

AVALUACIÓ DE LA QUALITAT DE L'AIRE A LA CIUTAT DE BARCELONA

2016

ÍNDEX

Apartat	pàg
INTRODUCCIÓ	3
1 ESTRUCTURA DE LA XARXA DE VIGILÀNCIA	5
2 NIVELLS DE NO ₂	7
3 NIVELLS DE MATERIAL PARTICULAT (PM ₁₀ I PM _{2.5})	11
4 NIVELLS DE BENZÈ	16
5 NIVELLS DE BENZO(a)PIRÈ	18
6 NIVELLS D'OZÓ	20
7 NIVELLS DE SO ₂	22
8 NIVELLS DE CO	24
9 NIVELLS D'ARSÈNIC, CADMI I NÍQUEL	26
10 NIVELLS DE PLOM	30
11 RESUM DEL COMPLIMENT DELS NIVELLS DE REFERÈNCIA (2016)	32
12 AVALUACIÓ DE L'EXPOSICIÓ POTENCIAL DE LA POBLACIÓ (2016)	33
13 RECOMANANCIONS PER A LA SALUT	50
14 CONCLUSIONS	51
ANNEX. NIVELLS DE REFERÈNCIA	

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 en quant a la vigilància i avaluació dels contaminants atmosfèrics respecte 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, es segueixen avaluant els mateixos contaminants atmosfèrics, 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.

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

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 els 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 es centren principalment en la comparació amb els valors de referència de l'OMS en considerar que són valors més actualitzats pel que fa al coneixement científic existent sobre el dany per a la salut.

A l'annex es 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. Així a nivell de 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 al ciutat:

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 Plàcidia (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 (2016)

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	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 ³ Valor límit anual UE:40 µg/m ³	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 a nivell de ciutat respecte els anys anteriors, atès que es 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) en les estacions de trànsit i en la de fons urbà de Poblenou.

D'altra banda, també s'ha superat el nivell de referència horari 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 DE NO₂

L'evolució temporal dels contaminants atmosfèrics depenen 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 en marcar la tendència a l'increment o el decrement dels nivells del contaminant, més enllà de les fluctuacions que any a any aporten els condicionants diferents a la font d'emissió pròpiament dita.

L'evolució de l'NO₂ (2000-2016), després dels màxims detectats als anys 2005-2006 on es van assolir nivells de fins a 83 µg/m³ de mitjana anual, mostra un període amb canvi de mitjana anual a nivells de 50-60 µg/m³ en els darrers cinc anys a les estacions de trànsit i entre 30-45 µg/m³ en les estacions de fons urbà.

Tanmateix, l'avaluació per 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 (veure figura 2) i també d'una forma significativa i general a les estacions de Poblenou i Ciutadella (veure figura 3).

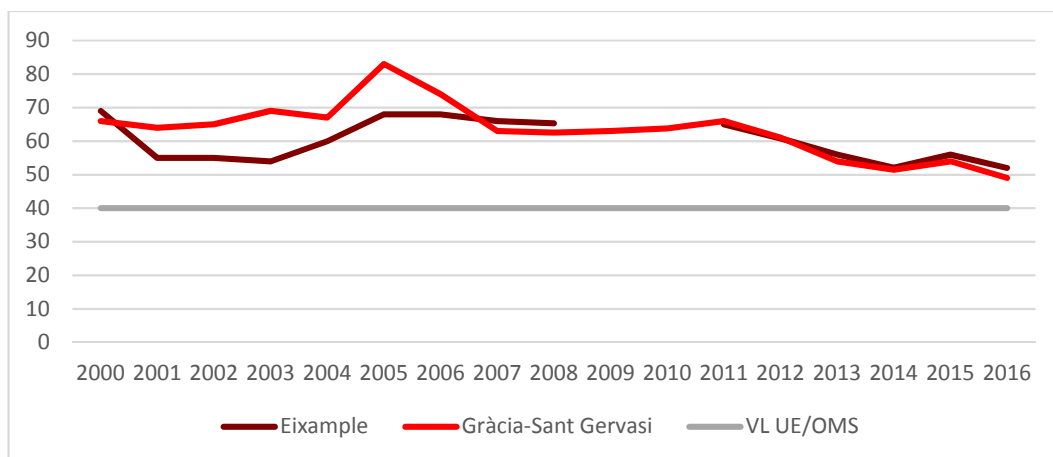


Figura 2. Evolució temporal de la mitjana anual de NO₂ (en µg/m³) pel període 2000-2016 a les estacions de trànsit de la ciutat.

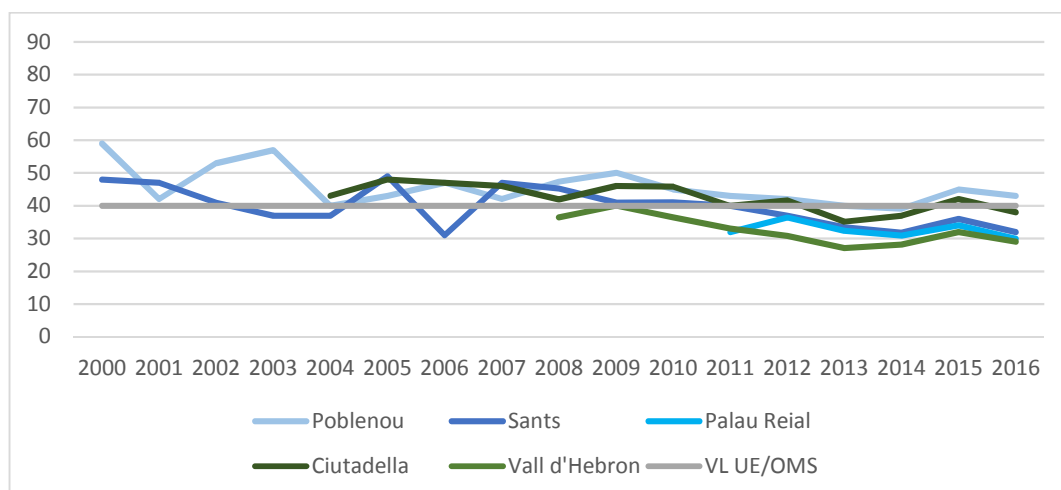


Figura 3. Evolució temporal de la mitjana anual de NO₂ (en µg/m³) pel període 2000-2016 a les estacions de fons de la ciutat.

A la figura 4 es mostra l'evolució temporal de la mitjana anual de NO₂, classificant les estacions si són de trànsit o de fons.

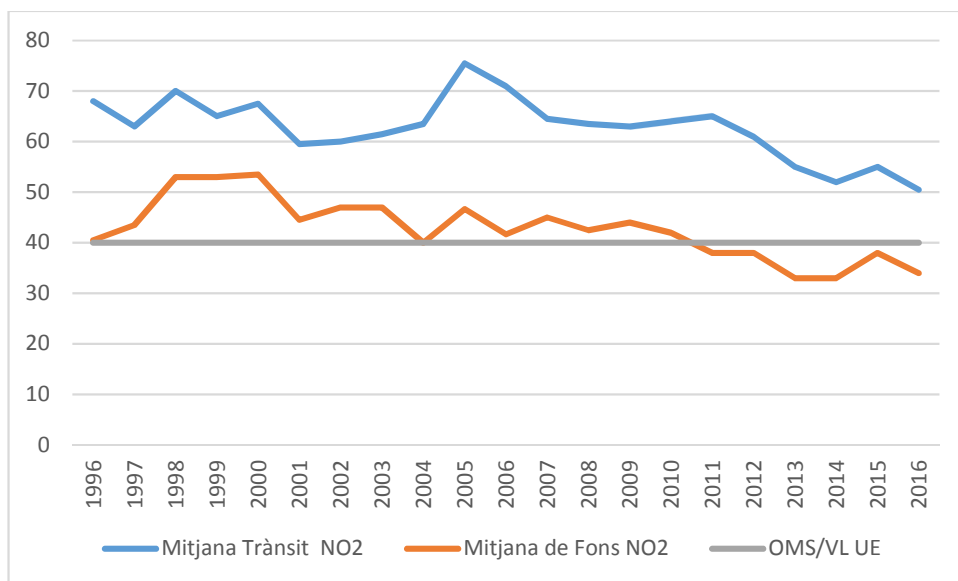


Figura 4. Evolució temporal de la mitjana anual agregada per estacions de trànsit i de fons de NO₂ (en µg/m³) pel període 1996-2016.

2.3. EVOLUCIÓ DEL NOMBRE DE SUPERACIONS HORÀRIES DE NO₂

Durant el període 2000-2016, excepte l'any 2010, sempre s'ha 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.

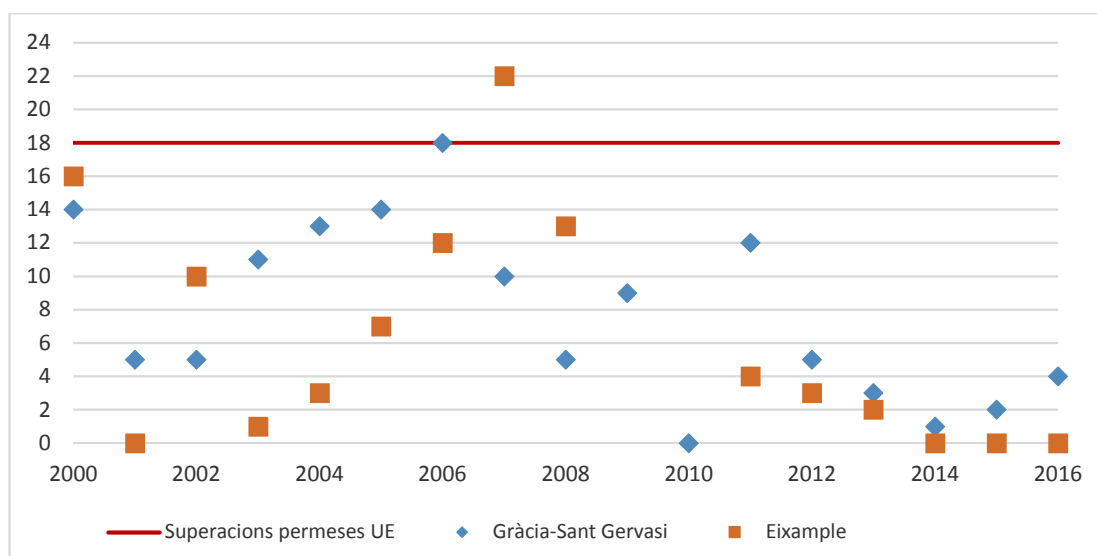


Figura 5. Superacions del valor de referència horària de NO₂ establert per l'OMS (en hores) pel període 2000-2016 a les estacions de trànsit.

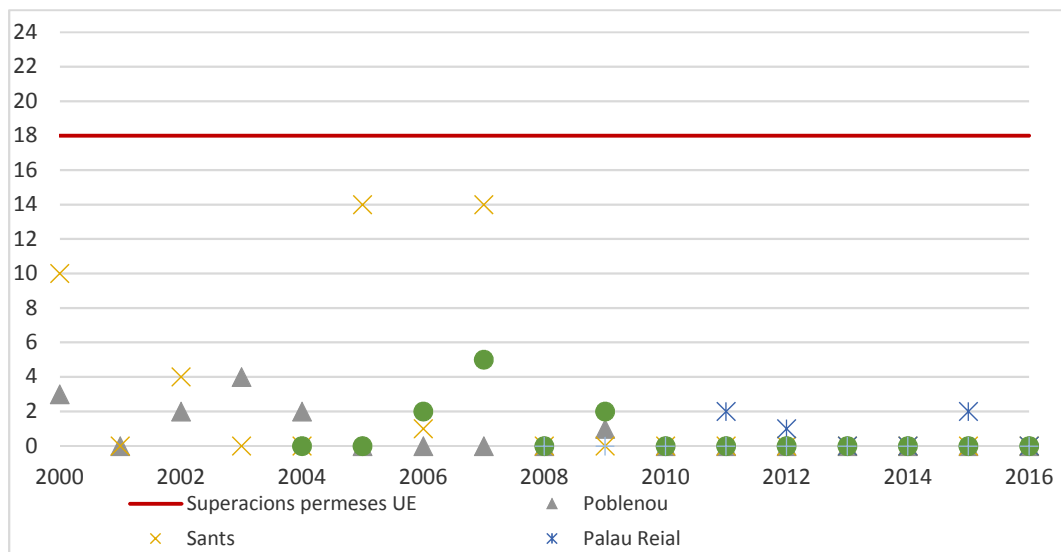


Figura 6. Superacions del valor de referència horària de NO₂ establert per l'OMS (en hores) pel període 2000-2016 a les estacions de fons.

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

3.1. AVALUACIÓ PM₁₀ (2016)

PM ₁₀ (Dades en µg/m³)	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/m³ Valor límit UE: 50 µg/m³	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/m³	38	34	36	39	33	-	40	29	29	28
Mitjana anual WHO AQG: 20 µg/m³ Valor límit: 40 µg/m³	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, es 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/m³)

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

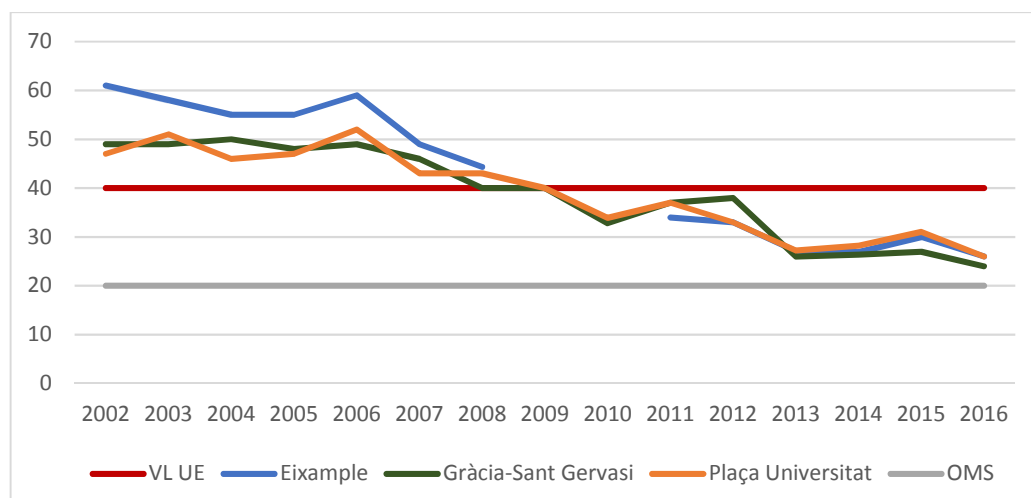


Figura 7. Evolució temporal de la mitjana anual de PM₁₀ (en µg/m³) pel període 2002-2016 a les estacions de trànsit de la ciutat

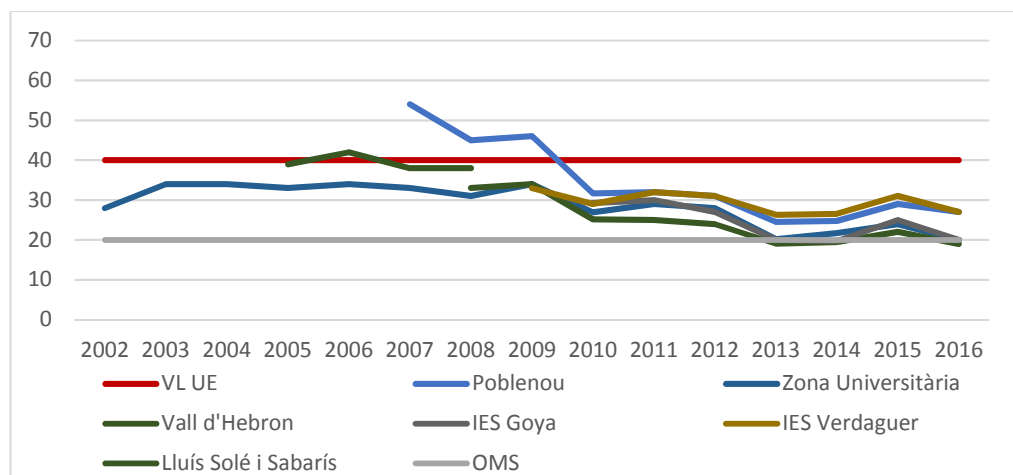


Figura 8. Evolució temporal de la mitjana anual de PM₁₀ (en µg/m³) pel període 2002-2016 a les estacions de fons urbà.

A la figura 9 es mostra l'evolució temporal de la mitjana anual de PM₁₀, classificant les estacions 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 l'any fins al 2007 (50-60 µg/m³), el segon fins 2009 (40-50 µg/m³), el tercer fins el 2013 (30-40 µg/m³) per situar-se actualment entre els 20 i 30 µg/m³. Per les estacions de fons, el primer canvi és a 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).

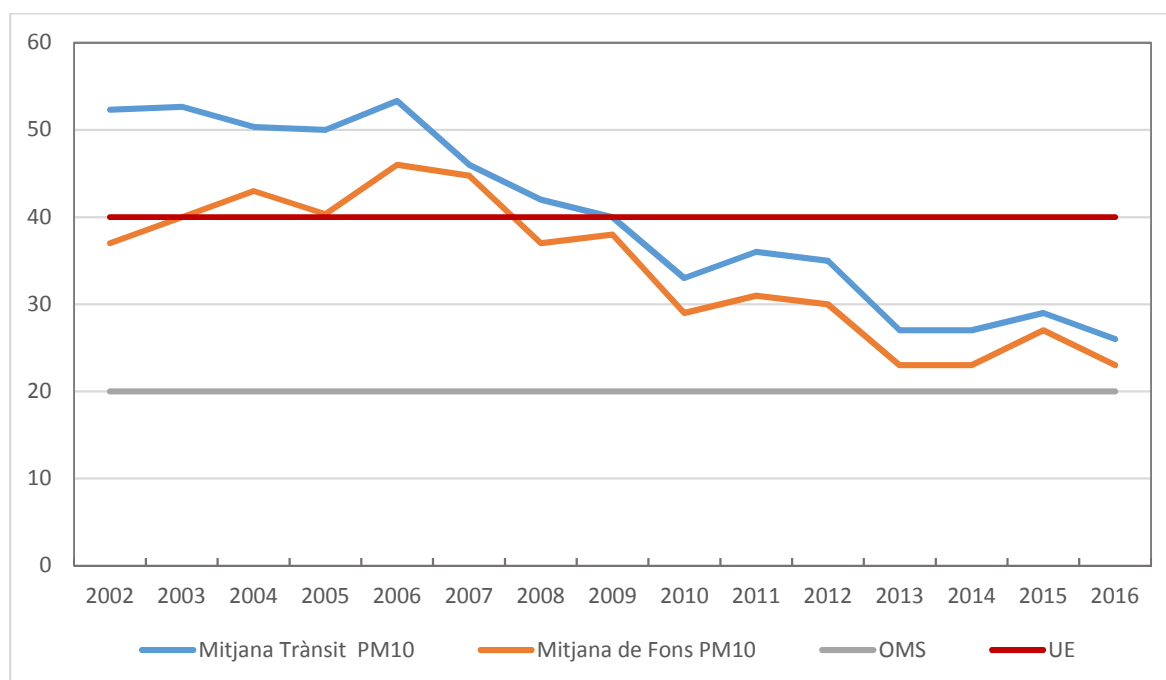


Figura 9. Evolució temporal de la mitjana anual agregada per estacions de trànsit i de fons de PM₁₀ (en µg/m³) pel període 2002-2016.

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 es 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).

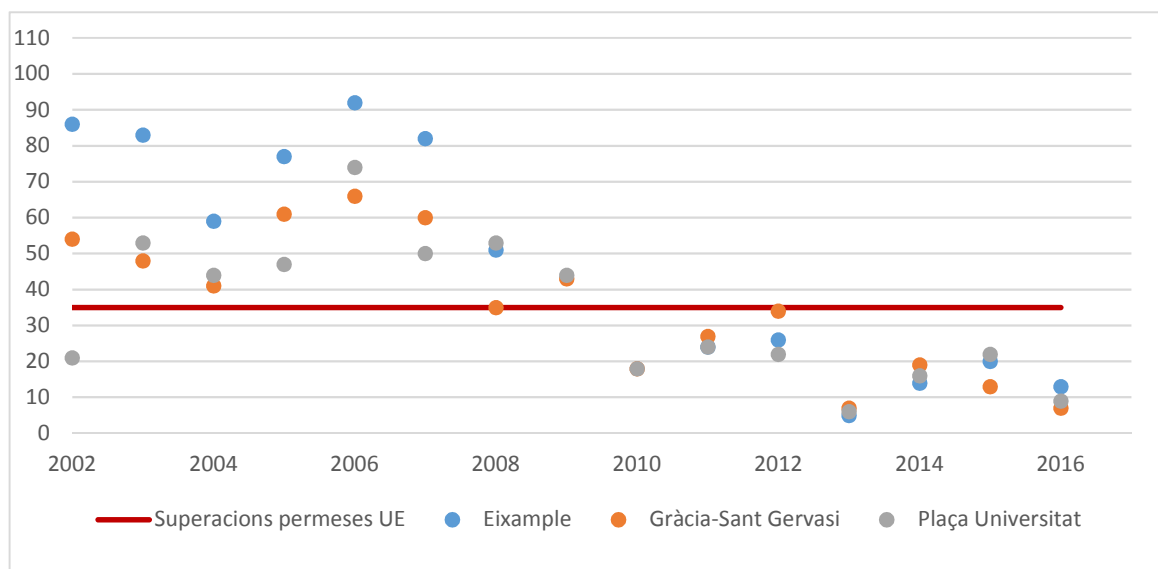


Figura 10. Nombre de dies en què es supera el nivell de referència diària de l'OMS per la fracció PM₁₀ del material particulat durant el període 2002-2016 a les estacions de trànsit.

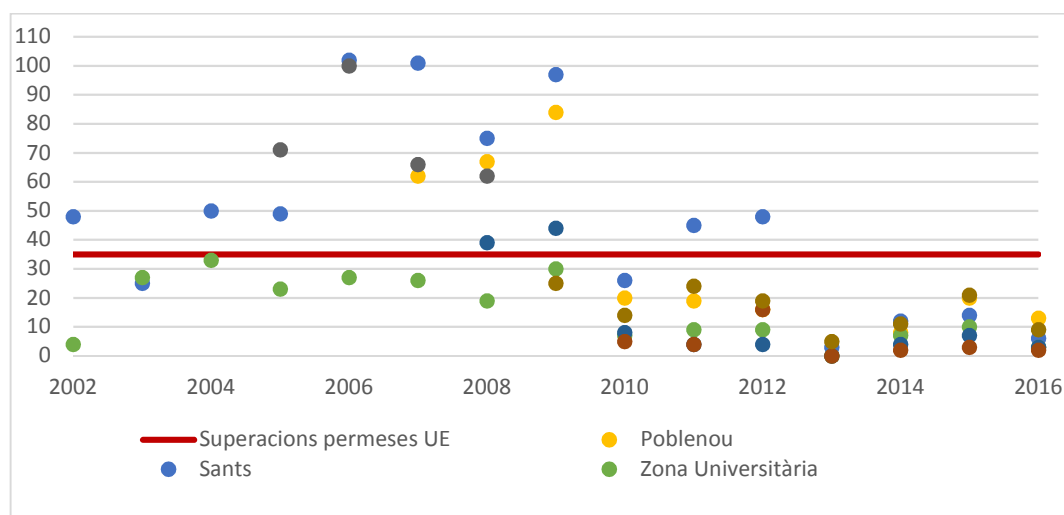


Figura 11. Nombre de dies en què es supera el nivell de referència diària de l'OMS per la fracció PM₁₀ del material particulat durant el període 2002-2016 a les estacions de fons urbà.

3.6. AVALUACIÓ PM_{2,5} (2016).

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	16	13	17	16	12	12	11
Màxim diari WHO AQG: 25 µg/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 es 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.

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

El desplegament de la xarxa de vigilància de PM_{2,5} 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 nivell europeu. Per aquest motiu el període avaluat és menor que per a la resta de contaminants. Per a tot el període d'avaluació (2005-2016) 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).

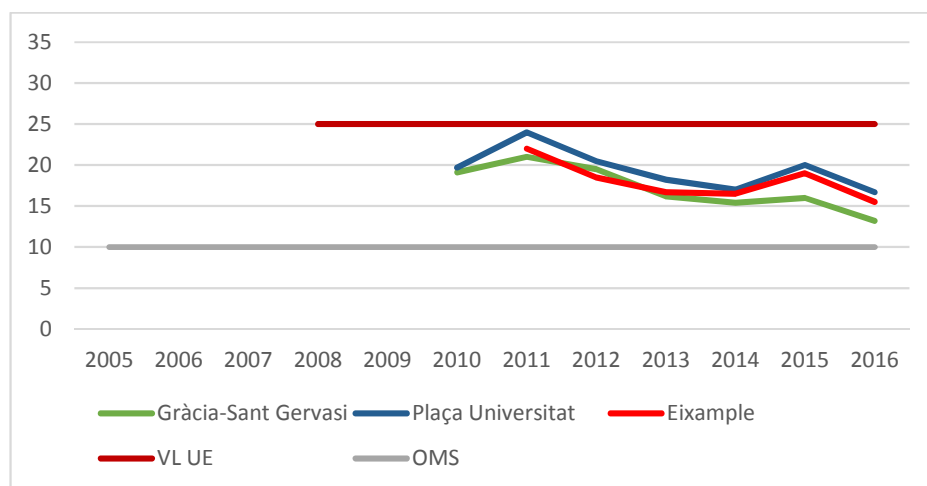


Figura 12. Evolució temporal de la mitjana anual de PM_{2,5} (en µg/m³) pel període 2005-2016 a les estacions de trànsit de la ciutat.

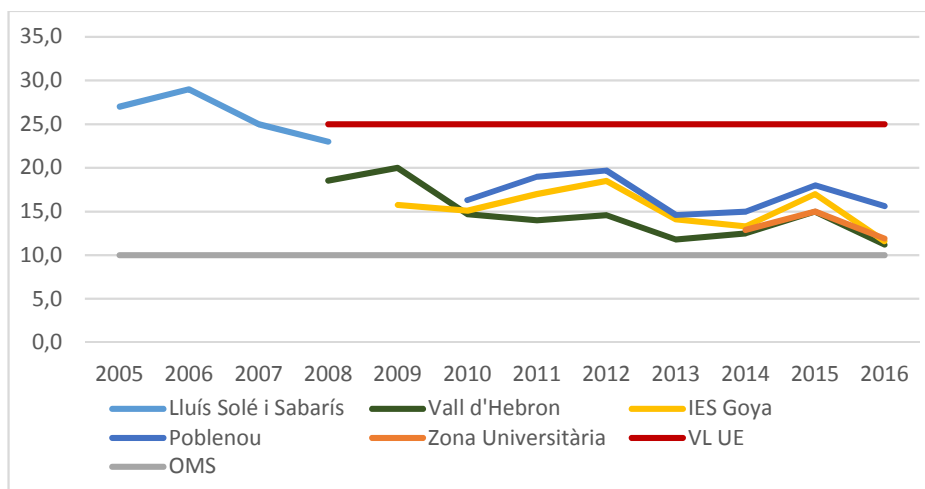


Figura 13. Evolució temporal de la mitjana anual de PM_{2,5} (en µg/m³) pel període 2005-2016 a les estacions de fons urbà de la ciutat.

A la figura 14 es mostra l'evolució temporal de la mitjana anual de PM_{2,5}, classificant les estacions 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 µg/m³ a 15-20 µg/m³) mentre que en les estacions de fons la mitjana es situa majoritàriament entre els 15-20 µg/m³ i només els anys 2013 i 2014 va ser inferior als 15 µg/m³. Durant tot aquest període ambdós tipus d'estacions es situen per sota els valors normatius, però per sobre dels valors de referència de l'OMS (Figura 14).

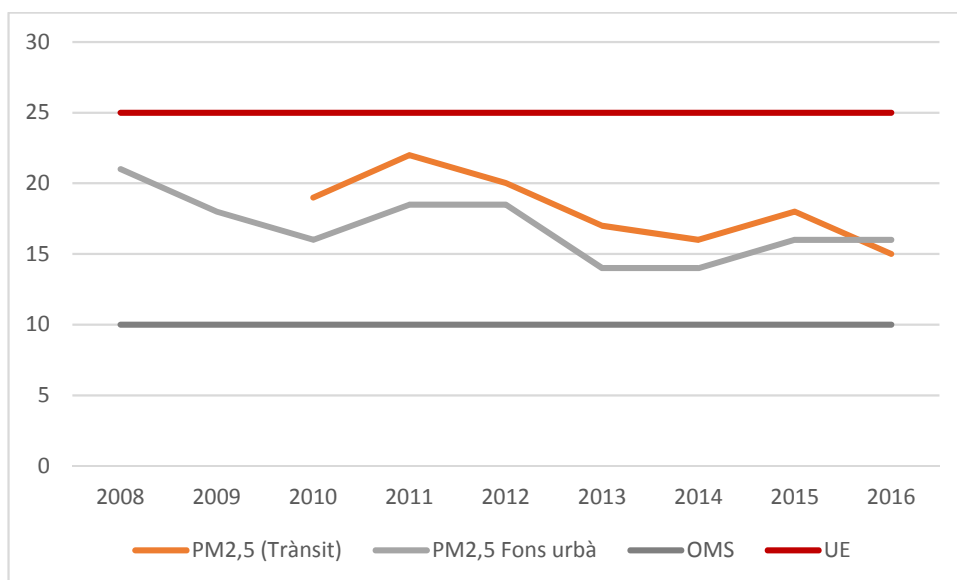


Figura 14. Evolució temporal de la mitjana anual agregada per estacions de trànsit i de fons de PM_{2,5} (en µg/m³) pel període 2008-2016.

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 <i>WHO AQG: 1,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Valor límit UE: 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$</i>	3,1	2,5	1,8	1,3
Nombre de dades vàlides <i>en %</i>	95	39	38	94

L'avaluació anual de benzè, carcinogen reconegut, manté la superació dels nivells de referència de l'OMS en les estacions de trànsit i a l'estació de fons urbà de Poblenou i, per contra, 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 (veure figures 15 i 16).

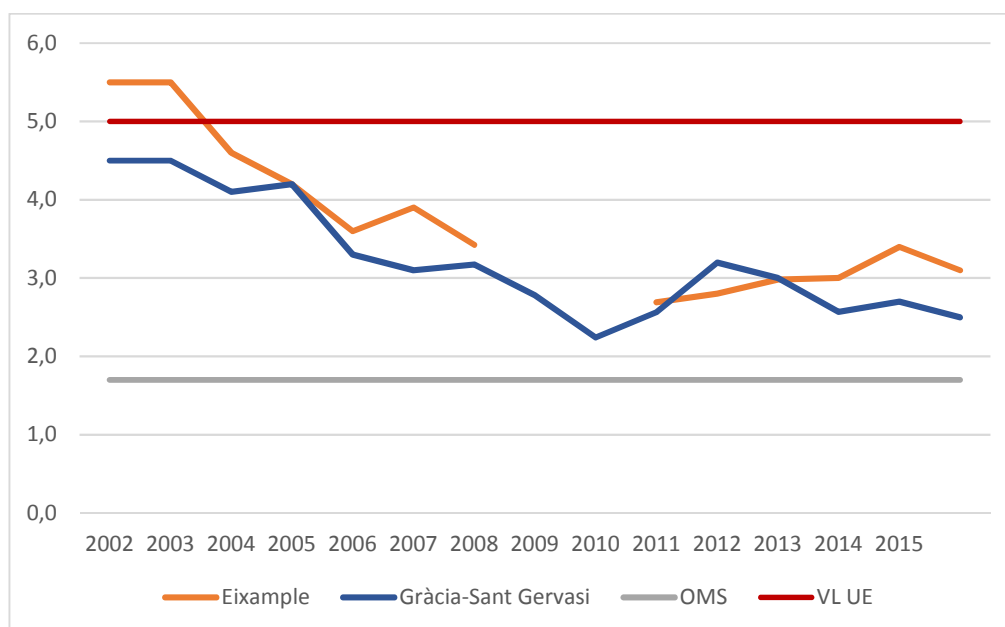


Figura 15. Evolució temporal de la mitjana anual de benzè (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) pel període 2002-2016 a les estacions de trànsit de la ciutat.

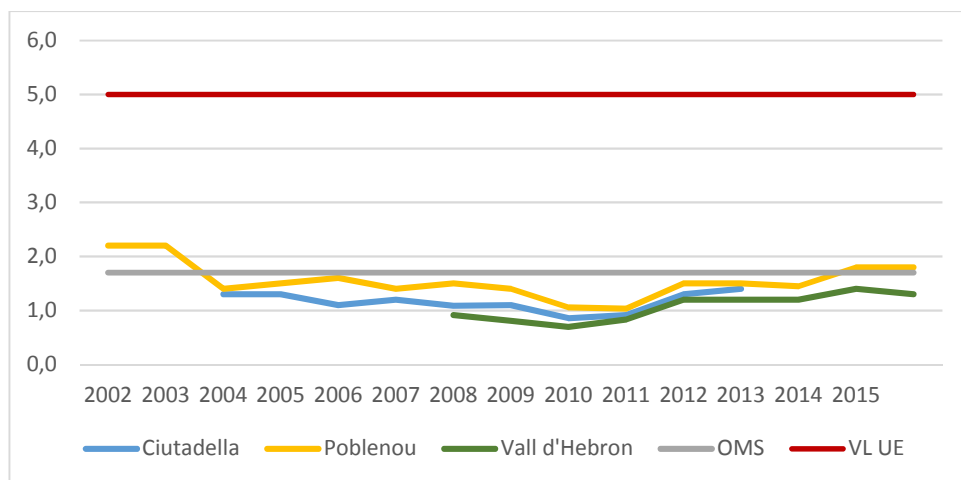


Figura 16. Evolució temporal de la mitjana anual de benzè (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) pel període 2002-2016 a les estacions de fons urbà.

5. NIVELLS DE BENZO(a)PIRÈ

5.1. AVALUACIÓ (2016).

Benzo(a)pirè (Dades en ng/m 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	0,15	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 del 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/m³)

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 (veure figures 17 i 18), i per contra, compleixen el valor objectiu normatiu.

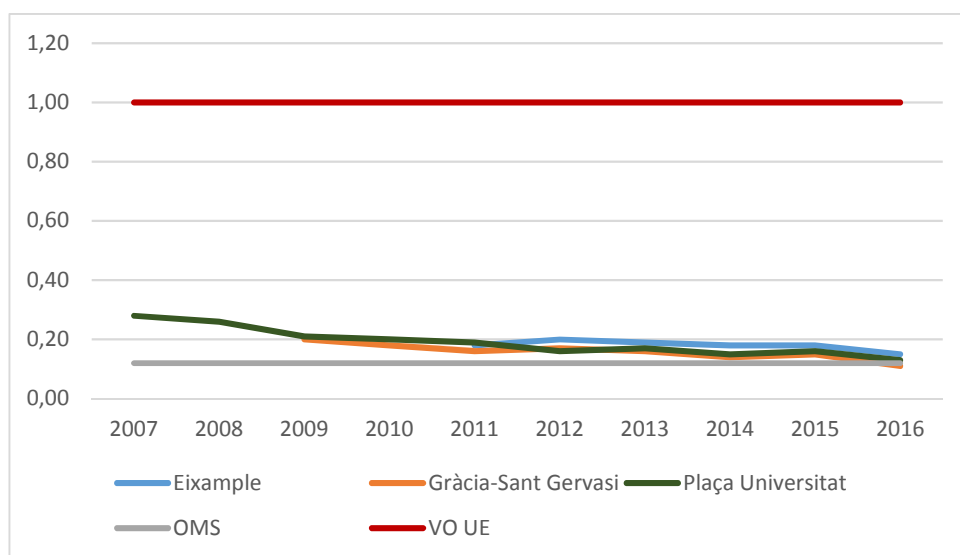


Figura 17. Evolució temporal de la mitjana anual de benzo(a)pirè (en ng/m³) pel període 2007-2016 a les estacions de trànsit de la ciutat.

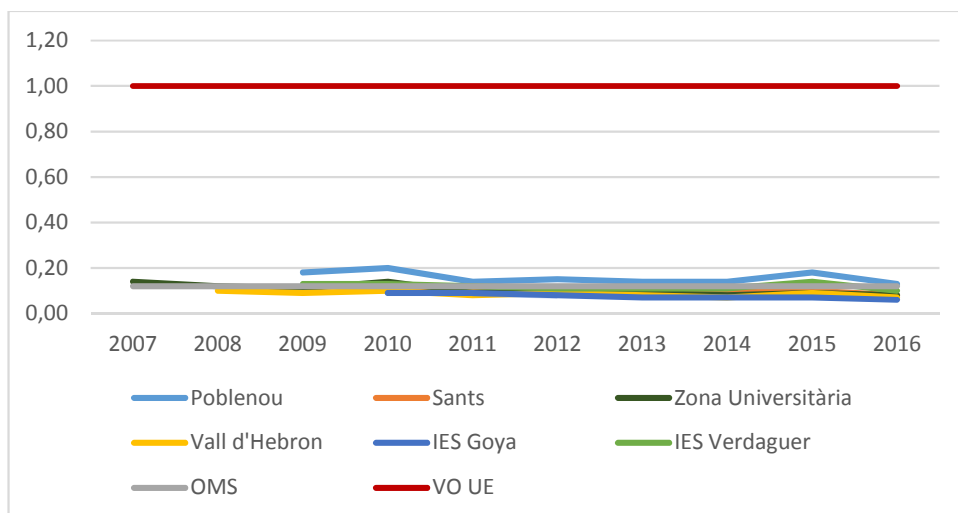


Figura 18. Evolució temporal de la mitjana anual de benzo(a)pirè (en ng/m³) pel període 2007-2016 a les estacions de fons urbà.

6. NIVELLS D'OZÓ

6.1. AVALUACIÓ (2016).

O ₃ (Dades en µg/m ³)	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 ³ Valor objectiu UE:120 µg/m ³	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 Llímit horari d'Informació Llímit Informació Població:180 µg/m ³	0	0	0	0	0
Superacions Llímit horari d'Alerta Llímit Alerta Població:240 µg/m ³	0	0	0	0	0
Nombre de dades vàlides en %	98	97	97	96	91

A totes les estacions de la ciutat es 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 límit d'informació a la població a la ciutat.

A diferència dels altres contaminants, els nivells més elevats d'ozó es detecten en les zones rurals i suburbanes allunyades del trànsit intens, atès que la molècula d'ozó té molta afinitat amb el NO (contaminant primari del trànsit) i reacciona ràpidament per formar NO₂ ($\text{NO} + \text{O}_3 \rightarrow \text{NO}_2 + \text{O}_2$). Així a la ciutat, els nivells més elevats es mesuren en 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, superant-se de forma generalitzada el nivell de referència de l'OMS a la ciutat (veure figures 19 i 20).

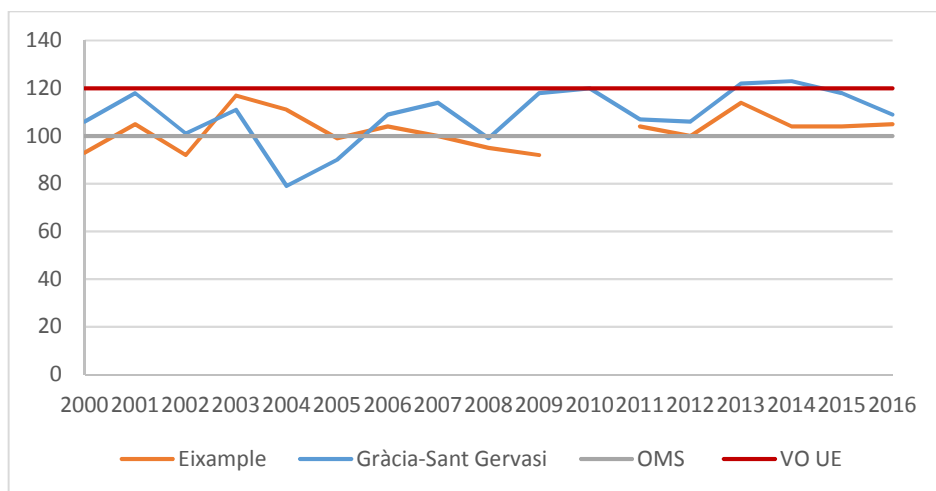


Figura 19. Evolució temporal del màxim 8-horari d'ozó (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) pel període 2000-2016 a les estacions de trànsit.

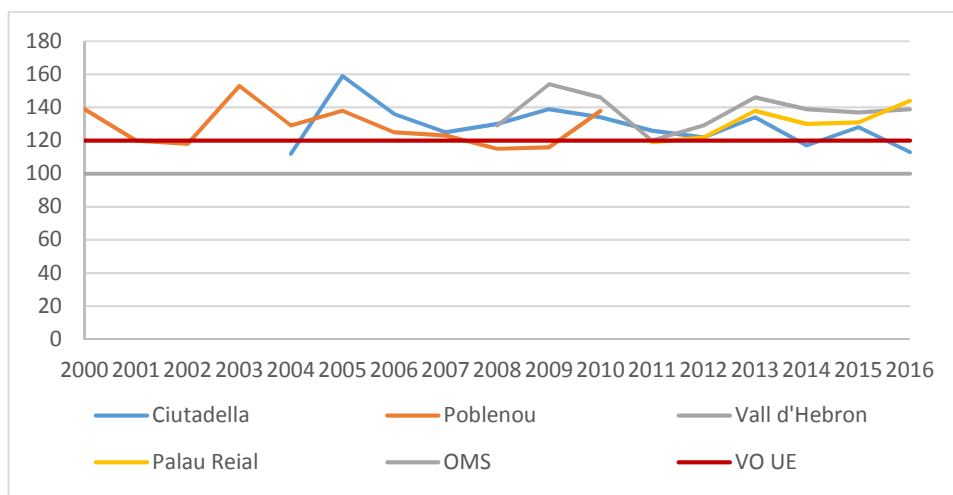


Figura 20. Evolució temporal del màxim 8-horari d'ozó (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) pel període 2000-2016 a les estacions de fons urbà.

7. NIVELLS DE SO₂

7.1. AVALUACIÓ (2016).

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	9	7	5	4
Màxim horari Valor límit horari UE:350 µg/m ³	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 SO₂ (en µg/m³)

Els nivells de SO₂ 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 (veure figures 21 i 22)

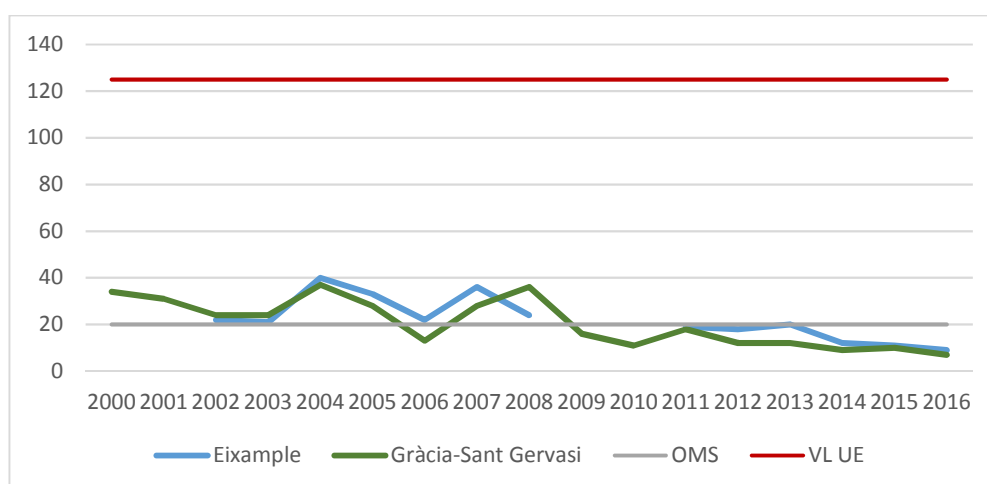


Figura 21. Evolució temporal del màxim diari de SO₂ (en µg/m³) pel període 2000-2016 a les estacions de trànsit.

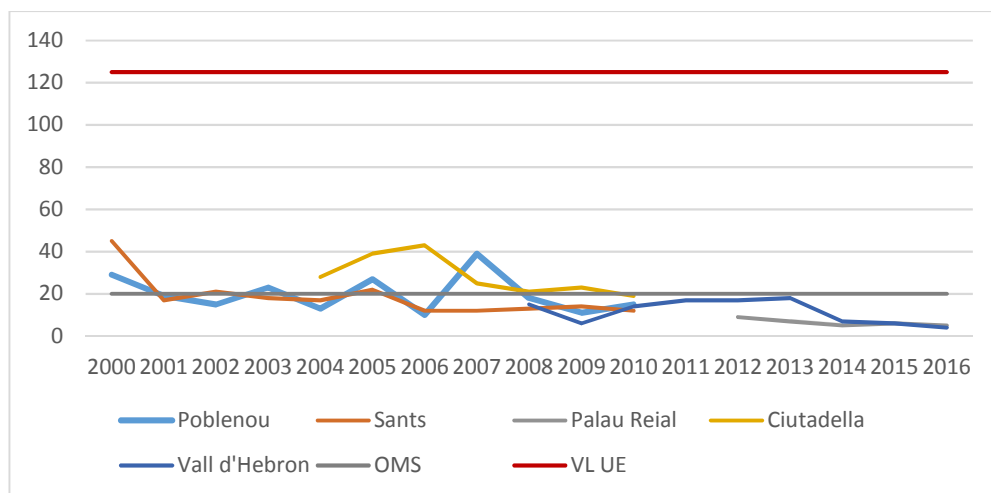


Figura 22. Evolució temporal del màxim diari de SO₂ (en µg/m³) pel període 2000-2016 a les estacions de fons urbà.

8. NIVELLS DE CO

8.1. AVALUACIÓ (2016).

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

Els nivells anuals del monòxid de carboni es mantenen en uns nivells 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/m³)

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

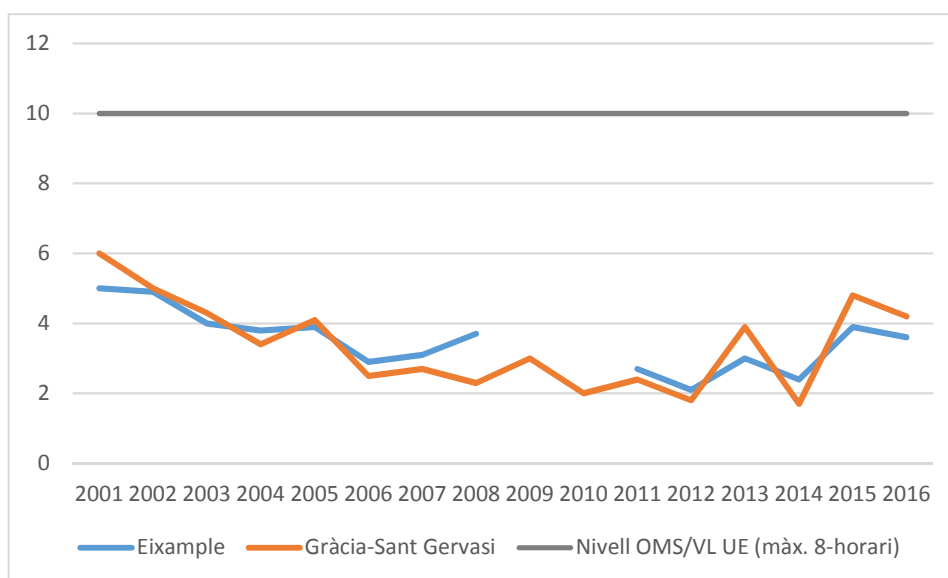


Figura 23. Evolució temporal del màxim 8-horari de CO (en mg/m³) pel període 2000-2016 a les estacions de trànsit.

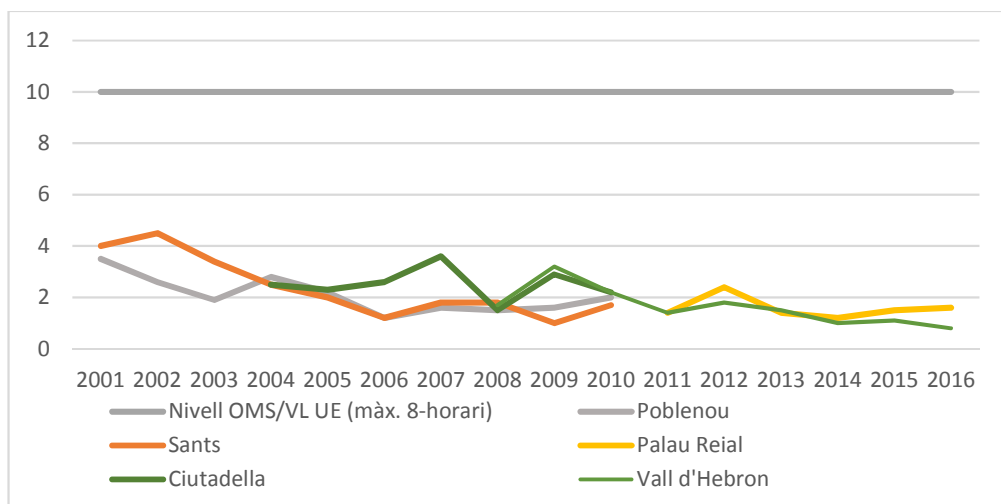


Figura 24. Evolució temporal del màxim 8-horari de CO (en mg/m³) pel període 2000-2016 a les estacions de fons urbà.

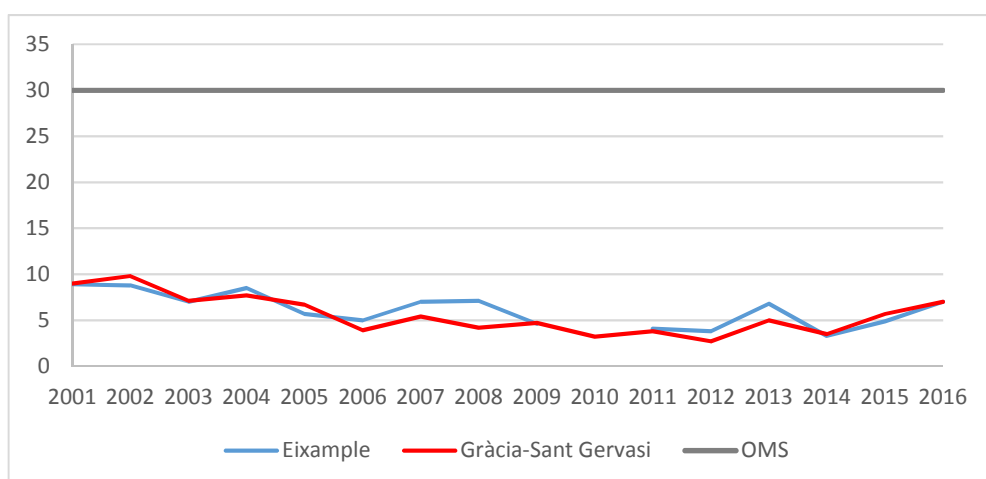


Figura 25. Evolució temporal del màxim horari de CO (en mg/m³) pel període 2000-2016 a les estacions de trànsit.

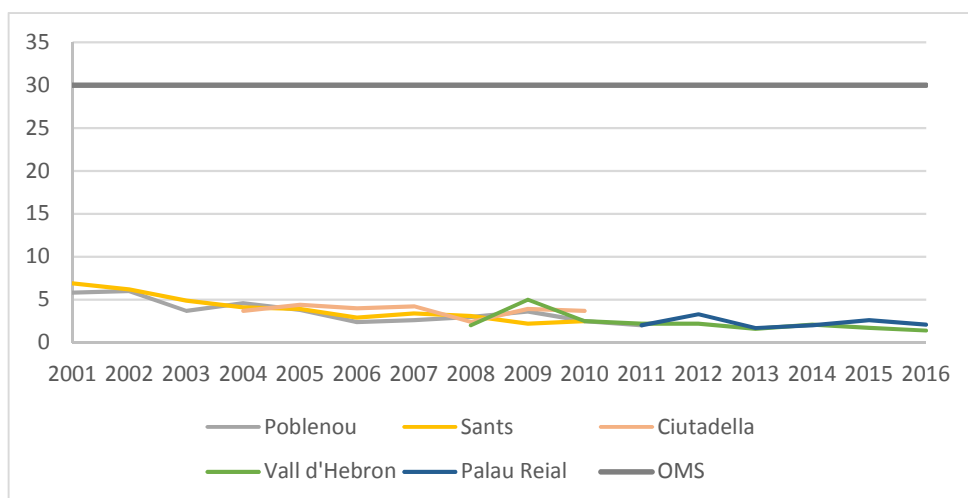


Figura 26. Evolució temporal del màxim horari de CO (en mg/m³) pel període 2000-2016 a les estacions de fons urbà

9. NIVELLS D'ARSÈNIC, CADMI I NÍQUEL

9.1. AVALUACIÓ (2016).

Metalls pesants (Dades en ng/m 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	1,00	1,01	1,01	1,00	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	0,41	0,41	0,40	0,40	0,40	0,40
Ni - Mitjana anual WHO AQG: 25 ng/m ³ Valor Objectiu (2013):20 ng/m ³	4,2	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/m³)

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 (veure figures 27, 28, 29 i 30).

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

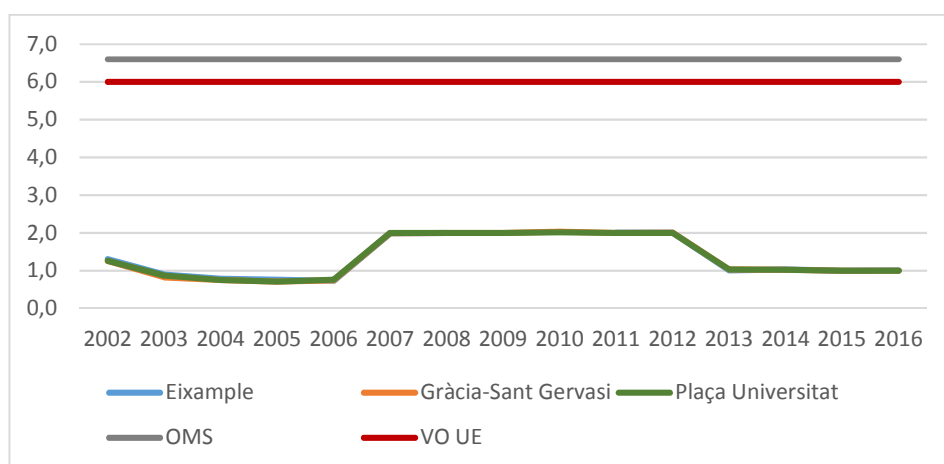


Figura 27. Evolució temporal de la Mitjana anual de l'arsènic (en ng/m³) pel període 2002-2016 a les estacions de trànsit.

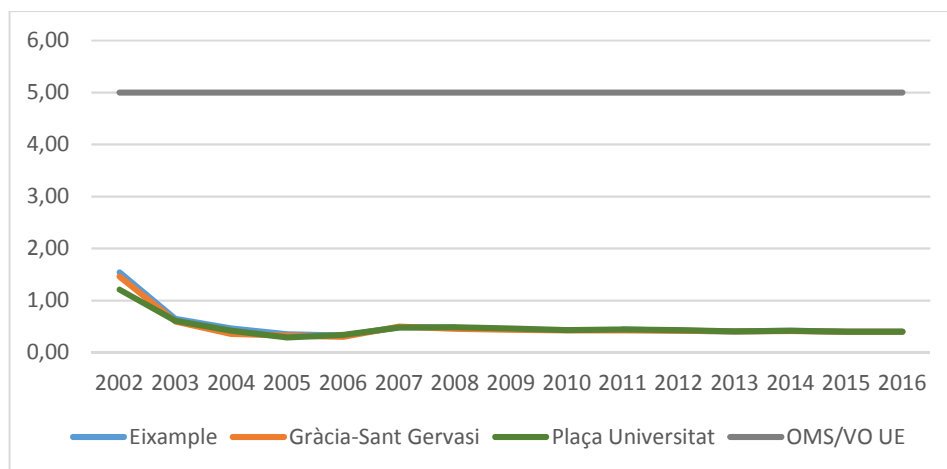


Figura 28. Evolució temporal de la Mitjana anual del cadmi (en ng/m³) pel període 2002-2016 a les estacions de trànsit.

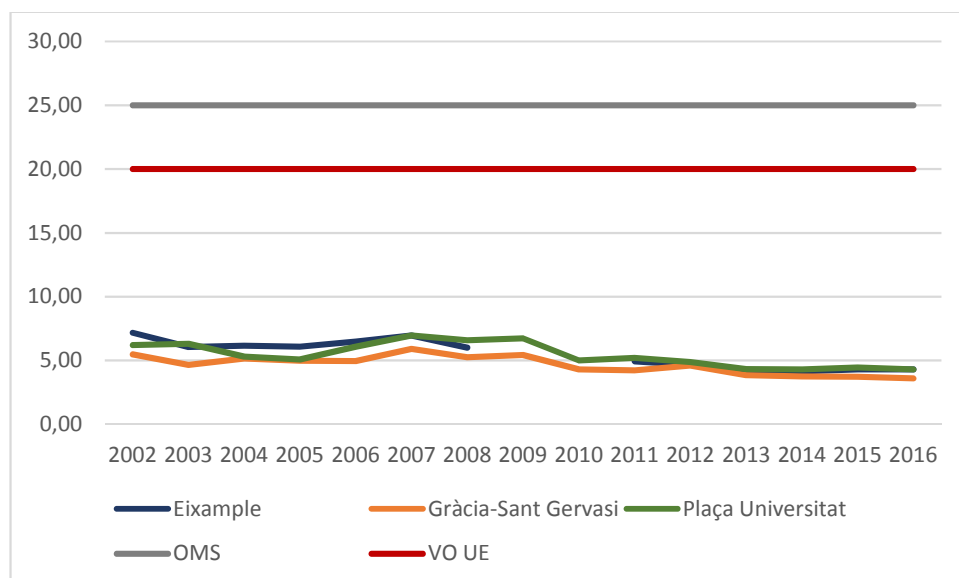


Figura 29. Evolució temporal de la Mitjana anual de níquel (en ng/m³) pel període 2002-2016 a les estacions de trànsit.

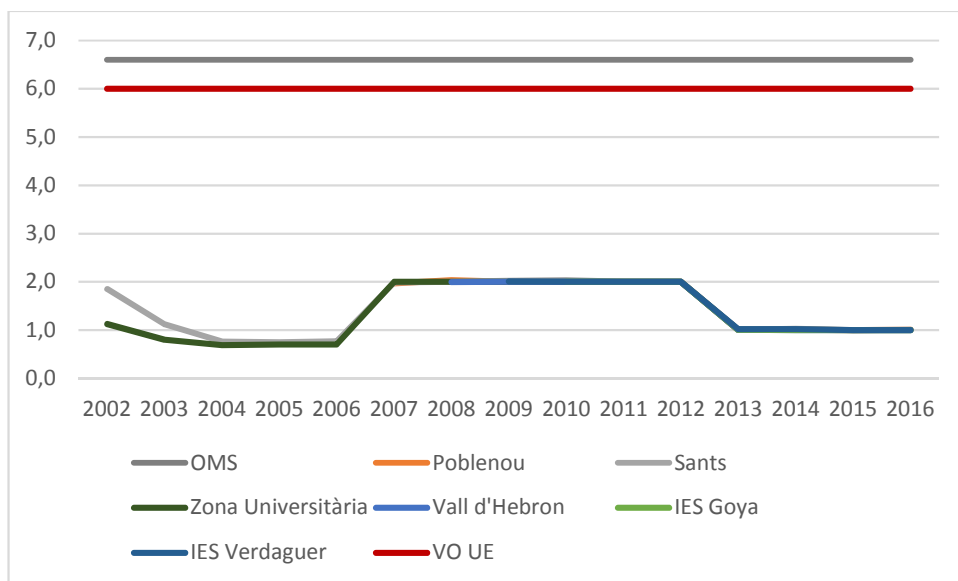


Figura 30. Evolució temporal de la Mitjana anual de l'arsènic (en ng/m³) pel període 2002-2016 a les estacions de fons urbà

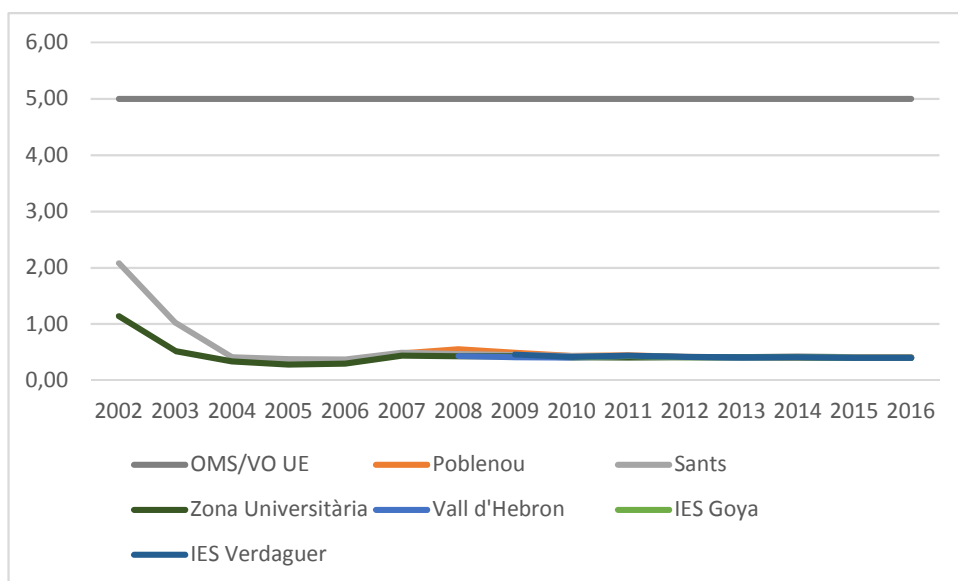


Figura 31. Evolució temporal de la Mitjana anual de cadmi (en ng/m³) pel període 2002-2016 a les estacions de fons urbà

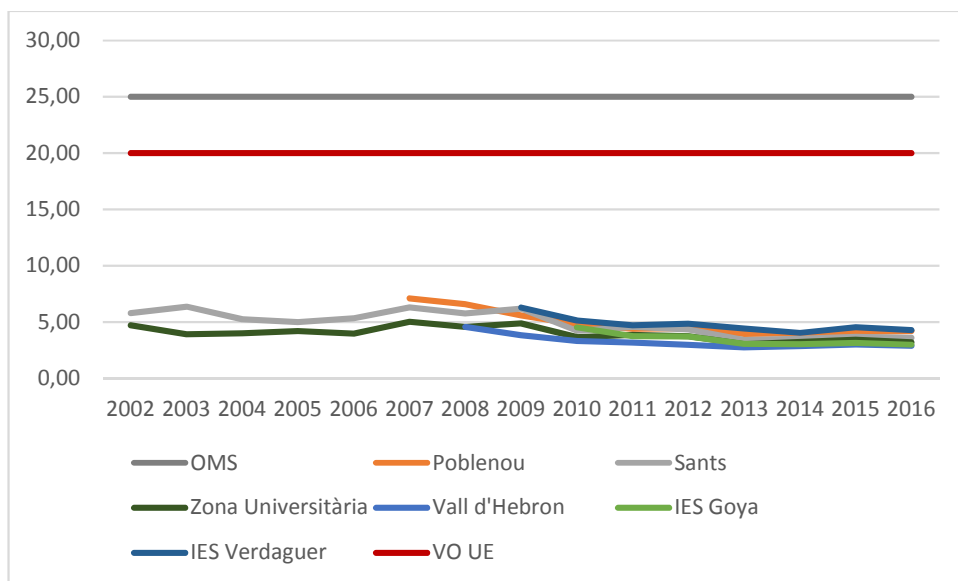


Figura 32. Evolució temporal de la Mitjana anual de níquel (en ng/m³) pel període 2002-2016 a les estacions de fons urbana

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	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.

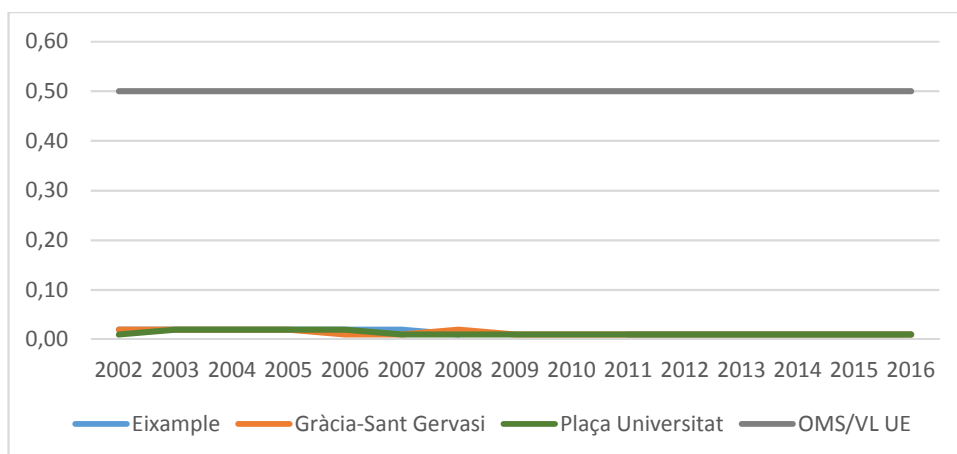


Figura 33. Evolució temporal de la Mitjana anual de plom (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) pel període 2002-2016 a les estacions de trànsit

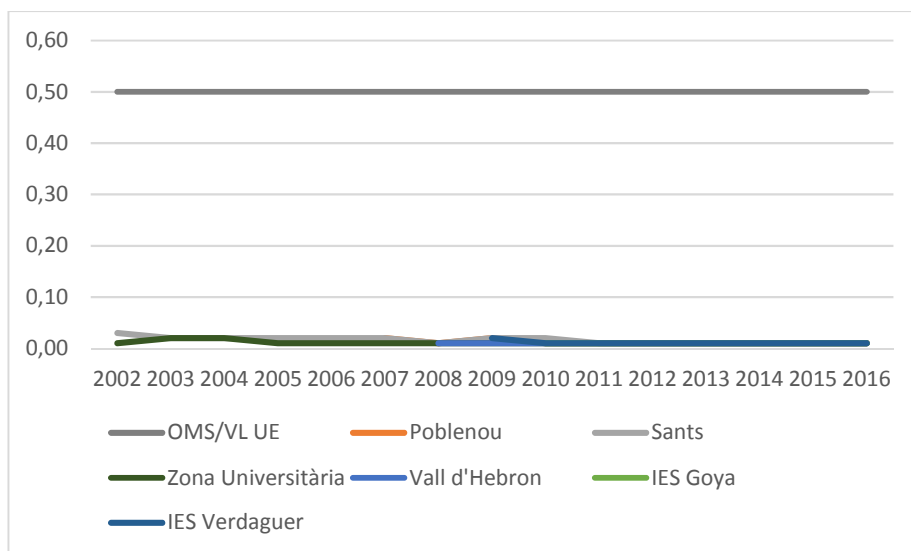


Figura 34. Evolució temporal de la Mitjana anual de plom (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) pel període 2002-2016 a les estacions de fons urbà

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 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 1,3 vegades	Supera 1,3 vegades	No es supera	No es supera
Mitjana anual PM ₁₀	Supera 1,3 vegades	No es supera	Supera 1,1 vegades	No es supera
Mitjana anual PM _{2,5}	Supera 1,5 vegades	No es supera	Supera 1,3 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	Supera 1,1 vegades	No es supera	No es supera	No es supera
Màxim 8-horari d'ozó	Supera 1,1 vegades	No es supera	Supera 1,3 vegades	Supera 1,1 vegades
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 (2016)

En aquest apartat es profunditza en els perfils de contaminació en unitats de temps diferents (veure 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 de NO₂, PM₁₀ i PM_{2,5} (veure 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 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 2016 s'analitza l'exposició temporal de la població (veure apartat 12.2) i l'exposició als nivells de contaminació de NO₂, PM₁₀ i PM_{2,5} en funció de la secció censal on viu la població (veure apartat 12.3).

12.1. PERFILS DE CONTAMINACIÓ

12.1.1. Perfils de contaminació per NO₂

El NO₂, contaminant molt relacionat amb les emissions del trànsit, especialment dels motors dièsel, segueix un perfil de contaminació horària molt relacionat amb el 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.

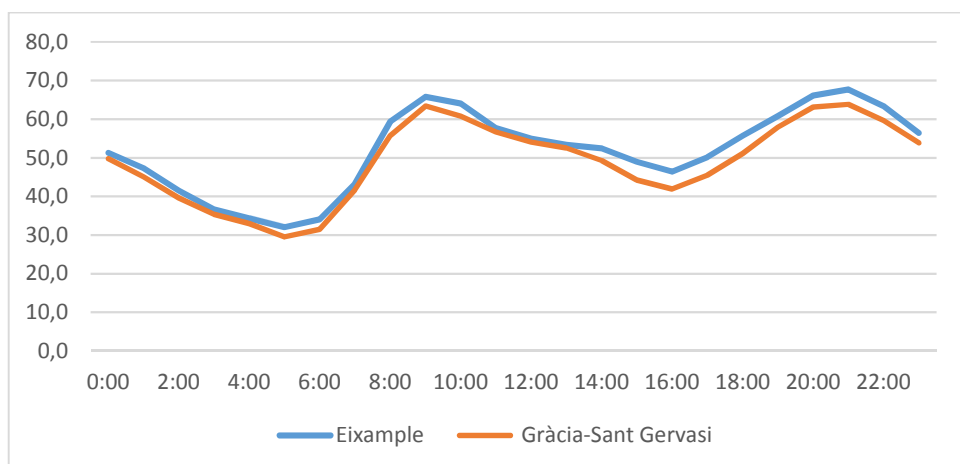


Figura 35. Perfil horari de NO₂ (mitjana horària en µg/m³) durant el 2016 en les estacions de trànsit.

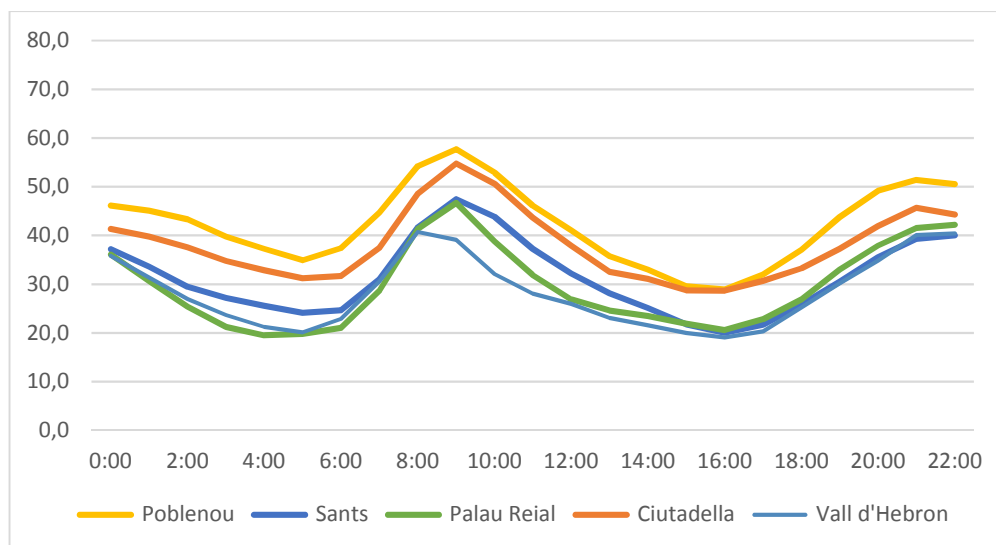


Figura 36. Perfil horari de NO₂ (mitjana horària en µg/m³) durant el 2016 en les estacions de fons urbà..

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 de NO₂ disminueixin els caps de setmana entre el 19 i el 26% (veure 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/m³) es mantenen per sobre del nivell de referència de l'OMS i de la normativa europea. En les estacions de fons, destaca el patró de contaminació més elevat a l'estació de Poblenu respecte la resta d'estacions.

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. El 76% de les superacions del valor límit horari de NO₂ (200 µg/m³) 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 que es produeixen més habitualment condicions meteorològiques de dispersió desfavorables dels contaminants a la ciutat.

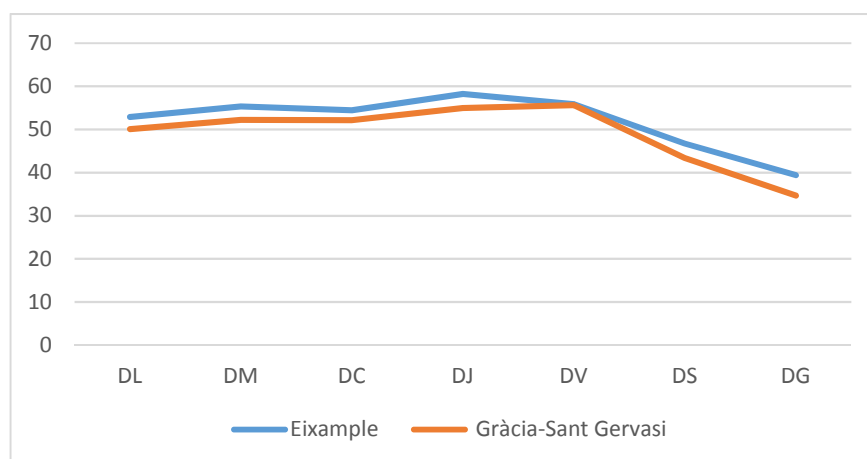


Figura 37. Perfil setmanal de NO₂ (mitjana diària en µg/m³) durant el 2016 en les estacions de trànsit..

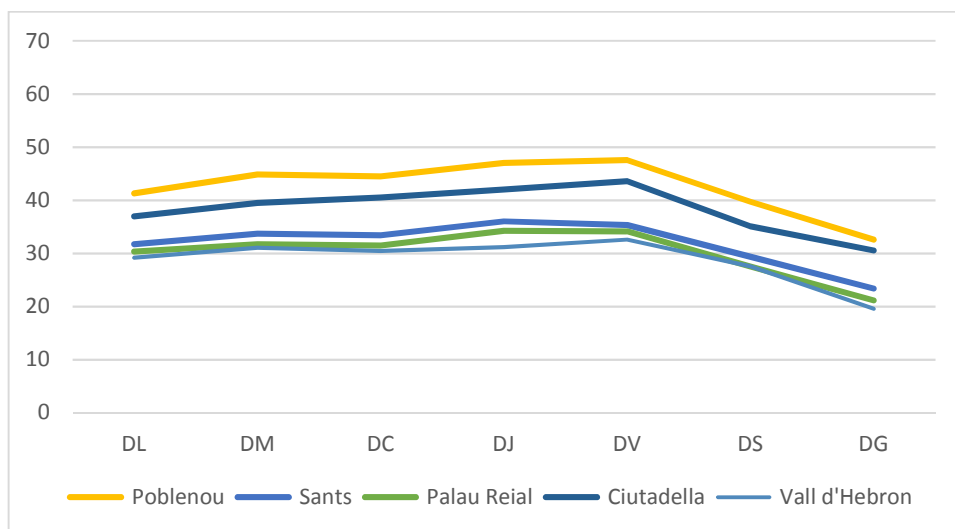


Figura 38. Perfil setmanal de NO₂ (mitjana diària en µg/m³) durant el 2016 en les estacions fons urbà..

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 que es veuen involucrades. Els perfils horaris mostren la importància del trànsit per 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 (veure figures 39, 40 i 41).

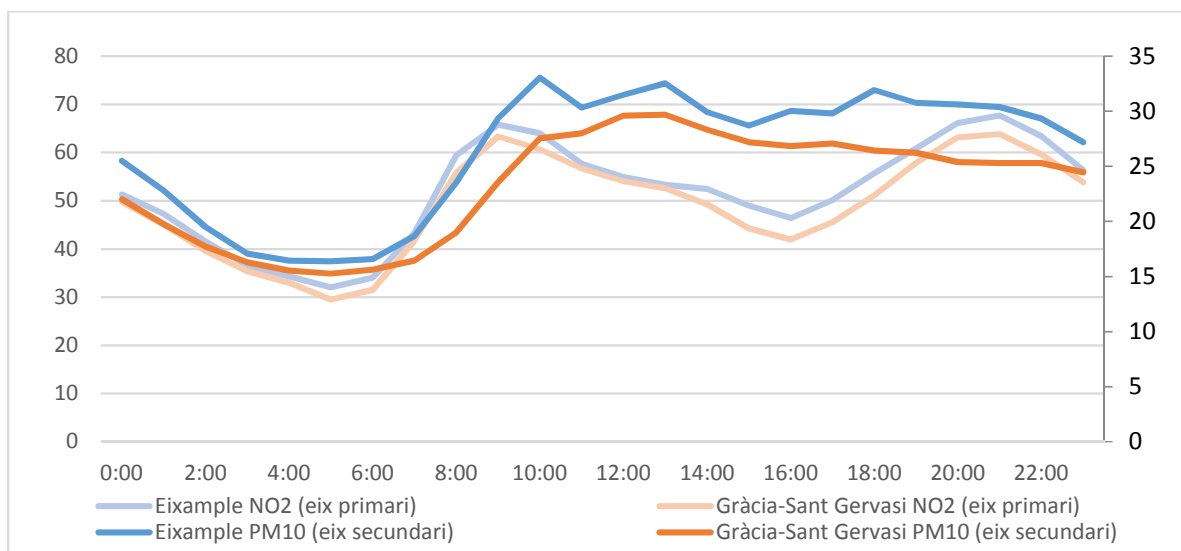


Figura 39. Comparació dels perfil horaris de NO₂ i PM₁₀ (mitjana horària en µg/m³) durant el 2016 en les estacions de trànsit

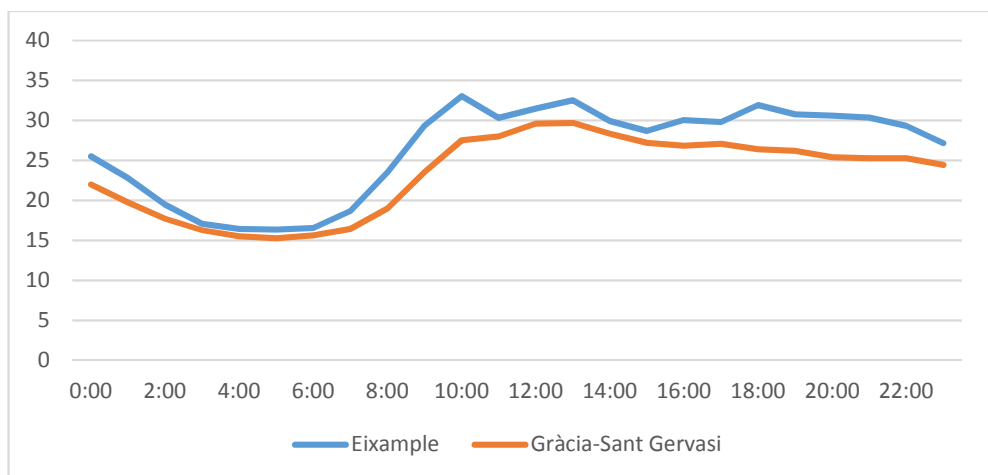


Figura 40. Perfil horari de PM₁₀ (mitjana horària en µg/m³) durant el 2016 en les estacions de trànsit (dades dels monitors automàtics tipus TEOM).

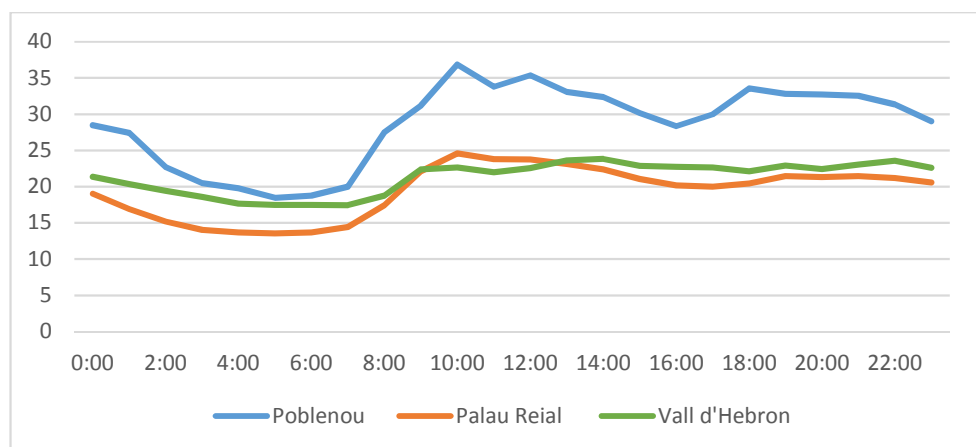


Figura 41. Perfil horari de PM₁₀ (mitjana horària en µg/m³) durant el 2016 en les estacions de fons urbà (dades dels monitors automàtics tipus TEOM).

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 (veure figures 42 i 43).

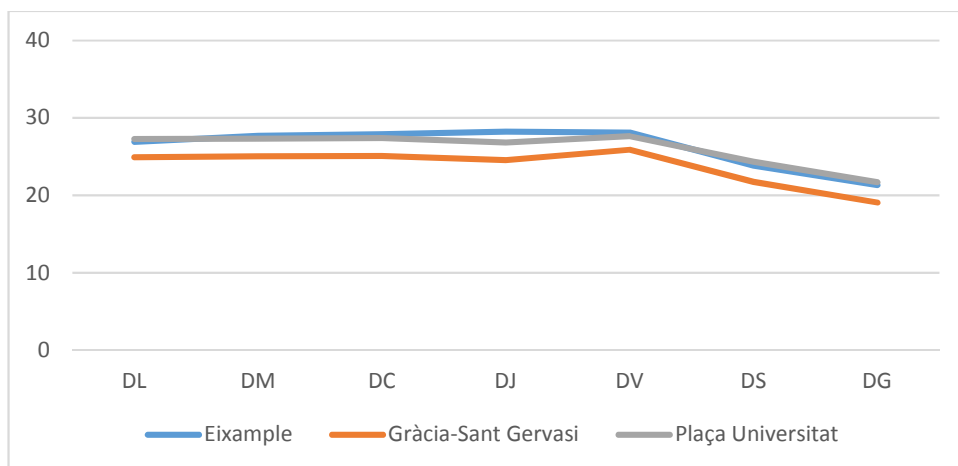


Figura 42. Perfil setmanal de PM₁₀ (mitjana diària en µg/m³) durant el 2016 en les estacions de trànsit..

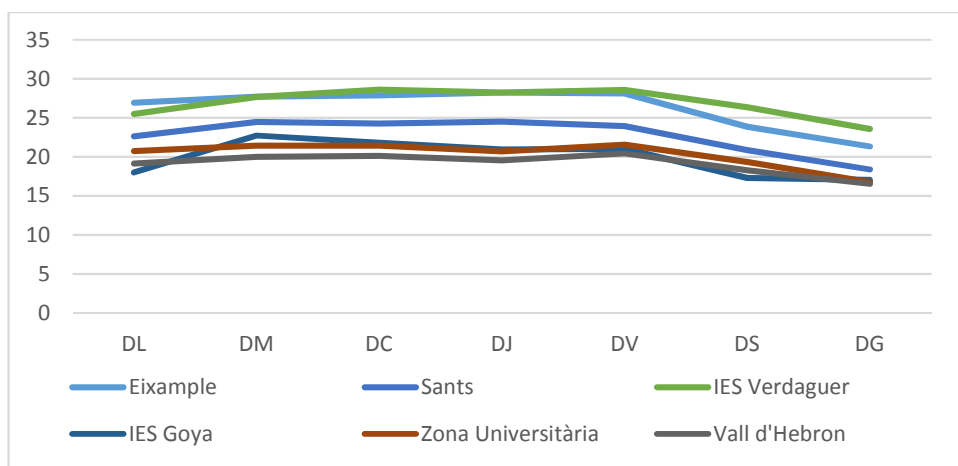


Figura 43. Perfil setmanal de PM₁₀ (mitjana diària en µg/m³) durant el 2016 en les estacions de fons urbà.

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

El perfil setmanal de les $PM_{2,5}$ no mostra tant canvis durant els dies de la setmana en comparació amb els perfils de PM_{10} i sobretot de NO_2 . Les disminucions en cap de setmana es situen entre el -2 i el -13% (veure figures 44 i 45). Així mateix, els nivells diaris es mantenen elevats a totes les estacions i tots els dies de la setmana.

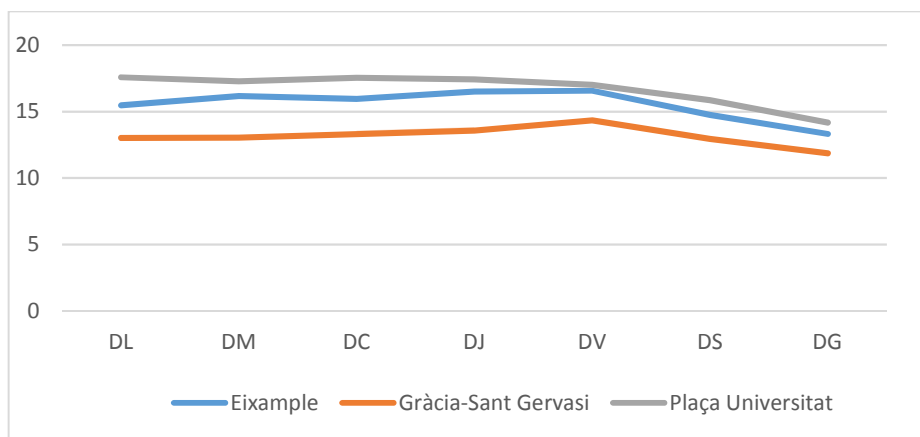


Figura 44. Perfil setmanal de $PM_{2,5}$ (mitjana diària en $\mu g/m^3$) durant el 2016 en les estacions de trànsit.

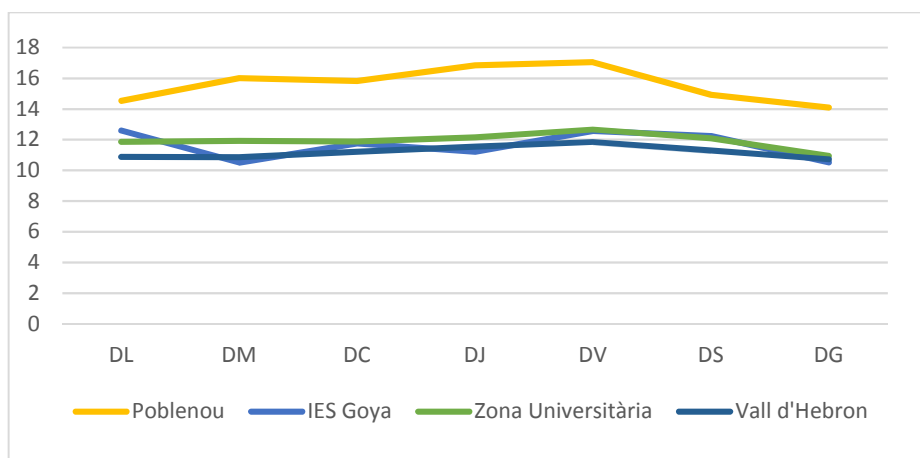


Figura 45. Perfil setmanal de $PM_{2,5}$ (mitjana diària en $\mu g/m^3$) durant el 2016 en les estacions de fons urbà.

12.1.4. Perfils de contaminació per ozó

Respecte el perfil horari, atès que la formació d'ozó requereix d'una elevada radiació solar i de concentracions baixes de NO, els nivells per aquest contaminant tenen un màxim sobre les 16:00 h. (veure 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 (veure figures 48 i 49) i els nivells són més elevats en els períodes de primavera i estiu (increment de la radiació solar). Així, respecte 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.

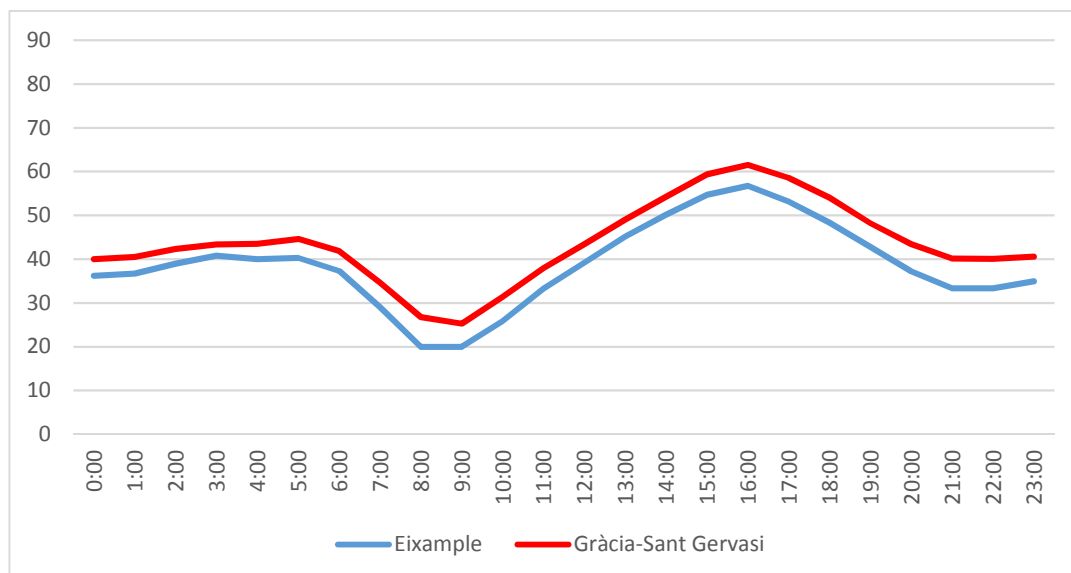


Figura 46. Perfil horari d'O₃ (mitjana horària en µg/m³) durant el 2016 en les estacions de trànsit.

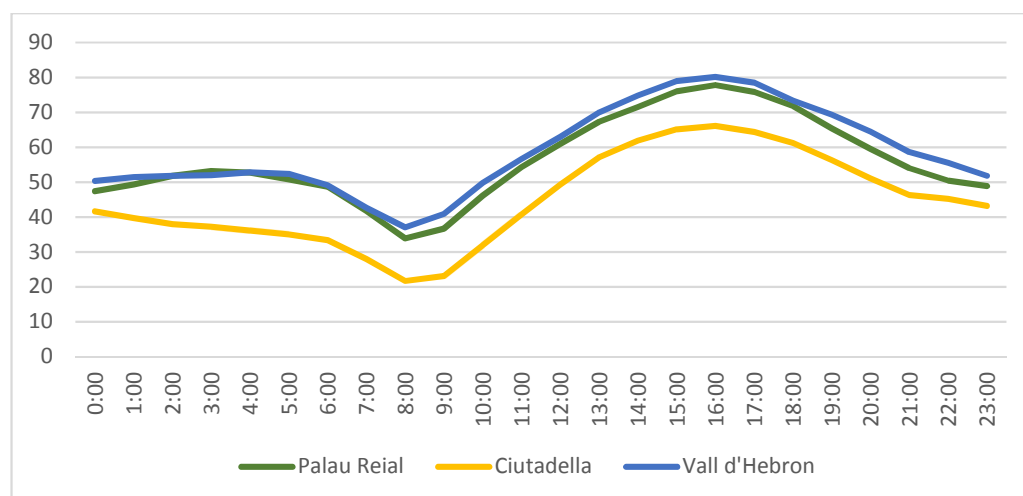


Figura 47. Perfil horari d'O₃ (mitjana horària en µg/m³) durant el 2016 en les estacions de fons urbà.

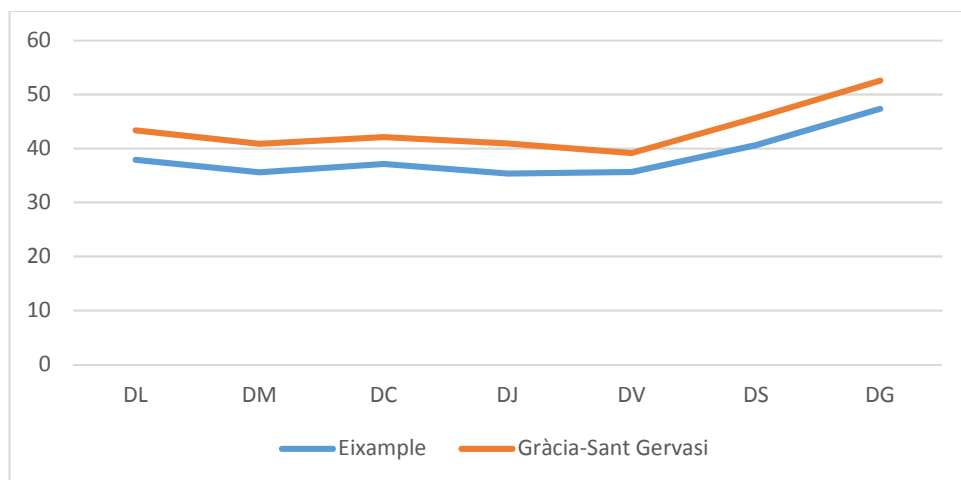


Figura 48. Perfil diari d'O₃ (mitjana diària en µg/m³) durant el 2016 en les estacions de trànsit.

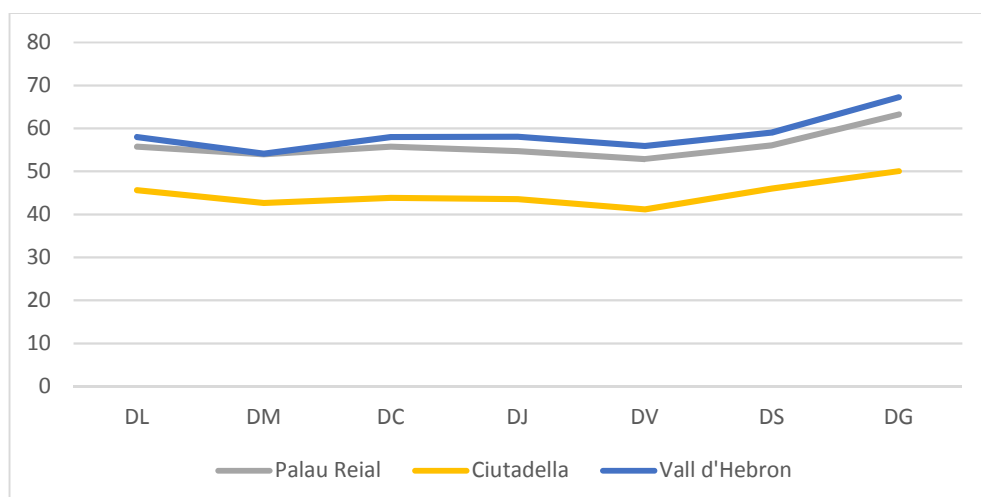


Figura 49. Perfil diari d'O₃ (mitjana diària en µg/m³) durant el 2016 en les estacions de fons urbà

12.1.5. Altres contaminants

Benzè

El perfil setmanal del benzè, mostra un descens important durant els caps de setmana en les estacions de trànsit (entre un -25 i un -28%), i menor en les de fons (entre el -3 i el -11%). Tot i aquest descens, els nivells a l'Eixample (2,4 µg/m³), Gràcia-Sant Gervasi (2,1 µg/m³) i Poblenou (1,8 µg/m³), 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 majors descensos es produeixen també en les estacions properes al trànsit (entre un -19 i un -28%). Tot i aquesta reducció, a l'estació de Poblenou (0,13 ng/m³), 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 (veure figures 50 i 51). D'altra banda, els nivells anuals en estacions allunyades del trànsit (Vall d'Hebron) són un 63% inferiors respecte els entorns de major intensitat de trànsit com l'Eixample.

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

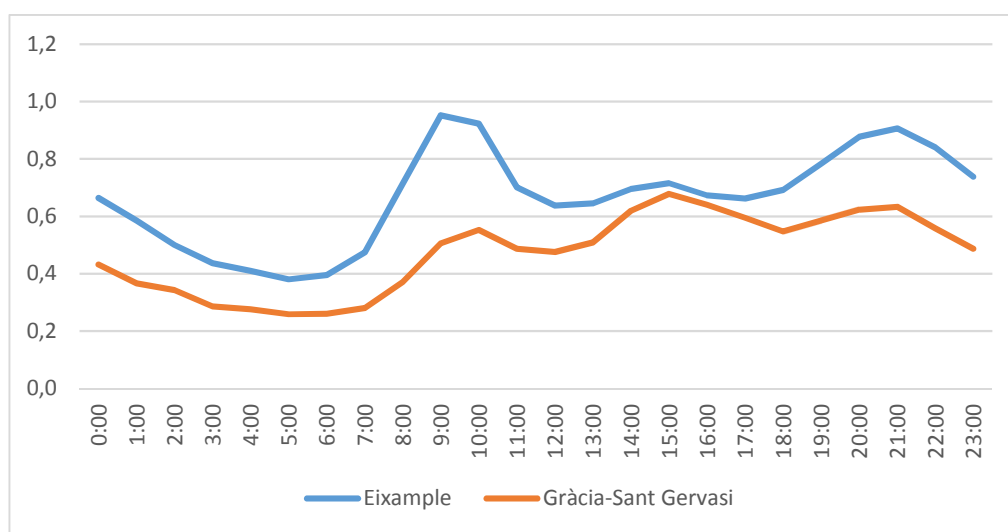


Figura 50. Perfil horari de CO (mitjana horària en mg/m³) durant el 2016 en les estacions de trànsit.

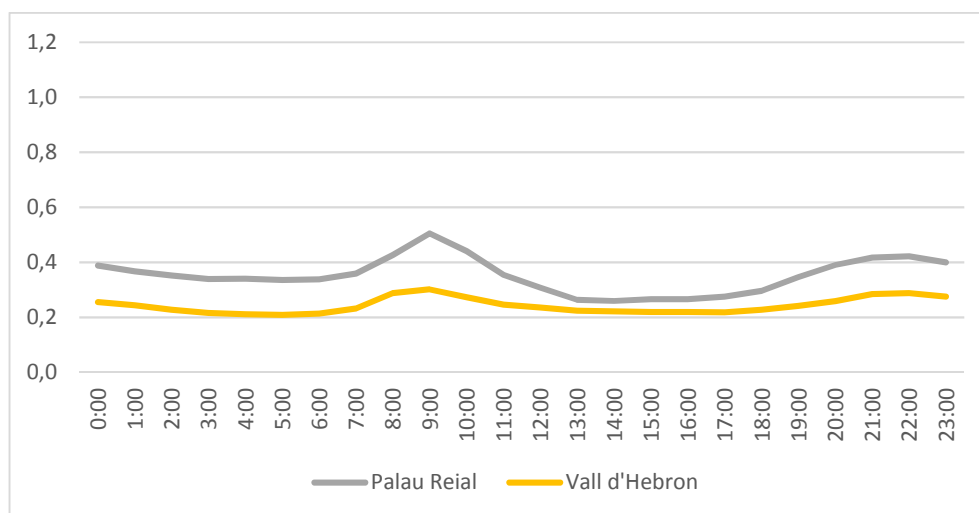


Figura 51. Perfil horari de CO (mitjana horària en mg/m³) durant el 2016 en les estacions de fons urbà.

12.2. EXPOSICIÓ TEMPORAL DE LA POBLACIÓ

A continuació es calculen els percentatges de dies per cada contaminant que durant el 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/m³ de màxim 8-horari	22,40%
PM _{2.5}	Mitjana diària	25 µg/m³ de màxim diari	11,48%
PM ₁₀	Mitjana diària	50 µg/m³ de màxim diari	4,64%
NO ₂	Mitjana horària	200 µg/m³ de màxim horari	0,05% (hores)
CO	Mitjana 8-horària	10 mg/m³ de màxim 8-horari	0%
SO ₂	Mitjana diària	20 µg/m³ 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/m³ de màxim 8-horari	2,17%	-90%
PM ₁₀	Mitjana diària	50 µg/m³ de màxim diari	4,64%	0%
NO ₂	Mitjana horària	200 µg/m³ de màxim horari	0,05% (hores)	0%
CO	Mitjana 8-horària	10 mg/m³ de màxim 8-horari	0%	-
SO ₂	Mitjana diària	20 µg/m³ de màxim diari	0%	-

Si s'agreguen els dies amb superacions, es 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 i 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 de NO₂ disponibles de les 7 estacions de mesurament de la ciutat i les dades diàries de material particulat (PM₁₀ i PM_{2.5}) 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 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 llistats, 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.

Així per al NO₂, per exposicions a llarg termini durant el 78% 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 exposicions a curt termini, es redueix a un 0,05% de les hores que es supera nivell de referència horària i el valor límit horari de la UE (200 µg/m³ en ambdós casos) (veure figura 52).

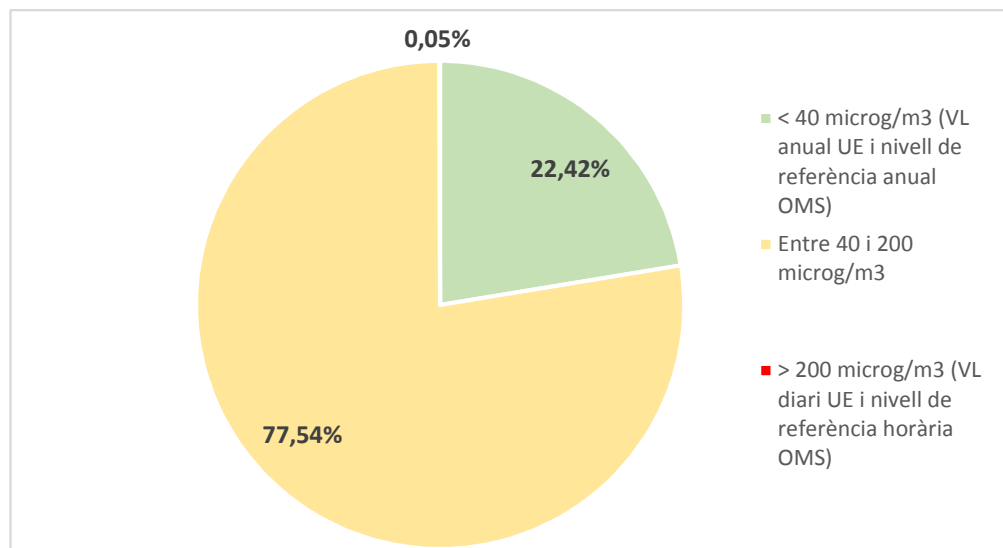


Figura 52. Distribució dels nivells màxims horaris de NO₂ mesurats a les estacions de la ciutat (en % hores).

Per a les partícules PM₁₀, es supera el 88% dels dies de l'any i en almenys una estació de vigilància de la ciutat, els nivells anuals de l'OMS (20 µg/m³). Aquest percentatge es redueix fins el 13% dels dies en el cas del valor límit anual de la UE (40 µg/m³). Per exposicions a curt termini, es supera el 5% dels dies de l'any el nivell de referència diària i el valor límit diari de la UE (50 µg/m³ en ambdós casos) (veure figura 53).

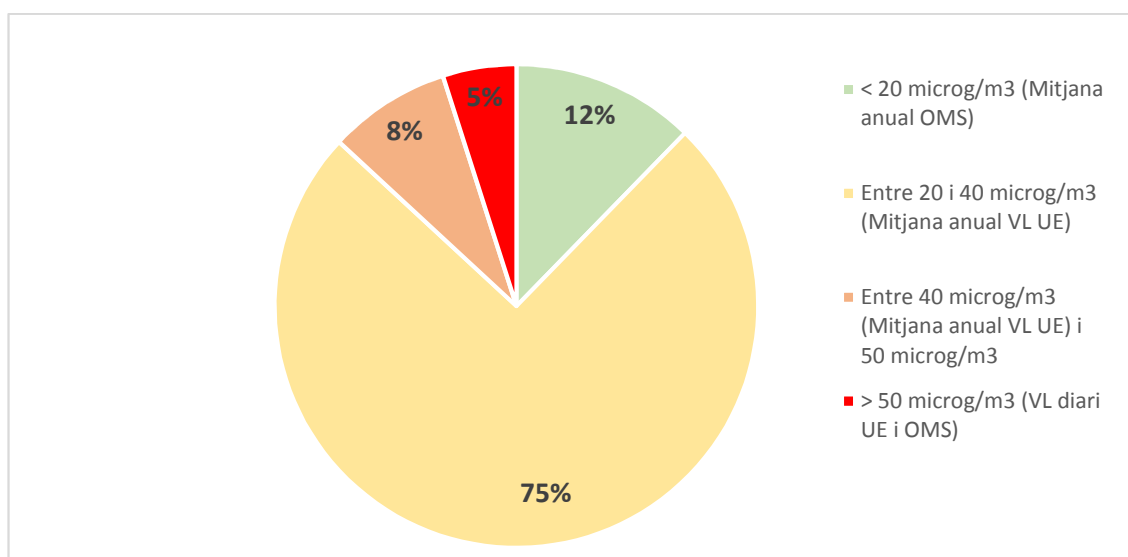


Figura 53. Distribució dels nivells màxims diaris de PM₁₀ mesurats a les estacions de la ciutat (en % dies).

Finalment, respecte les partícules PM_{2,5}, per a exposicions a llarg termini, es supera el 97% dels dies el nivell de referència anual (10 µg/m³) en almenys una estació de mesurament de la ciutat, que es

redueixen fins el 12% en el cas dels dies amb superació del valor límit anual de la UE ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Respecte a les exposicions a curt termini, es superen el 12% de dies de l'any el nivell de referència diària de l'OMS ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$) (Veure figura 54).

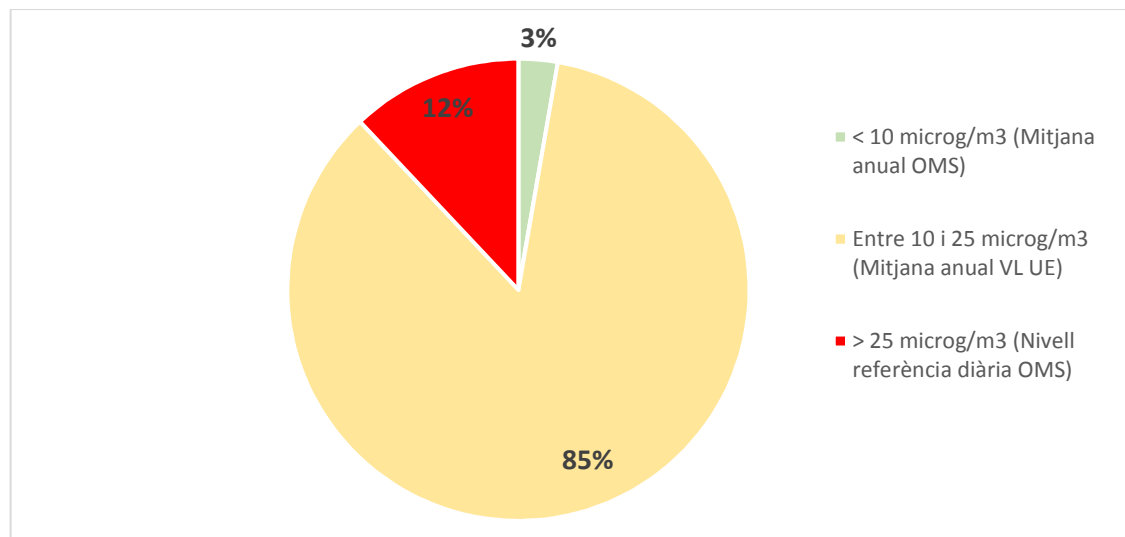


Figura 54. Distribució dels nivells màxims diaris de PM_{2,5} mesurats a les estacions de la ciutat (en % dies).

Així, de forma sintètica es conclou que si bé les superacions dels indicadors d'exposició de tipus episòdic es superen a la ciutat en 1 de cada 3 dies a l'any (OMS) i en 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 en el 78% de les hores de l'any en el cas del NO₂, el 88% dels dies en el cas de les partícules PM₁₀ i en el 97% dels dies en el cas de les partícules PM_{2,5}. 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 menor 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 realitzar 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 NO₂ 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.

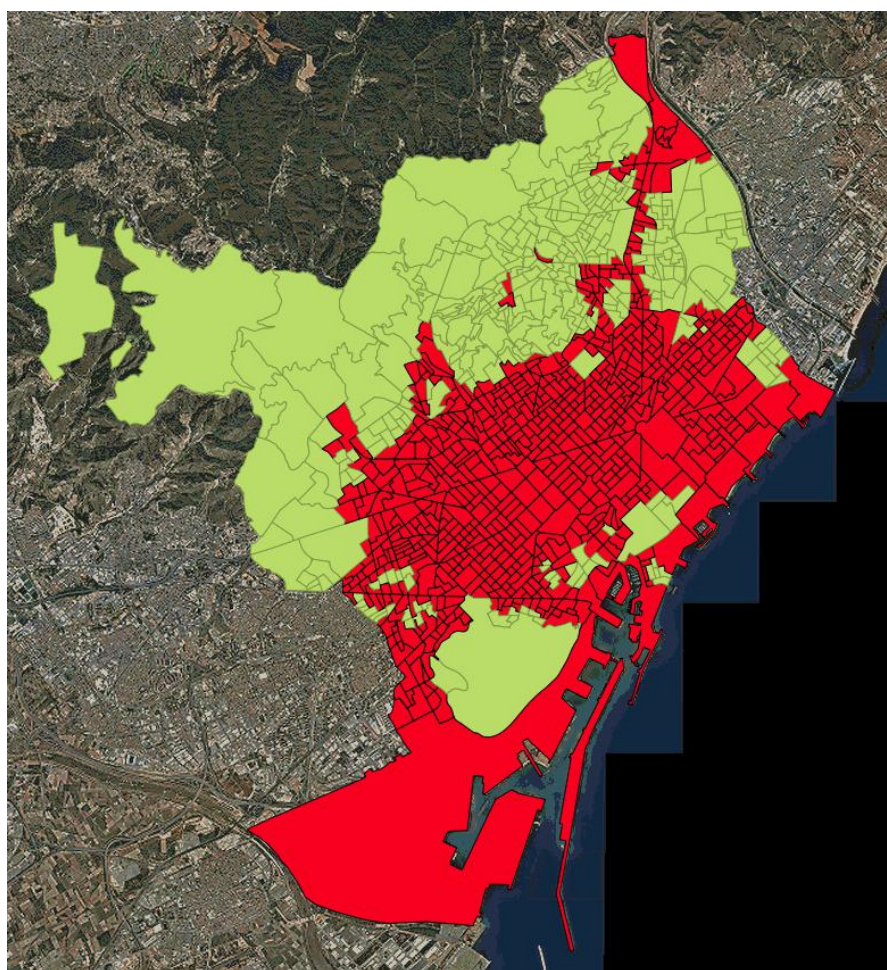
Amb els creuament entre els nivells de contaminació anual basats en les dades oficials de la xarxa de vigilància (2016), els estudis realitzats per la Unitat mòbil de control atmosfèric (2008-2016) i el model d'immissions (2013) i les dades de població, fem una estimació dels nivells d'exposició potencial de la població en el 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 la població hi viu.
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'alçada i si dona a un pati interior o directament a façana).
4. 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:

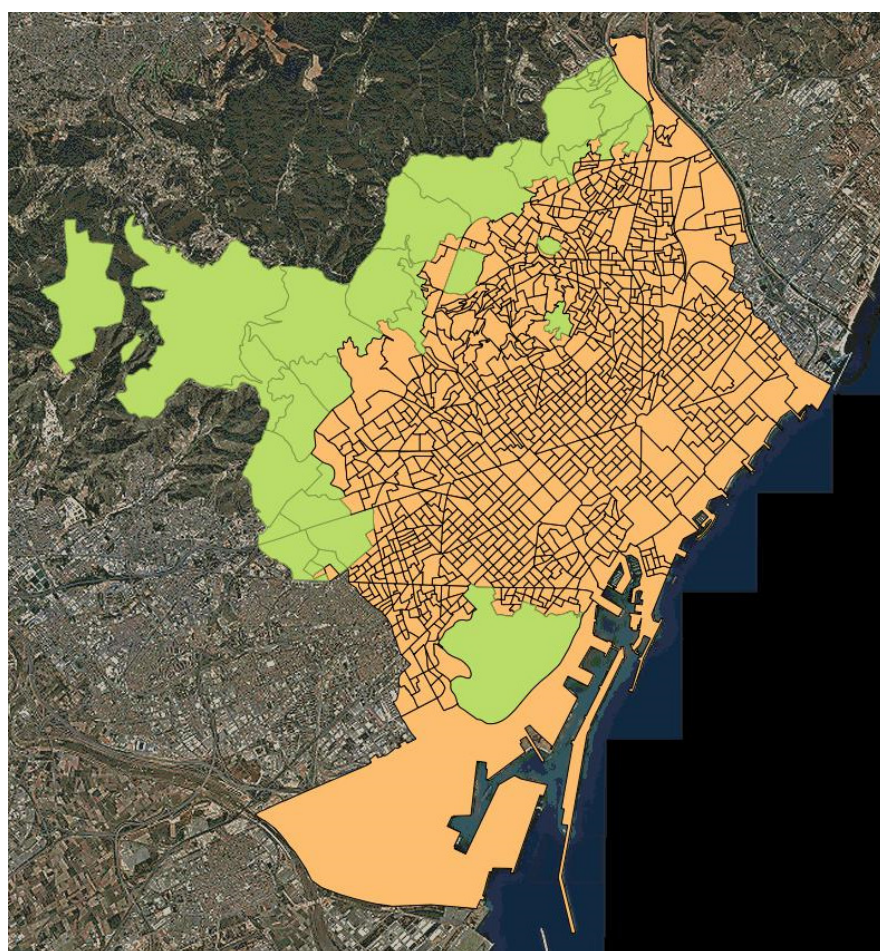
■ < 40 µg/m³

■ > 40 µg/m³

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

12.3.2. EXPOSICIÓ POTENCIAL A LA MITJANA ANUAL DE PM₁₀

Criteris exposició: PM ₁₀	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



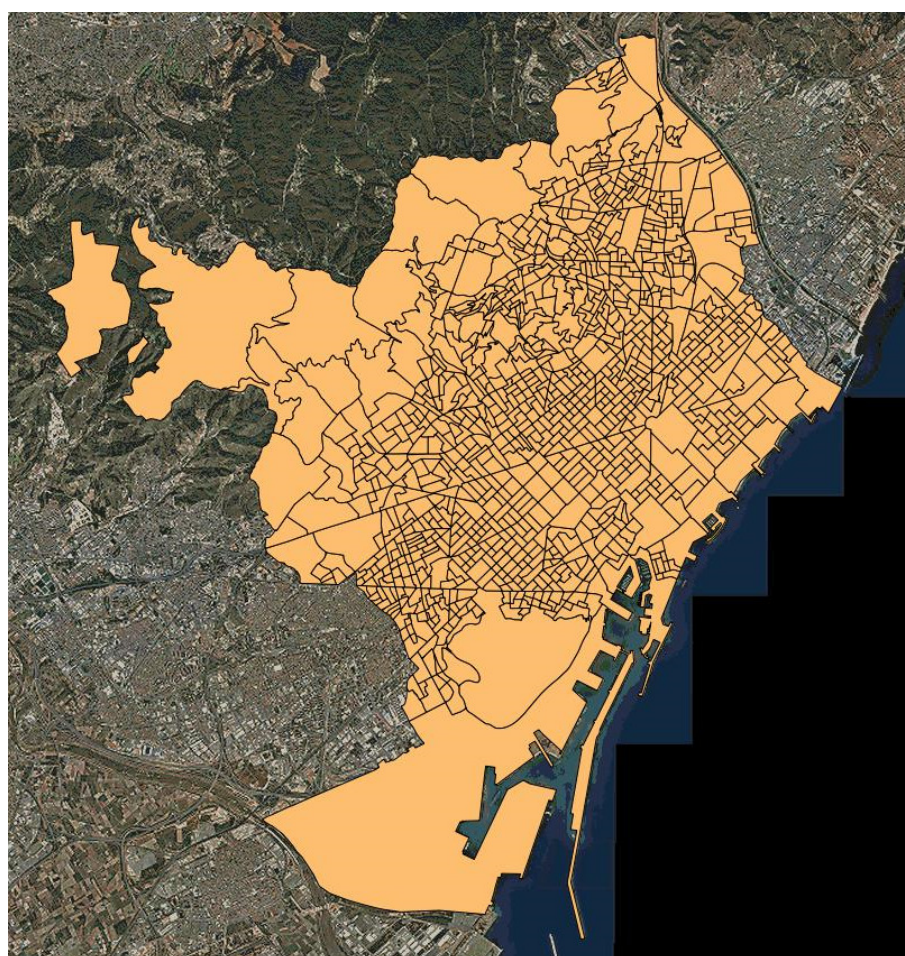
**Nivells d'exposició potencial
de la població a la mitjana
anual de PM₁₀ durant l'any
2016:**

- < 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	3%	97%	0%

12.3.3. EXPOSICIÓ POTENCIAL A LA MITJANA ANUAL DE PM_{2,5}

Criteris exposició: PM_{2,5}	Mitjana anual
Compliment del nivell de referència de l'OMS	< 10 µg/m ³
Compliment del valor límit de la UE	Entre 10 µg/m ³ – 25 µg/m ³
Superació del valor límit de la UE	> 25 µg/m ³



Nivells d'exposició potencial de la població a la mitjana anual de PM_{2,5} durant l'any 2016:

■ < 10 µg/m³

■ Entre 10 µg/m³ – 25 µg/m³

■ > 25 µg/m³

PM _{2,5}	Nivells d'exposició a mitjana anual		
	< 10 µg/m ³	Entre 10 µg/m ³ – 25 µg/m ³	> 25 µg/m ³
% població exposada	0%	100%	0%

12.3.4. RESUM DE L'EXPOSICIÓ POTENCIAL ALS NIVELLS ANUALS DE NO₂, PM₁₀ I PM_{2,5}

% POBLACIÓ EXPOSADA		CONTAMINANTS		
CRITERIS EXPOSICIÓ	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2,5}	
Compliment del nivell de referència de l'OMS	32%	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 a 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'NO₂ però 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 el caminar.
4. Les zones de protecció addicional de l'ambient atmosfèric han d'adreçar-se als emplaçaments de tota la ciutat on hi 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. Fes el trajecte tenint en compte aquests consells
2. La ventilació de l'habitatge és millor fer-la a hores en les que en el teu carrer passin menys cotxes.
3. Sempre és millor fer exercici que no fer-ne però escull les zones amb menor 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 pujades, per evitar que els contaminants penetrin dins el vehicle.
5. En cas d'anar en bicicleta es aconsellable evitar la proximitat a els tubs d'escapament. Si uses mascareta cal assegurar que ens protegeix de l'entrada de contaminants amb la respiració (tipus de mascareta com la seva col·locació).

14. CONCLUSIONS

1. La qualitat de l'aire a Barcelona durant el 2016 segueix la mateixa avaluació que anys anteriors. Es dona compliment dels valors límit o objectiu establerts al RD 102/2011 amb l'excepció del diòxid de nitrogen. Tanmateix, es superen els valors de referència de l'OMS pels contaminants NO₂, material particulat (PM₁₀ i PM_{2,5}), benzè, ozó i benzo(a)pirè. Destaquem per als principals contaminants:
 - a. La mitjana anual en les estacions de trànsit supera 1,3 vegades els nivells normatius i de l'OMS per a l'NO₂, mentre que es troba per sota a aquests valors en les estacions de fons.
 - b. Pel que fa al material particulat la mitjana anual en les estacions de trànsit i fons està per sota els nivells normatius i entre 1,3 i 1,5 vegades per sobre als nivells de referència de l'OMS en les estacions de trànsit i entre 1,1 i 1,3 per sobre en les estacions de fons.
2. L'anàlisi de l'evolució temporal de contaminants atmosfèrics mostra una tendència continuada cap a la disminució dels nivells diferent segons el contaminant, en totes les estacions, mostrant 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 NO₂ i material particulat (PM₁₀ i PM_{2,5}), per tot el període 2000-2016 a tota la ciutat els nivells segueixen superant els valors de referència de l'OMS, pel que s'evidencia una exposició potencial a concentracions que afecten a la salut.
3. El patró d'exposició potencial de la població a la ciutat és una patró d'exposició continua a nivells que es troben per sobre dels corresponents nivells anuals de referència de l'OMS i en el cas del NO₂ també dels objectius d'obligat compliment establerts a la normativa europea. Els indicadors d'exposició de tipus episòdic (curt termini) es superen a la ciutat en 1 de cada 3 dies a l'any (OMS) i en 1 de cada 14 dies els de la normativa europea. Tanmateix, l'exposició potencial de la població a nivells de contaminació 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 es superen en el 78% de les hores de l'any en el cas del NO₂, el 88% dels dies en el cas de les partícules PM₁₀ i en el 97% dels dies en el cas de les partícules PM_{2,5}. 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, es superarien a nivell de ciutat els nivells de referència de l'OMS per als mateixos contaminants: NO₂, PM₁₀, PM_{2,5}, 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'NO₂ (nivells OMS i UE). Aquestes exposicions potencials es redueixen en el cas del PM₁₀ i les PM_{2,5} al 0% per sobre dels nivells normatius de la UE.

ANNEX. NIVELLS DE REFERÈNCIA

NO₂	Valors Límit UE (1) vigents a partir 01/01/2010	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 (VL _a)	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).