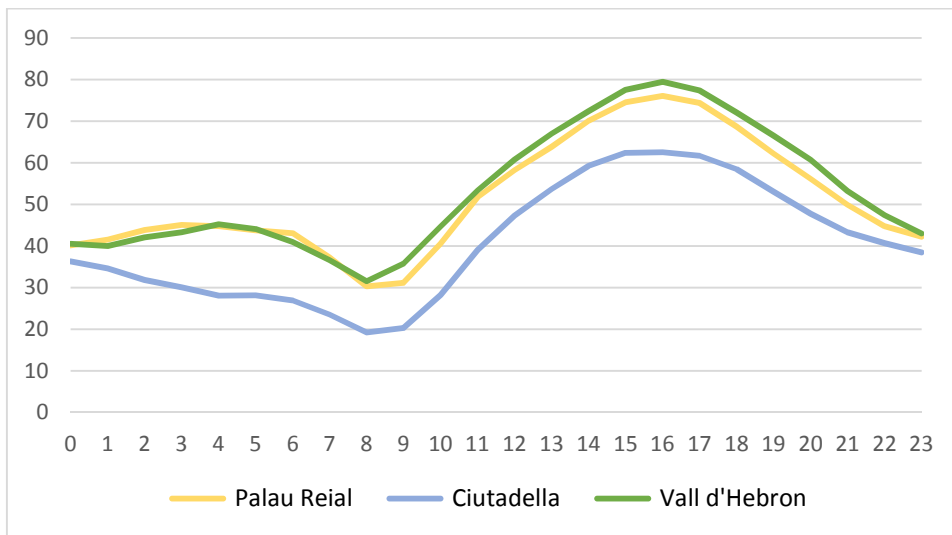


Figura 47. Perfil horari d'O₃ (mitjana horària en µg/m³) durant el 2017 en les estacions de fons urbà.

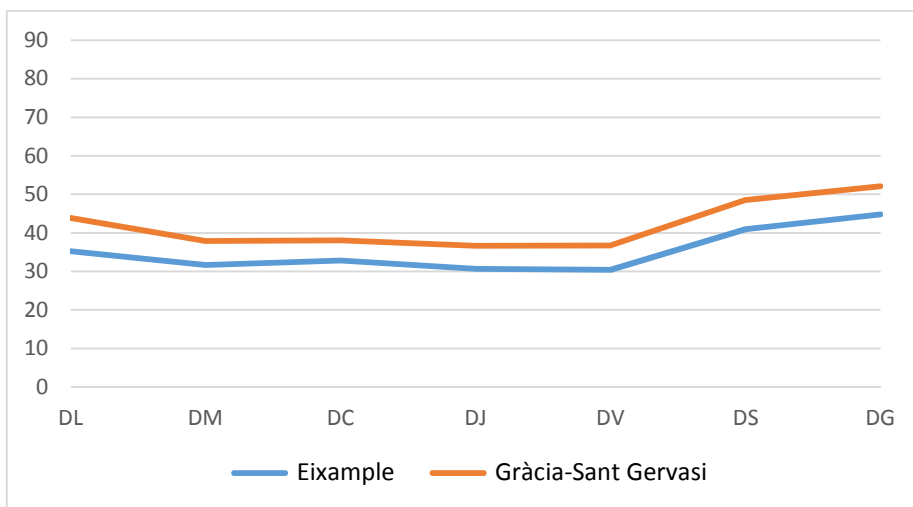


Figura 48. Perfil diari d'O₃ (mitjana diària en µg/m³) durant el 2017 en les estacions de trànsit.

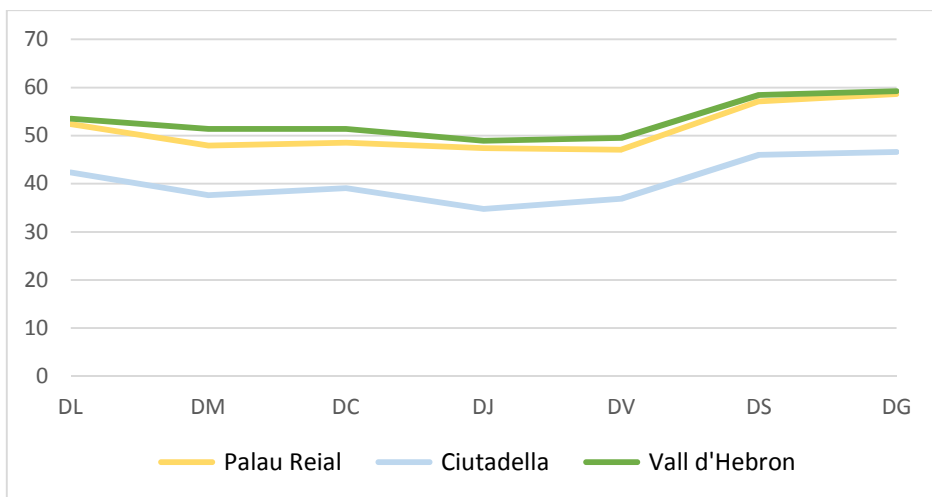


Figura 49. Perfil diari d'O₃ (mitjana diària en µg/m³) durant el 2017 en les estacions de fons urbà

12.1.5. Altres contaminants

Benzè

El perfil setmanal del benzè disminueix un -33% els diumenges a l'estació de trànsit de trànsit de l'Eixample i un -17% a l'estació de fons urbà de Vall d'Hebron. Tot i aquest descens, si extrapolem aquests nivells a la mitjana anual, a l'estació de l'Eixample (2,1 µg/m³) es segueix 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, de fins el -25% i una reducció absoluta d'entre 0,01 i 0,03 ng/m³. Tot i aquesta reducció, si extrapolem la mitjana dels caps de setmana a una mitjana anual, a l'estació de l'Eixample (0,12 ng/m³) els nivells segueixen assolint 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. Els nivells per aquest contaminant han disminuït molt a la ciutat, des de l'aplicació de les primeres normes europees de reducció de les emissions dels motors dels vehicles (normes EURO). Com succeeix amb l'NO₂, el perfil diari mostra un increment dels nivells a partir de primeres hores del matí per 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 (veure figures 50 i 51), especialment clar a les estacions properes a les emissions del trànsit.

Respecte el perfil setmanal, els nivells de CO es redueixen durant els diumenges a totes les estacions de la ciutat, establint-se un gradient en funció de la seva proximitat al trànsit: Eixample (-32%), Gràcia-Sant Gervasi (-31%), Palau Reial (-16%) i Vall d'Hebron (-12%).

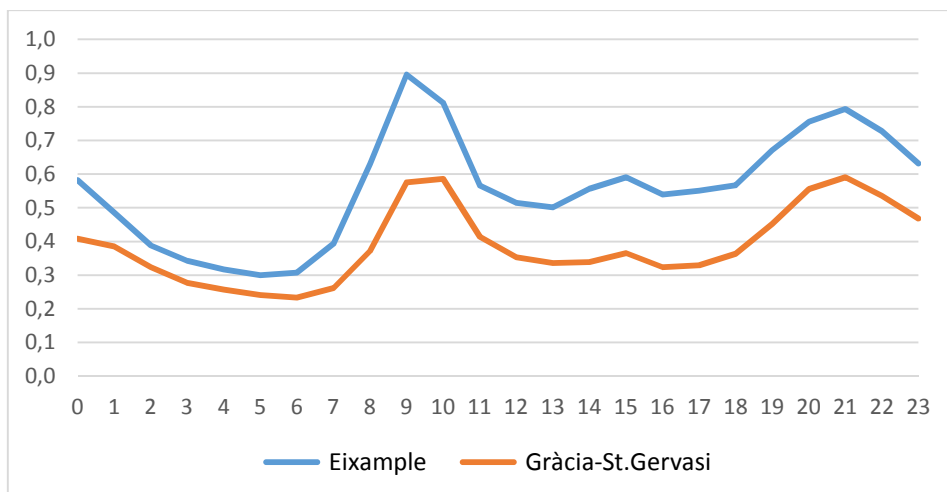


Figura 50. Perfil horari de CO (mitjana horària en mg/m³) durant el 2017 en les estacions de trànsit.

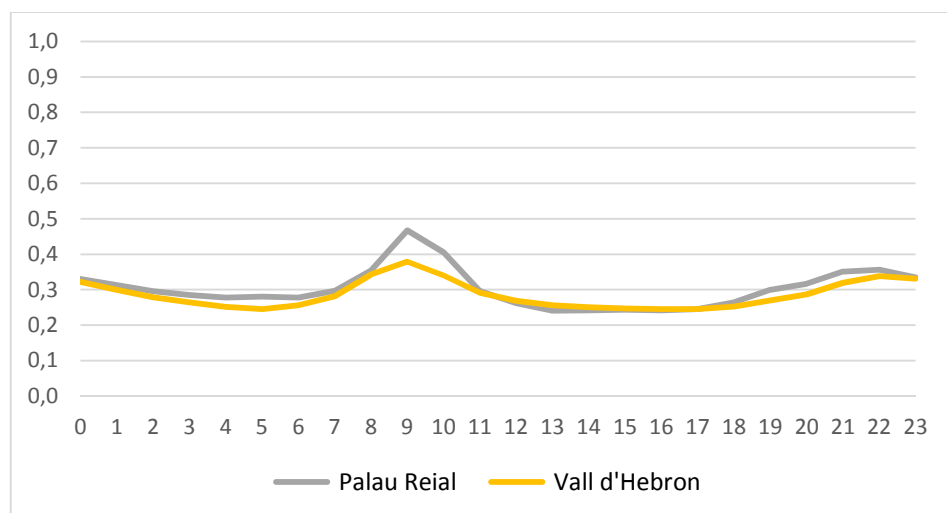


Figura 51. Perfil horari de CO (mitjana horària en mg/m³) durant el 2017 en les estacions de fons urbà.

12.2. EXPOSICIÓ TEMPORAL DE LA POBLACIÓ

A continuació es calculen els percentatges de dies per cada contaminant que durant el 2017 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 ³ de màxim 8-horari	15,62 %
PM _{2.5}	Mitjana diària	25 µg/m ³ de màxim diari	17,81 %
PM ₁₀	Mitjana diària	50 µg/m ³ de màxim diari	6,58 %
NO ₂	Mitjana horària	200 µg/m ³ de màxim horari	0,05% (hores)
CO	Mitjana 8-horària	10 mg/m ³ de màxim 8-horari	0%
SO ₂	Mitjana diària	20 µg/m ³ de màxim diari	0%

Des del punt de la vista de l'UE, es superen els valors límit o objectius per 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 ³ de màxim 8-horari	1,10 %	-93%
PM ₁₀	Mitjana diària	50 µg/m ³ de màxim diari	6,58 %	0%
NO ₂	Mitjana horària	200 µg/m ³ de màxim horari	0,05% (hores)	0%
CO	Mitjana 8-horària	10 mg/m ³ de màxim 8-horari	0%	-
SO ₂	Mitjana diària	20 µg/m ³ de màxim diari	0%	-

Per a exposicions a curt termini, si s'agreguen els dies amb superacions, es superen durant 106 dies a l'any els nivells de referència de l'OMS per a un o més contaminants, que es redueixen fins el 28 dies a l'any respecte els valors límit o objectiu de la normativa europea.

D'altra banda, 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 de NO₂ mesurats a la ciutat per cada hora i els nivells màxims diaris mesurats de PM₁₀ i PM_{2.5}. Aquestes mesures s'agrupen en els diferents llinars, basats tant en els nivells de referència de l'OMS com de la normativa europea i tant per a exposicions a curt com a llarg termini.

Per al NO₂, durant el 80% de les hores es supera en almenys una estació de vigilància de la ciutat els nivells anuals de l'OMS i el valor límit anual de la UE (40 µg/m³ en ambdós casos). Per superacions dels nivells de referència horària (200 µg/m³), com a protecció de la salut per exposicions a curt termini, el percentatge es redueix a un 0,05% de les hores en que es supera nivell de referència horària i el valor límit horari de la UE (200 µg/m³ en ambdós casos) (veure figura 52).

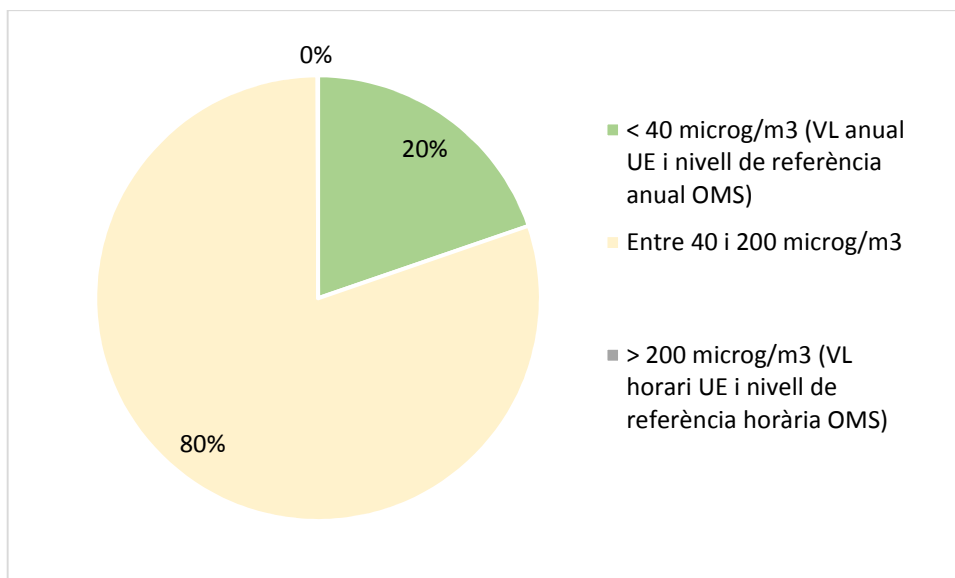


Figura 52. Distribució dels nivells màxims horaris de NO₂ mesurats a les estacions de la ciutat (en % hores).

Per a les partícules PM₁₀, el 88% (71% + 10% + 7%) dels dies de l'any es supera en almenys una estació de vigilància de la ciutat els nivells anuals de l'OMS (20 µg/m³). Aquest percentatge es redueix fins el 17% (10 % + 7%) dels dies en el cas del valor límit anual de la UE (40 µg/m³). Per a valors de referència diaris, representatius de l'exposició a curt termini, el 7% dels dies de l'any es supera el nivell de referència diària i el valor límit diari de la UE (50 µg/m³ en ambdós casos) (veure figura 53).

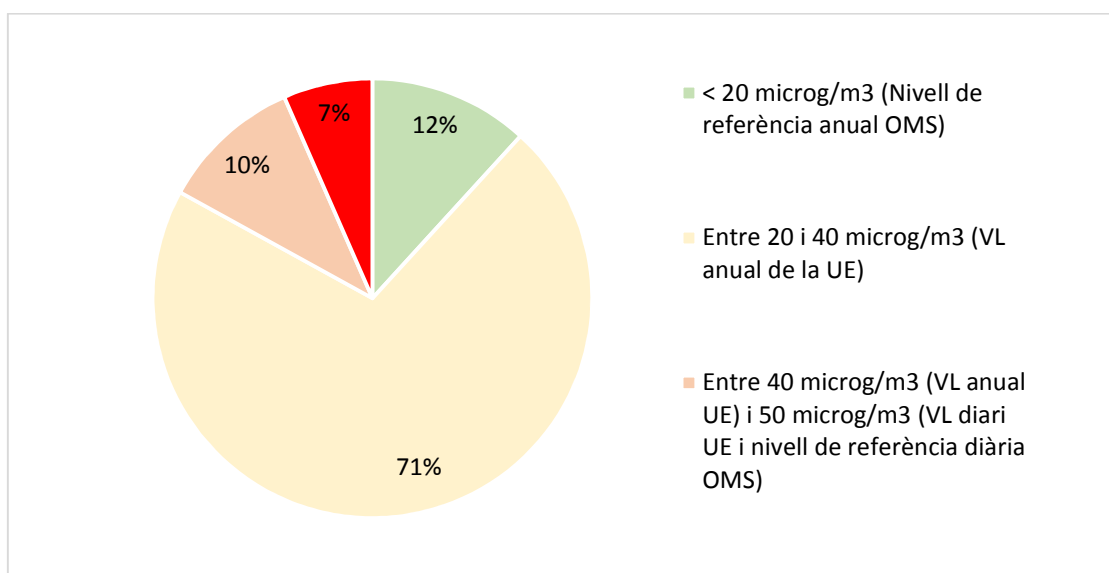


Figura 53. Distribució dels nivells màxims diaris de PM₁₀ mesurats a les estacions de la ciutat (en % dies).

Finalment, respecte les partícules PM_{2,5}, es supera el 97% (79% + 18%) dels dies el nivell de referència anual (10 µg/m³) en almenys una estació de mesurament de la ciutat, que es redueixen fins el 18% en el cas dels dies amb superació del valor límit anual de la UE (25 µg/m³),

percentatge que coincideix amb les superacions del nivell de referència diari per exposicions a curt de l'OMS ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$) (Veure figura 54).

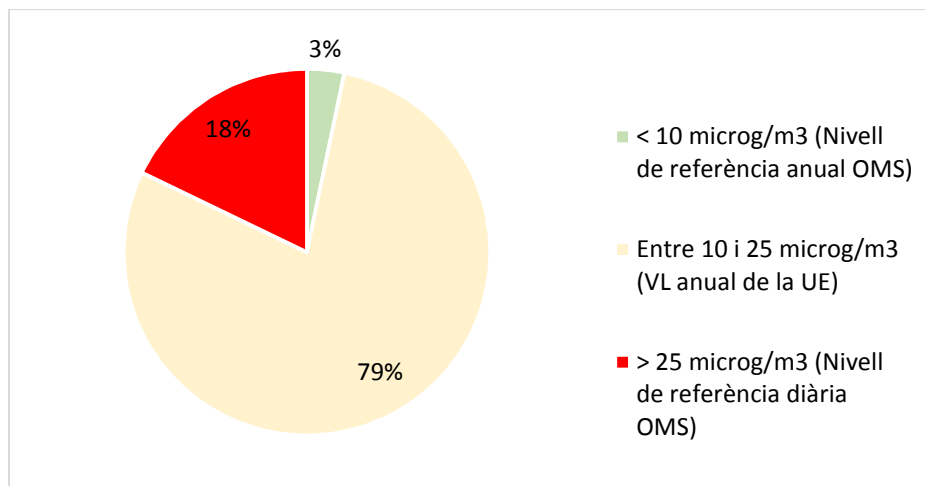


Figura 54. Distribució dels nivells màxims diaris de PM_{2,5} mesurats a les estacions de la ciutat (en % dies).

12.3. POBLACIÓ POTENCIALMENT EXPOSADA A DIFERENTS NIVELLS DE CONTAMINACIÓ

La ciutat de Barcelona disposa d'una xarxa de vigilància que es compon per 11 estacions de mesurament fix, que són representatives de diferents situacions d'immissió de la ciutat. En quant a mesures, també es disposa d'informació addicional dels nivells de la ciutat a partir dels estudis realitzats per la Unitat mòbil de control atmosfèric (2008-2017). D'altra banda, l'Ajuntament de Barcelona disposa del model d'immissions per als contaminants NO₂ i PM₁₀ (2013) i del nombre d'habitants per adreça.

Per avaluar la població exposada als nivells de NO₂ i PM₁₀ s'ha seguit la següent metodologia:

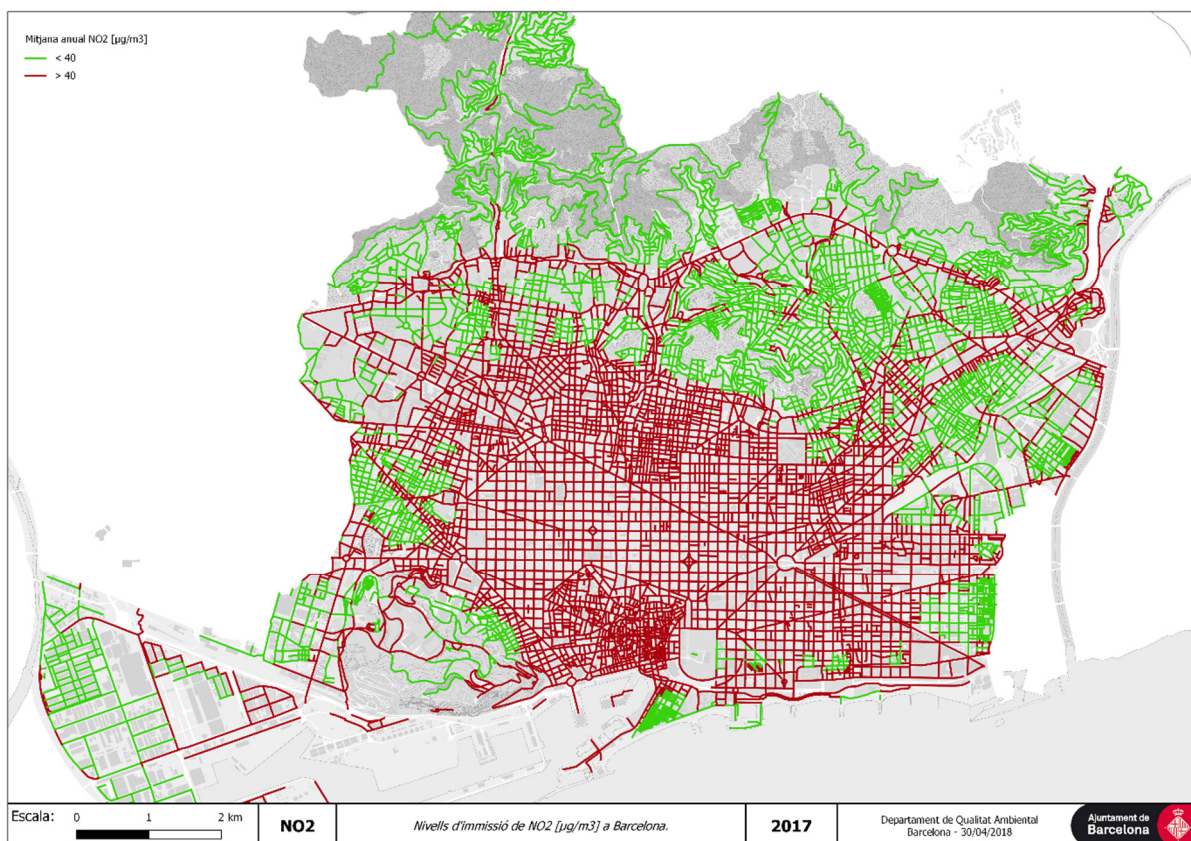
1. Calcular els nivells del model 2013 en cada tram de carrer.
2. Calcular l'evolució dels nivells a la ciutat per al període 2013-2017, i aplicar el percentatge de variació als trams dels carrers.
3. Comprovar els resultats, amb les mesures disponibles, tant aquelles mesurades al 2017 (xarxa d'estació fixes i Unitat Mòbil) com les mesures realitzades en període anteriors, aplicant els factors de correcció adients en funció de l'any de mesura.
4. Aplicar els ajustos als resultats del model en els trams corresponents, d'acord amb les mesures reals disponibles.
5. Calcular la població potencialment exposada per cada tram de carrer (per adreces) en funció dels nivells de referència de l'OMS i els valors límit anuals la normativa europea.

Respecte la metodologia de l'any anterior, realitzada a partir de seccions censals, es redueix la limitació de que dins de les seccions es poden donar diferents situacions de contaminació, en funció per exemple de la proximitat a carrers de trànsit. Tanmateix, es mantenen altres limitacions com ara:

1. Els nivells d'immissió es mesuren en aire ambient i no en l'aire interior dels edificis i habitatges on la població hi viu.
2. No es tenen en compte les fonts d'emissió de contaminants de dins dels habitatges.
3. La població realitza 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 DE NO₂

Criteris exposició: NO₂	Mitjana anual
Compliment del nivell de referència de l'OMS i el valor límit de la UE	< 40 µg/m ³
Superació del valor límit de la UE	> 40 µg/m ³



Nivells d'exposició potencial de la població a la mitjana anual de NO₂ durant l'any 2016:

■ < 40 µg/m³

■ > 40 µg/m³

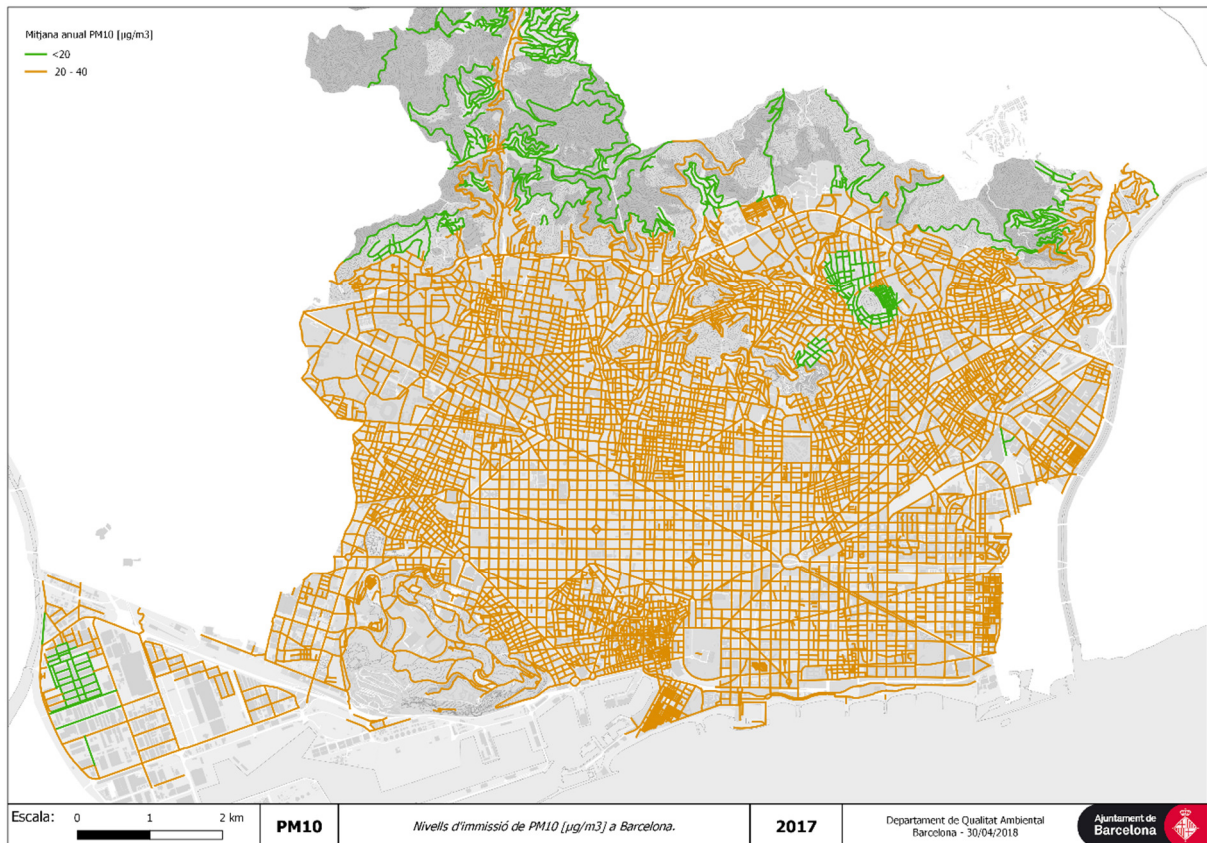
NO ₂	Nivells d'exposició a mitjana anual	
	< 40 µg/m ³	> 40 µg/m ³
% població exposada	30%	70%

Per districtes, l'exposició potencial de la població a nivells superiors a 40 µg/m³ de NO₂ varia des del 30% (Nou Barris) fins el 100% (Eixample).

En superfície, el 57% de la longitud lineal dels trams de la ciutat, es situen per sobre dels 40 µg/m³.

12.3.2. EXPOSICIÓ POTENCIAL A LA MITJANA ANUAL DE PM₁₀

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



Nivells d'exposició potencial de la població a la mitjana anual de PM₁₀ durant l'any 2016:

- < 20 µg/m³
- Entre 20 µg/m³ – 40 µg/m³
- > 40 µg/m³

PM ₁₀	Nivells d'exposició a mitjana anual		
	< 20 µg/m ³	Entre 20 µg/m ³ – 40 µg/m ³	> 40 µg/m ³
% població exposada	2%	98%	0%

Per districtes, l'exposició potencial de la població a nivells inferiors a 20 µg/m³ de PM₁₀ només es detecta a Nou Barris (11%), Horta (9%) i Sarrià (3%).

En superfície, el 90% de la longitud lineal dels trams de la ciutat, es situen entre els 20 µg/m³ i els 40 µg/m³.

12.3.4. RESUM DE L'EXPOSICIÓ POTENCIAL ALS NIVELLS ANUALS DE NO₂ I PM₁₀

% POBLACIÓ EXPOSADA	CONTAMINANTS	
	NO ₂	PM ₁₀
CRITERIS EXPOSICIÓ		
Població exposada a nivells de contaminació inferiors al nivell de referència anual de l'OMS	30%	2%
Població exposada a nivells de contaminació inferiors al valor límit de la UE		98%
Població exposada a nivells de contaminació superiors al valor límit de la UE	70%	0%

% LONGITUD LINEAL DELS TRAMS DE CARRERS	CONTAMINANTS	
	NO ₂	PM ₁₀
CRITERIS EXPOSICIÓ		
% Longitud de trams amb nivells de contaminació inferiors al nivell de referència anual de l'OMS	43%	10%
% Longitud de trams amb nivells de contaminació inferiors al valor límit de la UE		90%
% Longitud de trams amb nivells de contaminació superiors al valor límit de la UE	57%	0%

13. IMPACTE EN SALUT

La contaminació de l'aire és un problema important de salut pública. L'Agència Europea del Medi Ambient calcula que a Europa hi ha anualment 428.000 morts prematures per excés de PM_{2.5} i 78.000 morts per excés de NO₂ (EEA 2017). El Sistema de Vigilància de l'Impacte sobre la Salut de la Contaminació de l'Aire a Barcelona (VISCAB), de l'Agència de Salut Pública de Barcelona, permet estimar aquesta mortalitat atribuïble per la ciutat.

S'ha estimat l'impacte de l'exposició a la contaminació de l'aire en la mortalitat dels residents de la ciutat de Barcelona del 2010 al 2017, utilitzant l'eina AirQ+* de l'Organització Mundial de la Salut.

Les dades utilitzades són:

- Nivells de contaminació atmosfèrica. S'han utilitzat dos indicadors de la contaminació atmosfèrica, els nivells de PM_{2.5} i de NO₂. Les mitjanes anuals s'han obtingut de la Xarxa de Vigilància i Previsió de la Contaminació Atmosfèrica de la ciutat. Seguint les recomanacions de les guies internacionals (WHO 2016) s'han utilitzat només les dades provinents de les estacions de fons.
- Efecte en salut. S'ha utilitzat la mortalitat total (excloent causes externes) en residents majors de 30 anys. La taxa de mortalitat s'ha obtingut del Registre de Mortalitat de l'Agència de Salut Pública de Barcelona. El nombre de residents majors de 30 anys s'ha obtingut del Padró d'habitants de l'Ajuntament de Barcelona.
- Com a concentració de contaminació alternativa s'ha utilitzat la recomanació de la OMS per PM_{2.5} d'una mitjana anual de 10 µg/m³. Per NO₂, s'ha utilitzat la mitjana anual de 20 µg/m³ que recomana el projecte HRAPIE de la OMS (WHO 2013), tal i com s'ha fet a l'Informe de qualitat de l'aire europeu (EEA 2017).

S'ha calculat la fracció atribuïble i els morts anuals atribuïbles a la diferència de concentració de contaminació atmosfèrica entre els valors anuals i els valors alternatius recomanats.

*AirQ+: Software tool for health risk assessment of air pollution. Disponible a: <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/activities/airq-software-tool-for-health-risk-assessment-of-air-pollution>

EEA, 2017. European Environment Agency. Air quality in Europe — 2017 report. Disponible a: <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2017>

WHO, 2016. Health risk assessment of air pollution – general principles. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe; 2016. Disponible a: http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0006/298482/Health-risk-assessment-air-pollution-General-principles-en.pdf?ua=1

WHO, 2013. Health Risks of Air Pollution in Europe (HRAPIE) project: *New emerging risks to health from air pollution — Results from the survey of experts*, World Health Organization, Regional Office for Europe, Copenhagen. Disponible a: http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0006/238956/Health_risks_air_pollution_HRAPIE_project.pdf?ua=1

Durant el període analitzat, la mortalitat atribuïble a l'excés de PM_{2.5} va ser del 3% de promig en majors de 30 anys, el que representa 424 morts anuals (interval de confiança al 95% (IC95%) entre 278 i 559 morts). Aquests valors oscil·len d'any a any (figura 55), en funció de les característiques poblacionals de la ciutat, però sobretot per canvis en la mitjana anual de PM_{2.5}. El màxim el vam tenir l'any 2012, amb una mitjana anual de 18 µg/m³ de PM_{2.5}, quan el 5% de les morts en majors de 30 anys (706 morts) es poden atribuir a l'excés de contaminació. L'impacte més baix va ser l'any 2013 amb una fracció atribuïble del 2% (256 morts), per una mitjana anual de 13 µg/m³ de PM_{2.5}. L'any 2017 la ciutat va tenir una mitjana anual de 14 µg/m³ de PM_{2.5}, 1 µg/m³ més alta que l'any anterior, el que suposa 88 morts prematures més. També s'ha calculat que cada disminució d'1 µg/m³ en la mitjana anual de PM_{2.5} suposa la reducció del 0,6% de la mortalitat total en majors de 30 anys.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Promig
Fracció atribuïble	3%	4%	5%	2%	2%	3%	2%	2%	3%
IC95%	2, 4	3, 5	3, 6	1, 2	1, 2	2, 5	1, 2	2, 3	2, 4
Número morts	429	594	706	256	258	529	267	355	424
IC95%	281, 565	390, 782	464, 929	168, 339	169, 341	347, 697	174, 353	232, 468	278, 559
Mitjana anual (µg/m ³)	15	17	18	13	13	16	13	14	15

Mortalitat atribuïda a superar els nivells anuals recomanats de PM_{2.5} a la ciutat de Barcelona (2010-2017). Mortalitat total (excloent causes externes) en majors de 30 anys, atribuïbles a la superació de 10 µg/m³ de PM_{2.5} en la mitjana anual. Mitjana anual de PM_{2.5} a les estacions de fons de la ciutat.

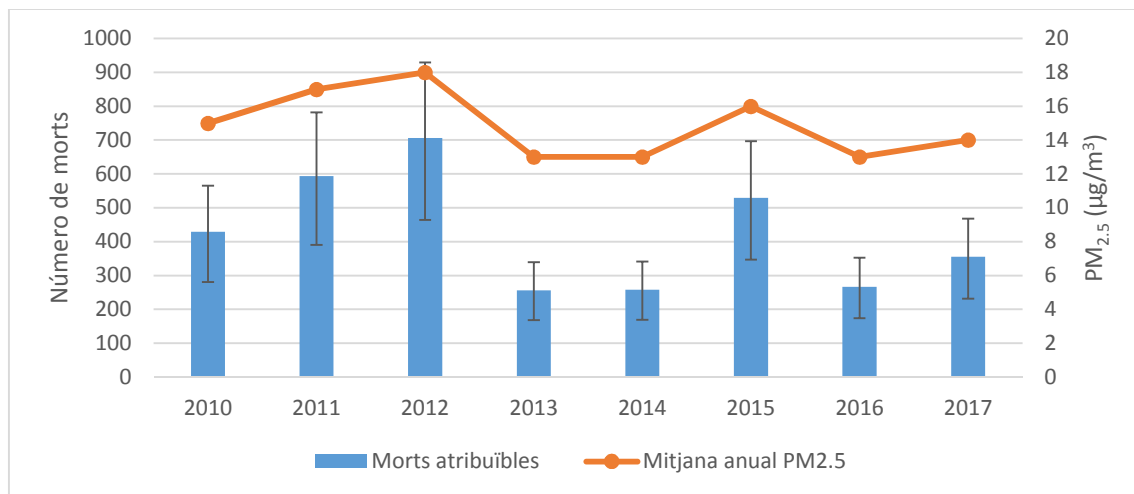


Figura 55. Nivells anuals de PM_{2.5} en aire i mortalitat atribuïble a la ciutat de Barcelona (2008-2017). Mortalitat total (excloent causes externes) en majors de 30 anys, atribuïbles a superar 10 µg/m³ en la mitjana anual de PM_{2.5}. Mitjanes anuals de PM_{2.5} en les estacions de fons de la ciutat. Pels anys 2016 i 2017 s'ha utilitzat la taxa de mortalitat del 2015.

Si s'utilitza com a indicador de la contaminació de l'aire els nivells de NO₂, la mortalitat atribuïble a l'excés de contaminació entre el 2010 i el 2017 va ser de promig del 7% en majors de 30 anys, el que representa 961 morts cada any. El valor màxim el vam tenir l'any 2010, amb una mitjana

anual de 42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de NO_2 i una mortalitat atribuïble del 8% (1.224 morts) (figura 56). La mortalitat atribuïble mínima va ser en el 2014 (5%, 734 morts), per una mitjana anual de 33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de NO_2 . L'any 2017 va tenir una mitjana anual de 36 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de NO_2 , 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ més alta que l'any anterior, el que suposa 113 morts prematures més. També s'ha estimat que per cada 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de NO_2 que es redueix la mitjana anual, es redueix el 0,4% de la mortalitat total en majors de 30 anys, el que representa a la ciutat de Barcelona 59 morts anuals.

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Promig
Fracció atribuïble	8%	8%	7%	5%	5%	7%	5%	6%	7%
IC95%	4, 12	4, 12	3, 11	3, 8	2, 8	3, 11	3, 8	3, 9	3, 10
Número morts	1224	1112	1049	784	734	1041	816	929	961
IC95%	587, 1846	532, 1680	501, 1588	373, 1193	349, 1117	497, 1577	388, 1241	442, 1409	459, 1456
Mitjana anual ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	42	40	38	34	33	38	34	36	37

Mortalitat atribuïda a superar els nivells anuals recomanats de NO_2 a la ciutat de Barcelona (2010-2017). Mortalitat total (excloent causes externes) en majors de 30 anys, atribuïbles a la superació de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de NO_2 en la mitjana anual. Mitjana anual de NO_2 a les estacions de fons.

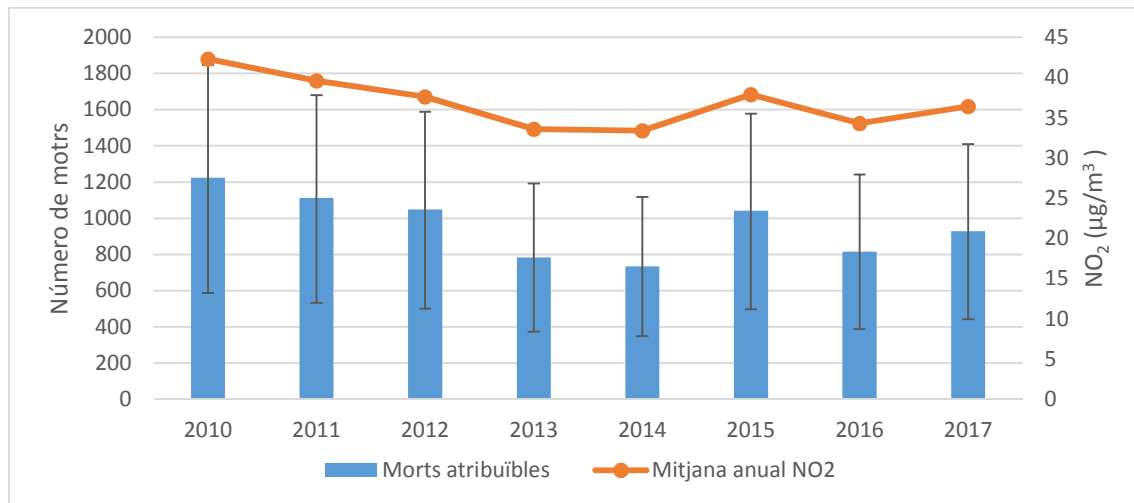


Figura 56. Nivells anuals de NO_2 en aire i mortalitat atribuïble a la ciutat de Barcelona (2008-2017). Mortalitat total (excloent causes externes) en majors de 30 anys, atribuïbles a la superació de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de NO_2 en la mitjana anual. Mitjanes anuals en les estacions de fons de la ciutat. Pels anys 2016 i 2017 s'ha utilitzat la taxa de mortalitat del 2015.

Cal tenir present que la mortalitat atribuïda als diferents indicadors de contaminació ($\text{PM}_{2.5}$ i NO_2) no es poden sumar directament per estimar un impacte total de la contaminació, ja que aquests dos indicadors estan correlacionats i portaria a una sobreestimació de la mortalitat atribuïble (WHO 2013).

14. RECOMANACIONS PER A LA SALUT

Recomanacions sobre polítiques

1. Per reduir la contaminació atmosfèrica cal adoptar mesures que disminueixin globalment el trànsit motoritzat diari a la ciutat.

El trànsit motoritzat és la principal font de contaminació atmosfèrica a la ciutat. No tots els vehicles contaminen de la mateixa manera. Els vehicles més vells i els de motor dièsel emeten molt més NO₂, mentre que els vehicles elèctrics no n'emeten. Les motos representen un terç del parc de vehicles privats a la ciutat i són responsables d'un alt percentatge d'emissions de compostos orgànics volàtils, com el benzè. Tot i així, tots els vehicles contribueixen a la contaminació per partícules per desgast de les rodes, els frens i per resuspensió de partícules de l'asfalt. Més enllà de millorar la qualitat de l'aire, la reducció del trànsit motoritzat comporta altres beneficis per la salut: redueix la contaminació acústica, la sinistralitat vial, la temperatura, l'emissió de gasos amb efecte hivernacle i allibera espai públic que pot destinar-se a zones verdes i espais d'interacció social.

2. Calen polítiques transversals per afavorir la reducció del trànsit.

Les mesures que afavoreixin la proximitat dels llocs de feina i de residència (accés a l'habitatge, distribució territorial de les empreses, ...) ajudaran a reduir el volum de persones que entren i surten de la ciutat diàriament.

3. Calen mesures que substitueixin l'ús del vehicle privat pel transport públic.

Són importants les polítiques que influeixin en la rapidesa del transport, la comoditat i el preu.

4. S'ha de fomentar l'ús de la bicicleta i el caminar.

Per l'activitat física que comporten, són l'opció de transport més saludable. És important anar creant totes aquelles infraestructures que facilitin aquestes activitats (pacificacions i carrils bicicleta protegits).

5. Cal potenciar les zones verdes a la ciutat.

Entre els múltiples beneficis per la salut, la vegetació urbana contribueix a reduir la contaminació de l'aire.

6. Cal reduir la contaminació atmosfèrica de forma prioritària al voltant de les escoles, centres per gent gran i hospitals, mitjançant la pacificació del trànsit a la zona.

Els centres de nova creació caldria fer-los en zones de poc trànsit. Els infants, la gent gran, les embarassades i les persones amb malalties respiratòries i cardiovasculars cròniques són especialment vulnerables als efectes de la contaminació atmosfèrica. Els nadons i els infants presenten una alta freqüència respiratòria i metabòlica relativa al seu pes i els seus pulmons

i sistema immunològic són encara immadurs. La gent gran és també vulnerable a patir més els efectes de la contaminació per la disminució de la funció dels òrgans amb l'edat.

Recomanacions a la població per disminuir l'exposició a la contaminació

1. Desplaça't de forma activa (caminant o amb bicicleta).

Els beneficis per la salut de l'activitat física superen de llarg els riscos de l'exposició a la contaminació atmosfèrica.

2. Quan et desplacis caminant, amb bicicleta o corrent, escull els carrers i les hores amb menys volum de trànsit.

Evita la proximitat als tubs d'escapament.

3. La moto és el mode de transport menys saludable perquè comporta la major exposició a la contaminació atmosfèrica, la menor activitat física i el major risc de patir lesions de trànsit a la ciutat.

4. La ventilació de l'habitatge és millor fer-la a les hores amb menys volum de trànsit.

5. Per reduir les emissions de partícules durant la conducció d'un vehicle, cal ajustar els pneumàtics a la pressió adequada, reduir la velocitat de circulació i frenar i accelerar de forma suau. En els moments de circular, cal considerar la ventilació interna del vehicle a través de les finestres o del ventiladors, ja que introduïm els contaminants a l'aire interior que respirem.

15. CONCLUSIONS

1. L'avaluació de la qualitat de l'aire del 2017 mostra que es continuen superant els nivells de referència de la OMS per als contaminants NO₂, material particulat (PM₁₀ i PM_{2,5}), benzè, ozó i benzo(a)pirè. Per els dos contaminants més crítics, NO₂ i material particulat, els nivells s'han incrementat respecte l'any anterior suposant un increment en la mortalitat prematura a la ciutat. Destaquem per als principals contaminants:

- a. L'increment respecte l'any anterior ha estat del 7,6% en el cas de l'NO₂, del 7,2% en el cas de les partícules PM₁₀ i del 12,3% en el cas de les PM_{2,5}
- b. La mitjana anual en les estacions de trànsit supera 1,4 vegades els nivells normatius i de l'OMS per a l'NO₂, mentre que es troba per sota d'aquests valors en les estacions de fons.
- c. Pel que fa al material particulat, la mitjana anual en les estacions de trànsit i fons està per sota dels nivells normatius i entre 1,4 i 1,7 vegades per sobre els nivells de referència de l'OMS en les estacions de trànsit i entre 1,2 i 1,4 vegades per sobre en les estacions de fons.

2. Per a tot el període 2000-2017 per als contaminants NO₂ i material particulat (PM₁₀ i PM_{2,5}), benzè, benzo(a)pirè i ozó es superen els valors de referència de l'OMS, fet que constata una exposició de la població a concentracions que afecten a la salut. Respecte als perfils setmanals, tot i el descens dels nivells en caps de setmana per la reducció del trànsit (excepte per a l'ozó), si extrapolem la mitjana dels diumenges a una mitjana anual, es mantindrien les superacions dels nivells de referència de l'OMS per als mateixos contaminants.

3. La població potencialment exposada a nivells per sobre els de referència de l'OMS és del 70% en el cas del NO₂ i del 98% per a les partícules PM₁₀. En superfície, els nivells de NO₂ es superen en el 57% de la longitud lineal dels carrers i el 90% en el cas de les PM₁₀.

4. La mortalitat atribuïble a la contaminació atmosfèrica a la ciutat és molt considerable. Petites variacions en la concentració mitjana anual en partícules o en diòxid de nitrogen tenen un impacte en salut molt rellevant. L'increment de les mitjanes anuals dels contaminants atmosfèrics durant el 2017 respecte l'any anterior, suposa un augment d'un centenar de morts prematures a la ciutat.

5. Cal una gestió més restrictiva del trànsit motoritzat per tal de millorar la qualitat de l'aire a la ciutat i protegir la salut de la població.

ANNEX. NIVELLS DE REFERÈNCIA

NO₂	Valors Límit UE (1) vigents a partir 01/01/2.010	WHO AQG (2)
Valor Límit horari (VLh)	200 µg/m ³	200 µg/m ³
Superacions Valor Límit horari	No es podrà superar més de 18 ocasions per any civil	-
Valor Límit Mitjana anual (VLa)	40 µg/m ³	40 µg/m ³
Llindar d'alerta	400 µg/m ³	-

PM₁₀	Valors Límit UE (1) vigents a partir 01/01/2005	WHO AQG (2)
Valor Límit diari (VLd)	50 µg/m ³	50 µg/m ³
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 ³	-
Valor Límit Mitjana anual (VLa)	40 µg/m ³	20 µg/m ³

PM_{2,5}	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 ³
Valor Límit Mitjana anual (VLa)	25 µg/m ³	20 µg/m ³	10 µg/m ³

Benzè	Valors Límit UE (1) vigents a partir 01/01/2010	WHO AQG (3)
Valor Límit Mitjana anual (VLa)	5 µg/m ³	1,7 µg/m ³

Benzo(a)pirè	Valors Objectiu UE (1) vigents a partir 01/01/2013	WHO AQG (3)
Valor Límit Mitjana anual (VLa)	1 ng/m ³	0,12 ng/m ³

O₃	Valors UE (1) vigents a partir 01/01/2010	WHO AQG (2)
Valor Objectiu Màxim 8-horari (VO8-h) protecció salut	120 µg/m ³	100 µg/m ³
Superacions Valor Objectiu Màxim 8-horari (VO8-h)	No es podrà superar més de 25 dies per cada any civil de promig en un període de 3 anys.	-
Llindar horari d'informació a la població (LIP)	180 µg/m ³	-
Llindar horari d'alerta a la població (LAP)	240 µg/m ³	-

SO₂	Valors Límit UE (1) vigents a partir 01/01/2013	WHO AQG (2)
Valor Límit horari (VLh)	350 µg/m ³	-
Superacions Valor Límit horari	No es podrà superar en més de 24 ocasions per any civil	-
Valor Límit diari (VLd)	125 µg/m ³	20 µg/m ³
Superacions Valor Límit diari	No es pot superar en més de 3 ocasions per any civil	-
Valor límit 10 minutal	-	500 µg/m ³
Llindar horari d'alerta	500 µg/m ³	-

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

Metalls pesants (As, Cd i Ni)	Valors Objectiu UE (1) vigents a partir 01/01/2013	WHO AQG (3)
As - Valor Objectiu Mitjana anual (VOa)	6 ng/m ³	6,6 ng/ m ³
Cd- Valor Objectiu Mitjana anual (VOa)	5 ng/m ³	5 ng/m ³
Ni - Valor Objectiu Mitjana anual (VOa)	20 ng/m ³	25 ng/m ³

Pb	Valor Límit UE vigent a partir 01/01/2005	WHO AQG (3)
Valor Límit anual (VLa)	0,5 µg/m ³	0,5 µg/m ³

(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



Salut ambiental

Connectem
f **t** **y** **in**

www.aspb.cat