



BARCELONA
REGIONAL
AGÈNCIA
DESENVOLUPAMENT
URBÀ



Model de contaminació local de Barcelona - 2017

Novembre 2020



Medi Ambient i Serveis Urbans – Ecologia Urbana

Client:



**Ajuntament
de Barcelona**

Medi Ambient i Serveis Urbans – Ecologia Urbana

Encàrrec i revisió:

Medi Ambient i Serveis Urbans – Ecologia Urbana - Ajuntament de Barcelona

Redacció:



Agència Desenvolupament Urbà
Edifici Z, Carrer 60. Núm. 25-27
Sector A Zona Franca
08040 Barcelona
T 932 237 400 • F 932 237 414

COORDINACIÓ

Jose Lao, *Cap de Qualitat de l'Aire i Eficiència Energètica*, Barcelona Regional

COL·LABORACIÓ

Gustavo Arévalo, *Enginyer Químic i Doctor en Enginyeria Ambiental*.
Carles Pitarch, *Enginyer en Tecnologies Industrials i Màster en Enginyeria de l'Energia*
Marc Montlleó, *Director Tècnic*.

i l'equip tècnic i administratiu de Barcelona Regional

2020, Barcelona Regional

1. INTRODUCCIÓ	5	<i>Efecte de la resuspensió de partícules.....</i>	<i>28</i>
OBJECTIU	5	<i>Emissions de NO_x dels vehicles.....</i>	<i>29</i>
LEGISLACIÓ.....	5	<i>Emissions PM₁₀ dels vehicles.....</i>	<i>30</i>
2. ESTAT DE LA QUALITAT DE L'AIRE.....	7	<i>Emissions PM_{2,5} dels vehicles.....</i>	<i>32</i>
LA QUALITAT DE L'AIRE A BARCELONA.....	7	<i>Resum emissions sector viari.....</i>	<i>34</i>
EVOLUCIÓ DEL NO ₂	7	EMISSIONS DIFUSES.....	34
EVOLUCIÓ DE LES PM ₁₀	8	Sector domèstic.....	36
EVOLUCIÓ DE LES PM _{2,5}	10	Sector comercial i serveis.....	38
EL CONTEX ESPANYOL	10	Sector industrial difús.....	39
3. METODOLOGIA	14	EMISSIONS INDUSTRIALS PUNTUALS.....	41
DESCRIPCIÓ DEL MODEL DE DISPERSIÓ UTILITZAT	14	PORT DE BARCELONA	42
MILLORES I ACTUALITZACIONS	15	ALTRES FONTS D'EMISSIÓ URBANES	44
Inputs estructurals.....	15	EMISSIONS D'OBRES	44
Càlcul de les emissions difuses.....	15	EMISSIONS DE PARCS.....	45
Càlculs al sector del trànsit vehicular.....	15	AEROPORT DE BARCELONA-EL PRAT.....	46
Càlculs per al Port de Barcelona.....	16	5. VALIDACIÓ I CALIBRATGE DEL MODEL.....	48
Calibratge i Avaluació del model	16	6. RESULTATS	52
Altres novetats.....	16	RESUM DE L'INVENTARI D'EMISSIONS -2017	52
INPUTS ESTRUCTURALS	16	Emissions totals.....	52
Dades meteorològiques.....	16	Perfils temporals	54
Mapa digital d'elevació del terreny.....	17	EVOLUCIÓ HISTÒRICA DE LES EMISSIONS.....	57
Street canyon.....	17	MAPES D'EMISSIONS I MAPES D'IMMISSIÓ	58
Contaminació de Fons.....	18	MAPES D'IMMISSIÓ	61
CAPES D'EMISSIONS.....	19	EXPOSICIÓ DE LA POBLACIÓ A LA CONTAMINACIÓ	69
Emissions trànsit rodar.....	19	CONTRIBUCIÓ.....	69
Sector domèstic i serveis-terciari.....	19	7. CONCLUSIONS	73
Sector industrial i generació d'energia	19	8. ANNEX.....	75
Port de Barcelona.....	19	ESTACIONS AUTOMÀTIQUES DE LA XVPCA.....	76
Aeroport de Barcelona-El Prat.....	20	ESTACIÓ DE MESURA: BARCELONA – EIXAMPLE.....	76
ABAST TERRITORIAL DE LA MODELITZACIÓ	20	ESTACIÓ DE MESURA: BARCELONA - CIUTADELLA.....	81
4. INVENTARI D'EMISSIONS DE BARCELONA - 2017	21	ESTACIÓ DE MESURA: BARCELONA – GRÀCIA-ST. GERVASI (GAL·LA PLACÍDIA).....	83
EMISSIONS DEL TRÀNSIT VEHICULAR.....	21	ESTACIÓ DE MESURA: BARCELONA – POBLENOU	87
Tractament de les dades del sector viari.....	21	ESTACIÓ DE MESURA: BARCELONA – PALAU REIAL	91
Caracterització del parc circulant de Barcelona i àmbits d'estudi.....	21	ESTACIÓ DE MESURA: BARCELONA – SANTIS (JARDINS DE CAN MANTEGA)	95
Mobilitat per medi de transport i zones	24	ESTACIÓ DE MESURA: BARCELONA – VALL D'HEBRON	99
Perfils horaris, setmanals i mensuals	26	EMISSIONS DEL SECTOR VIARI.....	103
Velocitat mitjana de circulació.....	27	ALTRES FONTS D'EMISSIÓ URBANES DE PARTICULES	114
Efecte del pendent de la via.....	28		

<i>EMISSIONS PER OBRES</i>	114
ANÀLISI DE LA CONTRIBUCIÓ DEL FONDS.....	116
FACTORS D'EMISSIÓ UTILITZATS	118
ESTADÍSTICS DE LES ESTACIONS DE LA XVPCA.....	119
<i>Anàlisi NO₂ - Estació Barcelona - Eixample</i>	119
<i>Anàlisi NO₂ - Estació Barcelona Ciutadella</i>	120
<i>Anàlisi NO₂ - Estació Barcelona Gràcia-Sant Gervasi</i>	121
<i>Anàlisi NO₂ - Estació Barcelona el Poblenou</i>	122
<i>Anàlisi NO₂ - Estació Barcelona Sants</i>	123
<i>Anàlisi NO₂ - Estació Barcelona Palau Reial</i>	124
<i>Anàlisi NO₂ - Estació Barcelona Parc de la Vall d'Hebron</i>	125
<i>Anàlisi estadístic partícules en suspensió (PM₁₀)</i>	126
<i>Contribució Considerant N/Q</i>	127

9. REFERÈNCIES 129

1. INTRODUCCIÓ

OBJECTIU

Aquest document té com a objectiu actualitzar -a l'any 2017- l'inventari d'emissions dels contaminants locals per: NO_x, PM₁₀ i PM_{2,5}, per posteriorment modelitzar les immissions d'aquests contaminants.

En primer lloc, és important diferenciar entre el concepte d'emissió i d'immissió. Les emissions tenen relació amb la sortida de substàncies contaminants a l'atmosfera d'una font d'emissió (trànsit, indústria, habitatges, fonts naturals, etc.). En canvi, la immissió fa referència a l'aire que respirem. També es coneix com a qualitat de l'aire i pot afectar a persones, animals, vegetació o materials en funció del tipus i concentració dels diferents contaminants.

La modelització de la qualitat de l'aire permet determinar la concentració dels contaminants en un continu territorial mitjançant mapes d'immissió, com a complement a les observacions que les estacions de qualitat de l'aire proporcionen en llocs concrets del territori. També permet determinar la contribució sectorial a la immissió i analitzar escenaris de futur sota diferents hipòtesis.

Per tal d'implementar un model qualitat de l'aire és necessari realitzar un inventari detallat de les fonts emissores de contaminants distribuïdes al llarg del territori per l'any 2017. En aquest cas, de la ciutat de Barcelona i el seu entorn, ja que la contaminació no té fronteres i els contaminants poden viatjar fins a grans distàncies dels punts d'emissió.

A més, la implementació del model requereix d'altres variables com el règim de vents, radiació solar, pressió atmosfèrica, temperatura, pluviometria, elevació i rugositat del terreny, configuració de les edificacions, concentració de fons, etc.

Cal afegir que aquest document també és la continuació i actualització d'altres documents i balanços de qualitat de l'aire de Barcelona i encarregats per l'Ajuntament de Barcelona.

- PECQ: Pla d'Energia, el Canvi Climàtic i la Qualitat de l'Aire de Barcelona (2011-2020)
- Balanç de contaminació local de Barcelona 2009 (2013)
- Balanç de contaminació local de Barcelona 2010 (2014)
- Balanç de contaminació local de Barcelona 2013 (2015)

LEGISLACIÓ

L'activitat a grans ciutats com Madrid, Londres, París o Berlín provoca que se superin, en alguns casos, els nivells màxim establerts per la Comissió Europea, empobrint l'aire que en respiren els ciutadans. De fet, són uns valors llindar recollits a la **Directiva 2008/50/CE**, actualment en vigor, i que fa referència a la qualitat de l'aire ambient i a una atmosfera més neta a Europa. Aquesta directiva substitueix així a la seva predecessora (Directiva Marc sobre l'avaluació i gestió de la qualitat de l'aire, coneguda com Directiva 96/62/CE) i es postula com la directiva principal en relació amb aquesta matèria.

La introducció de regulació de nous contaminants com el PM_{2,5}, així com nous requisits a l'hora d'avaluar la qualitat de l'aire, van ser les principals novetats d'aquesta directiva aplicada a tots els Estats Membres de la Unió.

Una altra directiva important en aquest àmbit és la **Directiva 2004/107/CE**, que estableix valors límit al aire ambient de contaminants com l'arsènic, cadmi, mercuri, níquel i hidrocarburs aromàtics policíclics.

Una altra Directiva important és la **Directiva 2015/1480/UE**, per la qual es modifiquen diversos annexes de les Directives 2004/107/CE i 2008/50/CE del Parlament Europeu i del Consell, en els que s'estableixen les normes relatives als mètodes de referència, la validació de dades i la ubicació dels punts de mostreig per a l'avaluació de la qualitat de l'aire ambient

Aquests actes legislatius es traslladen a la normativa estatal espanyola sobre la qualitat de l'aire en les següents normes:

- **Llei 34/2007**, de 15 de novembre, de qualitat i protecció de l'atmosfera. Es basa en les diferents estratègies per assolir els nivells establerts per als diferents contaminants gràcies als diferents procediments d'avaluació.
- **Reial Decret 102/2011**, de 28 de gener i en referència a la millora de la qualitat de l'aire. trasllada la Directiva 2008/50/CE i la Directiva 2004/107/CE a l'ordenament jurídic espanyol.

Aquest Reial Decret va ser posteriorment modificat a favor del **Reial Decret 678/2014**, el qual modificava els objectius de la qualitat del sulfur de carboni establerts a la disposició transitòria única.

També es va modificar el RD 102/2011 pel **Reial Decret 39/2017**, que estableix les normes relatives als mètodes de referència, validació de dades i ubicació dels punts de mesura de la qualitat de l'aire. També s'inclou l'intercanvi d'informació entre institucions, establerts en la Decisió 2011/850/UE.

Concretament, el RD 39/2017 s'estructura en un únic article, de modificació del Reial Decret 102/2011, del 28 de gener, dividit en 17 apartats i dues disposicions finals. Les principals modificacions que comporta aquest Reial Decret afecten els objectius de qualitat dels registres relatius a benzo(a)pirè, arsènic, cadmi i níquel, hidrocarburs aromàtics policíclics (HAP) diferents del benzo(a)pirè, mercuri gasós total i dipòsits totals. Tanmateix, es pretén garantir l'adequada avaluació de la qualitat de l'aire ambient pel que fa al diòxid de sofre, diòxid de nitrogen i òxids de nitrogen, monòxid de carboni, benzè, partícules i plom, així com la microimplantació dels punts de mesura de tals contaminants. També es pretén regular els requisits per a la documentació i re-avaluació de l'elecció dels emplaçaments. Per altra banda, les modificacions també es refereixen als mètodes de referència per a l'avaluació de les concentracions de diòxid de sofre, diòxid de nitrogen i òxid de nitrogen, partícules (PM₁₀ i PM_{2,5}), plom, benzè, monòxid de carboni i ozó, arsènic, cadmi, mercuri, níquel i HAP (Hidrocarbur Aromàtic Policíclic). També contempla la normalització i informes d'assaig, criteris de determinació del nombre mínim de punts de mesura fixa de les concentracions d'ozó i criteris per a la rectificació de la necessitat de determinació de mercuri en forma de partícula i de mercuri gasós divalent.

Cal també mencionar que el Reial Decret 39/2017 estableix les bases per al futur desenvolupament reglamentari d'un **índex de qualitat de l'aire nacional**. Així, es preveu que el Ministeri d'Agricultura, Pesca, Alimentació i Medi Ambient elabori un Índex Nacional que permeti informar al públic d'una manera clara sobre la qualitat de l'aire ambient per a diferents escales temporals (mitjanes horàries, mitjanes diàries...).

A continuació es mostren els valors establerts a la Directiva 2008/50/CE per als diferents contaminants considerats i amb caràcter informatiu els valors recomanats per la OMS (Organització Mundial de la Salut entre claudàtors. És important considerar que aquesta organització estableix unes recomanacions molt més restrictives, especialment pel que fa a les partícules.

Taula 1: Valors límit pels contaminants NO₂, PM₁₀ i PM_{2,5}

Contaminant	VALORS LÍMIT EU i [OMS]	
NO ₂ (RD 102/2011 i RD 39/2017)	Mitjana horària (VLH): 200 µg/m ³ [OMS: 200 µg/m ³] [Límit superació permès: 18 vegades l'any]	Mitjana anual (VLA): 40 µg/m ³ [OMS: 40 µg/m ³]
	<hr/>	
PM ₁₀ (RD 102/2011 i RD 39/2017)	Mitjana diària (VLD, 24h): 50 µg/m ³ [OMS: 50 µg/m ³] [No superar més de 35 vegades l'any el valor límit de 50 µg/m ³ o que el percentil 90,4 sigui igual o inferior al valor límit ^[1] de 50 µg/m ³ en el cas que hi hagi menys d'un 90% de dades recollides vàlides]	Mitjana anual (VLA): 40 µg/m ³ [OMS: 20 µg/m ³]
	<hr/>	
PM _{2,5} (RD 102/2011 i RD 39/2017)	[OMS: 25 µg/m ³]	Mitjana anual (VLA): 25 µg/m ³ (el valor descendeix a 20 µg/m ³ a partir de l'any 2020). [OMS: 10 µg/m ³]

Font: VALORS LÍMIT EU: Directiva de la UE 2008/50/CE relativa a la qualitat de l'aire ambient i una atmosfera més neta a Europa traslladada amb el RD 102/2011 i (Organización Mundial de la Salud): Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre.

2. ESTAT DE LA QUALITAT DE L'AIRE

LA QUALITAT DE L'AIRE A BARCELONA

L'any 2017 a Barcelona es superaven els líndars mitjans anuals d'NO₂ (40 µg/m³) marcats per Europa a 3 estacions., mentre que les partícules, des de l'any 2010 s'han deixat de superar els nivells de PM₁₀ en mitjana anual fixats per la EU (40 µg/m³), tot i que es continuen superant els marcats per la OMS (20 µg/m³). A continuació es repassa l'evolució dels nivells de concentració mesurats a les estacions de la XVPCA a Barcelona per als òxids de nitrogen i per a les partícules menors de 10 i de 2,5 µm.

EVOLUCIÓ DEL NO₂

Els òxids de nitrogen (NO_x) s'originen per la reacció a temperatures elevades de l'oxigen i el nitrogen de l'aire. La major part estan en forma de NO que posteriorment es transformen en NO₂ per oxidació.

Els líndars de qualitat de l'aire marcats per la UE estableixen dos nivells que no s'han de superar. Un d'ells limita la concentració de contaminants en mitjana al llarg d'un any sencer, mentre que l'altre limita les puntes horàries de contaminants. El límit anual estableix que, a partir de l'any 2010 no s'ha de superar els 40 µg/m³ en mitjana anual de NO₂ (al 2005 el límit era de 50 µg/m³). El límit de puntes horàries estableix que tampoc es pot superar la mitjana horària de 200 µg/m³ de NO₂ més de 18 vegades a l'any.

Els valors d'immissió de NO₂ registrats a les diferents estacions de la XVPCA ubicades a la ciutat de Barcelona l'any 2017 constaten que els líndars europeus en mitjana anual (40 µg/m³ anual) van ser superats a 3 estacions, concretament a les estacions de Poblenou, Gràcia – Sant Gervasi i Eixample.

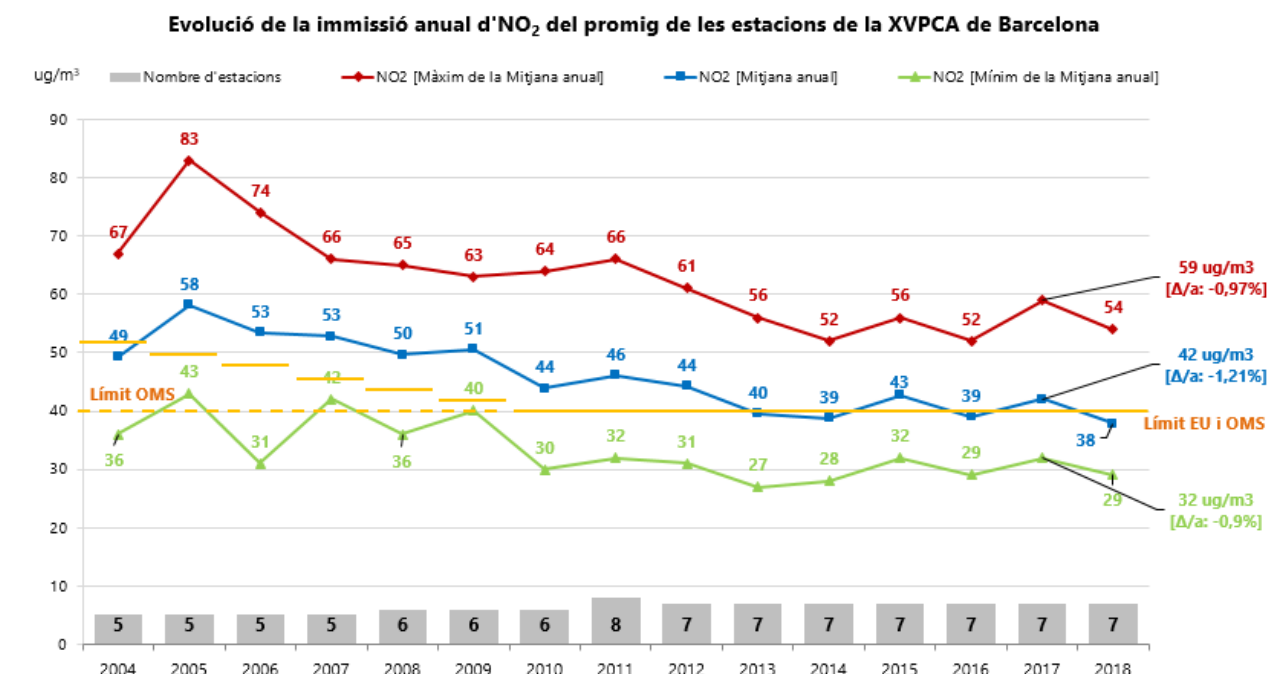
La superació de les estacions de Gràcia – Sant Gervasi i Eixample és més sistemàtica que l'estació de Poblenou, que presenta superacions intermitents en funció de l'any. Pel que fa a la superació del valor límit horari (superar els 200 µg/m³ horaris superat 18 vegades l'any), aquest està lluny de produir-se a les estacions de mesura. De fet, a l'any 2017 només es va superar 4 vegades a l'estació de Gràcia – Sant Gervasi

El gràfic de la pagina següent mostra els nivells (màxim, mitjana i mínim) fins a l'any 2018 (aquest últim amb dades oficials).

Els nivells màxims de les mitjanes anuals representats al gràfic (línia vermella) són els valors màxims assolits considerant les estacions existents cada any. En el cas del NO₂, resulta que majoritàriament la línia la dibuixen les mesures d'estacions com Gràcia-Sant Gervasi i l'Eixample (amb alternances en funció de l'any); es tracta d'estacions envoltades per un nivell de trànsit rodat destacable.

En referència a la mitjana de la immissió anual de les estacions de mesura de Barcelona, aquesta resulta ser de 42 µg/m³, superant així doncs els límits Europeus i de l'OMS (40 µg/m³) tot i que amb una tendència general a la baixa a la darrera dècada, amb un decreixement mitjà anual de -2.26% al període 2004-2017. El gràfic següent mostra els nivells (màxim, mínim i mitjana) fins a l'any 2018 (aquest últim amb dades oficials).

Gràfic 1: Evolució de la immissió mitjana anual de NO₂ de les estacions de la XVPCA de Barcelona

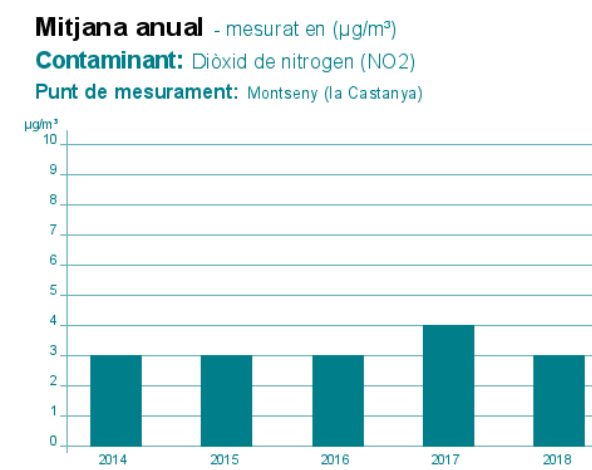


Font: Barcelona Regional amb dades de DTS. NOTA: Els increments anuals de l'any 2017 són respecte l'any 2004.

Per altra banda, els nivells mínims de les mitjanes anuals corresponen majoritàriament a les estacions de fons urbà de Vall d'Hebron i Palau Reial (amb alternances en funció de l'any). Els anys 2015 i 2017 registren un significatiu augment respecte el seu any anterior (2014 i 2016).

Aquest increment de la contaminació de fons de l'any 2017 també va ser registrat per la estació de fons rural més propera a Barcelona (ja que no hi ha una estació de fons suburbà o rural a la zona d'influència de la ciutat). Es tracta de l'estació de Montseny (la Castanya), que va experimentar un increment gairebé del 25% en els nivells de NO₂ respecte l'any 2016. Es mostra al següent gràfic.

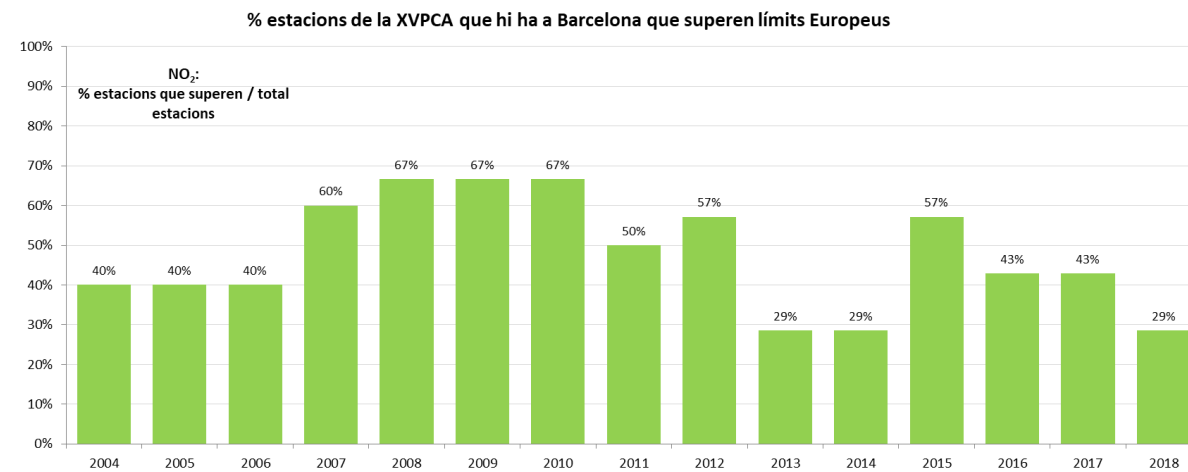
Gràfic 2: Evolució de la immissió mitjana anual de NO₂ a la estació de Montseny (la Castanya)



Font: DTS

Al gràfic següent es mostra l'evolució del percentatge d'estacions que superen els líndars a la ciutat de Barcelona, on s'observa que el 43% de les estacions (3 estacions) de la XVPCA van superar els nivells màxims admesos per la legislació a l'any 2017.

Gràfic 3: Percentatge d'estacions de la XVPCA de Barcelona que superen líndars a la ciutat (NO₂)



Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

EVOLUCIÓ DE LES PM₁₀

Les PM₁₀ són partícules sòlides o líquides de pols, metàl·liques, cendres, ciment, pol·len, etc..., amb un diàmetre menor de 10 µm. Aquestes partícules són generades en una important proporció, com contaminants primaris, provinents del trànsit, la combustió de determinats combustibles com fueloil, el gasoil o la biomassa, les obres, etc. També existeixen com a contaminant secundari, producte de la reaccions químiques a l'atmosfera. Tanmateix, cal dir que a Barcelona hi ha una aportació important de partícules que procedeixen de fora de la ciutat (contaminació de fons).

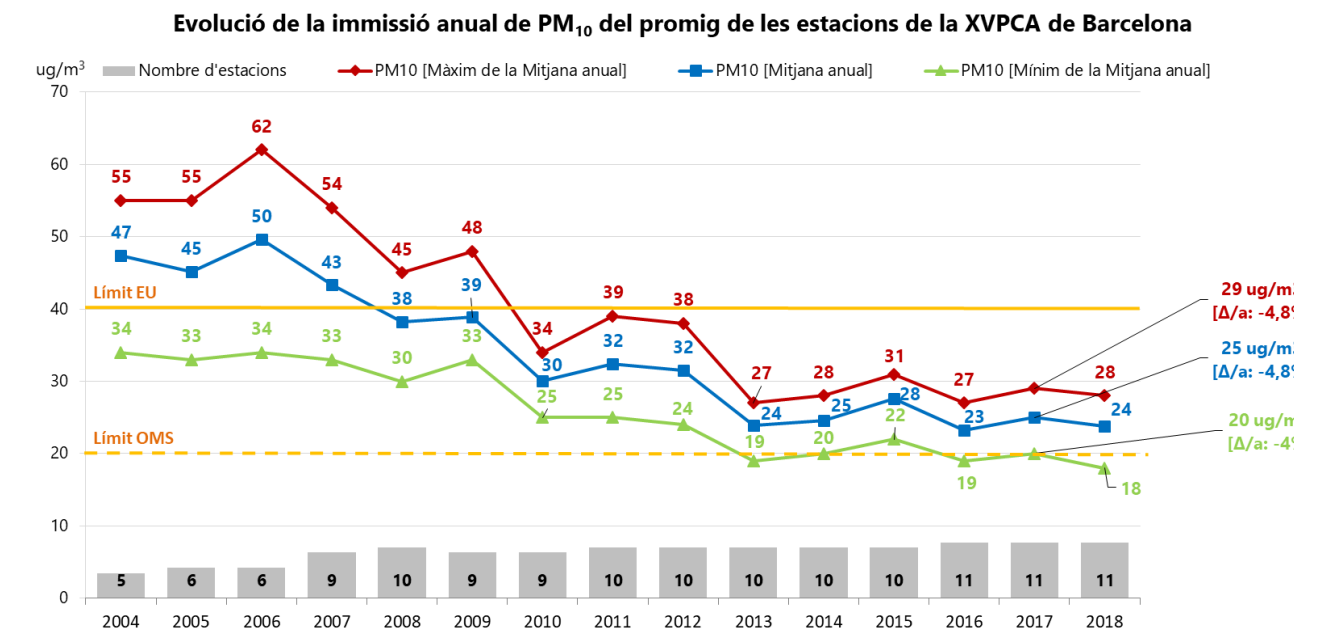
Hi ha dos tipus de mesura per regular els nivells de partícules màxims permesos a l'aire: un per limitar les concentracions en mitjana anual i l'altre per limitar les puntes diàries. El límit europeu anual estableix que no s'ha de superar els 40 µg/m³ en mitjana anual. El límit de puntes diàries estableix que tampoc es pot superar la mitjana diària de 50 µg/m³ més de 35 vegades l'any.

Cal afegir que, segons indica el RD 102/2011, en cas de que el nombre de dades vàlides diàries de partícules sigui inferior al 90% (situació usual en les mesures manuals) no s'aplicarà el límit de superació diària esmentat sinó que s'haurà d'avaluar el percentil 90,4 i aquest haurà de ser inferior o igual a 50 µg/m³.

Considerant les 11 estacions de mesura de PM₁₀ a Barcelona al 2017, la concentració mitjana d'aquestes va ser de 25 µg/m³, amb una reducció anual del -5,4% respecte el valor mitjà del 2007. Els límits europeus es van complir a partir de l'any 2010 (amb 34 µg/m³ anuals) tot i que no es compleixin encara els valors recomanats per l'OMS (20 µg/m³ anuals).

Cal dir també que els nivells màxims (línia vermella) han baixat amb una taxa de reducció més gran que els nivells mínims, amb una tendència a l'estabilització des de l'any 2013.

Gràfic 4: Evolució de la immissió mitjana anual de PM₁₀ de les estacions de la XVPCA de Barcelona

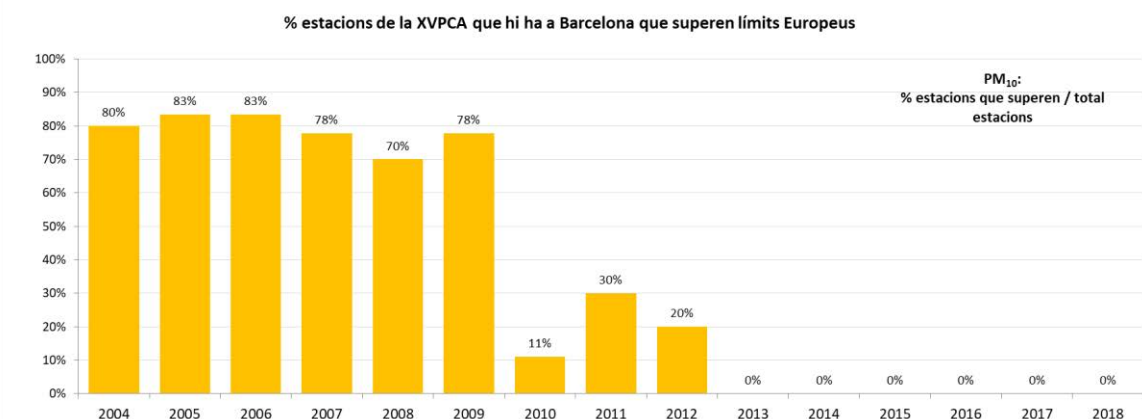


Font: Barcelona Regional amb dades de DTS. NOTA: les dades de l'any 2019 són provisionals. Els increments anuals de l'any 2017 són respecte l'any 2004.

Cal tenir present que, tot i que des de 2008 les mitjanes anuals s'han mantingut per sota els líndars anuals europeus, al 2010, 2011 i 2012 hi va haver un petit nombre d'estacions que van superar els límits europeus considerant els límits de superacions de la mitjana diària (més de 35 dies a l'any de superacions dels 50 µg/m³ de la mitjana diària) o el Percentil 90,4 (que s'ha de considerar en comptes de la mitjana anual quan el nombre de registres vàlids a l'any és menor del 90%).

Com es pot observar al gràfic següent, el percentatge d'estacions que superen els límits en PM₁₀ va baixar dràsticament a partir del 2010. Aquesta evolució pot ser deguda a les mesures generals implementades per a la millora de la qualitat de l'aire al conjunt europeu.

Gràfic 5: Percentatge d'estacions de la XVPCA de Barcelona que superen líndars a la ciutat (PM₁₀)

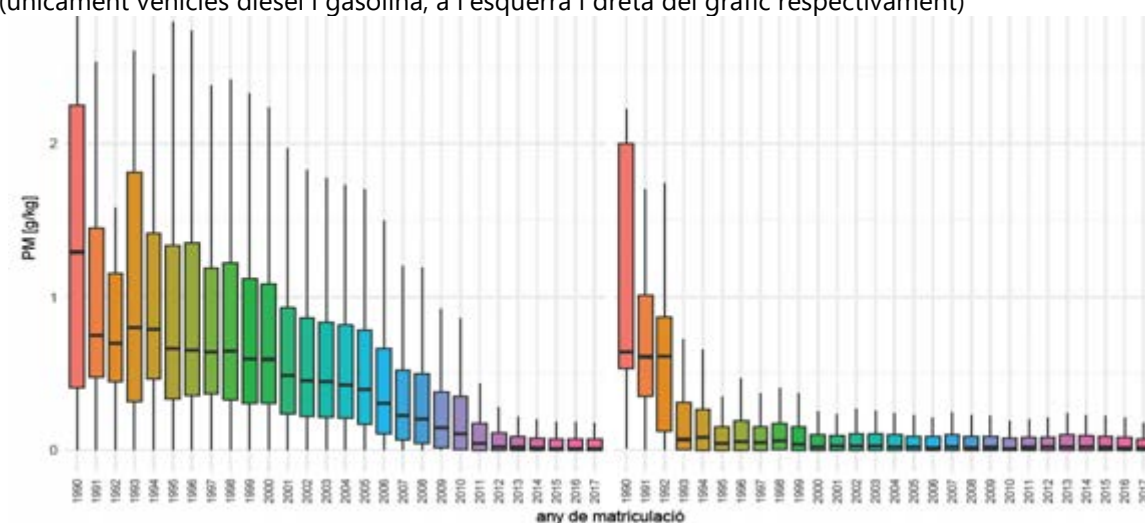


Font: Barcelona Regional. (*) indica que les superacions són per mitjana diària o Percentil 90,4

Per una banda, mesures en relació al contingut de sofre dels combustibles, amb la Directiva 2003/17/CE – RD. 61/2006 , que estableix el contingut màxim de sofre dels combustibles d’automoció en 10 ppm, a més de la directiva sobre grans instal·lacions de combustió (Directiva 2010/75/UE).

Així mateix el factor tecnològic ha tingut especial protagonisme en el sector viari, amb la implementació a partir de l’any 2009 de la normativa EURO 5/V i a partir de l’any 2014 de la normativa EURO 6/V, obligant als fabricants a implementar filtres antipartícules per a l’eliminació de la matèria particulada que produeixen sobretot els vehicles dièsel. A la figura següent es pot observar com les emissions (en aquest cas factor d’emissió per quilogram de combustible) de partícules dels vehicles dièsel són molt més baixes per vehicles matriculats a partir del 2010 (aquells a partir de la normativa EURO 5) segons mesures realitzades amb l’RSD el 2017 als carrers i carreteres de l’ÀMB.

Gràfic 6: 'Diagrama de caixes' de les emissions de PM₁₀ mesurades als vehicles amb l’RSD a l’ÀMB (únicament vehicles dièsel i gasolina, a l’esquerra i dreta del gràfic respectivament)



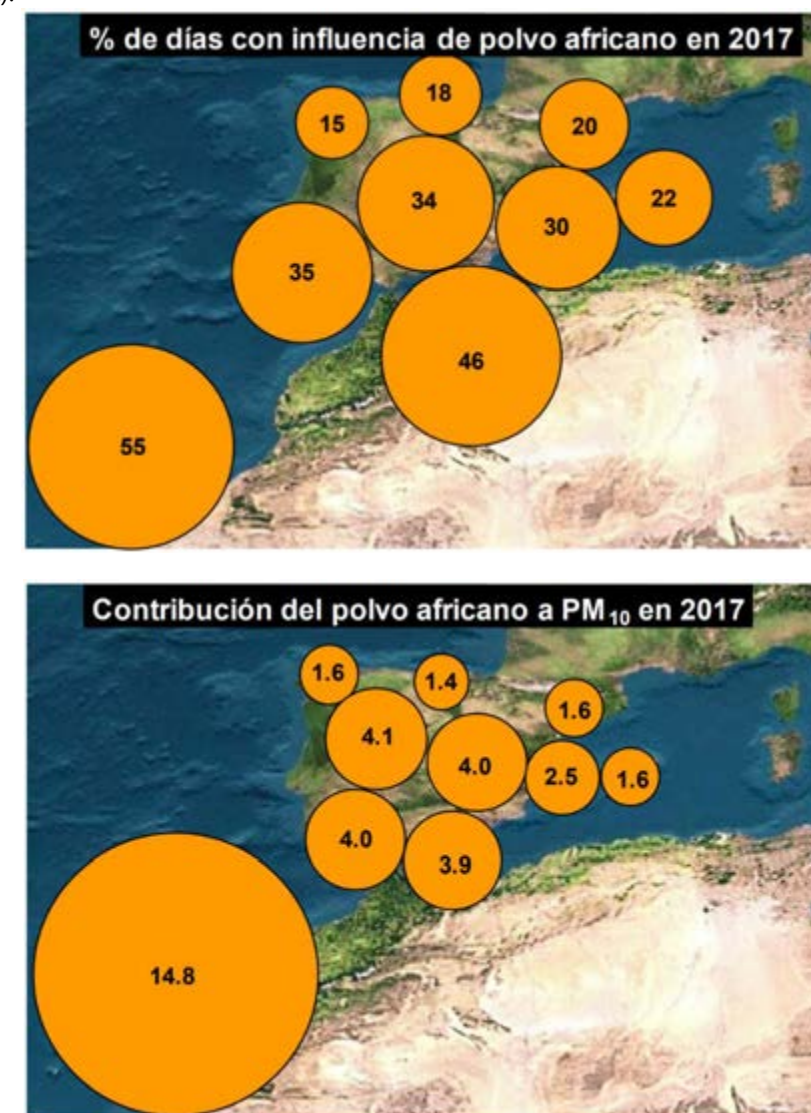
Font: Caracterització dels vehicles i les seves emissions a Barcelona i l’ÀMB a l’any 2017 (Barcelona Regional, Àrea Metropolitana de Barcelona, Ajuntament de Barcelona, RACC, 2017)

Aquesta disminució en les estacions que superen límits també pot ser deguda en part a la crisi econòmica iniciada al 2008, on es va reduir l’activitat productiva i conseqüentment les emissions contaminants.

A escala més local, l’aplicació de mesures per incentivar la mobilitat amb transport públic, vehicles de no combustió com bicicletes (implementació de més carrils bici) i desincentivar l’ús del vehicle privat mitjançant l’expansió de zones blaves i verdes en diverses zones de la ciutat han contribuït a una reducció de les emissions per part del sector viari.

Relacionat amb el conjunt de les partícules (PM₁₀ i PM_{2,5}), la intrusió de pols africana juga actualment un paper important en els nivells de concentració de partícules a Barcelona. En aquest sentit, com es pot veure al següent gràfic, el nombre de dies amb influència del pols africana (NAF) al 2017 va ser d’un 20% respecte al total de dies a l’any. És dir al voltant dels 72 dies al sector Nord-Est de la Península Ibèrica (MAPAMA, 2018). L’aportació de pols africana a les diferents estacions de fons de la zona Nord- Est (Catalunya – Aragó) es mostren a les següents taules.

Gràfic 7: Percentatge de dies de l’any 2017 amb influència de pols africana a territori espanyol (a dalt). Contribució mitjana (dies) de la pols africana a la mesura de les PM₁₀ de les estacions de fons a territori espanyol (a baix).



Font: Episodios Naturales de Partículas 2017. CSIC, CIEMAT, Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, Subdirección General de Calidad del Aire y Medio Ambiente Industrial.

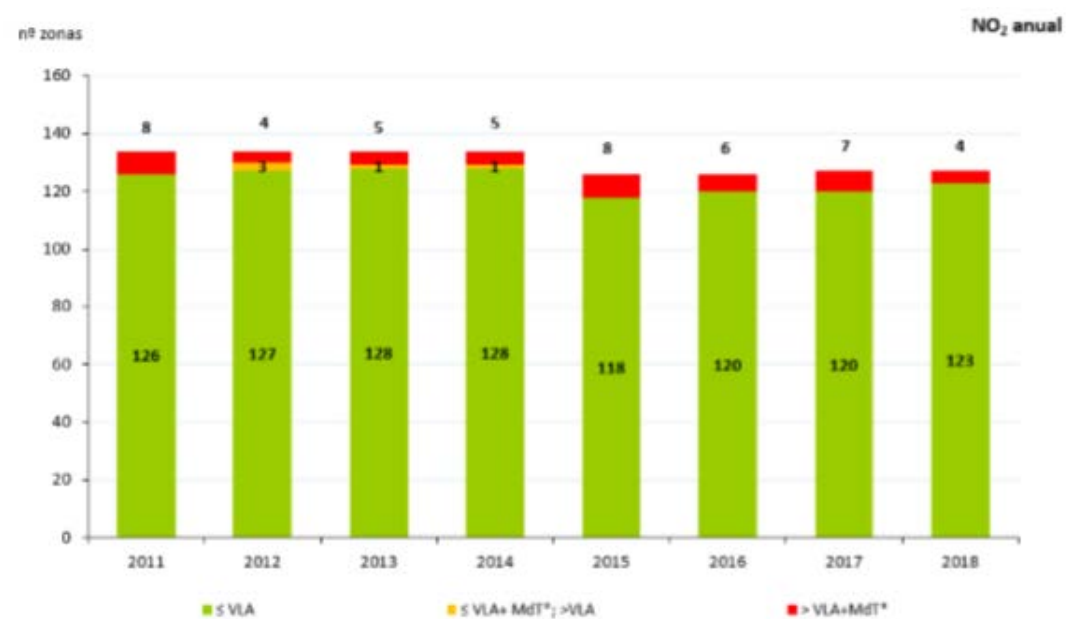
Tal i com es pot observar a les darreres imatges per l’any 2017 la contribució directa de pols incrementa la mitjana anual de PM₁₀ en 1,6 µg/m³ a la regió Nord-Est de la Península Ibèrica. A la següent taula es mostren els detalls per les estacions de la regió Nord-Est.

Tal i com es pot observar al gràfic anterior, entre els anys 2010 i 2013 hi ha una davallada de les emissions de NO_x, la qual està acompanyada del descens de la concentració mitjana de NO₂. No obstant això, des de l'any 2013 les emissions de NO_x s'estabilitzen, mentre que la concentració mitjana de NO₂ s'incrementa els anys 2015 i 2017 (MITECO, 2017).

Aquest comportament és força similar al de les estacions de Barcelona, registrant valors més alts entre els anys 2010 i 2012 i disminuint durant el període 2013-2017 (tot i que amb màxims relatius els anys 2015 i 2017).

Pel que fa al comportament del NO₂, el gràfic següent mostra el nombre de zones de monitoratge de la qualitat de l'aire a Espanya d'acord amb la situació de compliment del valor límit anual (VLA) de NO₂ pel període 2011-2018.

Gràfic 10: Situació de compliment del valor límit anual (VLA) de NO₂ per el període 2011-2018 a les diferents zones de monitorització de la qualitat de l'aire a Espanya.



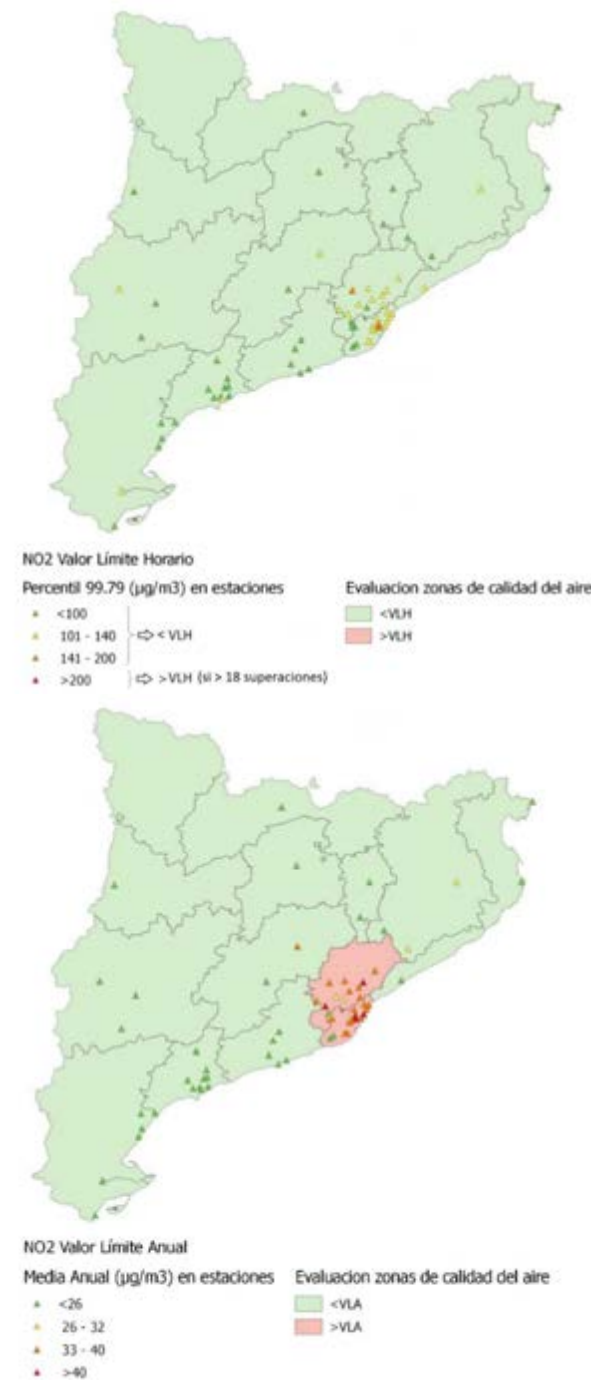
Font: Informe de evaluación de la calidad del aire en España 2018. (MITECO, 2018)

Del gràfic anterior, crida l'atenció que durant el període comprès entre els anys 2011 i 2018, els anys amb major nombre de superacions del valor límit anual (VLA) coincideixin amb els anys amb pic de concentració de NO₂ a Barcelona (veure Gràfic 1). És el cas de l'any 2011, 2015 i 2017. Cal recordar que, tot i així, la tendència a Barcelona ha estat de reducció gradual de la concentració al llarg dels últims anys.

Pel que fa al valor límit horari (VLH), aquest només es va superar a la zona de Madrid l'any 2017. (Informe de evaluación de la calidad del aire en España, 2017).

Al gràfic següent es mostra, per Catalunya, la situació de la qualitat de l'aire respecte al compliment dels límits legals per NO₂ per l'any 2017. Com es pot observar, les estacions que superen el VLH i el VLA de NO₂ (o bé es troben properes a la superació) l'any 2017, es concentren majoritàriament al voltant de l'àrea de Barcelona.

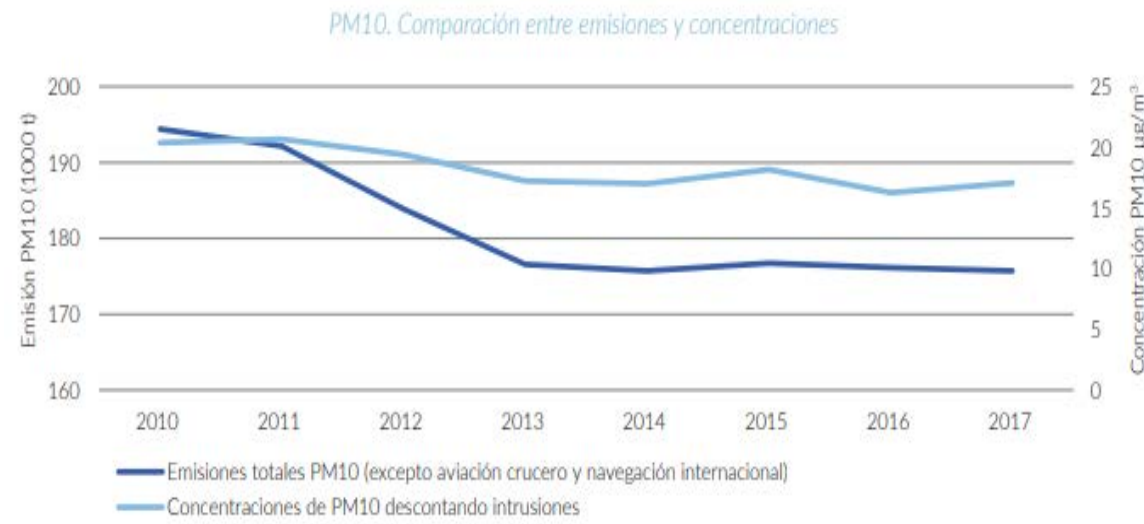
Gràfic 11: Situació de la qualitat de l'aire al 2017 a les estacions de mesura de Catalunya en relació al VLH de NO₂ (a dalt) i al VLA de NO₂ (a baix).



Font: Informe de evaluación de la calidad del aire en España 2017. (MITECO, 2017)

En relació a les PM₁₀, al gràfic següent es mostra l'evolució durant el període (2010 -2017) de les emissions totals de PM₁₀ (excepte aviació creuer i navegació internacional) i la concentració mitjana de totes les estacions d'Espanya de PM₁₀. Com es pot veure, el descens de les emissions entre el període 2010 - 2013, no va ser acompanyat de un descens en la concentració del PM₁₀ de la mateixa magnitud. Per el període 2013 - 2017, les emissions de partícules van a ser relativament constants, però desmarcades de la variació de la concentració mitjana.

Gràfic 12: Evolució de la concentració mitjana de PM₁₀ de les estacions de qualitat de l'aire i de les emissions totals de PM₁₀, relatives al període 2010 -2017 a Espanya.



Font: MITECO 2018

Respecte a la situació de complement de valor límit diari (VLD, situat en els 50 μg/m³ de mitjana diària durant més de 35 dies), les regions en color vermell ("VLD" després dels descomptes) indiquen el nombre de superacions degudes a episodis naturals (incendis i d'intrusió de pols africana). A efectes de compliment legal, aquests episodis són descomptats, però segueixen tenint efecte en la salut de les persones.

Gràfic 13: Situació de compliment del valor límit diari (VLD) de PM₁₀ per el període 2011-2018 a les diferents zones de monitorització de la qualitat de l'aire a Espanya.

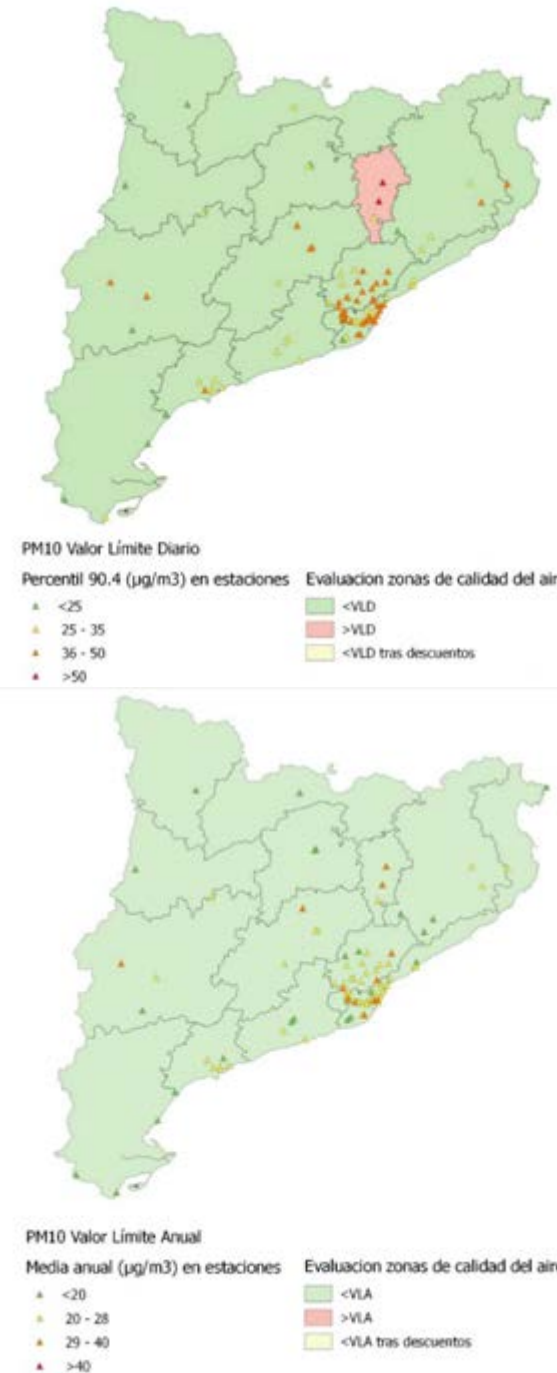


Font: Informe de evaluación de la calidad del aire en España 2018. (MITECO, 2018)

L'anterior gràfic mostra com el 2017 és un dels anys (juntament amb el 2011, 2012 i 2015) amb el nombre de superacions més alt del període 2011-2018. De fet, la majoria de superacions es deuen a intrusions de pols africana.

Pel que fa a Catalunya, les següents imatges mostren, per a l'any 2017, la informació relacionada amb les PM₁₀. S'observa com es va superar el valor límit diari (VLD) a la zona de Vic, mentre que el valor límit anual no es va superar a cap zona de monitorització.

Gràfic 14: Situació de la qualitat de l'aire al 2017 a les estacions de mesura de Catalunya en relació al VLD de PM₁₀ (a dalt) i al VLA de PM₁₀ (a baix).

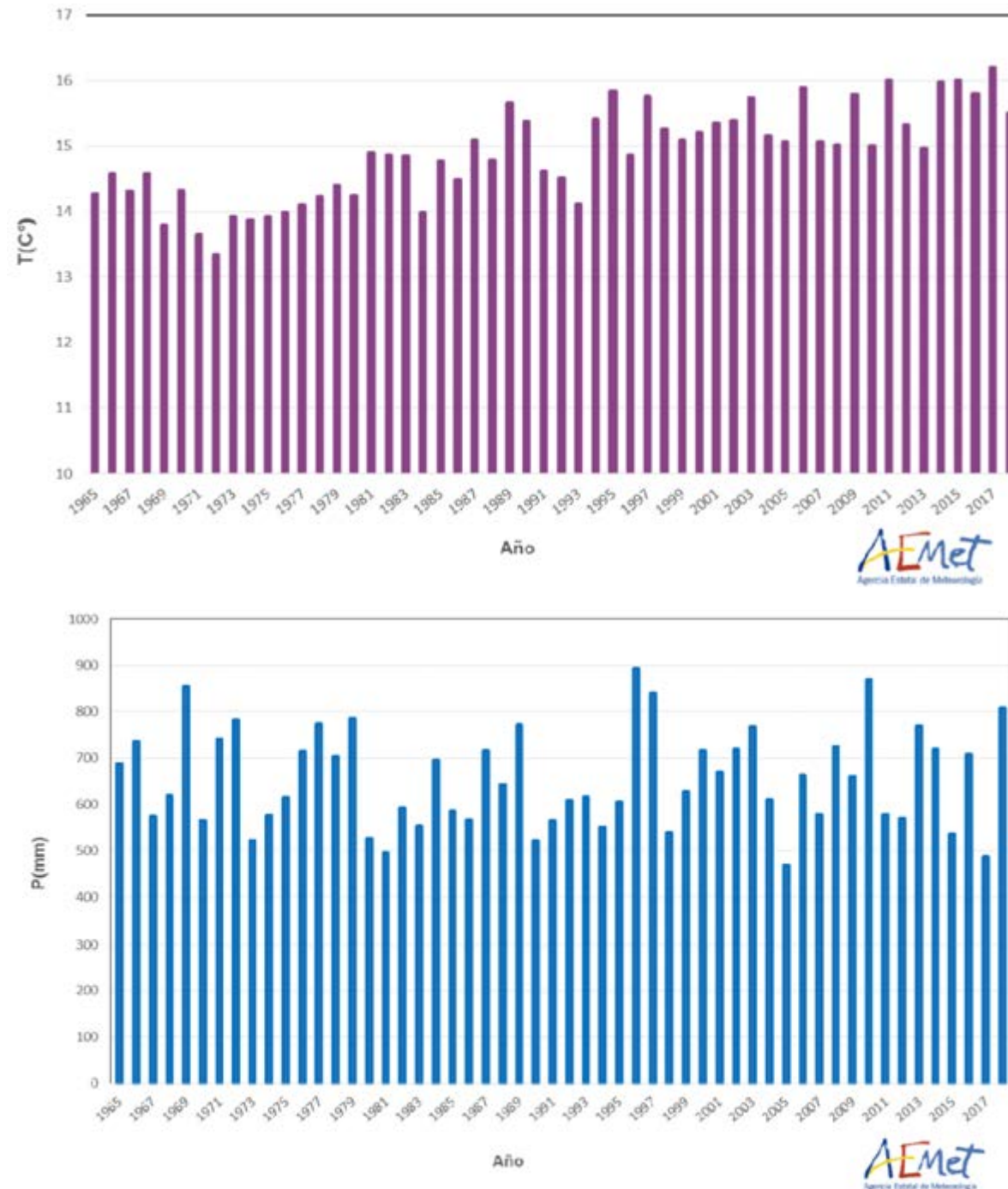


Font: Informe de evaluación de la calidad del aire en España 2017 (MITECO, 2017). NOTA: "tras descuentos" significa havent descomptat aquelles mesures que inclouen influència de pols africana.

L'empitjorament de la qualitat de l'aire a Barcelona i Espanya l'any 2017 coincideix amb un dels anys més càlids i més secs. De fet, és el segon més sec de la sèrie històrica registrada (des de 1965) per l'AEMET (segons el Resumen Climatológico Anual 2018, AEMET).

Als gràfics següents es presenta l'evolució de la temperatura i la precipitació mitjana anual a Espanya pel període 1965 -2018.

Gràfic 15: Evolució històrica de la temperatura mitjana anual a Espanya (a dalt) i precipitació anual mitjana (a baix) fins a l'any 2018.



Font: Resumen Climatológico Anual año 2018, AEMET. 2018

Segons AEMET, la baixa pluviositat del 2017 va ser causada per la presència d'una massa d'aire molt càlida i extensa que ocupava el nord d'Àfrica, àrea mediterrània i Orient Mitjà. Aquesta bloquejava l'arribada a la península de les borrasques atlàntiques pròpies de la tardor. La presència d'aquesta massa també va provocar alta pressió atmosfèrica en superfície, amb cels clars bona part de l'any també a Barcelona.

Així doncs, tal i com es va analitzar al capítol sobre qualitat de l'aire de l'estudi sobre l'impacte del Canvi Climàtic a Barcelona (Barcelona Regional, 2017), els mecanismes d'intrusió de pols africana a la ciutat es troben estretament lligats amb l'entrada de masses d'aire càlid i sec des del nord d'Àfrica. Concretament, l'any 2017 van ser molt intenses.

Per tant, sembla que l'any 2017 va estar marcat per un conjunt de situacions meteorològiques que van propiciar unes condicions desfavorables pel que fa a la dispersió dels contaminants (alta pressió atmosfèrica). Les temperatures més altes i la major insolació (més hores de sol) van afavorir la transformació química dels contaminants, sumat a les ja esmentades intenses intrusions de pols africana.

En resum, el 2017 va ser un any on els nivells de contaminació van a ser alts a Barcelona i al conjunt d'Espanya degut a unes condicions meteorològiques marcades per les altes pressions instal·lades sobre el nord d'Àfrica i el mediterrani a bona part de l'any. Pel que fa específicament a Barcelona, aquesta situació es va fer sentir de forma notòria a les estacions de l'Eixample, Gràcia -Sant Gervasi i Poblenou (corresponents a la XVPCA), on els nivells de NO₂ trencaven la tendència a la baixa observada dels darrers anys. En el cas de les partícules a Barcelona, l'any 2017 registrava valors més alts que els darrers anys, però similars als del quinquenni 2012-2016.

3. METODOLOGIA

Per tal de modelitzar els nivells de qualitat de l'aire a l'entorn de la ciutat de Barcelona ha estat necessari realitzar un inventari detallat de les fonts emissores de contaminants distribuïdes al llarg del territori metropolità, i no només d'aquelles emissions produïdes a Barcelona, ja que els contaminants poden viatjar a grans distàncies dels punts d'emissió.

Amb aquest inventari i totes les variables de contorn necessàries (règim de vents, pluviometria, elevació del terreny, configuració de les edificacions, concentració de fons, etc.) s'ha realitzat el càlcul dels nivells de concentració de NO₂, PM₁₀ i PM_{2,5} per a cada hora de l'any 2017.

Per l'inventari d'emissions s'ha utilitzat, d'una banda, una metodologia **"top-down"** per les emissions difuses (sectors domèstic, industrial difús, comercial i serveis), basada en el consum de combustibles i distribuïdes espacialment segons el cadastre municipal.

Per altra banda, s'ha utilitzat una metodologia **"bottom-up"** per els sectors de trànsit vehicular, port, aeroport i gran indústria, basada en dades detallades d'aquestes activitats. En tots dos casos s'ha utilitzat els factors d'emissió recopilats a les metodologies de EMEP/EEA2016 (EEA, 2016).

El model de dispersió utilitzat és l'ADMS-Urban del del CERC (Cambridge Environmental Research Consultants). un model de tipus gaussià dissenyat per a entorns urbans. S'utilitza en investigació i en la gestió de territori, ciutats o entorns metropolitans arreu del món. El model calcula la concentració dels contaminants procedents de qualsevol font d'emissió, incloent les emissions del trànsit, industrials, del sector domèstic, comercial, aeroports, vaixells... També permet calcular concentracions horàries, mitjanes diàries, anuals o nombre de superacions dels contaminants.

Per l'elaboració de l'inventari d'emissions s'ha utilitzat el software ArcGIS (ESRI), conjuntament amb EMIT (Atmospheric Emissions Inventory Toolkit) també del CERC

A la següent imatge es mostra un exemple de les diferents capes d'emissions implementades al model de dispersió mitjançant eines SIG, així com el posterior resultat en forma de mapa d'immissions. Cada capa conté informació de les emissions d'un sector d'emissió determinat.

DESCRIPCIÓ DEL MODEL DE DISPERSIÓ UTILITZAT

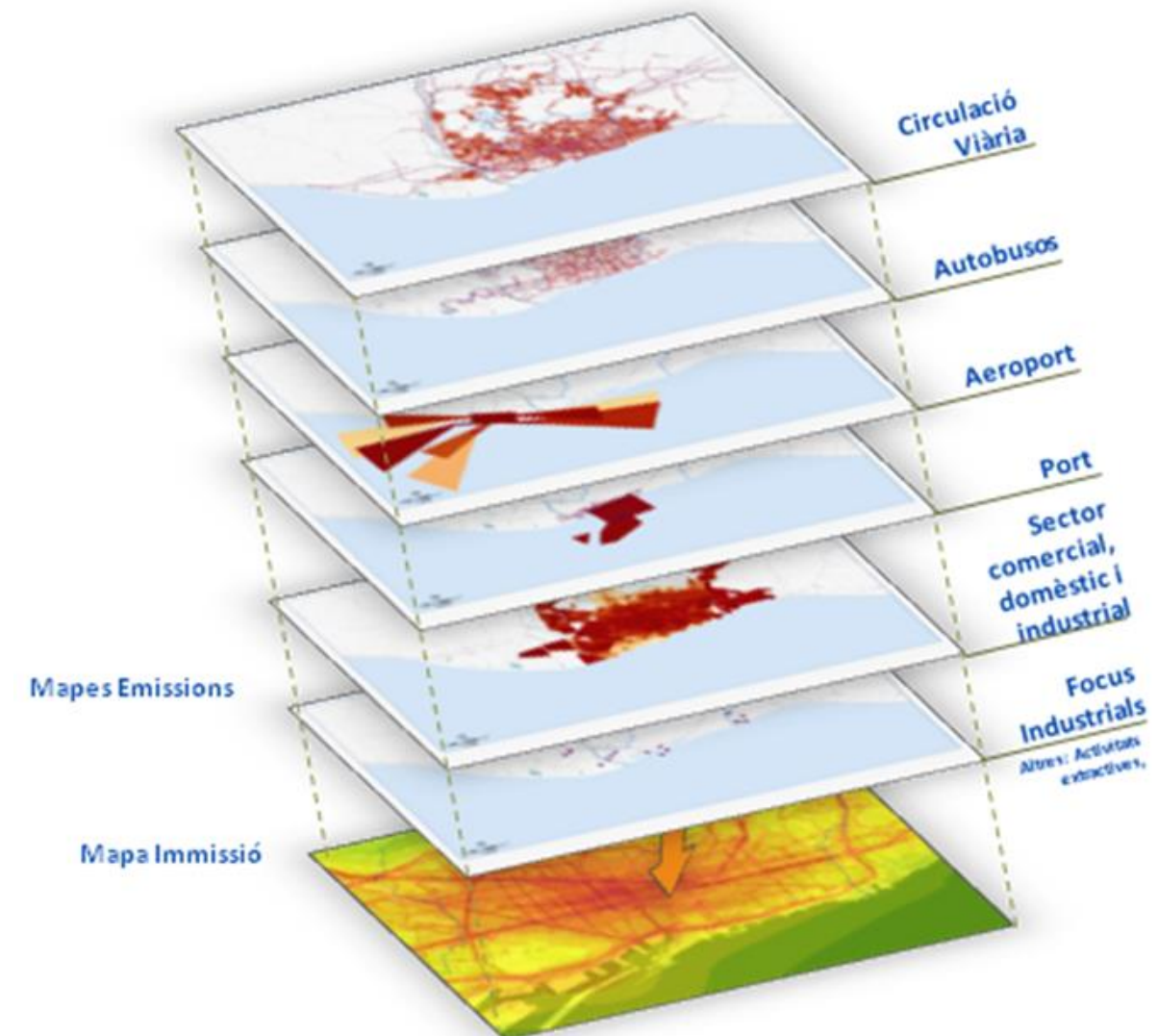
El model de dispersió de contaminants utilitzat és, com ja s'ha dit, l'ADMS-Urban, desenvolupat pel CERC (2018) i és un dels models de major prestigi a nivell mundial pel que fa a la modelització de la qualitat de l'aire a escala urbana.

Aquest model utilitza diversos algoritmes per avaluar la transformació química i la dispersió dels contaminants. Considera, a més, els efectes de les turbulències degut al terreny i els efectes dels edificis presents als carrers.

Les principals característiques del model utilitzat són:

- És un model específic per l'anàlisi de la immissió de contaminants en entorns urbans i metropolitans amb resolució a nivell de carrer.
- Basat en un model Gaussià (expressions Gaussianes) avançat de dispersió de contaminants.

Imatge 1: Esquema de les capes d'emissions introduïdes a l'ADMS-Urban mitjançant ArcGIS



Font: Barcelona Regional.

- Incorpora un model de processament meteorològic horari dels fluxos i turbulències derivades del terreny en tot l'àmbit d'estudi. El mòdul utilitzat és el FLOWSTAR, que incorpora un model Danish OSPM específic per avaluar l'efecte "Street Canyon" o canyó urbà. Aquest fenomen es dona als entramats viaris envoltats d'edificis. L'aire contaminat es queda atrapat entre edificacions a causa de l'orografia urbana (edificacions), la recirculació de l'aire i turbulències creades pel pas dels vehicles.
- Considera les reaccions químiques entre les diverses espècies presents a l'atmosfera i les emeses pels diversos focus. També té en compte les reaccions fotoquímiques derivades de la radiació solar incident, segons el mecanisme GRS (Generic Reaction Set, Venkatram et al, 1994). Per la química dels sulfats s'utilitza el mecanisme del model de EMEP de Tsyron (2001).

A més, en base a aquella campanya de caracterització del parc circulant, es va classificar aquest parc a Barcelona en 6 àmbits territorials. Addicionalment, el càlcul de les emissions es realitza per a cadascuns dels àmbits considerant la velocitat i el pendent de cadascuns dels trams de carretera.

D'altra banda, amb la incorporació d'una nova funcionalitat en la versió 4.0 del model *ADMS Urban*, s'ha incorporat els túnels en la modelització del sector viari de Barcelona.

CÀLCULS PER AL PORT DE BARCELONA

S'ha incorporat l'inventari d'emissions de l'activitat portuària de 2017 i de l'estudi "Model d'emissions i immissions del port de Barcelona a l'any 2017 i escenaris de futur" (Barcelona Regional, 2020), que presenta millores metodològiques significatives en el càlcul i en la desagregació espacial de les emissions del Port de Barcelona per l'any 2017.

CALIBRATGE I AVALUACIÓ DEL MODEL

Per al calibratge del model s'ha desenvolupat una metodologia de geoprocess del Mean Bias amb l'addició de time-series clustering pels NO_x, NO₂ i les partícules per l'ajustament del model. També s'ha implementat el càlcul de nous indicadors estadístics per millorar l'avaluació del model.

ALTRES NOVETATS

S'ha implementat el càlcul de les emissions per grans obres, específicament per les obres de la zona de plaça de les Glòries i la Sagrera, degut a la seva magnitud. També s'han inclòs les emissions dels parcs sorrosos que tenen un pes destacable a nivell local en les emissions de partícules.

INPUTS ESTRUCTURALS

DADES METEOROLÒGIQUES

Un dels aspectes clau per a caracteritzar l'àmbit d'estudi i per a la modelització de la dispersió dels contaminants és obtenir una sèrie de dades meteorològiques característiques de l'àmbit d'estudi.

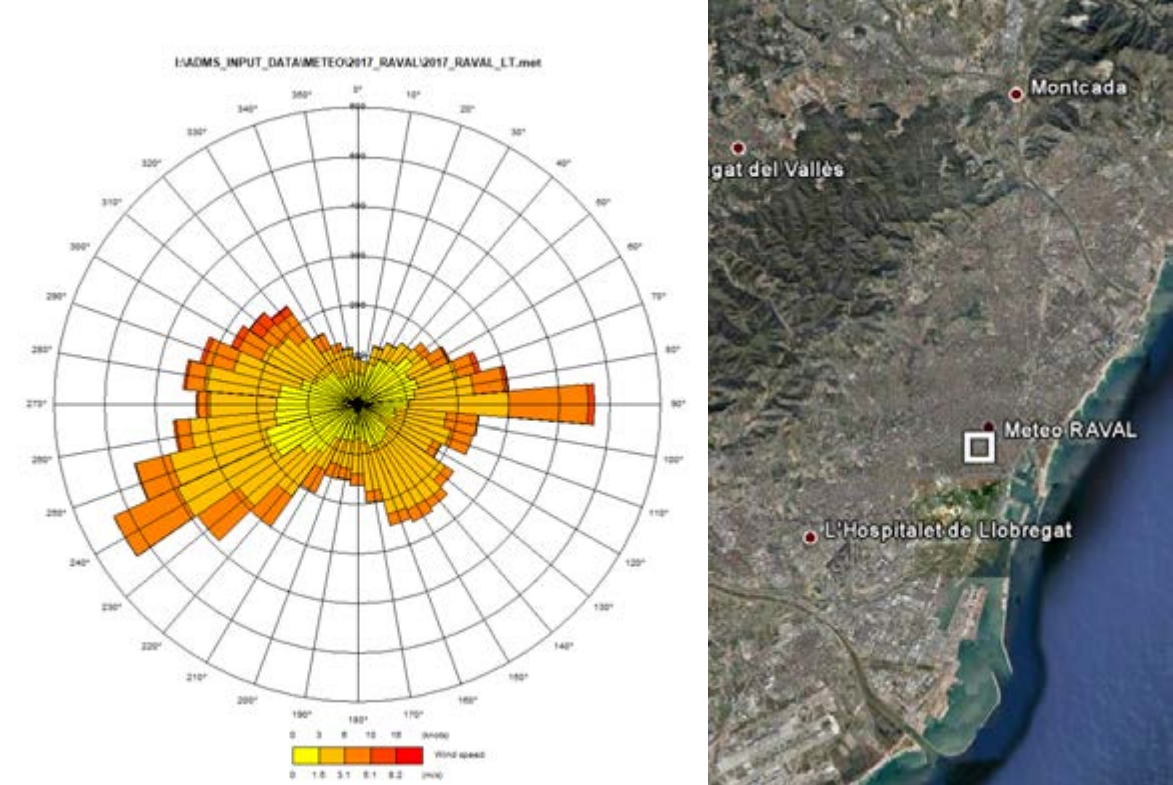
En aquest sentit, s'ha utilitzat la informació de l'estació del Servei Meteorològic de Catalunya del Raval, situada al centre de la ciutat de Barcelona i que presenta una alta representativitat de les característiques climàtiques de Barcelona i el seu entorn. S'utilitzen les dades hora a hora de l'any 2017. A la taula i imatge següents es resumeixen les principals dades mitjanes de l'estació del Raval a l'any 2017, així com la rosa de vents d'aquesta estació meteorològica.

Taula 3: Principals dades anuals de l'estació meteorològica del Raval (any 2017).

Estació	Precipitació (mm)	Humitat Relativa	Radiació solar incident (MJ/m ²)	Velocitat del vent (m/s)	Temperatura (°C)
El Raval	442,1	63	16,5	2	18,2

Font: SMC (2017).

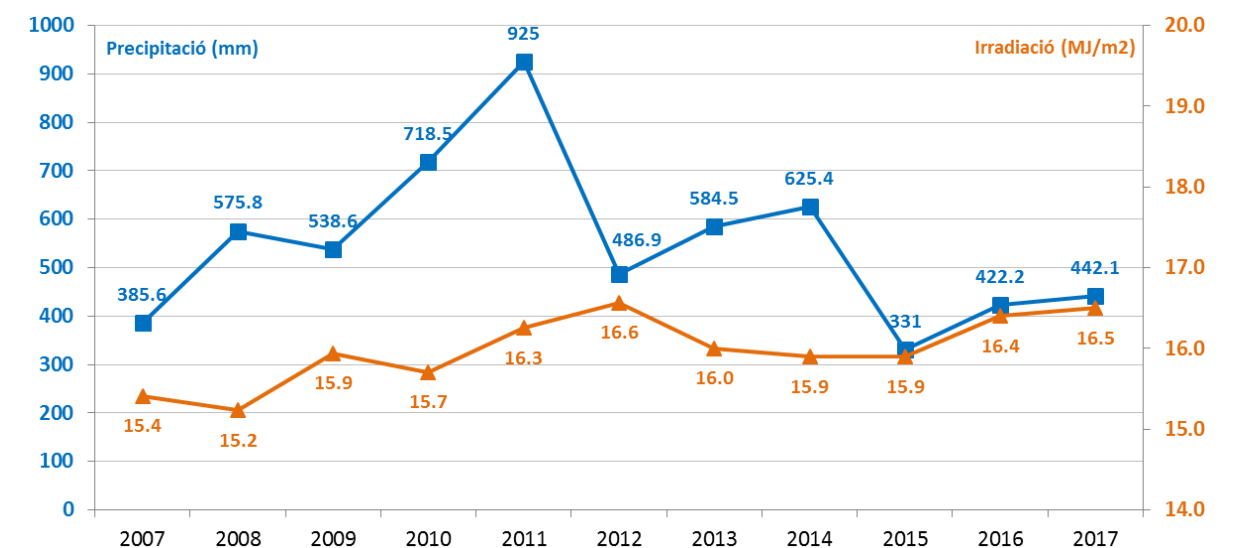
Imatge 2: Rosa dels vents i ubicació de l'estació meteorològica del Raval a Barcelona - 2017



Font: Barcelona Regional amb dades de Meteocat (2017).

El gràfic següent mostra l'evolució anual de la precipitació mitjana (mm) i la irradiació solar mitjana (MJ/m²) a l'estació del Raval (any 2007-2017).

Gràfic 17: Evolució anual de la precipitació i de la irradiació solar global diària de l'estació meteorològica del Raval (2007-2017)

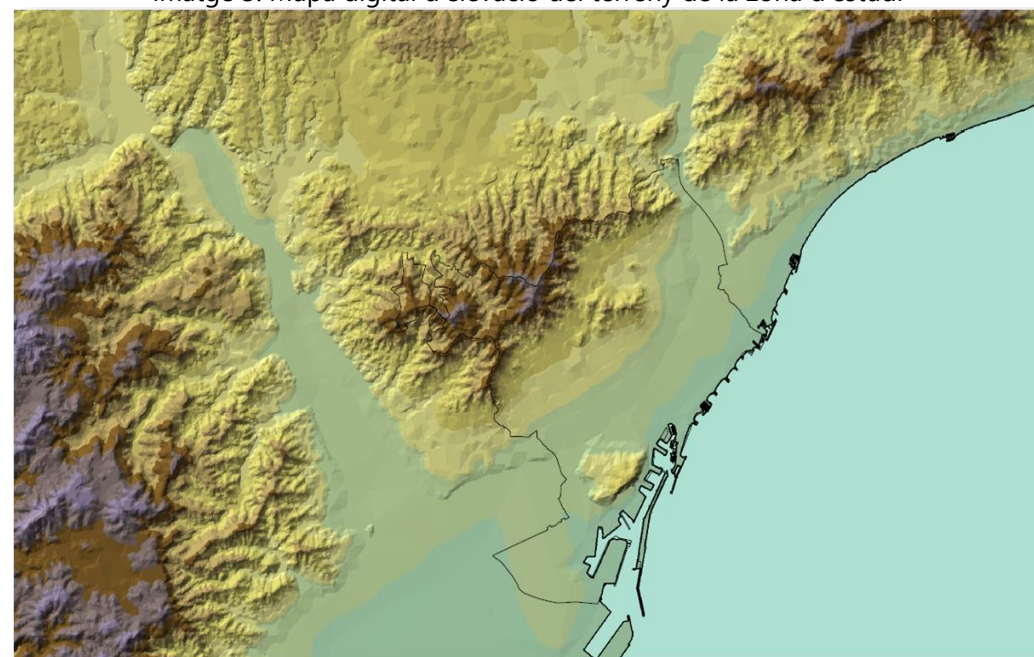


Font: Barcelona Regional amb dades de Meteocat.

MAPA DIGITAL D'ELEVACIÓ DEL TERRENY

S'ha utilitzat la base topogràfica de l'Institut Català de Cartografia (ICC, 2017), d'on s'han extret les corbes de nivell. A més, s'han utilitzat les cotes altimètriques per conformar el conjunt de punts orogràficament més representatius, permetent un recobriment espacial el més uniforme possible.

Imatge 3: Mapa digital d'elevació del terreny de la zona d'estudi



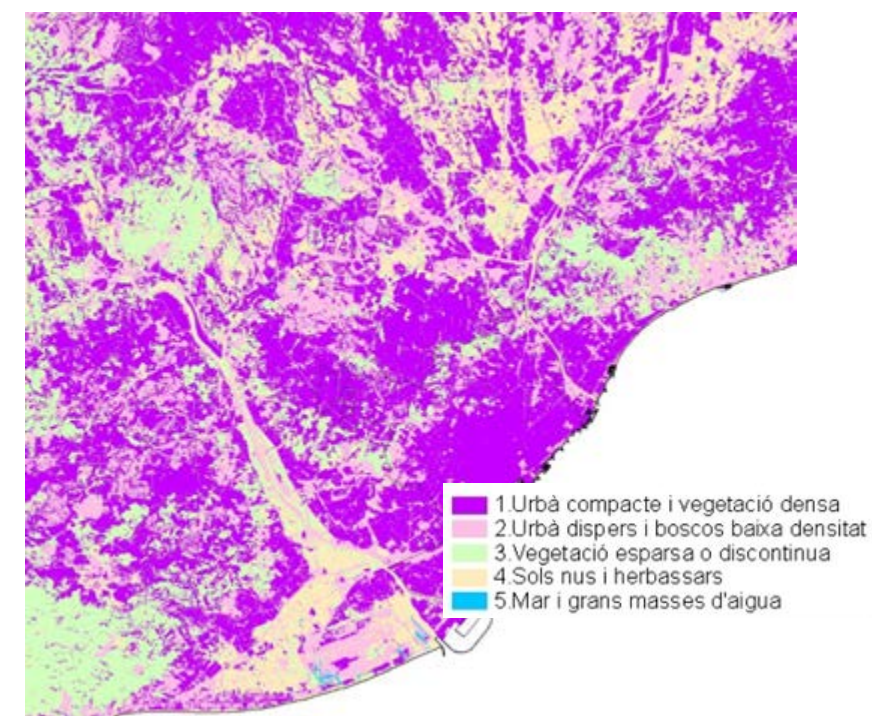
Font: Barcelona Regional amb dades del ICC, 2017

La rugositat del terreny és important per a una correcta modelització, ja que les zones urbanes, agrícoles o boscoses presenten diferents paràmetres de rugositat. L'orografia i rugositat del terreny són utilitzades pel model en l'anàlisi hora a hora, per al càlcul dels perfils dels fluxos de l'aire i les turbulències creades en tot l'àmbit, derivades de les característiques morfològiques del terreny.

Per a la determinació del factor de rugositat del terreny habitat s'ha partit del Mapa de Cobertes del Sòl de Catalunya (DTS, 2013) on s'ha determinat la rugositat de cada zona segons l'ús de cada terreny.

El mapa amb les cobertes del sòl de l'àrea d'estudi de l'Àrea Metropolitana de Barcelona es mostra a la següent imatge.

Imatge 4: Mapa de cobertes del sòl de Catalunya (Zona d'estudi)



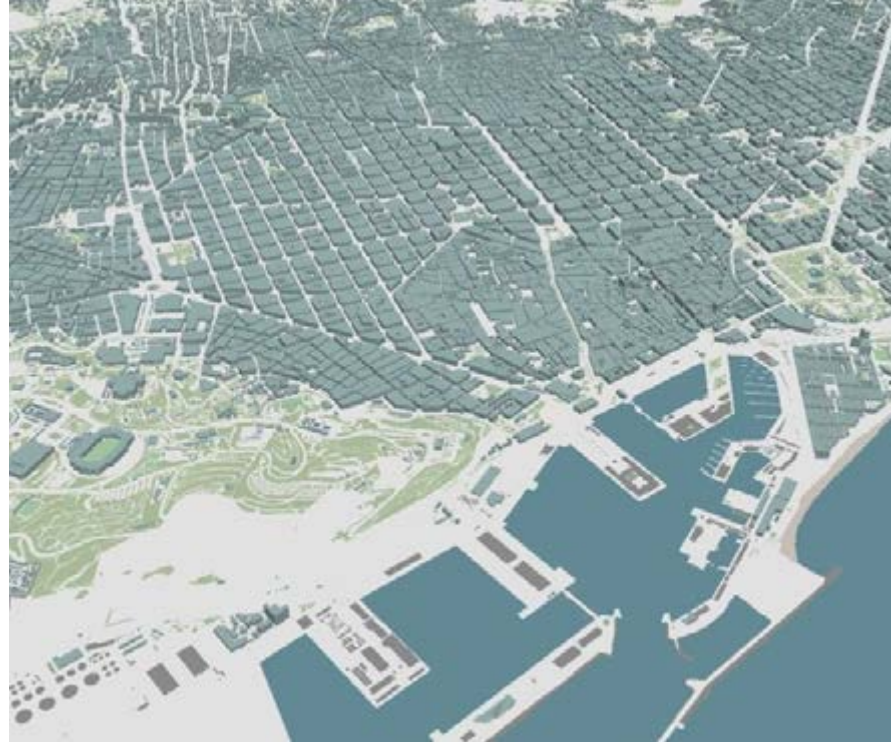
Font: Barcelona Regional amb dades del Departament de Territori i Sostenibilitat (2013)

STREET CANYON

Un efecte molt important i rellevant en la dispersió de contaminants a les zones urbanes és la configuració dels carrers de la ciutat, ja que es creen fluxos turbulents al voltant dels edificis. Amb l'objectiu de comptar amb aquest efecte, s'utilitza el model danès OSPM (*Operational Street Pollution Model* del *Danish National Environmental Research Institute-NERI*) que té en compte tant les turbulències pròpies de les emissions del trànsit com les creades per l'entorn urbà proper (les geometries de les edificacions properes a les fonts d'emissió).

En aquest sentit, s'ha creat un model tridimensional de les edificacions per determinar les altures dels edificis, que juntament amb l'amplada dels carrers (ICGC, 2009) expliquen l'efecte **street canyon** (canyó urbà). Aquest model 3D es mostra a la següent imatge.

Imatge 5: Model tridimensional de Barcelona



Font: Barcelona Regional a partir de dades del ICGC (2009)

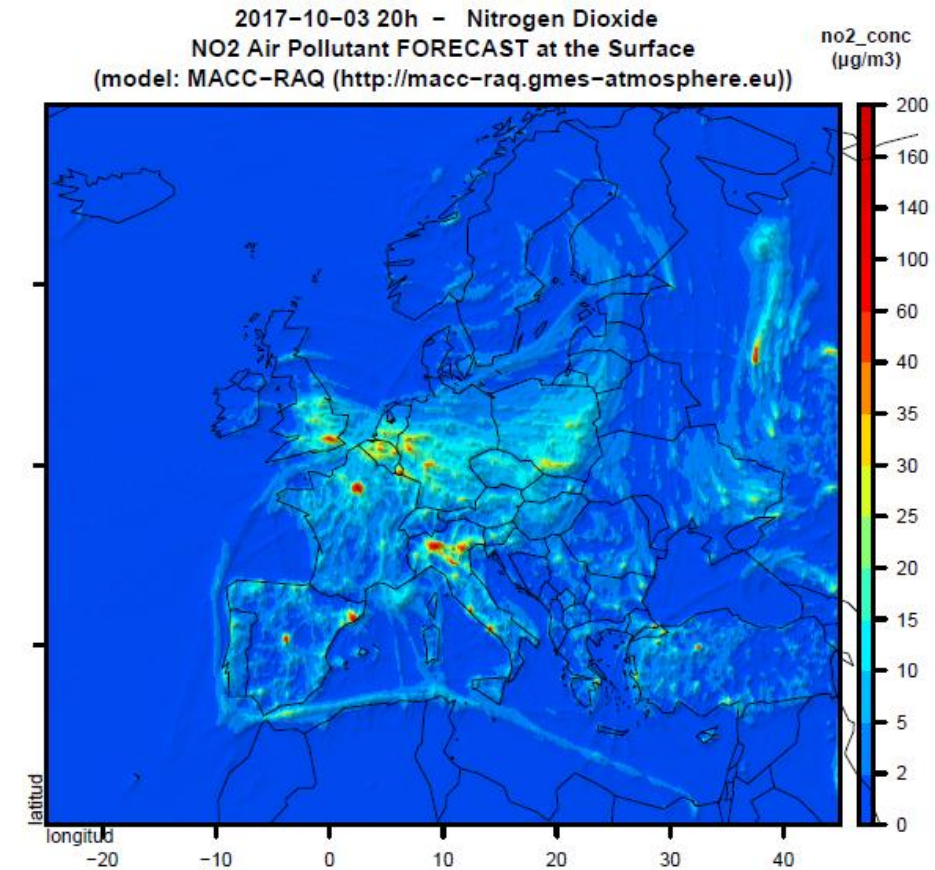
CONTAMINACIÓ DE FONTS

Un altre input del model és l'aportació de contaminació des dels contorns del domini de simulació, també coneguda com a contaminació de fons. Aquesta representa la contaminació que es troba al voltant de l'àrea de Barcelona i fora dels dominis de l'inventari d'emissions.

La contaminació de fons pot tenir diferents orígens com l'acumulació regional dels contaminants o el transport d'emissions de fons al voltant del domini de treball. També pot provenir d'altres latituds com grans indústries o ciutats, el transport de pols sahariana (veure capítol d'Introducció), cendres d'incendis forestals o erupcions volcàniques, entre d'altres.

Per incorporar aquesta informació al model, s'utilitzen les dades modelitzades provinents del principal projecte europeu en qualitat de l'aire: Copernicus Atmosphere Monitoring Service Information (CAMS Information, 2017).

Les dades utilitzades corresponen a les dades del "CAMS analyses ensemble model" disponibles per el període 2014-2017. A partir d'aquestes dades de reanàlisi s'han extret les dades de contaminació de fons, d'acord amb el sobrevent, prenent com referència l'estació de l'Observatori Fabra.

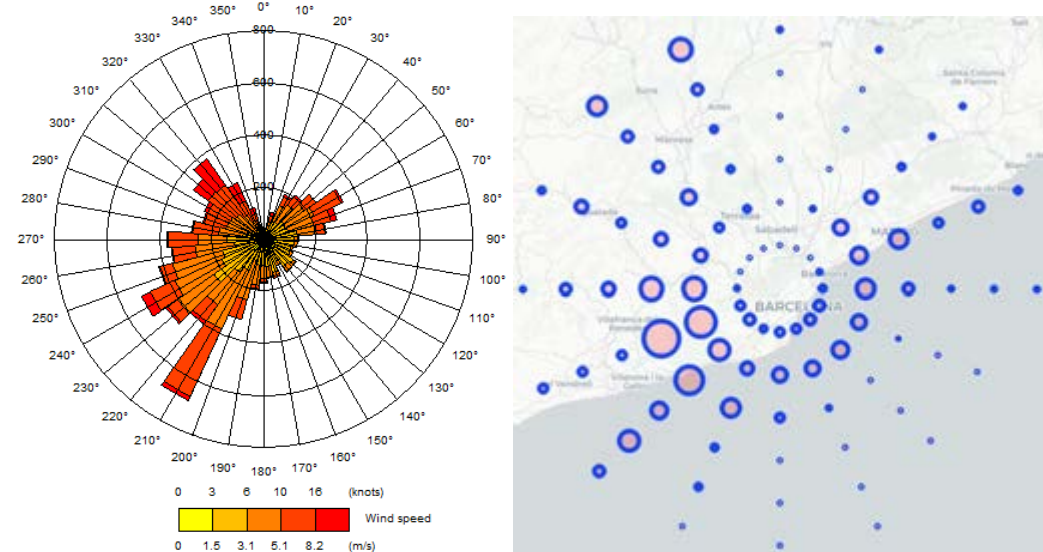
Imatge 6: Exemple del mapa de pronòstic de NO₂ per el dia 3 d'octubre del 2017 a les 20 hores

Font: Barcelona Regional a partir de CAMS Information, 2017

En aquest sentit, s'han extret les dades de concentració de fons a partir de les dades horàries de direcció i velocitat del vent de les estacions meteorològiques considerades.

A la següent imatge (esquerra) s'observa la rosa dels vents referent a l'estació de l'Observatori Fabra. Com major és el radi del sector circular, major freqüència d'ús d'aquest punt, és a dir, es donen unes propietats del vent determinades amb més freqüència. Per tant, a velocitats de vent més baixes, el transport és més local i a velocitats més altes, més llunyà. L'equivalent en concentració es troba a la següent imatge (dreta), on es mostra el gràfic amb les concentracions (dimensió dels punts) de fons en funció de la direcció del vent i la distància a partir de l'Observatori Fabra. Amb esta eina es va elaborar un fitxer amb les dades horàries de concentració d'O₃, NO, NO₂, PM₁₀, PM_{2,5}, i NMCOVS per l'any 2017. Aquest fitxer s'utilitza com a concentració de fons.

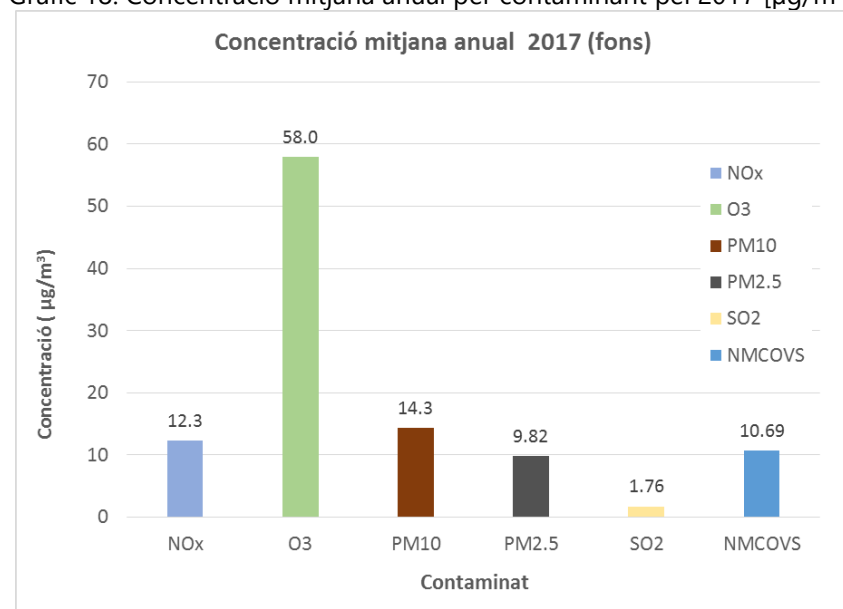
Imatge 7: Representació del procés d'extracció de les dades del model de reanàlisi d'acord amb la direcció de vent a sobrevent de l'estació de l'Observatori Fabra 2016



Font: Barcelona Regional.

A partir d'aquestes dades es disposa de la informació horària sobre l'aportació regional de la contaminació, que inclou els efectes fotoquímics de l'atmosfera i el transport des d'altres regions, com el transport de pols africana. A la imatge següent es mostra la contribució mitjana anual per l'any 2017.

Gràfic 18: Concentració mitjana anual per contaminant pel 2017 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$].



Font: Barcelona Regional amb dades de CAMS Information 2017

(*) Per al cas del SO_2 , s'ha utilitzat les dades de l'estació de Vall d'Hebron.
 (**) NO_2 representat al gràfic com a NO_x

CAPEES D'EMISSIONS

EMISSIONS TRÀNSIT RODAT

S'introdueixen al model les emissions del trànsit rodat per a cada tram de carrer, utilitzant les dades de l'aranya de trànsit de Barcelona, així com el perfil horari, diari i mensual d'aquestes emissions a partir dels aforaments de trànsit de l'Ajuntament de Barcelona de 2017.

Mitjançant la caracterització del parc mòbil circulant efectuat a la ciutat de Barcelona (Barcelona Regional, 2017), es coneix la radiografia dels vehicles que circulen per la ciutat, tant des del punt de vista de les característiques tècniques dels diferents vehicles com de les emissions reals en condicions de circulació. Aquests resultats han estat de gran utilitat per determinar l'antiguitat i la tipologia de vehicles que produeixen les emissions al territori.

També s'introdueixen al model les emissions del trànsit a les vies principals inter-municipals (que són les vies ràpides i carreteres, així com les vies urbanes dels municipis de l'entorn més proper a la ciutat).

SECTOR DOMÈSTIC I SERVEIS-TERCIARI

Amb base a les dades del consum de combustibles en el sector domèstic i terciari de l'ICAEN (2017) i CNMC (2017) s'ha fet la distribució territorial del consum segons el tipus de combustible i les tipologies de construcció definides per a la ciutat de Barcelona i per la resta de municipis d'estudi, segons les dades del cadastre 2017 (DGC, 2017).

S'han estimat les emissions directes de NO_x , PM_{10} , i $\text{PM}_{2.5}$ a partir de les dades de consum de gas natural, GLP i gasoil C, utilitzant els factors d'emissió establerts a la metodologia EMEP/EEA 2016.

A més, s'ha aplicat a la modelització perfils horaris, diaris i mensuals d'emissions, derivats del consum mensual segons CORES (2017).

SECTOR INDUSTRIAL I GENERACIÓ D'ENERGIA

S'utilitza la base de dades del Departament de Territori i Sostenibilitat de la Generalitat de Catalunya de l'any 2013 (no s'han pogut obtenir dades més actualitzades) amb les emissions massiques del 2013 per els principals focus emissors de NO_x i PM_{10} del territori. Aquesta base de dades inclou les centrals de generació d'energia.

Per estimar les emissions derivades de la resta del sector industrial (emissions difuses), s'utilitzen els consums de gas natural (ICAEN, 2017) i es reparteixen territorialment segons la distribució de les indústries en el territori segons les dades del cadastre 2017 (ICGC, 2017).

PORT DE BARCELONA

S'inclouen les emissions de l'estudi "Model d'emissions i immissions del port de Barcelona a l'any 2017 i escenaris de futur" (Barcelona Regional, 2019) que té en compte les emissions derivades de l'activitat portuària a partir de les dades facilitades pel Port de Barcelona. S'han estimat les emissions dels bucs en les maniobres d'aproximació, en la seva estada en els diversos molls i en l'estada en les zones de fondeig. S'han estimat també les emissions de la maquinària auxiliar i els vaixells auxiliars com remolcadors, gavarres, amarradors i pràctics.

Per a la modelització s'han utilitzat perfils d'activitat segons els registres d'entrada i sortida dels bucs facilitats pel Port de Barcelona.

Així mateix, s'han estimat les emissions derivades del transport terrestre en l'àmbit portuari. Es parteix del volum de vehicles que circulen i l'anàlisi de les matricules registrades en l'entrada i sortida del Port.

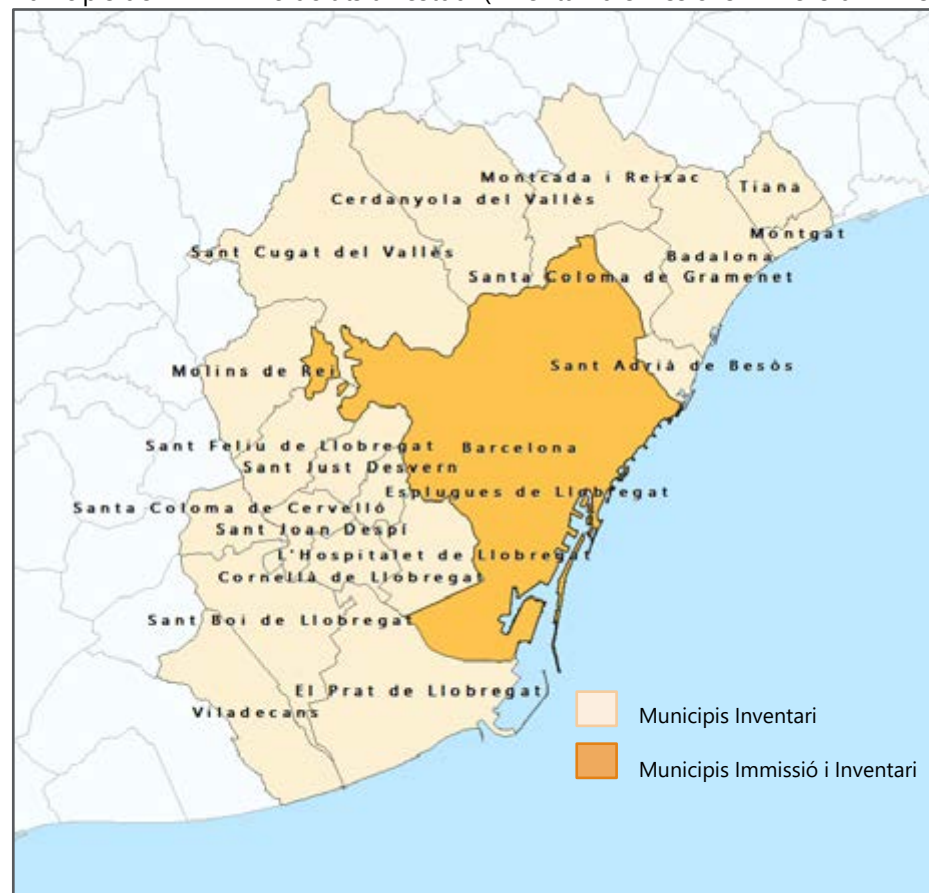
AEROPORT DE BARCELONA-EL PRAT

Les emissions de l'Aeroport de Barcelona-El Prat (anomenat Josep Tarradellas Barcelona-El Prat des de finals de l'any 2018) s'han calculat a partir del model de Barcelona 2013 (Barcelona Regional, 2015), considerant la variació de les emissions segons l'increment de la activitat al període 2013 – 2017.

ABAST TERRITORIAL DE LA MODELITZACIÓ

El model de dispersió s'ha implementat pel municipi de Barcelona. Tot i així, com la contaminació no té fronteres, ha sigut necessària la introducció de les dades d'emissió més enllà dels límits administratives de Barcelona. Concretament, s'han tingut en compte les emissions de 19 municipis més. Per tant, s'ha treballat amb un inventari d'un total de 20 municipis. La poblacions de l'àmbit de l'inventari d'emissions abraçava en conjunt **2.924.300 habitants l'any 2017**, representant així un 39% de la població de Catalunya. A la següent imatge es mostra Barcelona (municipi objecte del model d'immissió) el conjunt dels municipis exteriors incorporats al inventari (municipis de contorn on s'ha calculat l'inventari d'emissions i que conformen el domini del model de dispersió).

Imatge 8. Municipis de l'AMB involucrats a l'estudi (inventari d'emissions i nivells d'immissió).



Font: Barcelona Regional

La següent taula mostra les principals dades dels municipis inclosos a l'inventari d'emissions

Taula 4: Dades de població i superfície dels municipis de l'àmbit de l'inventari d'emissions

Codi Municipi	Municipi	Comarca	Sup. (km ²)	Població (hab)
080155	Badalona	Barcelonès	21,2	215.848
080193	Barcelona	Barcelonès	101,4	1.620.809
082665	Cerdanyola del Vallès	Vallès Occidental	30,6	57.723
080734	Cornellà de Llobregat	Baix Llobregat	7,00	86.610
081691	Prat de Llobregat, el	Baix Llobregat	31,4	63.897
080771	Esplugues de Llobregat	Baix Llobregat	4,60	45.890
081017	Hospitalet de Llobregat, l'	Barcelonès	12,40	257.349
081234	Molins de Rei	Baix Llobregat	15,9	25.492
081252	Montcada i Reixac	Vallès Occidental	23,5	35.063
081265	Montgat	Maresme	2,90	11.748
081944	Sant Adrià de Besòs	Barcelonès	3,80	36.624
082009	Sant Boi de Llobregat	Baix Llobregat	21,5	82.142
082055	Sant Cugat del Vallès	Vallès Occidental	48,2	89.516
082114	Sant Feliu de Llobregat	Baix Llobregat	11,8	44.198
082172	Sant Joan Despí	Baix Llobregat	6,20	33.873
082212	Sant Just Desvern	Baix Llobregat	7,80	17.201
082444	Santa Coloma de Cervelló	Baix Llobregat	7,50	8.082
082457	Santa Coloma de Gramenet	Barcelonès	7,00	117.597
082824	Tiana	Maresme	8,00	8.645
083015	Viladecans	Baix Llobregat	20,4	65.993
Total			393,1	2.924.300

Font: IDESCAT, 2017

El següent capítol descriu la metodologia utilitzada i els principals resultats del càlcul de les emissions dels sectors de trànsit viari, domèstic, industrial difús i comercial i serveis. Es diferencia la gran indústria de la petita indústria. Aquest estudi fa referència al sector de la gran indústria com a font industrial puntual per tal de diferenciar-lo del de la petita indústria (sector industrial difús). També es mostren les emissions del Port i l'Aeroport de Barcelona-El Prat.

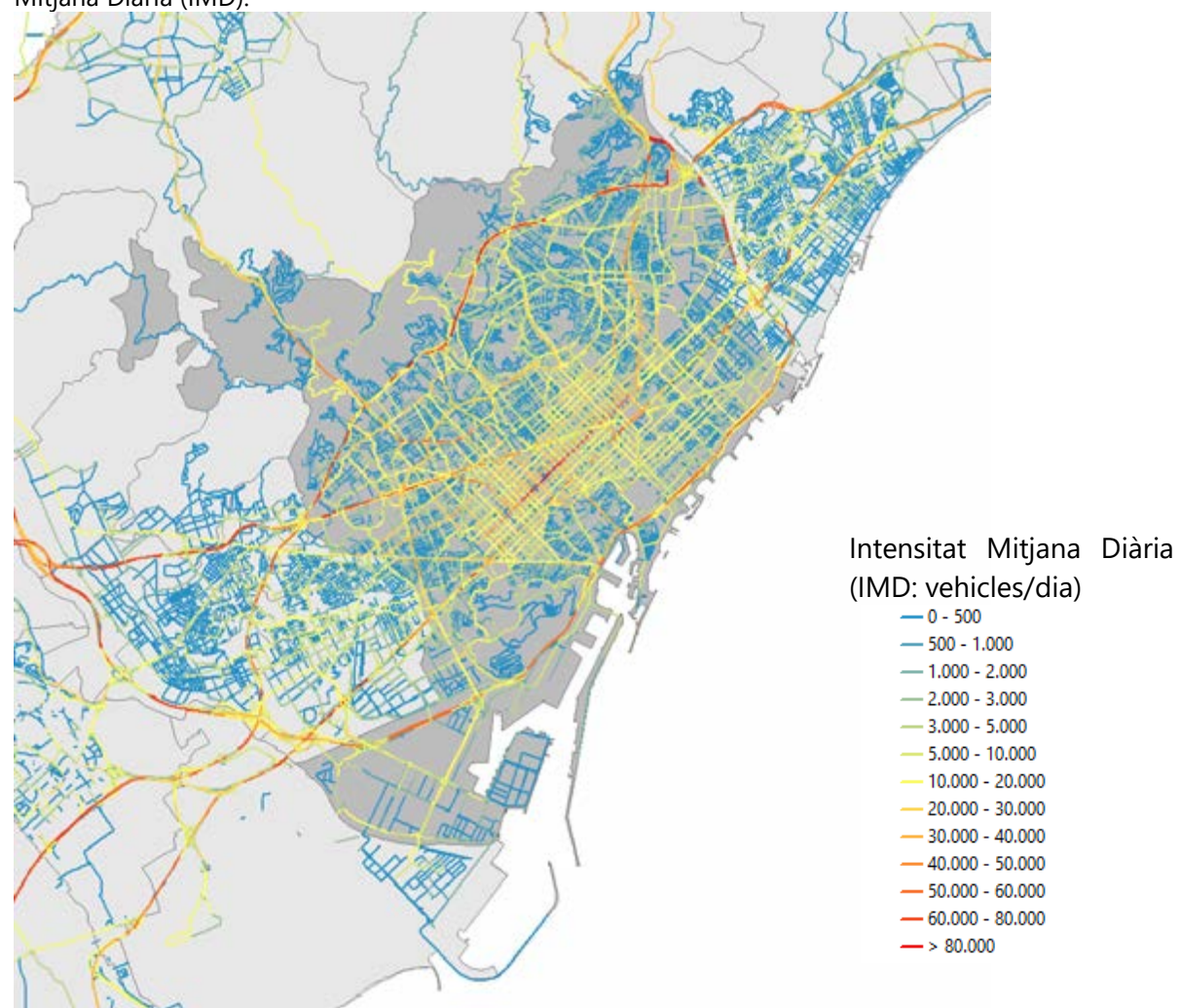
4. INVENTARI D'EMISSIONS DE BARCELONA - 2017

EMISSIONS DEL TRÀNSIT VEHICULAR

TRACTAMENT DE LES DADES DEL SECTOR VIARI

En el càlcul de les emissions del sector del trànsit viari, es parteix de les dades presents al graf viari de Barcelona de l'any 2017 (Ajuntament de Barcelona, 2017). Dades com la IMD¹, pendent de la via, sentit de circulació, velocitat de circulació, composició del parc circulant per a cada tram de via, entre d'altres. A la següent imatge es mostren els valors d'IMD de les vies de Barcelona.

Imatge 9: Mapa de la xarxa viària principal de Barcelona (2017) amb la representació de la Intensitat Mitjana Diària (IMD).

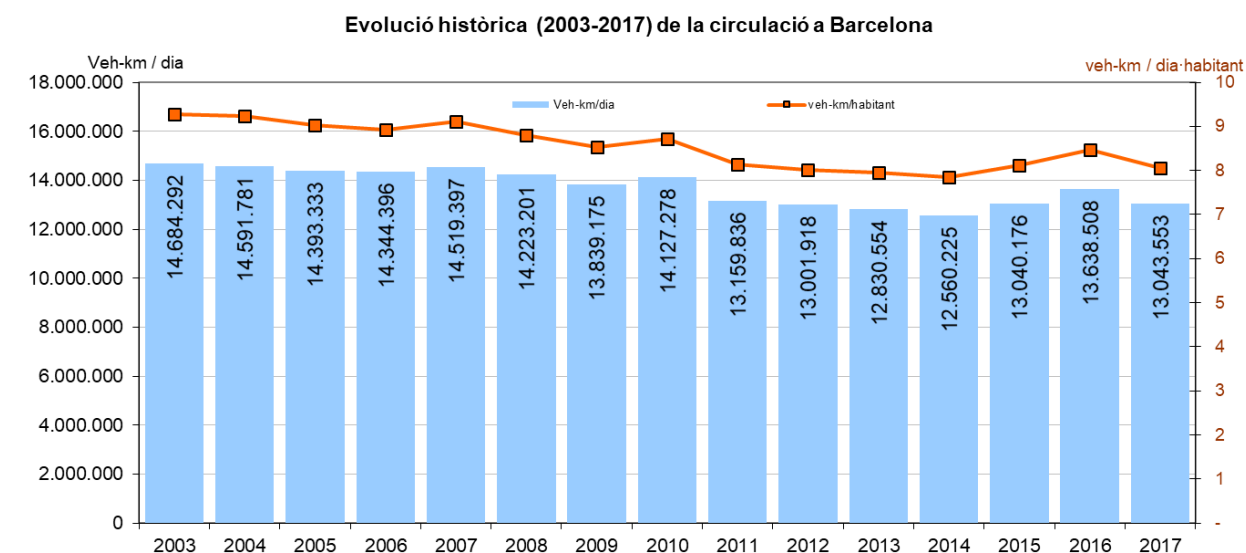


Font: Aranya de trànsit de l'Ajuntament de Barcelona, 2017

Al 2017 es van recórrer de mitjana en dia laborable a la ciutat de Barcelona 13.043.553 veh-km/dia, segons la Direcció de Serveis de Mobilitat de l'Ajuntament de Barcelona. Considerant que la

circulació d'una setmana equival a la circulació de 6,43 dies laborables, resulta una circulació total de 4.360,98 Mveh-km/any.

Gràfic 19: Evolució històrica de la circulació a Barcelona (tots els àmbits) per als anys compresos entre 2003 i 2017.



Font: Barcelona Regional en base a dades bàsiques de la Direcció de Serveis de Mobilitat de Barcelona.

L'evolució de la circulació viària a Barcelona destaca per una situació de saturació estabilitzada. Amb la crisi econòmica, la circulació viària va disminuir considerablement des de l'any 2007 fins a tocar fons el 2014, amb una disminució acumulada des de l'any 2007 del -13,5%; El final de la crisi econòmica comportà una recuperació de la mobilitat a la ciutat fins al 2017, amb repunt l'any 2016.

CARACTERITZACIÓ DEL PARC CIRCULANT DE BARCELONA I ÀMBITS D'ESTUDI

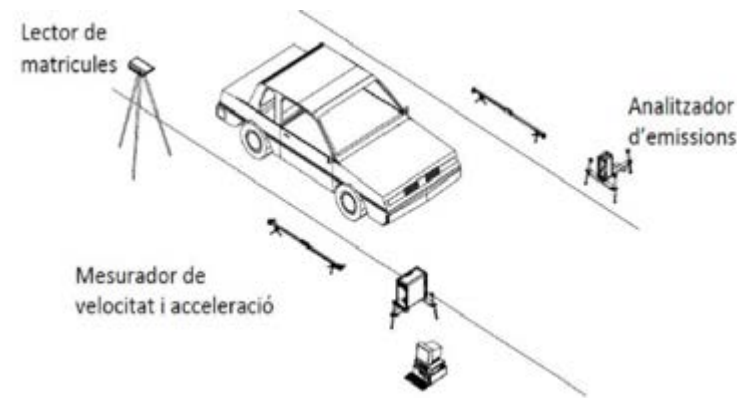
Per calcular les emissions contaminants dels vehicles que circulen per la ciutat cal conèixer la seva naturalesa. En aquest sentit, l'any 2017 es va realitzar l'estudi anomenat "Caracterització dels vehicles i les seves emissions a Barcelona i l'AMB" (Barcelona Regional, 2017) basat en conèixer com són els vehicles que circulen per l'Àrea Metropolitana de Barcelona. De fet, es van realitzar mesures de velocitat, acceleració i contaminació a peu de carrer sense interrompre la normal circulació de vehicles gràcies a la tecnologia RSD². Les emissions dels vehicles depenen en gran part de la seva velocitat i acceleració.

Aquests sistemes es col·loquen a la carretera (lateral de la via) en la disposició que es mostra a la imatge següent.

1 Intensitat Mitjana Diària: quantitat mitjana de vehicles que circulen per una via determinada.

2 Remote Sensing Device

Gràfic 20: Esquema dels aparells de l'RSD, mesura d'emissions dels vehicles



Font: AMB, Ajuntament de Barcelona, RACC i Barcelona Regional

Aquests equips detecten, per una banda, la matrícula del vehicle que passa pel seu davant. La informació de la matrícula registrada és contrastada amb la base de dades de la DGT, que caracteritzarà les especificacions tècniques del vehicle: tipologia, tipus de combustible, antiguitat, cilindrada, potència, pes, entre d'altres variables d'interès. Es va desplegar aquesta tecnologia en punts estratègics i representatius de la mobilitat del territori (incloent Barcelona). A la vegada, els equips RSD quantifiquen les emissions reals (amb un error acotat al $\pm 15\%$) dels contaminants que evacuen els vehicles pel tub d'escapament per mitjà de raigs infraroigs i ultraviolats de baixa intensitat. Són capaços de mesurar:

- Monòxid de carboni (CO)
- Hidrocarburs (HC)
- Òxids de nitrogen (NO_x)
- Diòxid de nitrogen (NO₂)
- Material particulat (PM)

A Barcelona es van realitzar mesures en un total de 16 punts de la ciutat (13 a l'àmbit urbà, 1 a Mercabarna, 1 al Port de Barcelona i 1 a l'estació d'autobusos de Fabra i Puig) on es van identificar un total de 64.034 vehicles (un 36,3% dels vehicles identificats a tota l'ÀMB) només a l'àmbit urbà.

Pel que fa al **Port de Barcelona**, s'hi van identificar **3.147 vehicles** (un 1,8% dels vehicles identificats a tota l'ÀMB). A **Mercabarna** s'hi van identificar un total de **2.370 vehicles** (un 1,3% dels vehicles identificats a tota l'ÀMB). Finalment, a **l'estació d'autobusos de Fabra i Puig** s'hi va identificar **208 vehicles** (un 0,1% dels vehicles identificats a tota l'ÀMB).

Per tant, durant alguns dies laborables dels mesos de març, abril i maig de l'any 2017, es van identificar i realitzar mesures dels vehicles del parc circulant de les vies urbanes de Barcelona. La localització específica dels punts de mesura permet obtenir una distribució de la circulació viària en funció del tipus i localització de la via, així també com dels vehicles que hi circulen.

La ubicació dels punts de mesura es poden veure a la imatge següent i el detall de cadascun dels punts es poden consultar a la taula.

Imatge 10: Punts de mesura a les vies urbanes de Barcelona de la campanya RSD realitzada l'any 2017.



Font: Caracterització dels vehicles i les seves emissions a Barcelona i l'AMB (Barcelona Regional, 2017)

Taula 5: Descripció dels punts de mesura de l'estudi de caracterització del RSD de l'any 2017

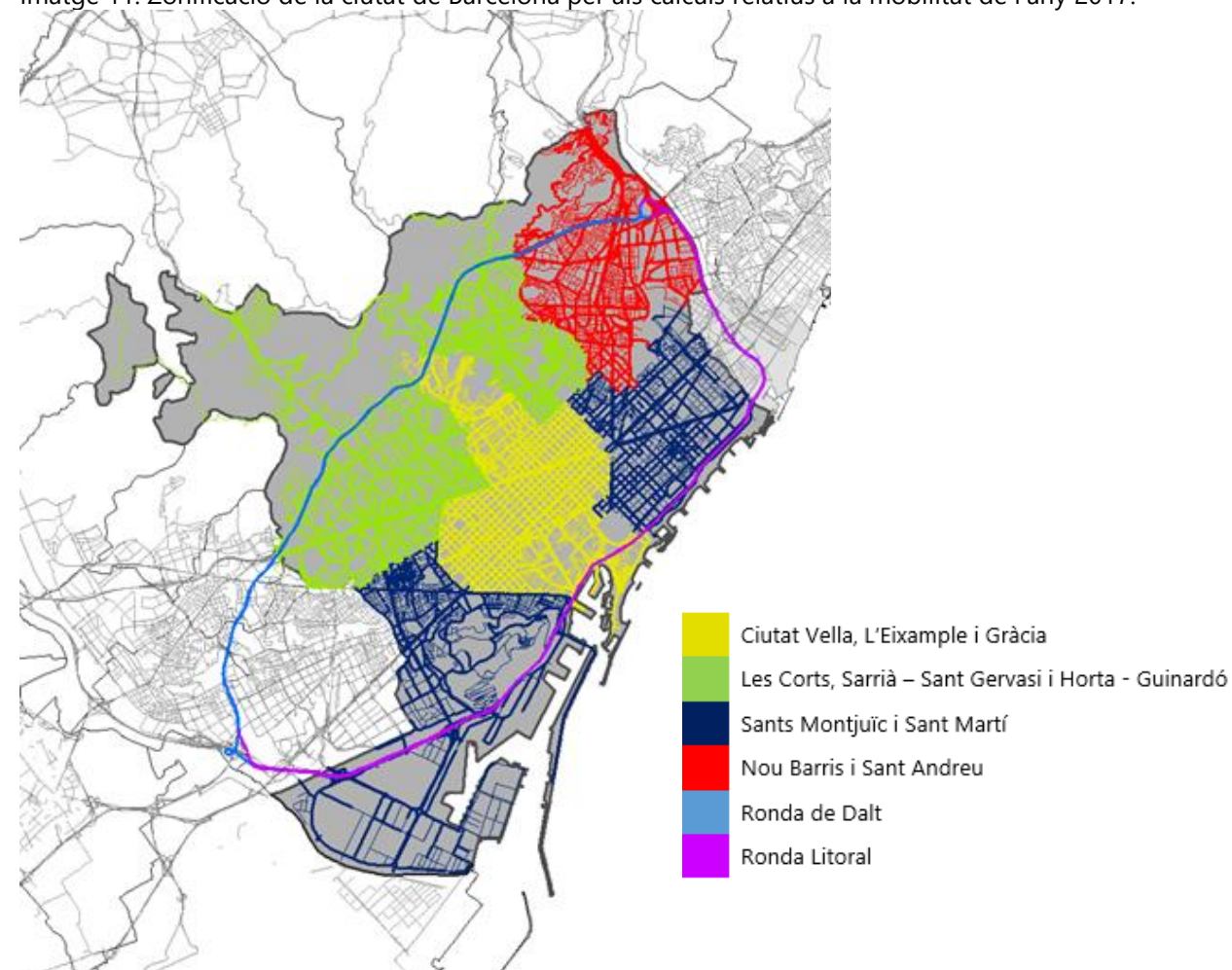
Punt mesura	Municipi	Ubicació	vehicles identificats	% vehicles identificats
BCN01	Barcelona	Carrer de Santaló	4.942	7,72%
BCN02	Barcelona	Ronda Litoral [Entrada 13, sentit Besòs]	7.256	11,3%
BCN03	Barcelona	Carrer d'Arenys	34	0,05%
BCN04	Barcelona	Via Augusta	4.437	6,93%
BCN05	Barcelona	Carrer d'Olzinelles	7.268	11,3%
BCN06	Barcelona	Carrer del Freser	4.465	6,97%
BCN07	Barcelona	Via Júlia	3.088	4,82%
BCN08	Barcelona	Rambla Fabra i Puig	4.638	7,24%
BCN09	Barcelona	Carrer Tuset	1.277	1,99%
BCN10	Barcelona	Avinguda Vallcarca	5.701	8,90%
BCN11	Barcelona	Gran Via	3.509	5,48%
BCN14	Barcelona	Ronda Litoral [Entrada 23, sentit Besòs]	6.660	10,4%
BCN15	Barcelona	Ronda Litoral [Entrada 21, sentit Llobregat]	10.759	16,8%
TOTAL	*	*	64.034	100%

Font: Caracterització dels vehicles i les seves emissions a Barcelona i l'AMB (Barcelona Regional, 2017)

D'aquesta manera, i a cada àmbit de mesura, es van registrar i per tant caracteritzar vehicles del parc circulant de Barcelona en base a diferents criteris. Aquest estudi, de fet, els classifica per tipologia, energia de propulsió utilitzada i normativa EURO³ homologada.

Amb l'objectiu de treballar amb una circulació viària el més representativa possible, la ciutat de Barcelona s'ha descompost en diferents zones en funció de la naturalesa de la seva mobilitat, és a dir, zones que presenten una similitud en la composició del trànsit; ja que una mobilitat representativa també comporta unes emissions més representatives. De fet, s'han agrupat els diferents districtes que comparteixen patrons de parcs circulants similars. La zonificació realitzada es mostra a la següent imatge.

Imatge 11: Zonificació de la ciutat de Barcelona per als càlculs relatius a la mobilitat de l'any 2017.



Font: Barcelona Regional. Nota: L'àmbit urbà el formen totes les zones menys les Rondes.

Encara que al model de dispersió s'ha mantingut la classificació per àmbit de la imatge anterior, en aquest document s'ha agregat cadascuna d'aquestes zones en tres àmbits més generals de la ciutat (per efectes pràctics) i que es mostren a continuació :

- **Àmbit urbà.** Es tracta de tots els trams de vies de la ciutat que no pertanyen a la Ronda de Dalt ni a la Ronda Litoral.
- **Ronda de Dalt.** Trams de via de la Ronda de Dalt.
- **Ronda Litoral.** Trams de via de la Ronda Litoral.

Aquest estudi presenta els resultats majoritàriament agregats en els tres àmbits tot just esmentats. Així doncs, la mobilitat als àmbits urbans s'ha caracteritzat per mitjà de l'estudi del RSD, mentre que la mobilitat de les Rondes s'ha calculat amb dades de l'Ajuntament de Barcelona

La mobilitat absoluta (veh-km/any) a cada àmbit i per a cada tipologia de vehicle (desagregada en percentatge per a cada àmbit) es mostra a la taula següent.

Taula 6. Mobilitat a cada àmbit de Barcelona.

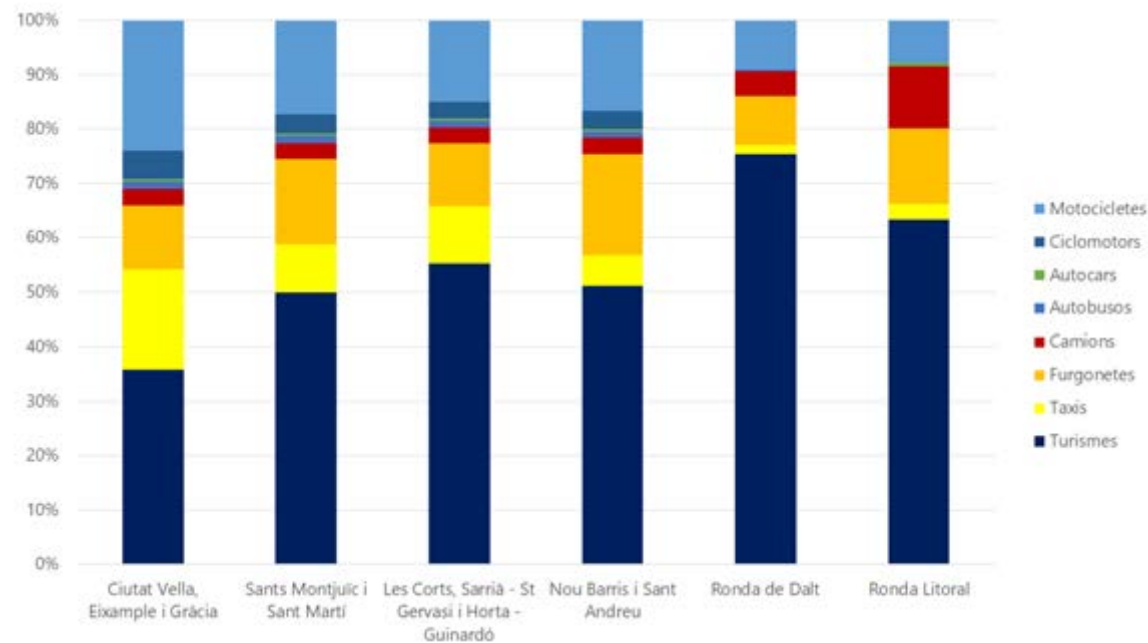
	Ciutat Vella, Eixample i Gràcia	Sant Martí i Sants-Montjuïc	Les Corts, Sarrià - St Gervasi i Horta - Guinardó	Nou Barris i Sant Andreu	Ronda de Dalt	Ronda Litoral	TOTAL Barcelona
Mobilitat àmbit (Mveh-km/any)	929,07	773,06	979,78	598,09	553,24	527,73	4,360,98
Mobilitat àmbit (%)	21,3%	17,7%	22,5%	13,7%	12,7%	12,1%	100%
Turismes	35,9%	53,8%	58,0%	51,7%	75,4%	63,3%	53,1%
Taxis	18,2%	4,9%	7,8%	5,1%	1,6%	2,9%	9,1%
Furgonetes	11,9%	15,7%	11,6%	18,7%	9,0%	14,0%	13,3%
Camions	2,9%	2,9%	2,9%	2,9%	4,6%	11,4%	4,2%
Autobusos	1,4%	1,3%	1,2%	1,1%	0,2%	0,0%	1,0%
Autocars	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,1%	0,6%	0,5%
Ciclomotors	5,2%	3,5%	3,0%	3,4%	0,0%	0,0%	2,9%
Motocicletes	24,0%	17,2%	15,0%	16,7%	9,0%	7,8%	15,9%
Total tipologia i àmbit	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Font: Barcelona Regional amb dades del RSD i Ajuntament de Barcelona.

Aquesta informació es mostra de forma gràfica a la següent imatge, on es pot observar que els turismes són clarament dominants en tots els àmbits d'estudi. Les motocicletes tenen especial presència a l'àmbit de Ciutat Vella, l'Eixample i Gràcia.

³ Les normatives EURO estableixen els límits en les emissions dels nous vehicles de la Unió Europea.

Gràfic 21: Distribució de la mobilitat a cadascun dels àmbits de Barcelona.



Font: Barcelona Regional amb dades del RSD i Ajuntament de Barcelona

MOBILITAT PER MEDI DE TRANSPORT I ZONES

Segons les dades aportades pels Serveis de Mobilitat de l'Ajuntament de Barcelona (2017) (aranya de trànsit, distribució modal segons zones de circulació, etc...), a més de la caracterització del parc amb la ja esmentada tecnologia RSD, es pot extreure la circulació total anual de la ciutat desagregada per tipologies de vehicles i principals zones de circulació, com són la Zona Urbana, Ronda de Dalt i Ronda Litoral.

La taula següent mostra com les Rondes presenten el 24,8% de la circulació total de la ciutat, sent la de la Ronda de Dalt lleugerament superior a la de la Ronda Litoral.

NOTA: l'àmbit de treball d'aquest document és el municipi de Barcelona, per tant les dades de les Rondes fan referència a aquells trams de les Rondes que geogràficament queden dins de les fronteres administratives de la ciutat de Barcelona.

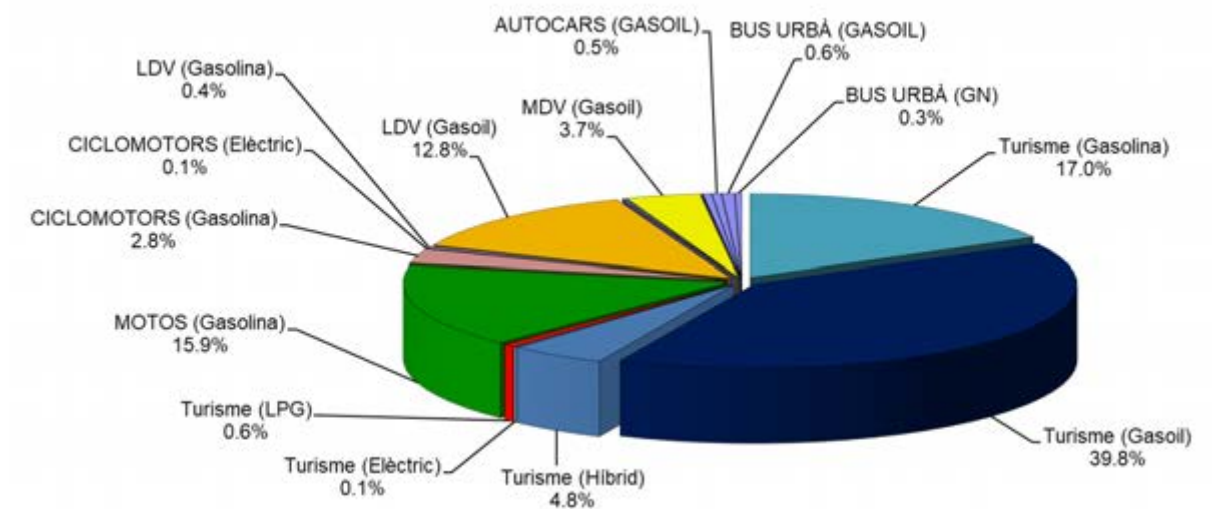
Taula 7: Distribució de la circulació viària al municipi de Barcelona l'any 2017 (Mveh-km/any).

	Zona Urbana	Ronda de Dalt	Ronda Litoral	TOTAL Barcelona
Mobilitat àmbit (Mveh-km/any)	3.280,00	553,24	527,73	4.360,98
Mobilitat àmbit (%)	75,2%	12,7%	12,1%	100,0%
Turismes	49,6%	75,4%	63,3%	53,1%
Taxis	9,6%	1,6%	2,9%	9,1%
Furgonetes	13,9%	9,0%	14,0%	13,3%
Camions	2,9%	4,6%	11,4%	4,2%
Autobusos	1,3%	0,2%	0,0%	1,0%
Autocars	0,5%	0,1%	0,6%	0,5%
Ciclomotors	3,8%	0,0%	0,0%	2,9%
Motocicletes	18,4%	9,0%	7,8%	15,9%
Total tipologia i àmbit	100%	100%	100%	100%

Font: Barcelona Regional amb dades del RSD i l'Ajuntament de Barcelona.

Els turismes representen la majoria de la mobilitat a tots els àmbits d'estudi de la ciutat, amb un 53,1% de la circulació de vehicles a la Barcelona, essent els turismes gasoil el segment amb una major presència a les vies de la ciutat (amb poc més del 30% del total dels vehicles circulants). En segon lloc trobem les motocicletes amb un 15,9% de la circulació, i en tercer lloc hi trobem els vehicles comercials de gasoil amb un 13,3% dels veh-km/any realitzats.

Gràfic 22: Distribució de la circulació viària a Barcelona per tipologia de vehicle (tots els àmbits) l'any 2017 per a un total de 4.360,98 Mveh-km/any.

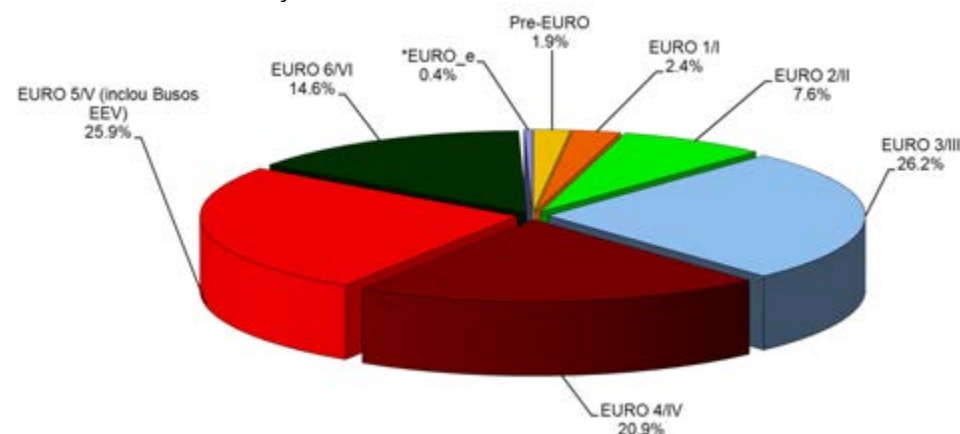


Font: Barcelona Regional.

Pel que fa a la circulació en funció de la tecnologia EURO dels vehicles, aquesta es presenta a continuació. És important destacar que l'any d'entrada en vigor d'una normativa EURO normalment es produeix un any abans de la seva presència en el vehicles que es posen a la venda, que l'han de

complir obligatòriament a partir d'una determinada data. Cal destacar que les normes EURO dels vehicles de dues rodes (motos i ciclomotors) no van en consonància amb les del altres vehicles. Per exemple, a l'any 2017 l'última norma EURO per a turismes era EURO 6, mentre que els vehicles a dues rodes era l'EURO 4.

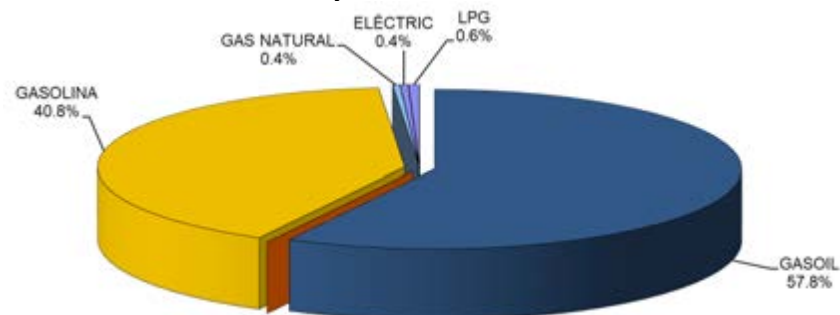
Gràfic 23: Distribució de la circulació viària a Barcelona per tipologia EURO (tots els àmbits) l'any 2017 per a un total de 4.360,98 Mveh-km/any.



Font: Barcelona Regional. NOTA: Les categories EURO amb nombres romans pertanyen només a camions, autobusos i autocars mentre que les categories representades amb dígit són per als altres tipus de vehicles.

Tal i com es pot observar al gràfic anterior, les categories EURO 3/III, EURO 4/IV i EURO 5/V conviuen com a majoritàries al parc circulant de Barcelona al 2017. Les dates d'entrada en vigor de cadascuna d'elles per a turismes són gener 2001, gener 2006 i setembre 2011 respectivament. Estem parlant, doncs, de turismes que van des dels 6 fins a alguns casos als 16 anys d'antiguitat. En relació a la normativa més actual amb menys emissions (la EURO 6/VI), aquesta representa el 14,6% de la mobilitat a la ciutat. Per últim, el sector de Pre-EURO a EURO 2/II (els més antics i contaminants) representa ja en conjunt el 12,9% de la mobilitat a Barcelona. Al següent diagrama de sectors es presenta la distribució de la mobilitat en funció de l'energia de propulsió dels vehicles.

Gràfic 24: Distribució de la circulació viària a Barcelona per energia de propulsió (tots els àmbits) l'any 2017 per a un total de 4.360,98 Mveh-km/any.



Font: Barcelona Regional. NOTA: Les categories "Gasolina" i "Gasoil" inclouen les seves versions híbrides (HEV) i híbrides endollables (PHEV).

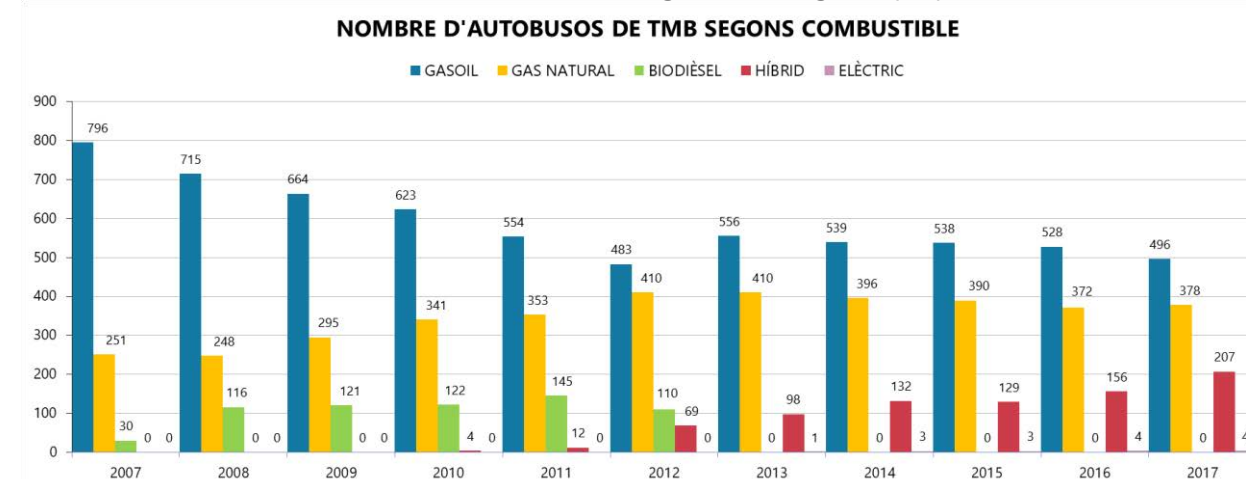
El gasoil es postula com a combustible majoritari dels vehicles que circulen per Barcelona amb un 57,8% de la mobilitat, seguit de la gasolina (també amb les seves versions híbrides) amb un 40,8%.

Les tecnologies de propulsió alternatives (gas i electricitat) representen encara un tímid 1,4% de la mobilitat a Barcelona, tot i que les seves xifres creixen any a any (sobretot pel que fa a la mobilitat elèctrica).

El biodièsel ja no s'utilitza a Barcelona després de que se'n fes molt ús com a combustible alternatiu per part dels autobusos urbans de TMB al voltant dels anys 2007-2013. De fet, l'any 2013 finalitzava la subvenció que rebia i que, sumat al consum més elevat que presentaven els vehicles propulsats amb aquest combustible respecte els de gasoil convencional, el feia menys eficient. Actualment, hi ha cada vegada més presència d'autobusos de gas natural, híbrids de gasoil i elèctrics de bateria a la flota de TMB. La institució s'ha compromès a només comprar autobusos elèctrics a partir de 2025.

En el següent gràfic es presenta l'evolució del nombre d'autobusos de TMB segons combustible; s'hi pot constatar la voluntat de TMB a augmentar la flota de vehicles propulsats amb noves tecnologies més netes (bàsicament dièsel híbrids i elèctrics). Fins l'any 2013 van augmentar els autobusos propulsats amb gas fins als 410 autobusos, acompanyat d'una davallada constant dels autobusos propulsats únicament amb dièsel. A llarg dels últims anys, els autobusos híbrids han anat guanyant terreny de forma important fins a més que doblar-se l'any 2017 (passant dels 98 del 2013 als 207 del 2017). Pel que fa als autobusos elèctrics, aquests es xifren en 4 l'any 2017, quadruplicant-se respecte el 2013.

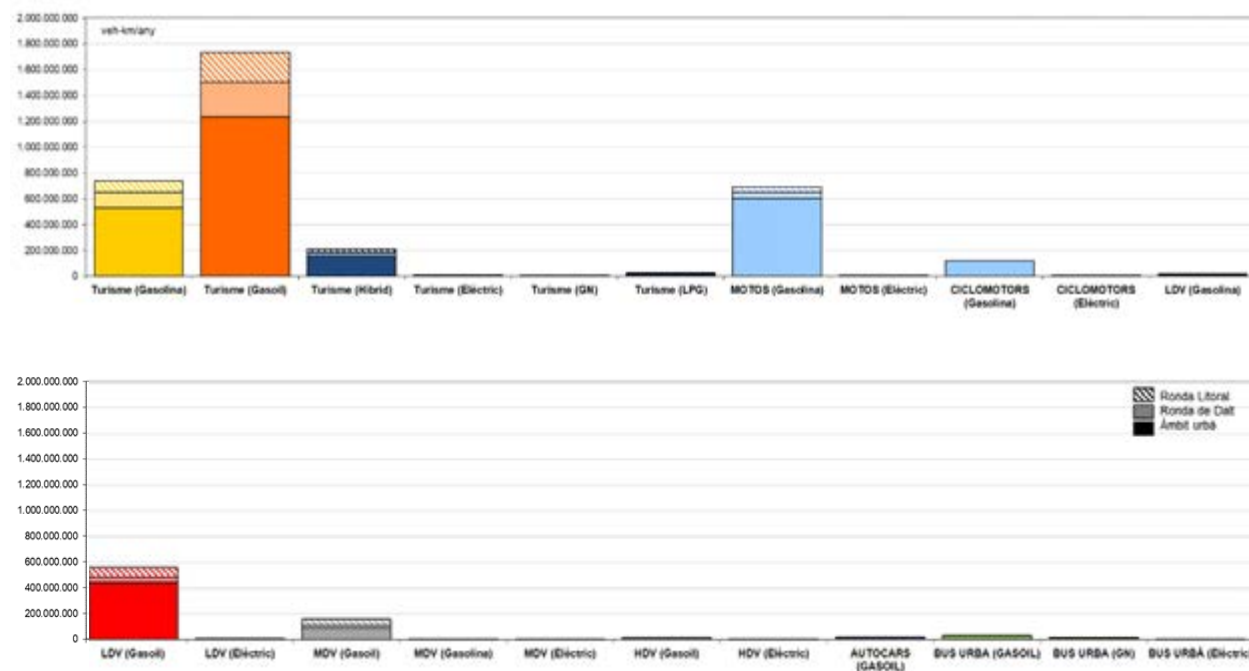
Gràfic 25: Evolució del nombre d'autobusos de TMB segons tecnologia de propulsió.



Font: Barcelona Regional en base a dades de la Direcció de Serveis de Mobilitat i TMB.

En relació a la circulació urbana, s'observa clarament que són els turismes (en especial els de gasoil i després els de gasolina) els que circulen més per la ciutat, seguits de les motocicletes i les furgonetes. En canvi, el panorama canvia a les Rondes, on les motocicletes perden el pes que tenen a les vies urbanes.

Gràfic 26: Distribució de la circulació viària al municipi de Barcelona l'any 2017 (distribuïda per àmbits) per a un total de 4.360,98 Mveh-km/any (imatge amb dos nivells).



Font: Barcelona Regional.

Taula 8: Distribució de la circulació viària al municipi de Barcelona l'any 2017 (distribuïda per àmbits) per a un total de 4,360,98 Mveh-km/any.

	Zona Urbana: [veh-km/any]	Ronda de Dalt: [veh-km/any]	Ronda Litoral: [veh-km/any]	TOTAL
TOTAL	3.280,00	553,24	527,73	4.360,98
Turismes	59,2%	77,1%	66,2%	62,3%
Furgonetes (LDV)	13,9%	9,0%	14,0%	13,3%
Camions (MDV & HDV)	2,9%	4,6%	11,4%	4,2%
Autobusos	1,3%	0,2%	0,0%	1,0%
Autocars	0,5%	0,1%	0,6%	0,5%
Ciclomotors	3,8%	0,0%	0,0%	2,9%
Motos	18,4%	9,0%	7,8%	15,9%
Turisme (Gasolina)	16,2%	21,1%	17,5%	17,0%
Turisme (Gasoil)	37,6%	48,9%	43,7%	39,8%
Turisme (Híbrid)	4,7%	6,1%	4,2%	4,8%
Turisme (Elèctric)	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
Turisme (GN)	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%
Turisme (LPG)	0,5%	0,7%	0,6%	0,6%
MOTOS (Gasolina)	18,4%	9,0%	7,8%	15,9%
MOTOS (Elèctric)	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

	Zona Urbana: [veh-km/any]	Ronda de Dalt: [veh-km/any]	Ronda Litoral: [veh-km/any]	TOTAL
CICLOMOTORS (Gasolina)	3,7%	0,0%	0,0%	2,8%
CICLOMOTORS (Elèctric)	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%
LDV (Gasolina)	0,4%	0,2%	0,3%	0,4%
LDV (Gasoil)	13,4%	8,7%	13,5%	12,8%
LDV (Elèctric)	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%
MDV (Gasoil)	2,8%	4,4%	8,9%	3,7%
MDV (Gasolina)	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
MDV (Elèctric)	0,0%	0,1%	0,1%	0,0%
HDV (Gasoil)	0,1%	0,2%	2,4%	0,4%
HDV (Elèctric)	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
AUTOCARS (GASOIL)	0,5%	0,1%	0,6%	0,5%
BUS URBÀ (GASOIL)	0,8%	0,1%	0,0%	0,6%
BUS URBÀ (GN)	0,4%	0,1%	0,0%	0,3%
BUS URBÀ (Elèctric)	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Pre-EURO	2,3%	0,6%	0,6%	1,9%
EURO 1/I	2,8%	1,6%	1,5%	2,4%
EURO 2/II	7,9%	6,4%	6,7%	7,6%
EURO 3/III	27,5%	22,1%	22,9%	26,2%
EURO 4/IV	20,0%	23,4%	24,4%	20,9%
EURO 5/V (inclou Busos EEV)	25,2%	28,3%	27,8%	25,9%
EURO 6/VI	14,0%	17,3%	15,7%	14,6%
*EURO_e	0,4%	0,3%	0,3%	0,4%

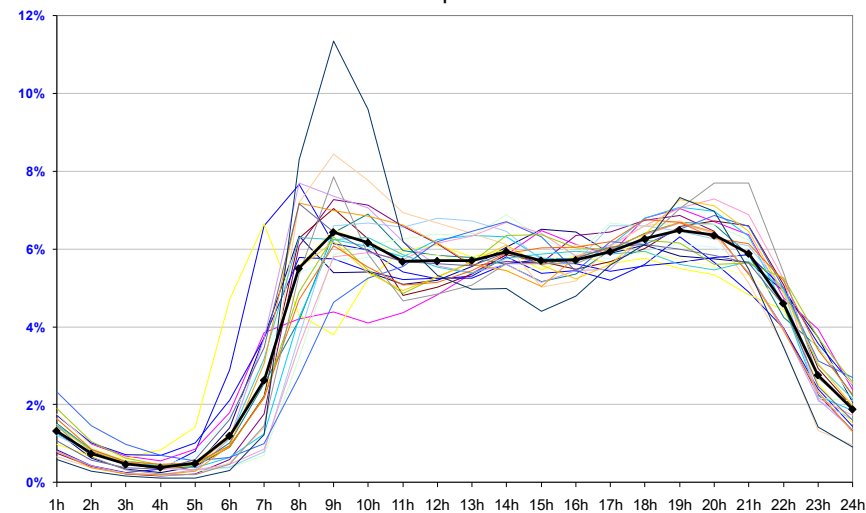
Font: Barcelona Regional. NOTA: La categoria *EURO_e pertany als vehicles elèctrics.

PERFILS HORARIS, SETMANALS I MENSUALS

La circulació viària a la ciutat de Barcelona té uns cicles horaris i diaris característics fruit del funcionament econòmic i social de la ciutat; es detecten doncs pics de major intensitat viària pel matí i per la tarda, així com diferències entre dies laborables i festius.

Els següents gràfics mostren els perfils horari i mensual en dies laborables de diferents estacions d'aforament automàtic a Barcelona. Aquests perfils s'han introduït posteriorment al model com a input necessari a l'hora de modelitzar temporalment les emissions del sector viari de la ciutat.

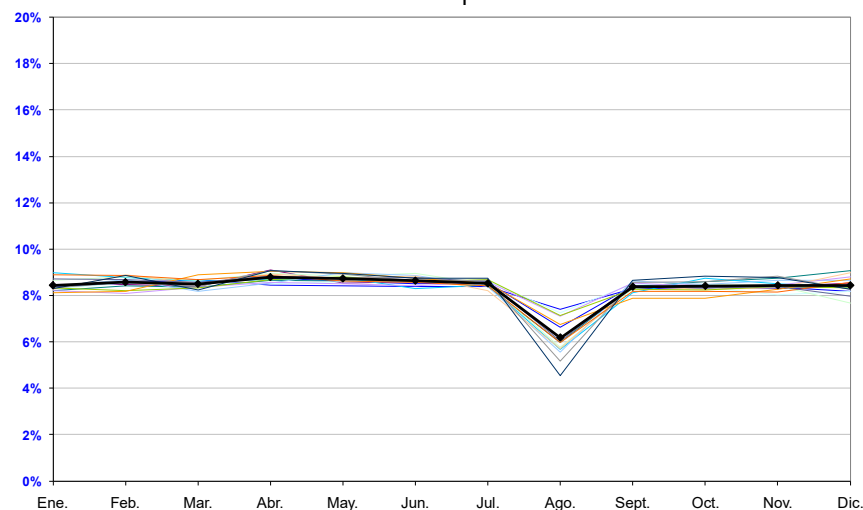
Gràfic 27: Perfil horari de circulació en dia laborable per a diferents estacions d'aforament de Barcelona



Font: Barcelona Regional en base a dades de l'Ajuntament de Barcelona. Direcció de Serveis de Mobilitat.

Com es pot observar a l'anterior gràfic, la mobilitat es concentra especialment a les hores centrals del dia (de 8h a 20h) i decau a la nit. Pel que fa a la naturalesa de la mobilitat mensual, es percep una disminució notable d'aquesta al mes d'agost (principal mes de vacances per a molts ciutadans). El perfil de mobilitat mensual de Barcelona es mostra al següent gràfic.

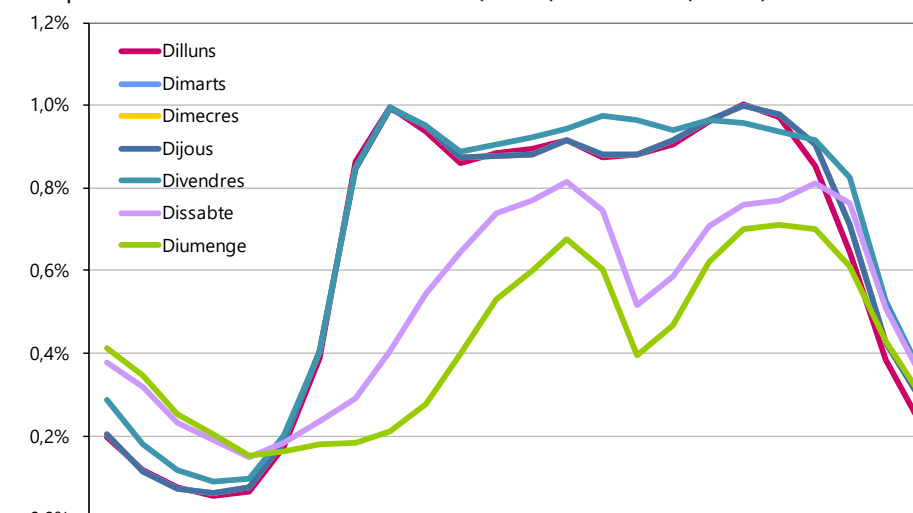
Gràfic 28: Perfil mensual de circulació en dia laborable per diferents estacions d'aforament de Barcelona



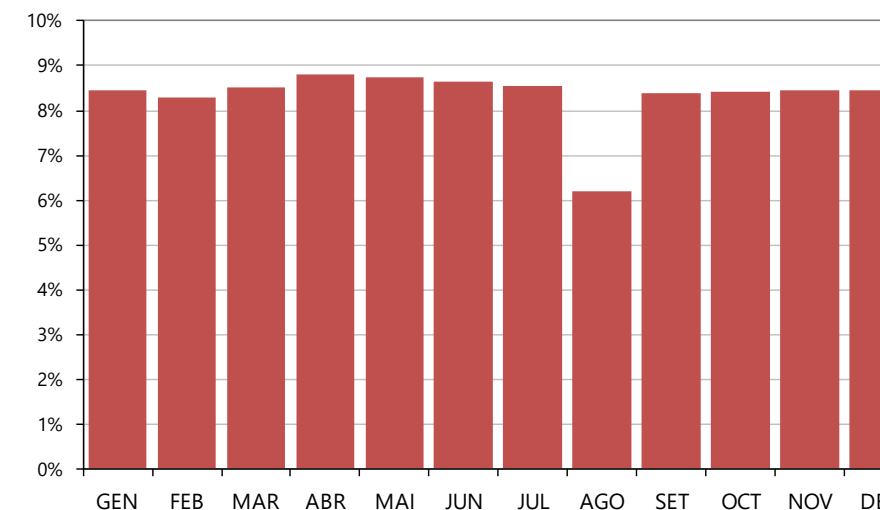
Font: Barcelona Regional en base a dades de l'Ajuntament de Barcelona. Direcció de Serveis de Mobilitat.

Així doncs, els perfils introduïts al model de dispersió es mostren a continuació. En ells s'observa que la mobilitat disminueix clarament al cap de setmana (horari) i a l'agost (mensual).

Gràfic 29: Perfil tipus de circulació horària/setmanal (a dalt) i mensual (a baix) de Barcelona



PERFIL EMISSIONS VEHICLES - BARCELONA



Font: Barcelona Regional en base a dades de l'Ajuntament de Barcelona. Direcció de Serveis de Mobilitat.

VELOCITAT MITJANA DE CIRCULACIÓ

Així doncs, **segons el GRAF de Barcelona**, al 2017 la velocitat mitjana a la ciutat (àmbit urbà) va ser de 25 km/h, mentre que a les Rondes va ser de 39,3 km/h.

La distribució de la velocitat mitjana a Barcelona calculada a partir del GRAF viari (Ajuntament de Barcelona 2017), es mostra a la següent taula segons àmbit; tot i que al model s'ha introduït la velocitat per a cadascun dels trams del sector viari.

Taula 9: Distribució de la velocitat mitjana al municipi de Barcelona (tots els àmbits) l'any 2017 [km/h].

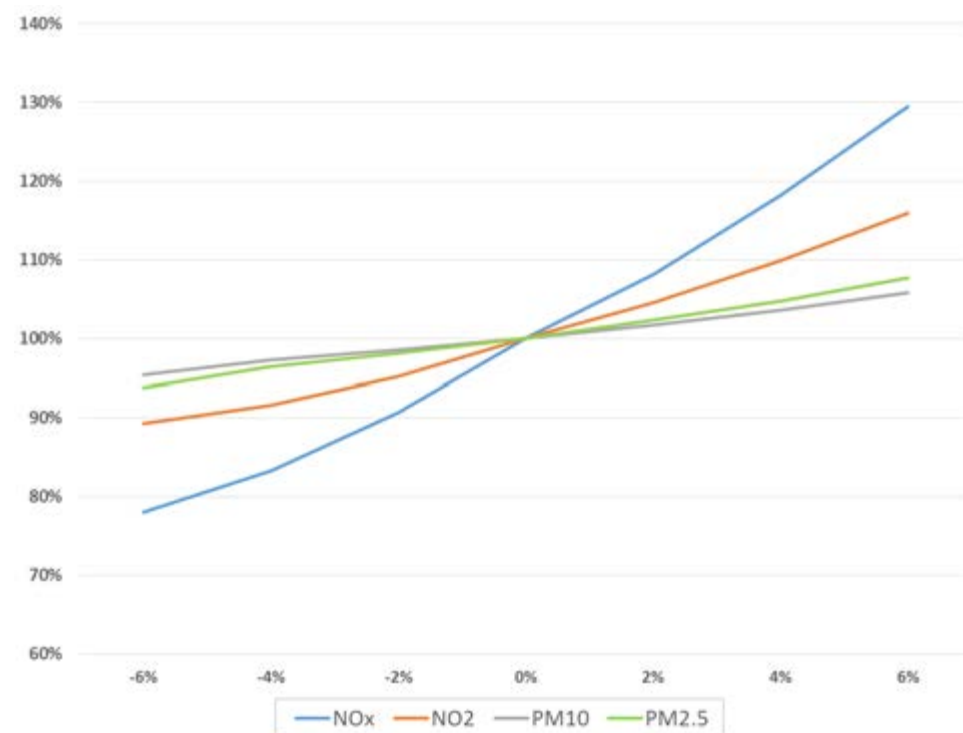
ÀMBIT	URBÀ (km/h)	Ronda de Dalt (km/h)	Ronda Litoral (km/h)	TOTAL (km/h)
Turismes	25,1	33,7	45,1	28,6
Furgonetes	25,1	33,7	45,1	28,6
Camions	25,1	33,7	45,1	28,6
Autobusos	12,1	33,7	45,1	18,8
Autocars	25,1	33,7	45,1	28,6
Ciclomotors	25,1	33,7	45,1	28,6
Motocicletes	25,1	33,7	45,1	28,6
MITJANA GLOBAL (km/h)	25,0	33,7	45,1	27,2

Font: Barcelona Regional. Nota: les dades de velocitat són extreptes del GRAF de l'Ajuntament de Barcelona.

EFECTE DEL PENDENT DE LA VIA

Pel que fa a l'efecte del pendent de la via, a la següent imatge es pot observar una variació en funció de si el pendent és positiu o negatiu. En el primer cas (pendent positiu) hi ha increment de les emissions, especialment dels NO_x, que pot arribar fins al 30%, mentre que en les partícules tan sols és d'un 5-7%. De la mateixa manera, amb pendent negatiu, les emissions de NO_x es poden reduir fins a més d'un -20%.

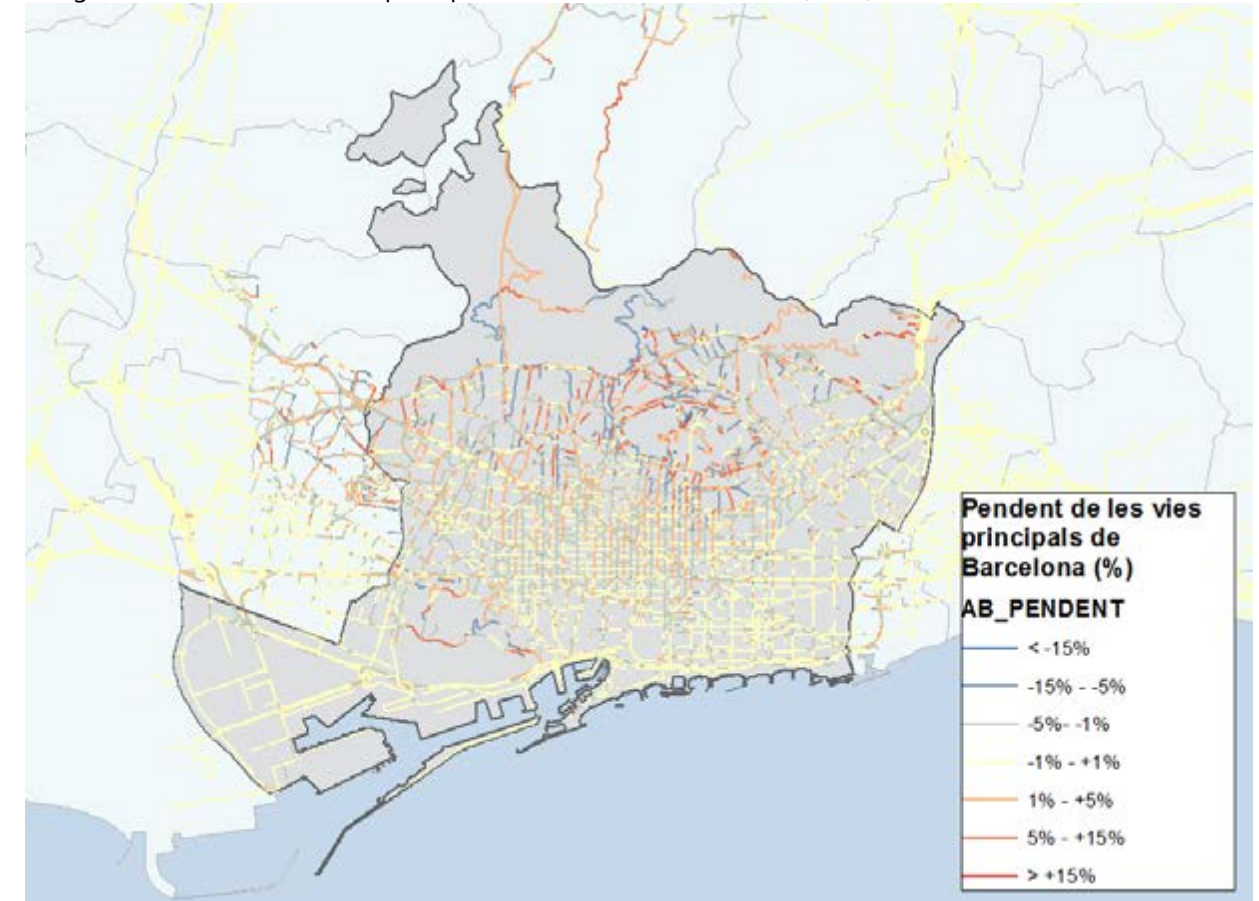
Gràfic 30: Variació percentual de les emissions en funció del pendent de la via per a NO_x, NO₂, PM₁₀ i PM_{2,5} (eix horitzontal pendent de la via, vertical variació de les emissions).



Font: Barcelona Regional amb dades de COPERT

Per incloure aquesta variació, s'ha considerat el pendent per a totes les vies del viari, el qual es mostra a la següent imatge. La correcció de les emissions degut al pendent s'aplica una vegada es calculen les emissions per tram de via.

Imatge 12: Pendent de les vies principals de la ciutat de Barcelona (2017).



Font: Barcelona Regional

EFECTE DE LA RESUSPENSÍO DE PARTÍCULES

Les emissions reals del sector viari també són funció d'altres variables que no depenen exclusivament del tipus de vehicle, com és el cas de la resuspensió de partícules, que per Barcelona té un pes importat a causa de l'elevada densitat del trànsit. Les partícules procedents de diferents fonts (trànsit, obres, port, pols Àfrica, etc) depositades al terra retornen a l'atmosfera i es mantenen una bona estona a l'aire a causa de la turbulència creada per la circulació de vehicles. El comportament temporal d'aquesta resuspensió s'assimila al mateix que el de les emissions del trànsit, és per això que per la resuspensió s'utilitza el mateix perfil d'emissions que el del trànsit.

En aquest sentit, segons l'estudi d'Amato et. Al. (2010) fet a Barcelona, s'ha considerat que els vehicles de mitjana emeten en resuspensió 0,097 g veh-km de PM₁₀ i 0,00519 g veh-km de PM_{2,5} al seu pas per les diferents vies de la ciutat

EMISSIONS DE NO_x DELS VEHICLES

A la taula següent queden representades les emissions de la circulació viària a Barcelona segons tipus de vehicle i àmbit de circulació (Àmbit urbà, Ronda Litoral i Ronda de Dalt). Cal mencionar que aquesta taula no inclou les emissions de la circulació dels vehicles que circulen dins el recinte portuari del Port de Barcelona; aquestes s'han calculat en el capítol dedicat específicament al Port.

Aquests valors d'emissió estan calculats per mitjà de la base de dades COPERT en la seva versió 5.0, i tenint en compte l'increment derivat de les mesures reals que conformen l'estudi realitzat amb RSD a l'ÀMB (i per tant també a Barcelona). Es tracta doncs d'aconseguir uns valors d'emissió el més reals possible. Aquest increment va ser avaluat per a cada tipologia de vehicle, implicant així – un increment global que depèn del pes de cada tipologia de vehicle a la mobilitat global. Segons el repartiment de l'any 2017, l'increment mitjà de les emissions de NO_x mesurades pel RSD respecte les calculades per COPERT 5.0 és del 14,4%.

Així doncs, la circulació viària a Barcelona va comportar 3485,6 t de NO_x l'any 2017; el 77,1% d'aquestes emissions es van produir a l'àmbit urbà mentre la proporció restant pertany a l'àmbit de circulació de les dues Rondes (Ronda Litoral i Ronda de Dalt).

Taula 10: Emissions de NO_x de la circulació viària (tots els àmbits) al municipi de Barcelona l'any 2017. [COPERT+RSD] (t/any).

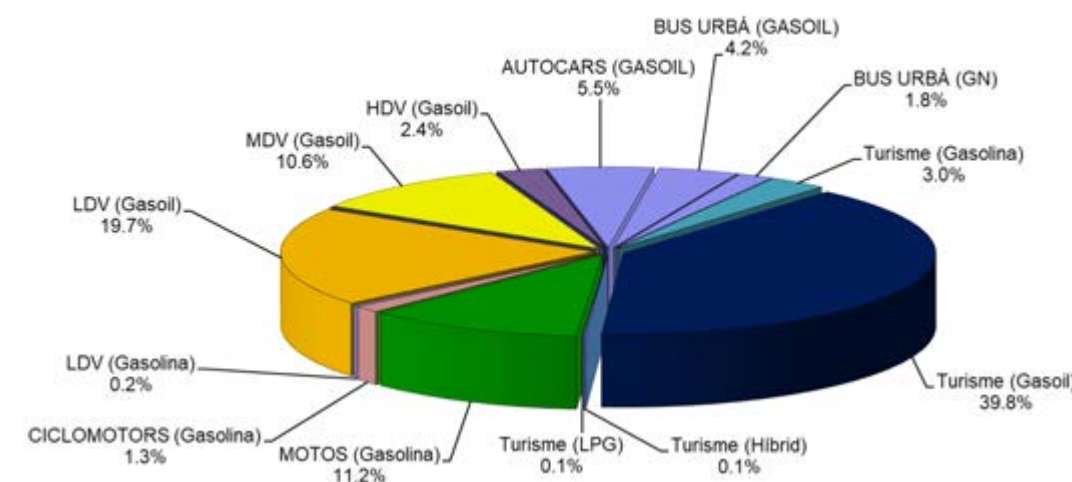
	Àmbit urbà [t/any]	Ronda de Dalt [t/any]	Ronda Litoral [t/any]	TOTAL
TOTAL	2,688,8	364,59	432,22	3,485,6
EMISSIONS ÀMBIT (%)	77,1%	10,5%	12,4%	100,0%
Turismes	41,6%	59,7%	37,7%	43,0%
Furgonetes (LDV)	21,0%	15,4%	17,7%	20,0%
Camions (MDV & HDV)	9,2%	15,6%	34,3%	13,0%
Autobusos	7,7%	0,7%	0,0%	6,0%
Autocars	6,4%	0,7%	4,4%	5,5%
Ciclomotors	1,7%	0,0%	0,0%	1,3%
Motos	12,5%	7,9%	5,9%	11,2%
Turisme (Gasolina)	2,8%	4,3%	2,7%	3,0%
Turisme (Gasoil)	38,5%	55,1%	34,8%	39,8%
Turisme (Híbrid)	0,1%	0,2%	0,2%	0,1%
Turisme (Elèctric)	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Turisme (GN)	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Turisme (LPG)	0,1%	0,1%	0,0%	0,1%
Turisme (Pila de combustible)	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Turisme (BIOETANOL)	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
MOTOS (Gasolina)	12,5%	7,9%	5,9%	11,2%
MOTOS (Elèctric)	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
CICLOMOTORS (Gasolina)	1,7%	0,0%	0,0%	1,3%
CICLOMOTORS (Elèctric)	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
LDV (Gasolina)	0,3%	0,2%	0,2%	0,2%

	Àmbit urbà [t/any]	Ronda de Dalt [t/any]	Ronda Litoral [t/any]	TOTAL
TOTAL	2,688,8	364,59	432,22	3,485,6
LDV (Gasoil)	20,7%	15,2%	17,5%	19,7%
LDV (Elèctric)	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
MDV (Gasoil)	8,4%	14,2%	21,6%	10,6%
MDV (Gasolina)	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%
MDV (Elèctric)	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
HDV (Gasoil)	0,9%	1,4%	12,6%	2,4%
HDV (Elèctric)	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
AUTOCARS (GASOIL)	6,4%	0,7%	4,4%	5,5%
BUS URBÀ (GASOIL)	5,4%	0,4%	0,0%	4,2%
BUS URBÀ (BIODIESEL)	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
BUS URBÀ (GN)	2,3%	0,2%	0,0%	1,8%
BUS URBÀ (Elèctric)	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Font: Barcelona Regional.

Es pot observar com el turisme de gasoil és el responsable del 39,8% de les emissions de NO_x, seguit de les furgonetes de gasoil (19,7%), vehicles pesants (MDV & HDV) (13%) i les motocicletes (11,2%). El factor d'emissió mitjà unitari és 0,7993 gNO_x/km.

Gràfic 31: Distribució de les emissions de NO_x a Barcelona (tots els àmbits) [2017] per a un total de 3485,6 t/any [COPERT+RSD]. Factor d'emissió mitjà: **0,7993 gNO_x/km**.



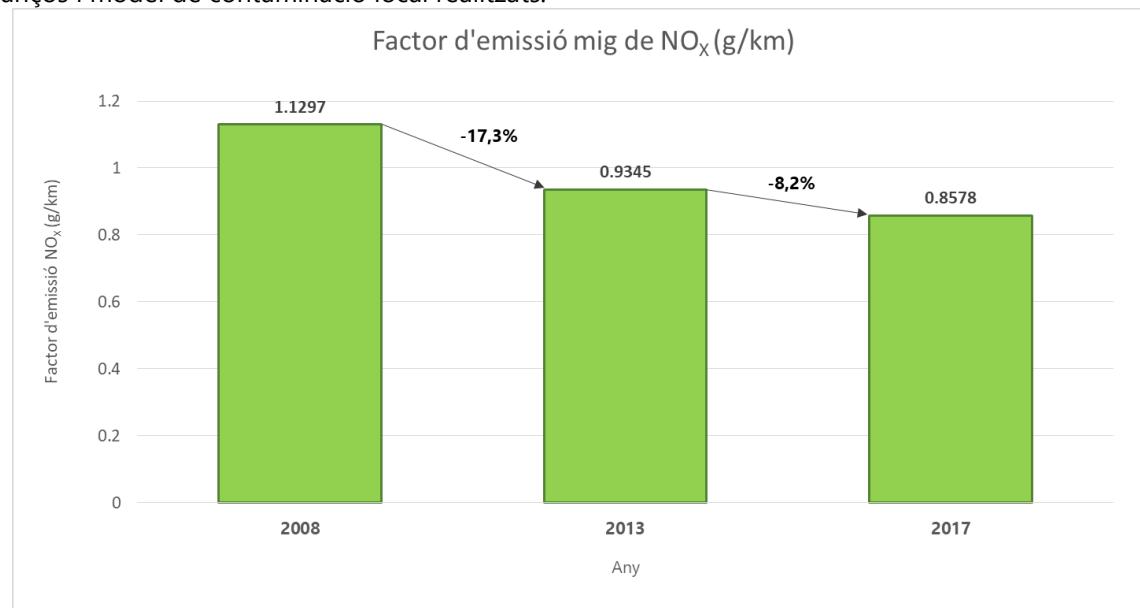
Font: Barcelona Regional.

Respecte a l'any 2013, les emissions del sector viari de l'any 2017 s'han reduït en unes 536 t/any (un 13,3% respecte el 2013) tot i que la mobilitat ha augmentat un 1,3%. Aquest fet s'explica en part per la renovació del parc circulant per un de menys contaminant al llarg d'aquests anys, ja que hi ha més vehicles emmarcats en tecnologies EURO més netes. De fet, el factor d'emissió també

s'ha reduït respecte el 2013, passant de 0,9345 gNO_x/km a 0,7993 gNO_x/km (concretament una reducció del 14,5% aproximadament).

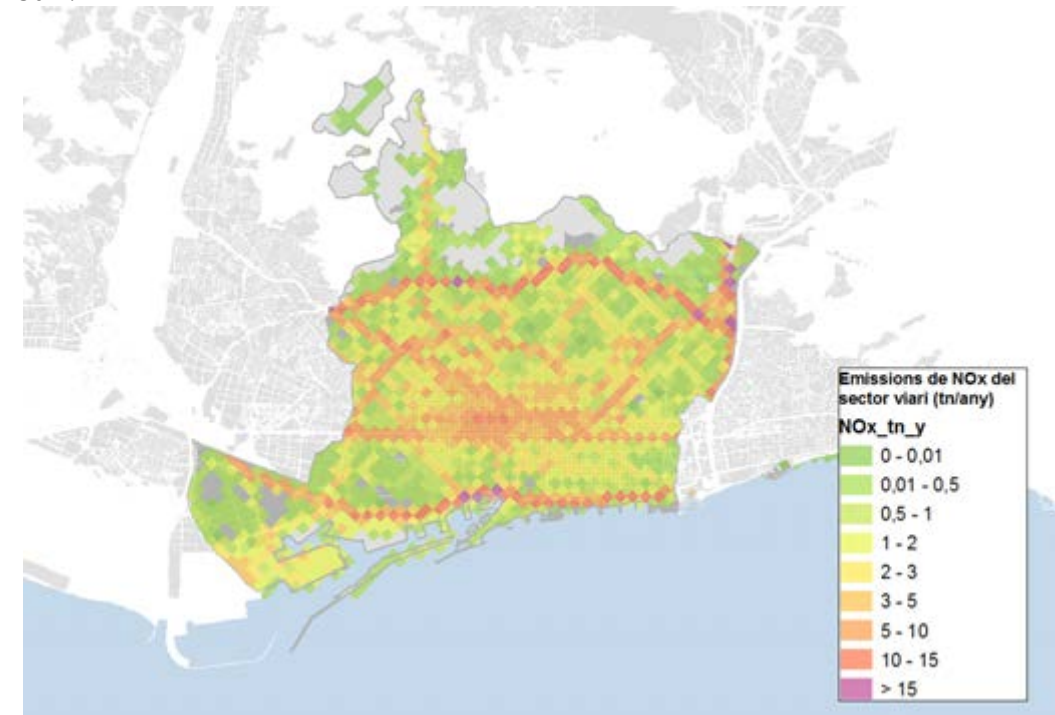
Tal i com s'observa al gràfic anterior, els turismes de gasoil són grans responsables de les emissions de NO_x del sector viari de la ciutat. Al 2017, la seva mobilitat ha augmentat, així també com les emissions globals. Tot i així, el seu factor d'emissió també ha disminuït, evidenciant que actualment els vehicles dièsel són més nets que fa uns anys. No obstant això i com s'ha vist reflectit a les lectures amb l'RSD les emissions de NO_x no s'han reduït com es pretendria amb les normes Euro 5/V i Euro 6/V.

Gràfic 32: Evolució temporal del factor d'emissió mig de NO_x del parc circulant de Barcelona en els últims balanços i model de contaminació local realitzats.



Font: Barcelona Regional. NOTA: no s'ha calculat (no es disposa de dades) el període 2014-2016.

Imatge 13: Mapa de les emissions de NO_x del sector viari de Barcelona (2017) en quadrants de 250mx250m.



Font: Barcelona Regional.

Les emissions i factors d'emissió de NO_x i NO₂ de cada tipologia de vehicle i àmbit de Barcelona es poden consultar a l'annex d'aquest document

EMISSIONS PM₁₀ DELS VEHICLES

La circulació viària a tots els àmbits de Barcelona (sense incloure la circulació viària del Port) va emetre 208 t de PM₁₀ l'any 2017. El 77,8% d'aquestes emissions es deuen a la circulació per les vies urbanes, mentre que la proporció restant (22,3%) correspon a la circulació per les Rondes.

El càlcul de les emissions de PM₁₀ del trànsit rodat s'han calculat en el marc de la metodologia COPERT 5 (EMISIA, 2017). Aquesta considera totes les fonts d'emissió de partícules que presenten els vehicles: tub d'escapament, desgast de l'asfalt, pneumàtics i pastilles dels frens. A més, tal i com ja s'ha fet amb les emissions de NO_x, s'ha quantificat la diferència entre els registres de COPERT i els del RSD per a cada tipologia de vehicle; seguidament s'ha aplicat l'increment real observat en les emissions (COPERT+RSD), que s'ha quantificat en un 17,5% de mitjana per a tot el parc.

Taula 11: Emissions de PM₁₀ de la circulació viària (tots els àmbits) al municipi de Barcelona l'any 2017. [COPERT+RSD] (t/any).

	Àmbit urbà [t/any]	Ronda de Dalt [t/any]	Ronda Litoral [t/any]	TOTAL
TOTAL	161,8	22,40	23,89	208,1
EMISSIONS ÀMBIT	77,8%	10,8%	11,5%	100,0%
Turismes	40,6%	62,3%	45,0%	43,5%
Furgonetes (LDV)	19,8%	14,3%	17,4%	18,9%
Camions (MDV & HDV)	6,9%	12,3%	27,6%	9,9%
Autobusos	2,2%	0,3%	0,0%	1,8%
Autocars	2,8%	0,3%	2,2%	2,5%
Ciclomotors	10,3%	0,0%	0,0%	8,0%
Motos	17,4%	10,4%	7,7%	15,5%
TURISME (Gasolina)	7,5%	11,8%	8,2%	8,0%
TURISME (Gasoil)	31,0%	47,0%	34,7%	33,1%
TURISME (Híbrid)	2,0%	3,1%	1,8%	2,1%
TURISME (GN)	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
TURISME (LPG)	0,2%	0,4%	0,3%	0,3%
MOTOCICLETES (Gasolina)	17,4%	10,4%	7,7%	15,5%
CICLOMOTORS (Gasolina)	10,3%	0,0%	0,0%	8,0%
LDV (Gasolina)	0,3%	0,2%	0,3%	0,3%
LDV (Gasoil)	19,5%	14,1%	17,2%	18,6%
MDV (Gasoil)	6,4%	11,5%	19,5%	8,5%
HDV (Gasoil)	0,5%	0,8%	8,1%	1,4%
AUTOCARS (Gasoil)	2,8%	0,3%	2,2%	2,5%
BUS URBÀ (Gasoil)	1,7%	0,2%	0,0%	1,3%
BUS URBÀ (GN)	0,6%	0,1%	0,0%	0,5%

Font: Barcelona Regional. NOTA: No s'inclou l'emissió degut a la resuspensió de partícules.

De tota la circulació de la ciutat, se'n deriva un factor d'emissió mitjà per quilòmetre recorregut (sense resuspensió) de 0,0477 gPM₁₀/km.

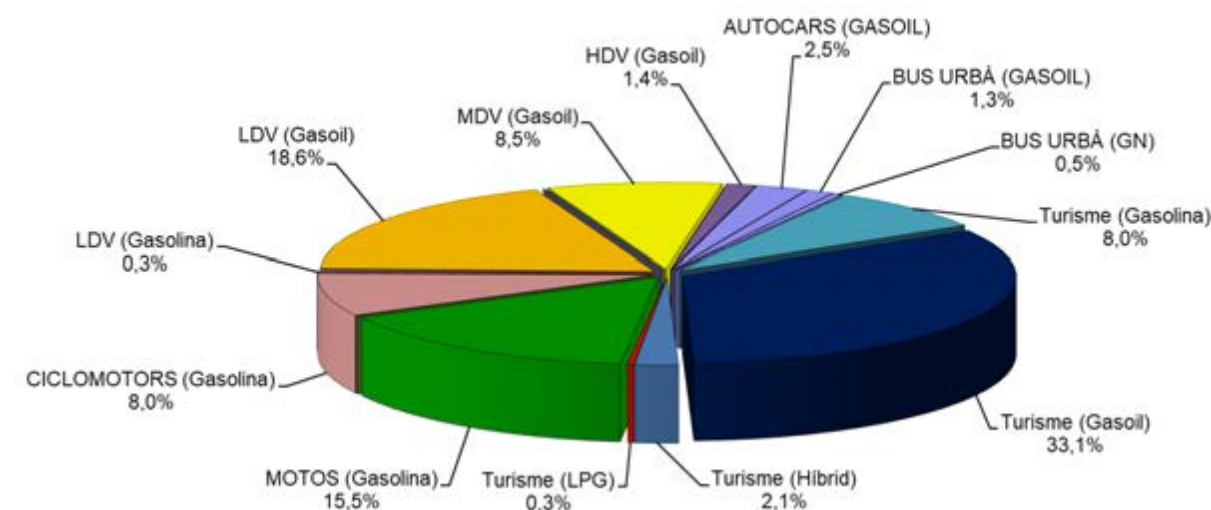
Els turismes és la tipologia amb més emissions (50%), ja que és la que acumula més mobilitat; seguit de les furgonetes (17,8%), motocicletes (12,3%) i camions (11,9%). Pel que fa al combustible, els vehicles amb dièsel es postulen com als més contaminants en conjunt (amb un 73,8% de les emissions totals de PM₁₀ a la ciutat de Barcelona).

Paral·lelament al càlcul d'emissions provinents exclusivament del vehicle (tub d'escapament, frens i pneumàtics), s'ha tingut en compte les emissions degudes a la resuspensió de partícules a l'atmosfera. Aquest fenomen es produeix amb els pas dels vehicles per una via, tot creant unes turbulències que desprenen la pols del terra i la retornen a l'atmosfera altre cop.

Per tant, a l'hora de comptabilitzar les emissions de PM₁₀ del trànsit rodat només s'han tingut en compte les emissions directament originades pels vehicles. Tot i això, a l'hora de executar el model de qualitat de l'aire la resuspensió s'ha afegit com a emissió de PM₁₀ addicional a les emissions ja calculades. S'ha aplicat un factor d'emissió de resuspensió de 0,097 gPM₁₀/veh-km (F. Amato, 2010)

igual per a tots els vehicles. D'aquesta manera, la resuspensió de partícules suposa una quantitat extra d'emissió de 427,78 t/any a tot l'àmbit de Barcelona (Urbà + Rondes).

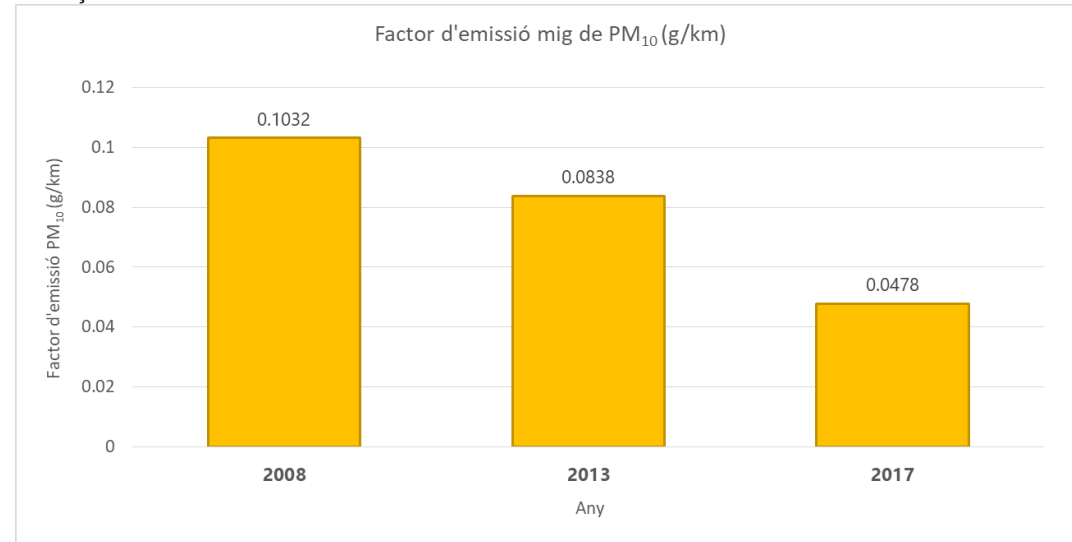
Gràfic 33: Distribució de les emissions de PM₁₀ (sense resuspensió) a Barcelona (tots els àmbits) [2017] per a un total de 208,09 t/any [COPERT+RSD]. Factor d'emissió mitjà: **0,0477 gPM₁₀/km**.



Font: Barcelona Regional.

Cal destacar també la reducció que hi ha hagut de les emissions per quilòmetre recorregut del parc circulant des del 2013, gràcies a la major proporció de vehicles amb més control de les partícules, derivades especialment de les normatives Euro 5/V. Així doncs, mentre l'any 2013 els vehicles emetien de mitjana 0,0838 gPM₁₀/km, l'any 2017 les emissions s'han reduït fins als **0,0477 gPM₁₀/km (un -43% aproximadament)** tots dos valors sense considerar la resuspensió.

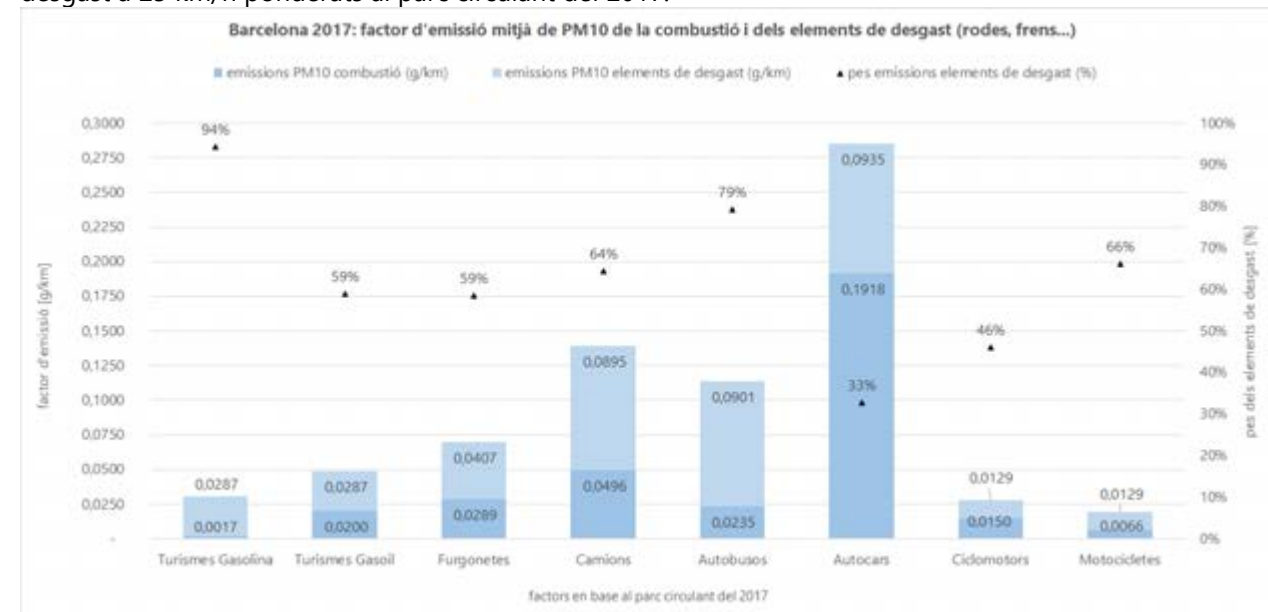
Gràfic 34: Evolució temporal del factor d'emissió mig de PM₁₀ del parc circulant de Barcelona en els últims balanços i model de contaminació local realitzats.



Font: Barcelona Regional. NOTA: no s'ha calculat (no es disposa de dades) el període 2014-2016.

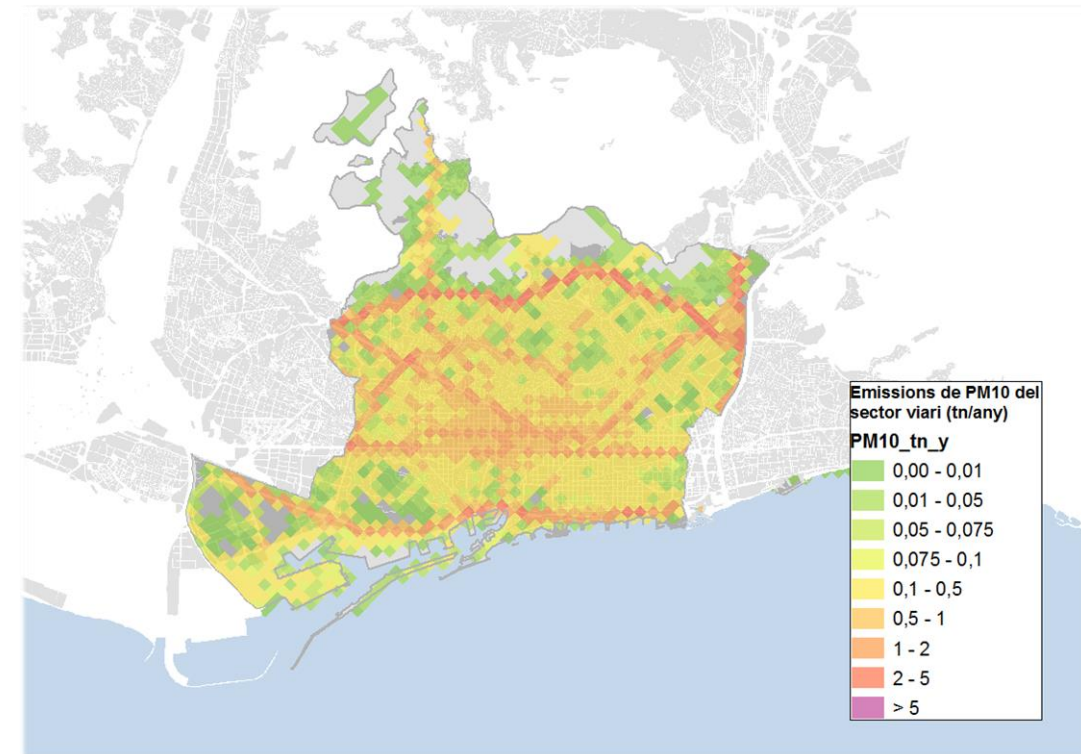
Aquestes partícules són emeses tant per combustió com per desgast de rodes (pneumàtics) i frens, els quals varien segons la tipologia de vehicle. Al següent gràfic es resumeix el factor d'emissió de partícules fruit de la combustió i del desgast, així com el percentatge de contribució d'aquest desgast per categoria de vehicle.

Gràfic 35. Factors d'emissió de PM₁₀ (sense RSD) per tipologia de vehicle segons l'origen: combustió i desgast a 25 km/h ponderats al parc circulant del 2017.



Font: Barcelona Regional amb dades de COPERT

Imatge 14: Mapa de les emissions de PM₁₀ (sense resuspensió) del sector viari de Barcelona (2017) en quadrants 250mx250m



Font: Barcelona Regional.

Les emissions i factors d'emissió de PM₁₀ de cada tipologia de vehicle i àmbit de Barcelona es poden consultar a l'annex d'aquest document

EMISSIONS PM_{2,5} DELS VEHICLES

La circulació viària a tots els àmbits de Barcelona (sense incloure la circulació viària del Port) va emetre 151 t de PM_{2,5} l'any 2017. El 77,8% d'aquestes emissions es deuen a la circulació per les vies urbanes, mentre que la proporció restant (22,2%) respon a la circulació per les Rondes.

Com en el cas de les PM₁₀, el càlcul de les emissions de PM_{2,5} del trànsit rodat s'han calculat en el marc de la metodologia COPERT. Aquesta considera totes les fonts d'emissió de partícules que presenten els vehicles: tub d'escapament, desgast de l'asfalt, pneumàtics i pastilles dels frens. A més, tal i com ja s'ha fet amb les emissions de PM₁₀, s'ha quantificat la diferència entre els registres de COPERT i els del RSD per a cada tipologia de vehicle; seguidament s'ha aplicat l'increment real observat en les emissions (COPERT+RSD), quantificat en un 17,5% de mitjana per a tot el parc.

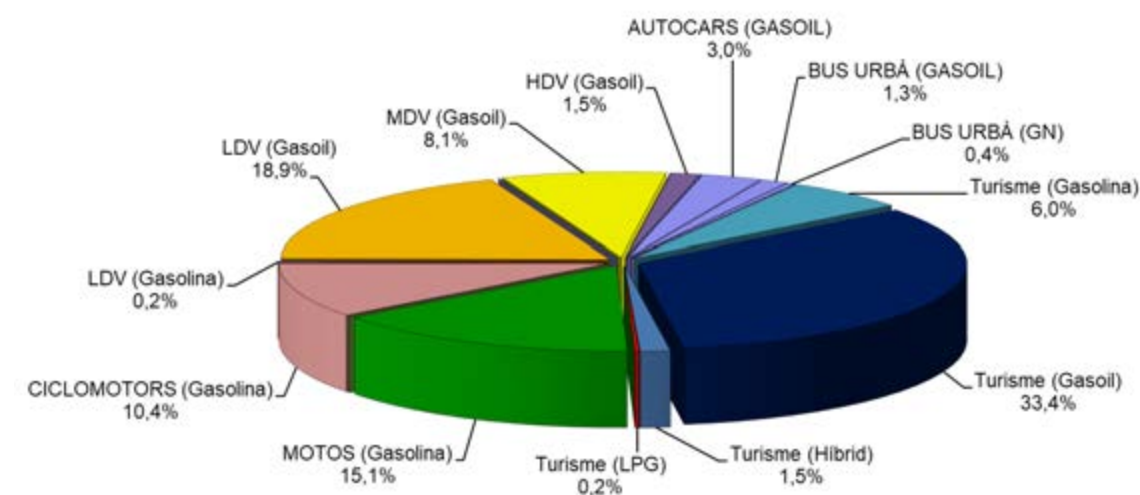
Taula 12: Emissions de PM_{2,5} de la circulació viària (tots els àmbits) al municipi de Barcelona l'any 2017. [COPERT+RSD] (t/any).

	Àmbit urbà [t/any]	Ronda de Dalt [t/any]	Ronda Litoral [t/any]	TOTAL
TOTAL ÀMBIT (%)	78,8%	10,2%	11,0%	100%
TOTAL ÀMBIT (t/any)	119,14	15,45	16,71	151,30
Turismes	38,1%	61,4%	44,0%	41,1%
Furgonetes (LDV)	19,9%	14,9%	17,6%	19,1%
Camions (MDV & HDV)	6,6%	12,3%	27,9%	9,6%
Autobusos	2,1%	0,3%	0,0%	1,7%
Autocars	3,3%	0,4%	2,6%	3,0%
Ciclomotors	13,2%	0,0%	0,0%	10,4%
Motos	16,7%	10,7%	7,9%	15,1%
Turisme (Gasolina)	5,5%	9,3%	6,5%	6,0%
Turisme (Gasoil)	31,0%	49,4%	35,9%	33,4%
Turisme (Híbrid Gasoil i Gasolina)	1,4%	2,3%	1,3%	1,5%
Turisme (LPG)	0,2%	0,3%	0,2%	0,2%
MOTOS (Gasolina)	16,7%	10,7%	7,9%	15,1%
CICLOMOTORS (Gasolina)	13,2%	0,0%	0,0%	10,4%
LDV (Gasolina)	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%
LDV (Gasoil)	19,7%	14,7%	17,4%	18,9%
MDV (Gasoil)	6,1%	11,4%	18,9%	8,1%
HDV (Gasoil)	0,5%	0,9%	9,0%	1,5%
AUTOCARS (GASOIL)	3,3%	0,4%	2,6%	3,0%
BUS URBÀ (GASOIL)	1,6%	0,2%	0,0%	1,3%
BUS URBÀ (GN)	0,5%	0,1%	0,0%	0,4%

Font: Barcelona Regional. NOTA: No s'inclou l'emissió degut a la resuspensió de partícules.

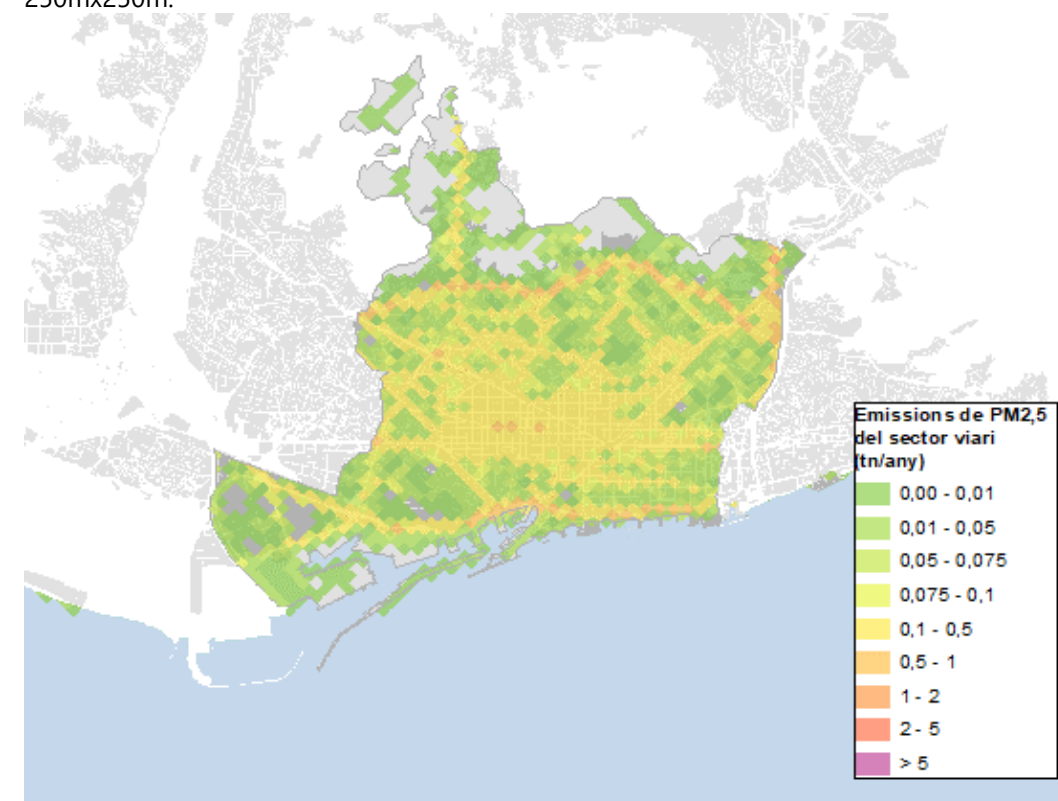
Tal i com passa amb les PM₁₀, els turismes és la tipologia de vehicles que més emissions de PM_{2,5} han produït en valor absolut, amb pràcticament la meitat de totes les emissions d'aquest contaminant del sector viari de la ciutat (48,5%). El segueixen les furgonetes (18%), els camions (12,2%) i les motocicletes (11,9%). En relació al combustible més contaminant, aquest torna a ser el dièsel, amb unes emissions en conjunt (tots els vehicles que l'utilitzen com a combustible) del 76,1% de les emissions de PM_{2,5} al municipi. El pes de les emissions a la Ronda de Dalt i a la Ronda Litoral és pràcticament el mateix, amb un 10,8% i un 11,3% respectivament.

Gràfic 36: Distribució de les emissions de PM_{2,5} a Barcelona (tots els àmbits) [2017] per a un total de 151,30 t/any [COPERT+RSD]. Factor d'emissió mitjà: **0,0347 gPM_{2,5}/km**.



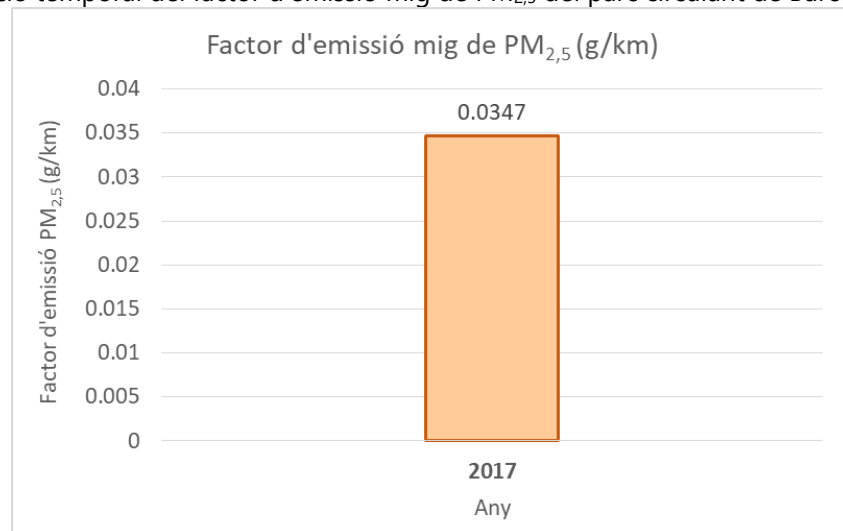
Font: Barcelona Regional.

Imatge 15: Mapa de les emissions de PM_{2,5} del sector viari de Barcelona (2017) en quadrants de 250mx250m.



Font: Barcelona Regional.

Gràfic 37: Evolució temporal del factor d'emissió mig de PM_{2,5} del parc circulant de Barcelona l'any 2017.

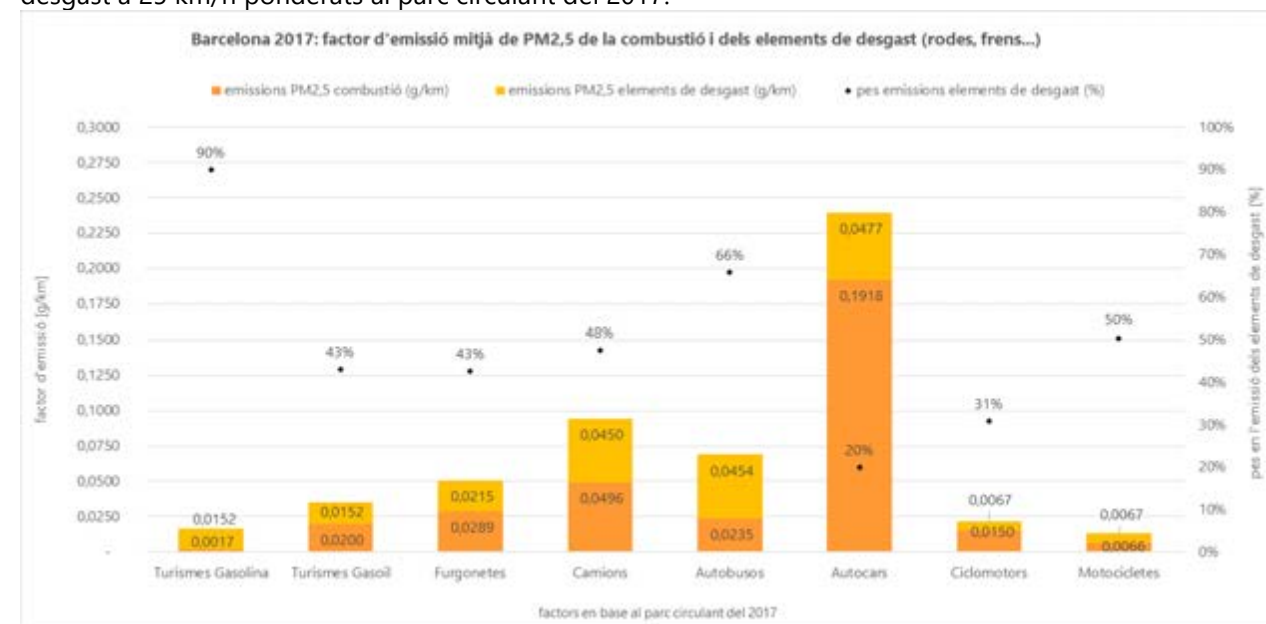


Font: Barcelona Regional. NOTA: Els nivells de PM_{2,5} no s'havien quantificat en anys anteriors al 2017.

Les emissions i factors d'emissió de PM_{2,5} de cada tipologia de vehicle i àmbit de Barcelona es poden consultar a l'annex d'aquest document.

Aquestes partícules (com en el cas de les PM₁₀) són emeses tant per combustió com per desgast de rodes (pneumàtics) i frens, els quals varien segons la tipologia de vehicle. Al següent gràfic es resumeix el factor d'emissió de partícules fruit de la combustió i del desgast, així com el percentatge de contribució d'aquest desgast per categoria de vehicle.

Gràfic 38. Factors d'emissions de PM_{2,5} (sense RSD) per tipologia de vehicle segons l'origen: combustió i desgast a 25 km/h ponderats al parc circulant del 2017.



Font: Barcelona Regional amb dades de COPERT

RESUM EMISSIONS SECTOR VIARI

A mode de resum, a la taula següent es presenta un resum de les emissions totals (NO_x, NO₂, PM₁₀ i PM_{2,5}) del sector viari per categoria de vehicle. També s'hi inclou la resuspensió de partícules.

Taula 13: Taula resum de les emissions (COPERT+RSD) del viari per categoria a Barcelona (2017).

Categoria de vehicle	NO _x [t/any]	NO ₂ [t/any]	PM ₁₀ [t/any]	PM _{2,5} [t/any]
Turismes	1.498	374,0	90,5	62,2
Furgonetes (LDV)	696	179,8	39,4	28,9
Camions (MDV & HDV)	453	91,5	20,5	14,5
Autobusos	209	23,6	3,7	2,6
Autocars	193	56,4	5,1	4,5
Ciclomotors	47	8,8	16,6	15,7
Motos	390	73,3	32,3	22,9
TOTAL (t/any)	3.486	807,5	208,1	151,3
Amb resuspensió* (t/any)			631,1	173,9

Font: Barcelona Regional. Nota: Per Barcelona s'afegeix una quantitat extra de 423 t/any de PM₁₀ i 22,6 t/any de PM_{2,5} degut a la resuspensió de partícules (*).

EMISSIONS DIFUSES

Les emissions difuses es coneixen com aquelles emissions que són alliberades a l'atmosfera mitjançant focus sense forma o límits definits i que en aquest estudi es consideren i modelitzen com a focus d'àrea o volum.

El càlcul de les emissions d'aquest apartat es fonamenta en la metodologia "top-down", que consisteix en calcular les emissions a partir de dades estadístiques agregades i distribuir-les arreu del territori amb el millor grau de detall possible d'acord a un criteri determinat.

El càlcul de les emissions difuses s'ha dut a terme a partir de les dades de consum de combustibles següents: gas natural, GLP i gasoil. Per al consum de gas natural es van utilitzar les dades a escala municipal proporcionades per l'ICAEN (2017). Per al cas dels combustibles GLP (butà i propà), gasoil B (agrícola) i gasoil C (calefacció) la font és CNMC (2017), encara que només es disposa de dades a nivell provincial.

A la taula següent es mostren els consums de gas natural a Barcelona i als altres municipis de l'àmbit de l'inventari d'emissions. S'agrupen segons tres grans categories de consum: domèstic, comercial i serveis i industrial. Per assolir aquesta classificació, s'han utilitzat les dades del cadastre municipal de l'any 2017 per identificar el sector de l'ús de cada parcel·la.

Taula 14: Dades de consum de gas natural de l'any 2017 de Barcelona i de la resta dels municipis de l'àmbit de l'inventari d'emissions per sector d'activitat (MWh/any)

Municipi	Domèstic	Comercial i serveis	Industrial	Total
Barcelona	2.232.814	1.467.450	1.222.566	4.922.830
Altres municipis de l'àmbit	1.572.375	1.000.729	1.020.899	3.594.004
Total (MWh)	3.805.190	2.468.179	2.243.465	8.516.834
Total (GJ)	13.698.684	8.885.444	8.076.474	30.660.602

Font: ICAEN, 2017

En el cas del GLP i gasoil C, les dades de partida només es troben per província (CNMC, 2017). Per tant, per la seva distribució territorial s'ha considerat que el seu ús és degut principalment al sector domèstic i que el gasoil C no s'utilitza a Barcelona. Així doncs, per calcular el consum de GLP i Gasoil C per a cada municipi, s'ha hagut de calcular inicialment un factor de consum per càpita mitjà i posteriorment obtenir un consum per a cada municipi en funció dels seus habitants. Aquesta informació es mostra en les dues taules següents

Taula 15. Consums per càpita de GLP i Gasoil C per a Barcelona i els altres municipis de l'àmbit d'estudi.

ÀMBIT	Consum GLP (kWh/any)	Consum Gasoil C (kWh/any)	Població (hab)	Consum GLP (kWh/any-hab)	Consum Gasoil C (kWh/any-hab)
Barcelona	238.677.114	- (*)	1.620.809	147,26	-
Altres municipis de l'àmbit	191.949.495	588.873.041	1.303.491	147,26	451,77
TOTAL	469.177.873	588.873.041	2.924.300	147,26	201,37

Font: Barcelona Regional amb dades de CNMC i IDESCAT, 2017.

D'aquesta forma s'han pogut calcular els consums de GLP i Gasoil C per als municipis de l'inventari.

Taula 16. Consums de GLP i Gasoil C a Barcelona i al conjunt de municipis de fora de l'àmbit de Barcelona, àmbit domèstic (MWh/any).

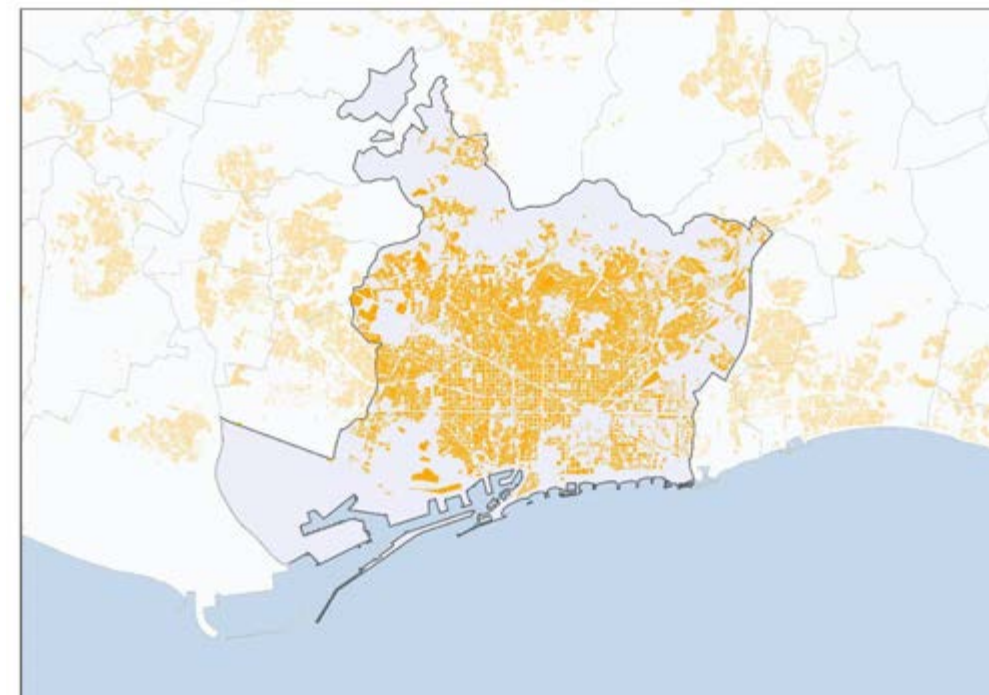
Municipi	GLP	Gasoil C
Barcelona	238.677	- (*)
Altres municipis de l'àmbit	191.949	588.873
Total (MWh)	430.626	588.873
Total (GJ)	1.550.254	2.119.936

Font: Barcelona Regional amb dades de CNMC 2017 i IDESCAT 2017.

Les emissions difuses s'introdueixen al model com a emissions per unitat de superfície. Per això és important la detecció de l'ús de cadascuna de les parcel·les per tal de georeferenciar-les correctament amb l'ajuda del Cadastre, com ja s'ha comentat abans.

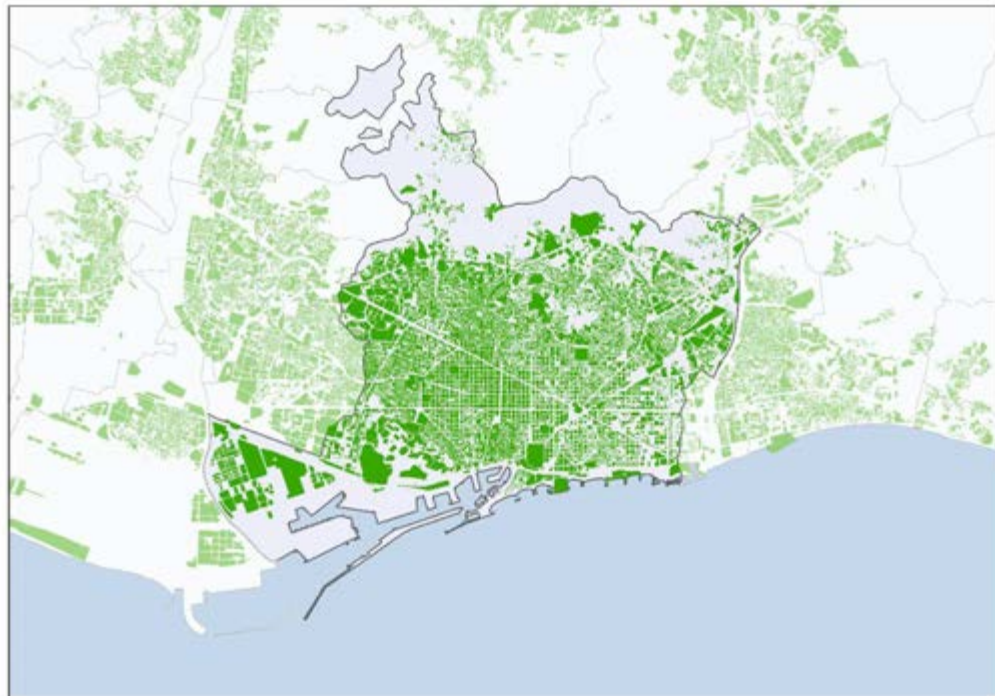
A les imatges següents es mostren les parcel·les edificades en cadascun dels municipis de l'àmbit de l'inventari d'emissions segons sector domèstic, comercial i serveis i industrial.

Imatge 16: Distribució de les parcel·les edificades del sector habitatge presents a Barcelona i fora del seu àmbit (color més clar).



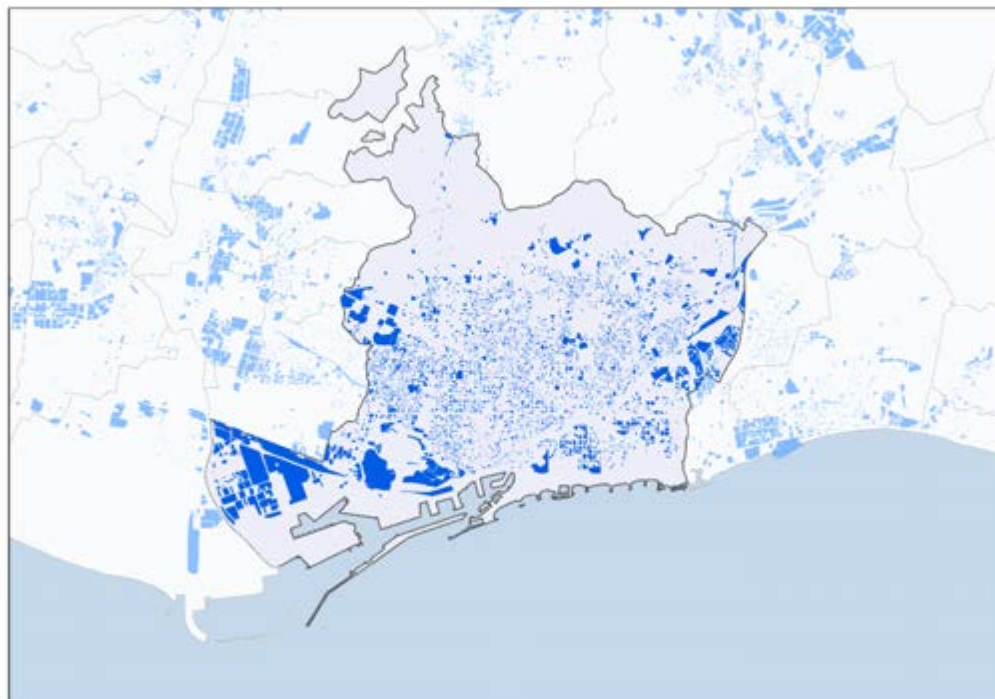
Font: Barcelona Regional a partir de dades del Cadastre

Imatge 17: Distribució de les parcel·les edificades del sector comercial i serveis presents a Barcelona i fora del seu àmbit (color més clar).



Font: Barcelona Regional a partir de dades del Cadastre

Imatge 18: Distribució de les parcel·les edificades del sector industrial presents a Barcelona i fora del seu àmbit (color més clar).



Font: Barcelona Regional a partir de dades del Cadastre

Pel que fa al gas natural, aquest és consumit a tots tres sectors, mentre que el GLP i gasoil es consumeixen exclusivament al sector domèstic. A continuació es mostra, per cadascun dels sectors

(domèstic, comercial i serveis i industrial), l'àrea construïda (m^2), l'energia consumida (MWh) i la intensitat de consum ((kWh/m^2) de gas natural (GN) a Barcelona i als altres municipis de l'àmbit de l'inventari.

Taula 17. Superfície construïda, consum d'energia i intensitat de consum anual de gas natural per àmbit de l'inventari.

Sector	Barcelona	Altres municipis de l'àmbit	TOTAL
Domèstic (àrea construïda- m^2)	64.099.532	44.676.923	108.776.455
Comercial i serveis (àrea construïda- m^2)	31.845.386	24.607.824	56.453.210
Industrial (àrea construïda- m^2)	5.639.362	10.068.494	15.707.856
Consum GN Domèstic (MWh)	2.232.814	1.572.375	3.805.189
Consum GN Comercial (MWh)	1.467.450	1.000.729	2.468.179
Consum GN Industrial (MWh)	1.222.566	1.020.899	2.243.465
Consum GN Domèstic (kWh/m^2)	34,83	35,19	34,98
Consum GN Comercial (kWh/m^2)	46,08	40,67	43,72
Consum GN Industrial (kWh/m^2)	216,79	101,40	142,82

Font: Barcelona Regional amb dades de l'ICAEN i Cadastre.

Respecte al GLP i al gasoil C, ambdós es consumeixen tan sols al sector domèstic. A la taula següent es mostra, pels dos combustibles, l'àrea construïda (m^2), l'energia consumida (MWh) i la intensitat de consum ((kWh/m^2) per Barcelona i els altres municipis de l'àmbit de l'inventari.

Taula 18. Superfície construïda, consum d'energia i intensitat de consum anual de GLP i gasoil C per àmbit de l'inventari.

Sector	Barcelona	Altres municipis de l'àmbit	TOTAL
Domèstic (àrea construïda- m^2)	64.099.532	44.676.923	108.776.455
Consum GLP Domèstic (MWh)	238.677	191.949	430.626
Consum GLP Domèstic (kWh/m^2)	3,72	4,30	3,96
Consum Gasoil Domèstic (kWh)	0,00 0	588.873.041	588.873.041
Consum Gasoil C Domèstic (kWh/m^2)	0,00 (*)	13,18	5,41

Font: Barcelona Regional amb dades de l'ICAEN i Cadastre. (*) A Barcelona no es consumeix Gasoil C.

A partir de les dades de consum d'energia s'han estimat les emissions de NO_x , PM_{10} , $PM_{2,5}$, SO_2 i NMCOVs, utilitzant els factors d'emissió establerts a la metodologia EMEP/EEA *air pollutant emission guidebook* 2016 i que es resumeixen a l'Annex. A continuació es mostren els principals resultats d'emissions contaminants per a cadascun d'aquests tres sectors d'emissions difuses.

SECTOR DOMÈSTIC

El consum de gas natural l'any 2017 del sector domèstic a Barcelona va ser de **2.232.814 MWh (8.038.130 GJ)** i de **1.572.375 MWh (5.660.550 GJ)** als altres municipis de l'inventari. Pel que fa al GLP, el consum a Barcelona es xifra en **238.677 MWh (859.238 GJ)** i en **191.949 MWh (691.018**

GJ) a la resta de municipis de l'inventari. Per últim, no es va consumir Gasoil C a Barcelona. A la resta de municipis de l'àmbit el consum d'aquest combustible va ser de **588.783 MWh (2.119.943 GJ)** en gasoil C i **430.626 MWh (1.550.256 GJ)**. Tenint en compte aquests consums i dels factors d'emissió de l'Annex 1, s'obtenen les emissions anuals de contaminants.

Taula 19: Emissions derivades dels consums de combustibles en el sector domèstic (t/any).

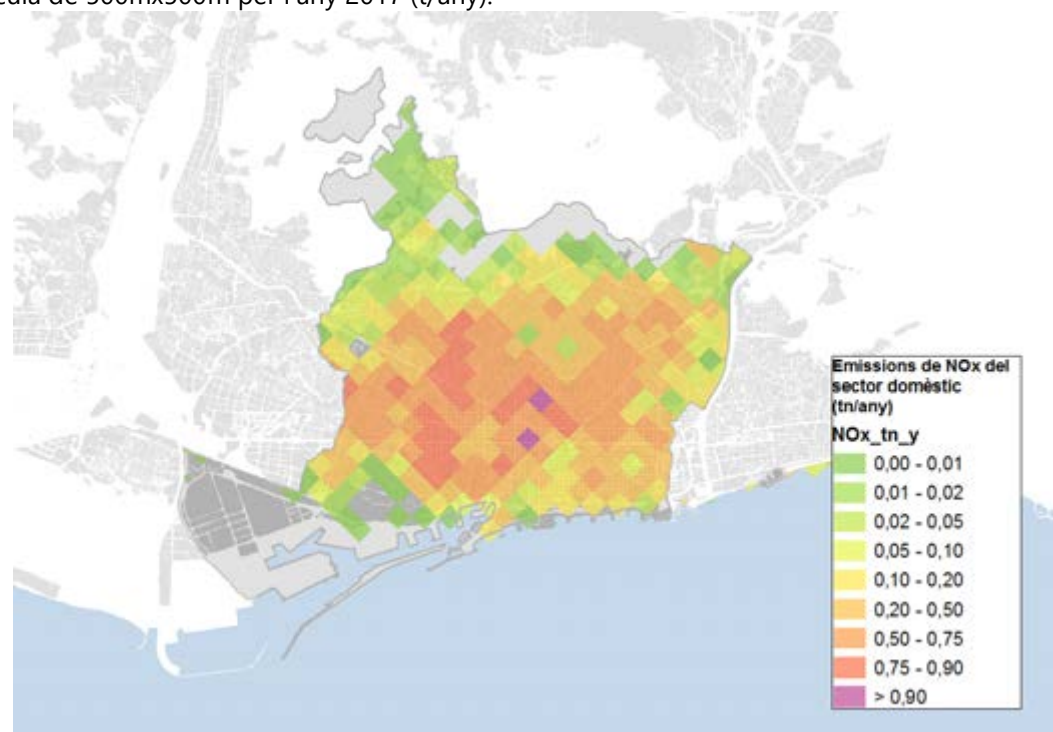
Municipi	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}
Barcelona	399,4	7,99	7,99
Altres municipis de l'àmbit	431,8	9,8	9,8
Total	831,2	17,8	17,8

Font: Barcelona Regional.

Així, s'obté que als municipis de l'àmbit de l'inventari (Barcelona i altres) s'emeten **831 t de NO_x**, **17,8 t de PM₁₀** i **17,8 t de PM_{2,5}**, derivades dels consums energètics del sector domèstic.

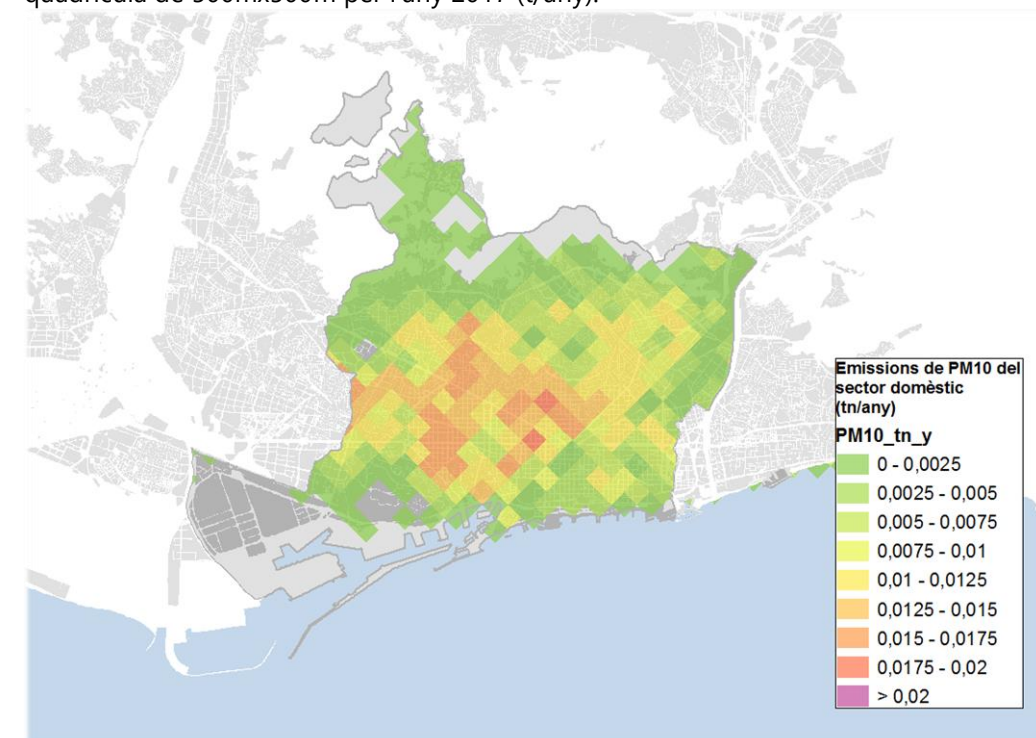
Pel que fa a la distribució espacial de les emissions, aquestes s'han repartit en base a la parcel·lació per a l'ús domèstic del Cadastre. En les següents imatges es mostra la distribució de les emissions de NO_x, PM₁₀ i PM_{2,5} en una malla de quadrícules de 500mx500m.

Imatge 19: Mapa d'emissions de NO_x del sector domèstic a l'àmbit de l'inventari d'emissions a la quadrícula de 500mx500m per l'any 2017 (t/any).



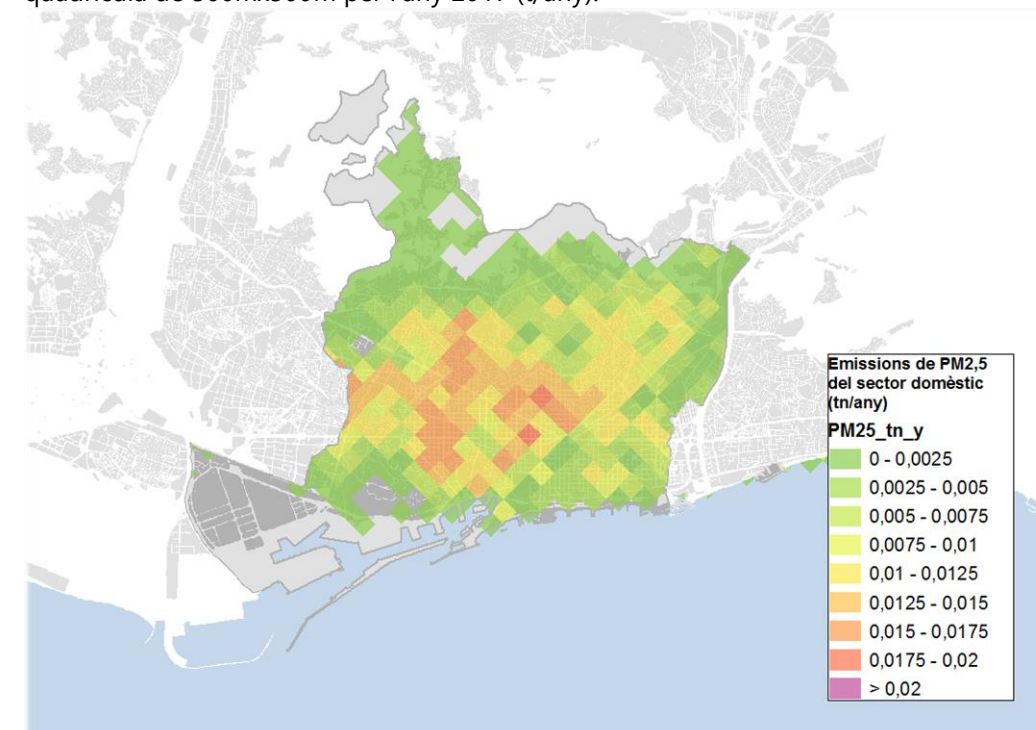
Font: Barcelona Regional.

Imatge 20: Mapa d'emissions de PM₁₀ del sector domèstic a l'àmbit de l'inventari d'emissions a la quadrícula de 500mx500m per l'any 2017 (t/any).



Font: Barcelona Regional

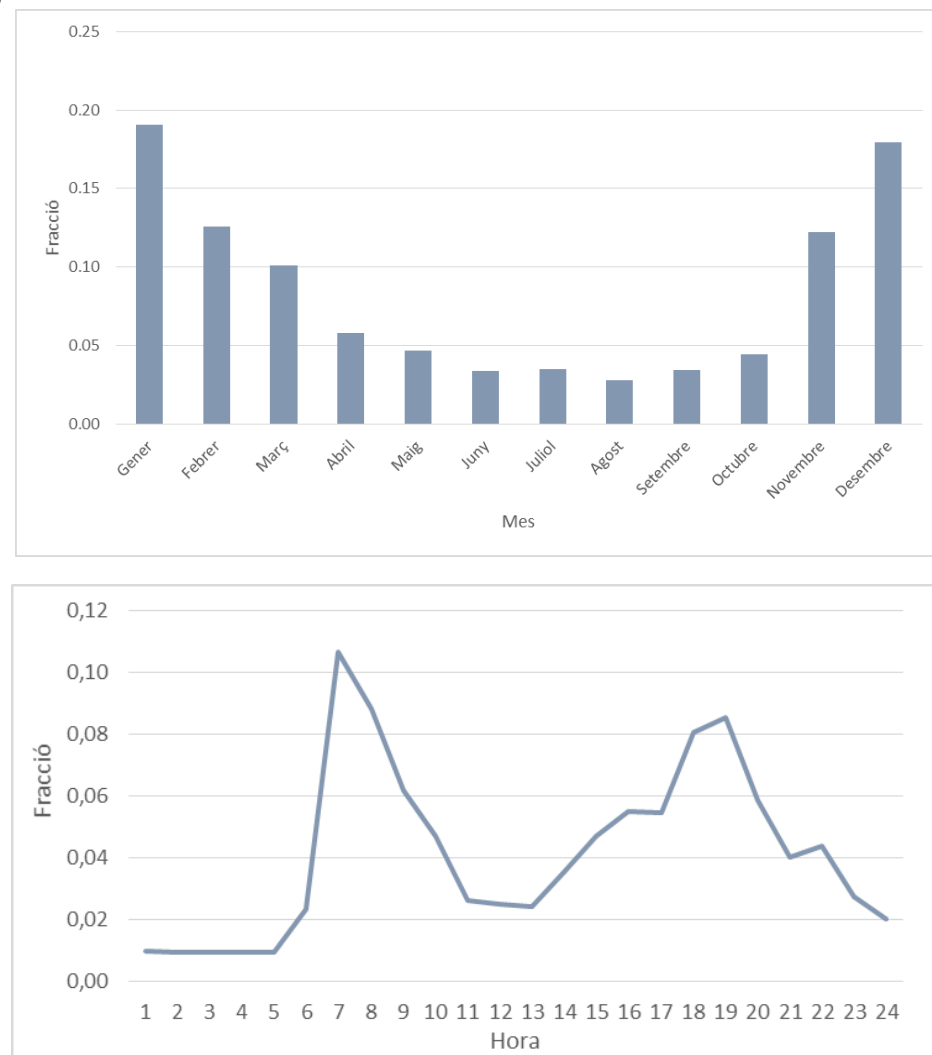
Imatge 21: Mapa d'emissions de PM_{2,5} del sector domèstic a l'àmbit de l'inventari d'emissions a la quadrícula de 500mx500m per l'any 2017 (t/any).



Font: Barcelona Regional

A més, al model s'han considerat, per una banda, els perfils d'emissions corresponents a l'ús combinat de calefacció només durant l'època més freda a la ciutat (Novembre – Març). Per altra banda, els perfils d'emissions de les cuines de gas i producció d'aigua calenta sanitària són de forma continuada al llarg de l'any. S'han aplicat factors mensuals específics del sector domèstic, tenint en compte els perfils de consums de gas natural que mostren les estadístiques de consum de la *Corporación de Reservas Estratégicas de Productos Petroleros (CORES)*. S'han utilitzat els consums de gas natural inferiors a 4 bars de pressió (xarxa de baixa pressió). El perfil diari s'ha calculat en funció a dades pròpies.

Gràfic 39: Perfils mensual (a dalt) i horari (a baix) d'emissions del sector domèstic a l'àmbit d'estudi l'any 2017



Font: CORES i Barcelona Regional.

SECTOR COMERCIAL I SERVEIS

L'any 2017, el consum de gas natural del sector comercial i serveis a Barcelona va ser de **1.467.450 MWh (5.282.820 GJ)**. A la resta de municipis de l'àmbit de l'inventari d'emissions el consum va ser de **1.000.729 MWh (3.602.624 GJ)** per al sector comercial i serveis.

A partir d'aquests consums i considerant els factors d'emissió de la metodologia EMEP/EEA *air pollutant emission guidebook 2016* recollits a l'Annex d'aquest document, es calculen les emissions anuals de contaminants per al sector comercial i serveis.

Taula 20: Emissions derivades dels consums energètics en el sector comercial i serveis a l'any 2017 (t/any)

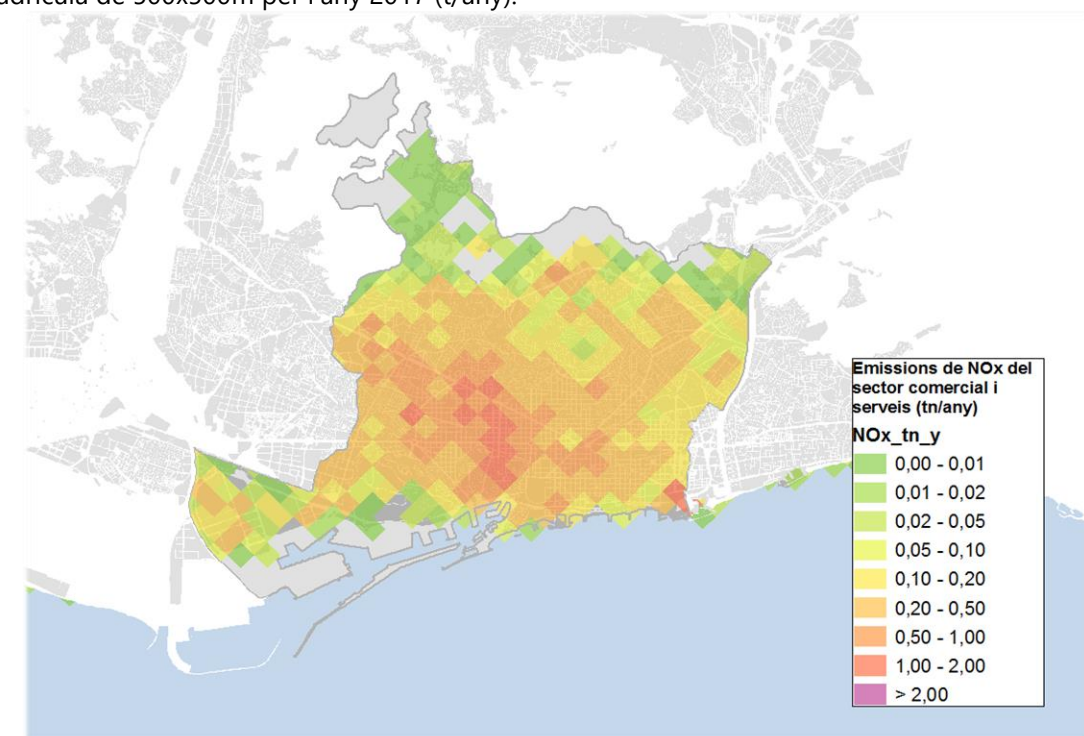
Municipi	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}
Barcelona	385,6	2,38	2,38
Altres municipis de l'àmbit	263,0	1,64	1,64
Total	648,6	4,02	4,02

Font: Barcelona Regional.

Així doncs, s'obté que als municipis de l'àmbit de l'inventari (Barcelona i altres) s'emeten **648,6 t de NO_x, 4,02 t de PM₁₀ i 4,02 t de PM_{2,5}** derivades dels consums energètics del sector comercial i serveis.

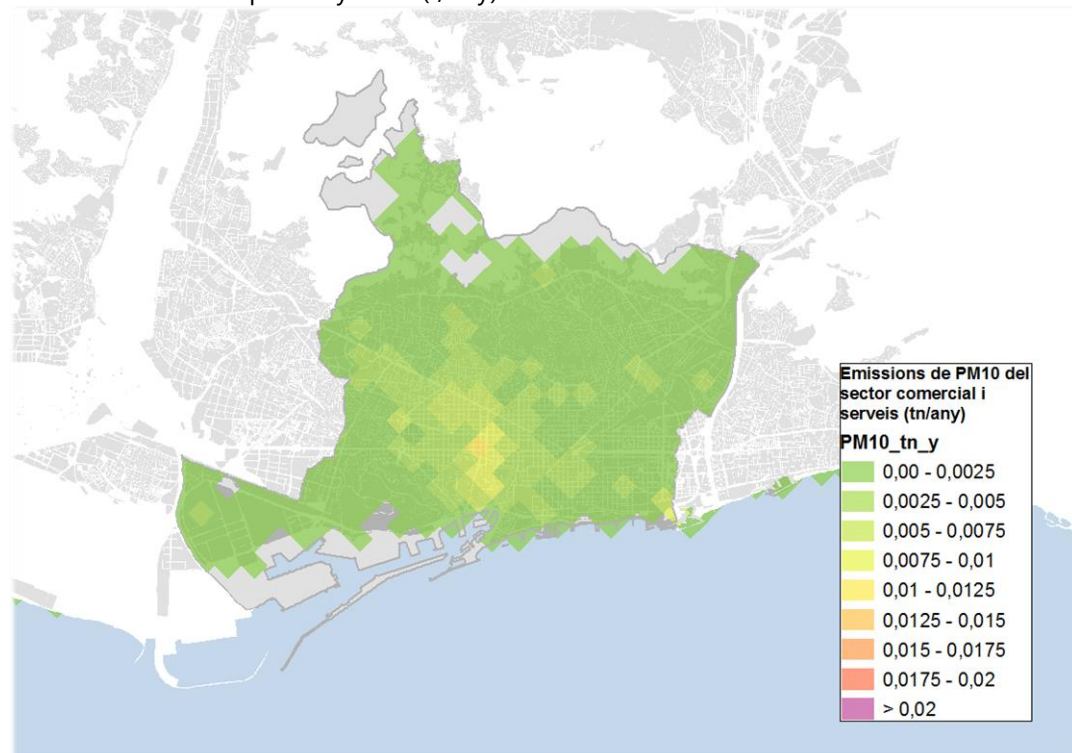
A les següents imatges es mostra la distribució de les emissions de NO_x i de PM₁₀ i PM_{2,5}, segons la superfície construïda del Cadastre per a l'ús comercial i serveis.

Imatge 22: Mapa d'emissions de NO_x del sector comercial i serveis a l'àmbit de l'inventari d'emissions a la quadrícula de 500x500m per l'any 2017 (t/any).



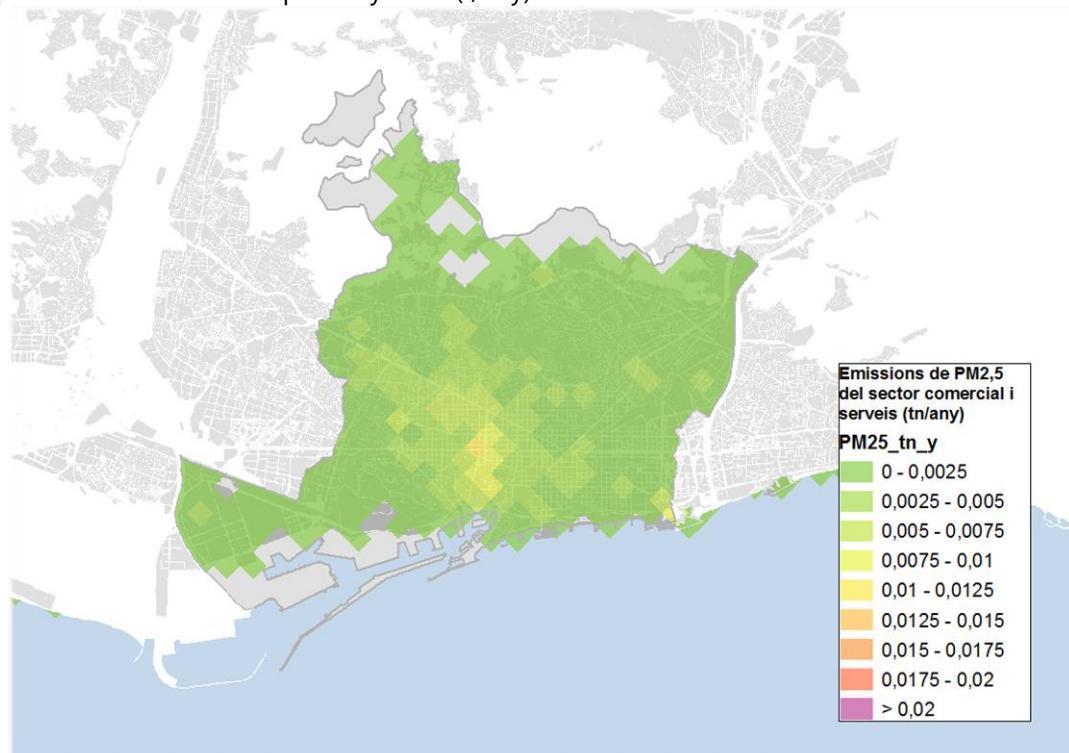
Font: Barcelona Regional

Imatge 23: Mapa d'emissions de PM₁₀ del sector comercial i serveis a l'àmbit de l'inventari d'emissions a la quadrícula de 500x500m per l'any 2017 (t/any).



Font: Barcelona Regional

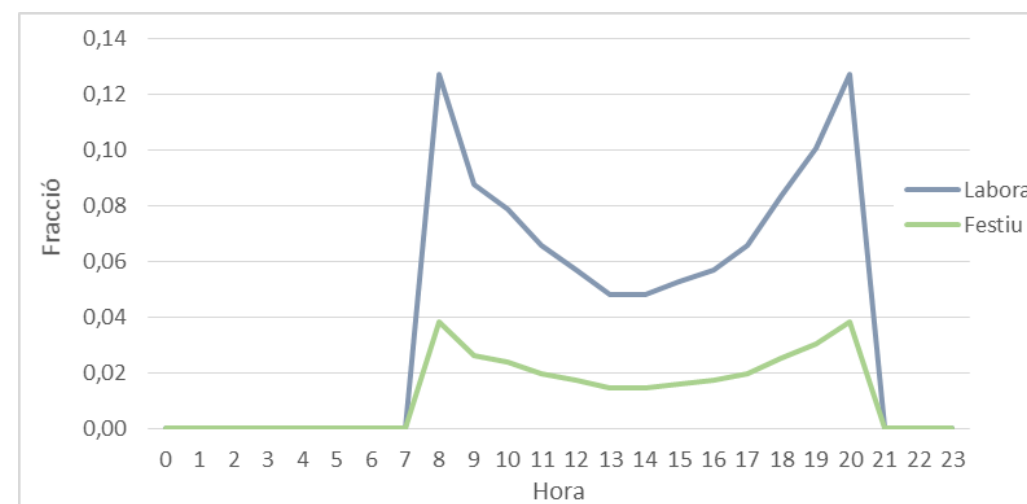
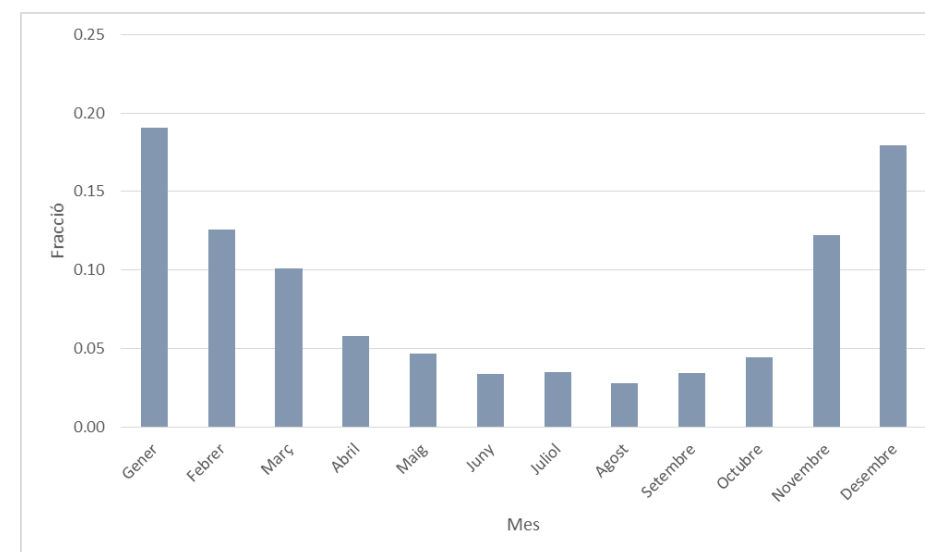
Imatge 24: Mapa d'emissions de PM_{2,5} del sector comercial i serveis a l'àmbit de l'inventari d'emissions a la quadrícula de 500x500m per l'any 2017 (t/any).



Font: Barcelona Regional

S'han elaborat els perfils d'emissió horaris, tenint en compte el comportament específic d'aquest sector, segons estimacions propis i en el cas dels perfils mensuals segons les estadístiques de consum de la *Corporación de Reservas Estratégicas de Productos Petroleros* (CORES, 2017) per a la xarxa de distribució de gas natural de baixa pressió (< 4 bars). Aquests perfils es mostren a la imatge següent,

Gràfic 40: Perfils mensual (a dalt) i horari (a baix) d'emissions del sector comercial i serveis per l'any 2017.



Font: Barcelona Regional amb dades de CORES (2017)

SECTOR INDUSTRIAL DIFÚS

Pel que fa al sector industrial difús es mostren la metodologia i principals resultats, a partir del consum d'energia de (ICAEN) i de les dades del Cadastre.

Així doncs, el consum de gas natural del sector industrial l'any 2017 va ser de **1.222.566 MWh (4.401.237 GJ)** a Barcelona. El consum a la resta de municipis de l'inventari va ser de **1.020.899 MWh (3.675.236 GJ)**. A partir d'aquests consums i considerant els factors d'emissió de la

metodologia EMEP/EEA *Air Pollutant Emission Guidebook 2016* recollits a l'Annex, es calculen les emissions anuals de contaminants del sector industrial difús (petita i mitjana indústria).

Taula 21: Emissions derivades dels consums energètics en el sector industrial difús l'any 2017 (t/any).

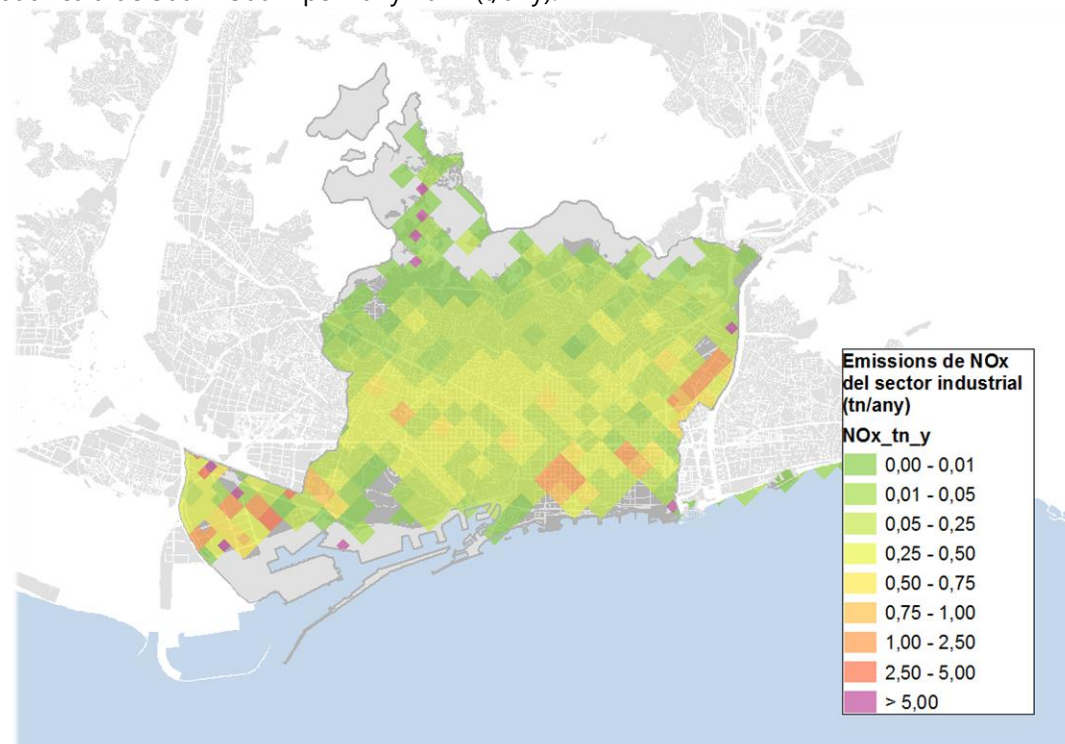
Municipi	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}
Barcelona	321,3	1,98	1,98
Altres municipis de l'àmbit	238,7	3,1	1,59
Total	560,0	3,57	3,57

Font: Barcelona Regional.

Així doncs, s'obté que als municipis de l'àmbit de l'inventari (Barcelona i altres) s'emeten **560 t de NO_x**, **3,5 t de PM₁₀** i **3,46 t de PM_{2,5}**. Totes elles derivades dels consums energètics del sector industrial difús.

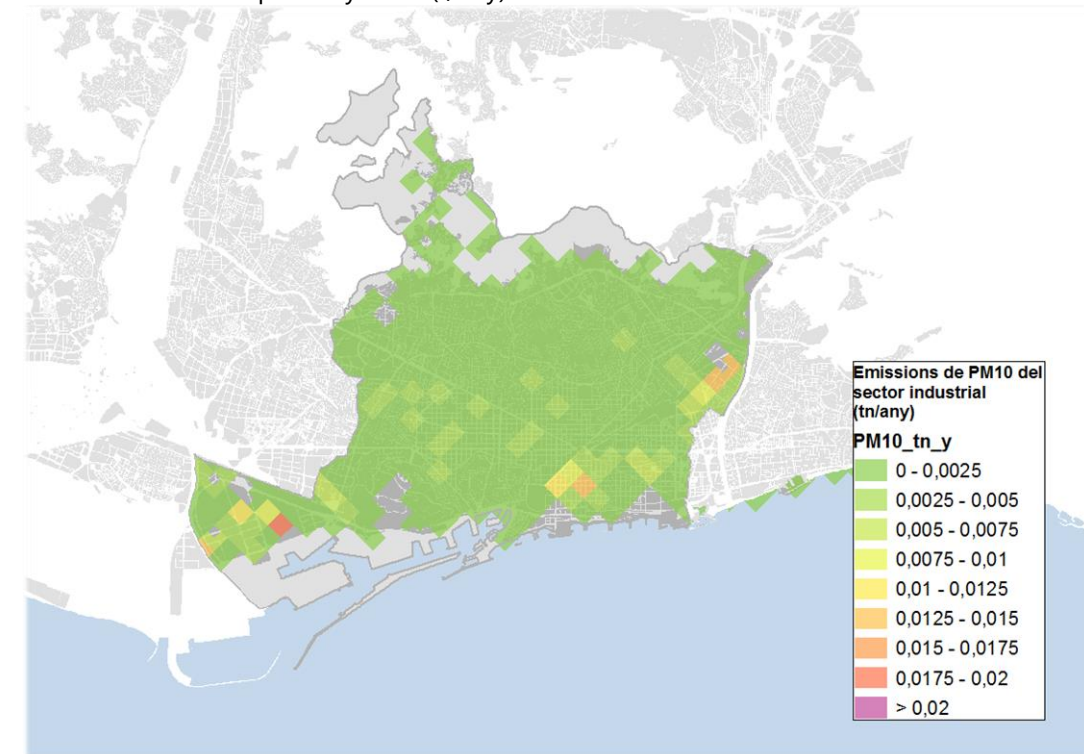
En quant a la distribució espacial de les emissions, s'ha partit de l'anàlisi del Cadastre. A les següents imatges es mostra la distribució de les emissions de NO_x, PM₁₀ i PM_{2,5} en quadrícules de 500mx500m, segons la superfície construïda per a l'ús industrial.

Imatge 25: Mapa d'emissions de NO_x del sector industrial difús a l'àmbit de l'inventari d'emissions a la quadrícula de 500mx500m per l'any 2017 (t/any).



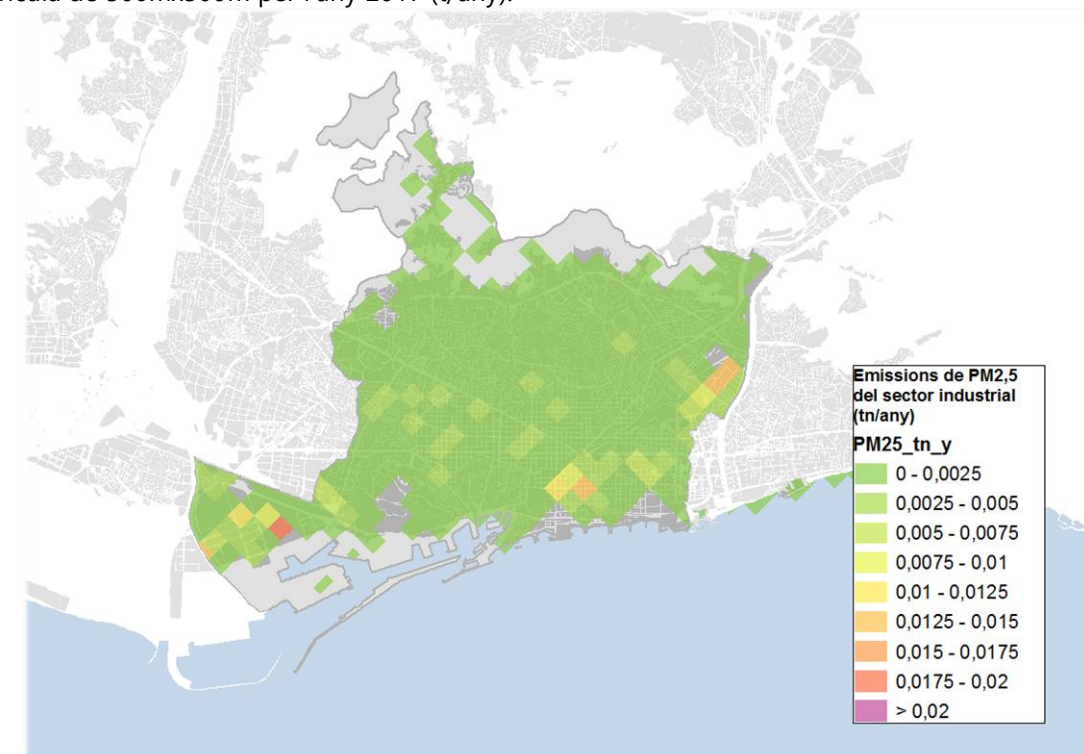
Font: Barcelona Regional.

Imatge 26: Mapa d'emissions de PM₁₀ del sector industrial difús a l'àmbit de l'inventari d'emissions a la quadrícula de 500mx500m per l'any 2017 (t/any).



Font: Barcelona Regional.

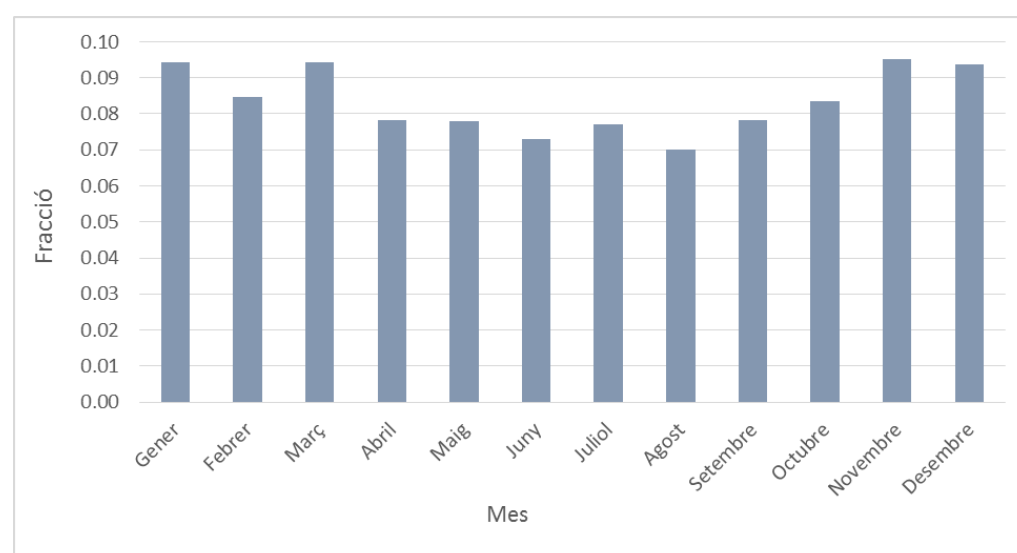
Imatge 27: Mapa d'emissions de PM_{2,5} del sector industrial difús a l'àmbit de l'inventari d'emissions a la quadrícula de 500mx500m per l'any 2017 (t/any).



Font: Barcelona Regional.

S'han aplicat factors mensuals específics del sector industrial, tenint en compte els perfils de consums de gas natural que mostren les estadístiques de consum de la *Corporación de Reservas Estratégicas de Productos Petroleros (CORES, 2017)*. S'han utilitzat els consums de gas natural superiors a 60 bars, excloent-hi els consums derivats de la generació elèctrica a partir de gas natural. El perfil d'emissió diari s'ha calculat en funció a les dades d'EMEP/EEA 2016 (EEA).

Gràfic 41: Perfil mensual d'emissions del sector industrial difús a l'àmbit d'estudi per l'any 2017.



Font: CORES (2017)

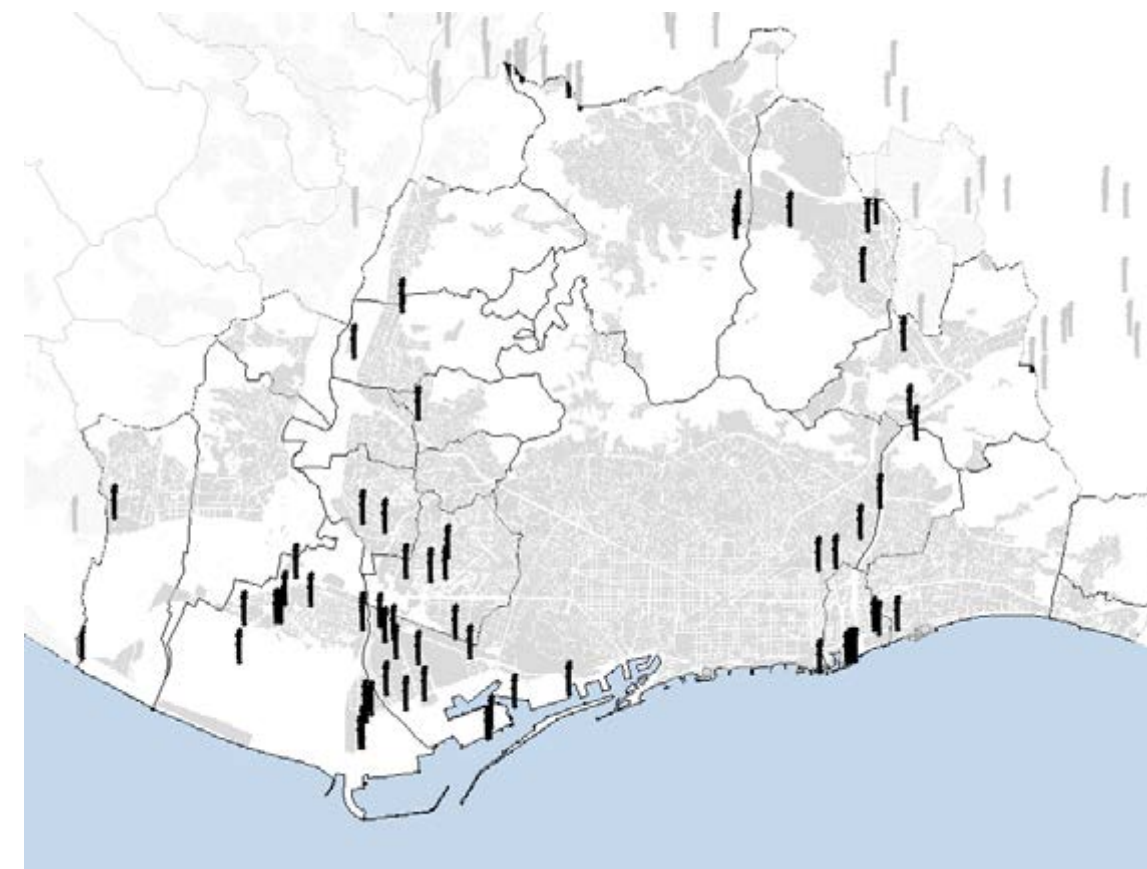
EMISSIONS INDUSTRIALS PUNTUALS

En relació a les dades de les emissions de NO_x i PM₁₀ per a les grans indústries, aquestes han estat subministrades per la DTS (2014) i utilitzades a la data d'elaboració d'aquest estudi. De fet, les dades utilitzades són de l'any 2014, últim any amb dades disponibles i validades. També s'han utilitzat dades de del document "Modelización de la dispersión de NO₂ en 5 municipios de la Región Metropolitana de Barcelona" (Barcelona Regional, 2011).

Les propietats d'emissió de les xemeneies de les indústries (altura, diàmetre), així com velocitat i temperatura de sortida de gasos provenen de la XEAC (Xarxa d'Emissions Atmosfèriques de Catalunya).

A la imatge següent es mostra la distribució espacial de les instal·lacions industrials puntuals considerades a l'inventari d'emissions.

Imatge 28: Mapa d'ubicació de les indústries considerades a l'inventari d'emissions.



Font: Barcelona Regional amb dades del DTS, 2013

Pel que fa referència a la distribució temporal de les emissions, s'han utilitzat els mateixos perfils mensuals i diaris assignats al sector industrial difús. La taula següent resumeix les emissions totals assignades a Barcelona i a la resta de l'àmbit d'estudi degut a les grans instal·lacions industrials.

Taula 22: Emissions totals anuals per municipi degut a les grans instal·lacions industrials a l'any 2013 (t/any) per l'àmbit d'estudi

Municipi	NO _x	PM ₁₀
Barcelona	1.031	32,7
Altres municipis de l'àmbit	3444	30,1
Total (t/any)	4.475	62,8

Font: DTS, 2013

PORT DE BARCELONA

Aquest capítol recull una síntesi de la metodologia utilitzada i els principals resultats del càlcul de les emissions del Port de Barcelona l'any 2017 de l'estudi "Model d'emissions i immissions del port de Barcelona a l'any 2017 i escenaris de futur"; encarregat per el propi Port de Barcelona (Barcelona Regional, 2020).

A la metodologia de càlcul es va desagregar en quatre categories les principals fonts emissores, segons siguin focus marítics o terrestres:

- Marítim: trànsit de vaixells
- Marítim: vaixells auxiliars (remolcadors, pràctics, amarradors, gavarres)
- Terrestre: maquinària auxiliar
- Terrestre: circulació de vehicles dins l'àrea portuària

No es consideren altres fonts d'emissió que poden haver als ports com:

- Emissions derivades de la combustió de combustible dins edificis (calderes, cogeneració, etc...)
- Emissions de focus industrials per processos industrials
- Emissions de traspàs de mercaderies polsoses com farines, gra, etc...
- Emissions de transports ferroviaris

A continuació es presenta el resum de les emissions del Port de Barcelona l'any 2017., agregat per tipologia d'operació i vaixell.

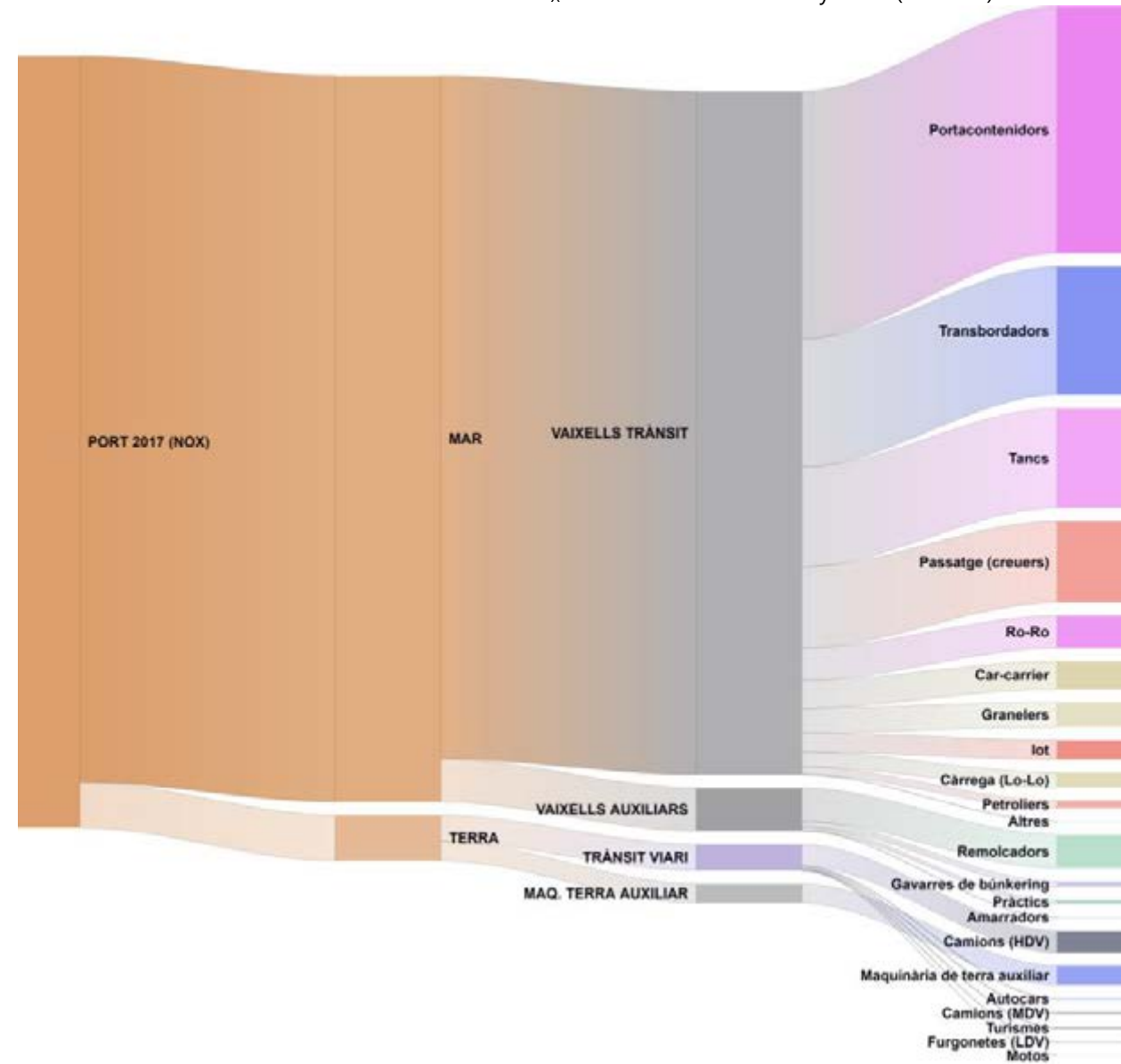
Taula 23: Taula resum d'emissions del Port de Barcelona (2017).

Emissions totals al port de Barcelona 2017	NO _x (t/any)	PM ₁₀ (t/any)	PM _{2,5} (t/any)	NO _x (%)	PM ₁₀ (%)	PM _{2,5} (%)
VAIXELLS TRÀNSIT	4.826,74	261,25	232,75	88,5%	92,2%	91,9%
Portacontenidors	1.745,19	98,22	87,67	32,0%	34,7%	34,6%
Transbordadors	908,04	51,55	45,72	16,6%	18,2%	18,0%
Tancs	704,07	37,47	33,71	12,9%	13,2%	13,3%
Passatge (creuers)	575,67	29,77	26,37	10,6%	10,5%	10,4%
Ro-Ro	228,25	13,87	12,37	4,2%	4,9%	4,9%
Car-carrier	195,27	9,72	8,66	3,6%	3,4%	3,4%
Granelers	174,85	7,49	6,66	3,2%	2,6%	2,6%
lot	136,30	4,91	4,26	2,5%	1,7%	1,7%
Càrrega (Lo-Lo)	103,63	5,03	4,46	1,9%	1,8%	1,8%
Petroliers	52,47	2,94	2,62	1,0%	1,0%	1,0%
Altres	3,01	0,28	0,25	0,1%	0,1%	0,1%
Guerra	0,00	0,00	0,00	0,0%	0,0%	0,0%
VAIXELLS AUXILIARS	304,85	8,61	8,24	5,6%	3,0%	3,3%
Remolcadors	235,95	4,51	4,21	4,3%	1,6%	1,7%
Pràctics	25,51	0,49	0,45	0,5%	0,2%	0,2%
Amarradors	3,69	0,07	0,07	0,1%	0,0%	0,0%
Gavarres de búnkering	39,69	3,54	3,51	0,7%	1,2%	1,4%
MAQ. TERRA AUXILIAR	135,52	8,62	8,62	2,5%	3,0%	3,4%
Maquinària de terra auxiliar	135,52	8,62	8,62	2,5%	3,0%	3,4%
TRÀNSIT VIARI (*)	186,59	4,97	3,79	3,4%	1,8%	1,5%
Turismes	8,67	0,56	0,38	0,2%	0,2%	0,1%
Furgonetes (LDV)	4,67	0,25	0,17	0,1%	0,1%	0,1%
Camions (MDV)	10,65	0,32	0,23	0,2%	0,1%	0,1%
Camions (HDV)	153,71	3,53	2,75	2,8%	1,2%	1,1%
Autocars	8,22	0,25	0,21	0,2%	0,1%	0,1%
Motos	0,66	0,06	0,05	0,0%	0,0%	0,0%
TOTAL PORT(*)	5.453,7	283,45	253,4	100%	100%	100%

Font: Barcelona Regional en base a dades del Port de Barcelona. (*) sense resuspensió, inclou emissions del motor, dels frens i del rodament de les rodes. Per modelitzar la dispersió s'incorpora al model la resuspensió de partícules dipositades a l'asfalt quan passen els vehicles, que suposaria un extra de 4,52 t de PM₁₀ i 3,45 t de PM_{2,5} per l'efecte de la resuspensió segons Amato et al F., (2010).

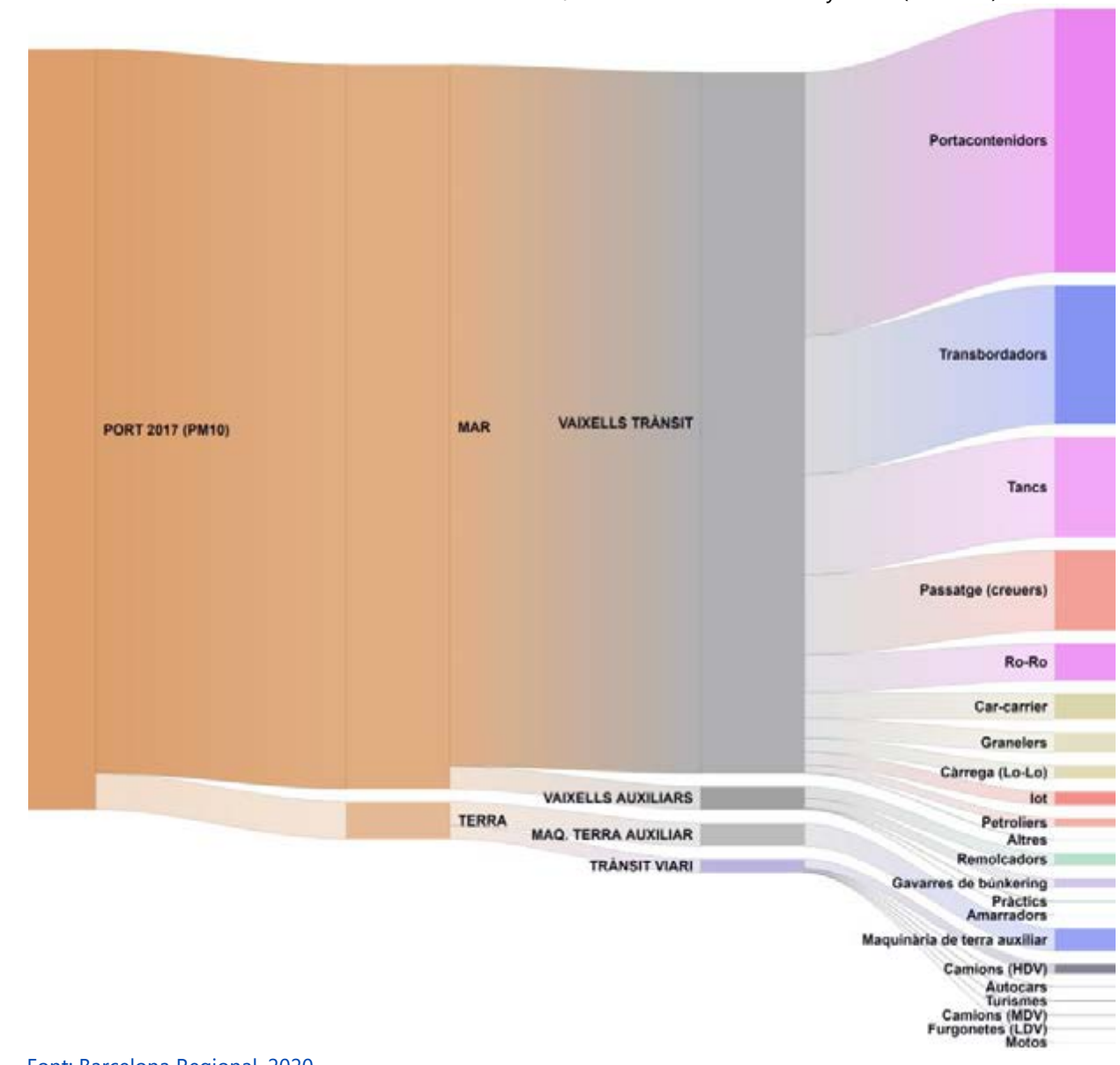
En total resulten en **5.453,7 t de NO_x**, **283,45 t de PM₁₀** i **253,4 t de PM_{2,5}** de les quals els vaixells són els majors emissors del Port de Barcelona, amb un 89% i 92% de les emissions de NO_x i partícules. La resta de sectors tenen unes emissions molt menors en comparació: entre un 5% i un 2% del total. Als gràfics següents es mostra la distribució detallada de les emissions de NO_x i PM₁₀.

Gràfic 42: Distribució de les emissions totals de NO_x al Port de Barcelona l'any 2017 (SANKEY).



Font: Barcelona Regional, 2020

Gràfic 43: Distribució de les emissions totals de PM₁₀ al Port de Barcelona l'any 2017 (SANKEY).



Font: Barcelona Regional, 2020

Les següents imatges mostren la distribució espacial de les emissions de NO_x i PM₁₀ al Port de Barcelona.

Imatge 44: Distribució espacial de les emissions totals de NO_x de l'activitat Portuària l'any 2017 (kg/m²-any)



Font: Barcelona Regional, 2020

Imatge 45: Distribució espacial de les emissions totals de PM₁₀ de l'activitat Portuària l'any 2017 (kg/m²-any)



Font: Barcelona Regional, 2020

ALTRES FONTS D'EMISSIÓ URBANES

EMISSIONS D'OBRES

A Barcelona es realitzen activitats de construcció constantment, amb actuacions de demolició i moviments de terra de diferents envergadures que contribueixen a les emissions de partícules. La variabilitat temporal i espacial d'aquestes activitats fa que la seva caracterització s'estimi amb incertesa. La metodologia de càlcul seguida per les emissions de les obres es pot consultar a l'annex d'aquest document

A l'any 2017, dues grans obres van a tenir lloc a la ciutat. Per una banda a la Plaça de les Glòries. Per altra, a l'estació de La Sagrera (veure la imatge següent).

Imatge 46: Àrees d'actuació considerades per el càlcul d'emissions de partícules a la plaça de Glòries i a l'estació La Sagrera.



Plaça de Les Glòries

Estació de La Sagrera

A la taula següent es mostren les emissions totals de PM₁₀ i PM_{2,5} per les dues obres principals, així com les dades necessàries pels càlculs.

Taula 24. Resum dels factors d'emissió i emissions de les obres considerades per al model de qualitat de l'aire 2017.

Àrea de treball	Àrea (m ²)	FE PM ₁₀ (kg/m ²)	Emissions totals PM ₁₀ (t)	Percentatge de l'obra en 2017	Emissions de PM ₁₀ t/any	Emissions de PM _{2,5} t/any
Plaça de Les Glòries Nord	34.285	0,598	20,5	25%	5,12	3,07
Plaça de Les Glòries Sud	19.563	0,598	11,7	15%	1,75	1,05
Estació de La Sagrera	36.956	0,299	11,0	40%	4,42	2,65
Total					11,3	6,78

Font: Barcelona Regional

Degut a que els càlculs es fan a partir dels factors d'emissió i de l'àrea de l'obra, però que per els quals no es tenen els calendaris de treball, es va fer una assignació del percentatge de les obres als 2017, segons las imatges de *Google Earth*. A més, partir de les PM₁₀, s'han calculat les partícules de PM_{2,5} considerant que el factor de PM_{2,5}/PM₁₀ és del 60%.

EMISSIONS DE PARCS

Per altra banda, s'ha calculat les emissions d'altres entorns de la ciutat que emeten partícules: els parcs. L'arrossegament de pols dels parcs de terra de grans dimensions influeixen en la mesura de les estacions de la XVPCA properes, ja que aquest arrossegament contribueix a incrementar els nivells de partícules detectats per aquestes estacions.

En aquest sentit, per al càlcul de les emissions degudes a l'erosió del vent i a les activitats pròpies dels parcs (la major part amb zones de joc infantil amb sorra), s'ha considerat la superfície de la zona coberta amb sorra de cadascun dels parcs. Prenent com referència els factors d'emissió de PM₁₀ considerats per Sullivan & Ajwa (2011), s'han calculat les emissions de PM₁₀. Posteriorment i amb un procés iteratiu, s'ha ajustat el factor d'emissió amb els resultats del model, resultant un factor d'emissió mitjà de $1,79 \times 10^{-6}$ g/m²·s. A més, a partir de les PM₁₀ s'han calculat les partícules de PM_{2,5}, tot considerant que el 10% de les PM₁₀ són PM_{2,5}.

A la taula següent es mostren les emissions dels parcs considerats a Barcelona i als requadres es mostra una vista general dels emplaçaments de les estacions de la XVPCA considerades (properes a cada parc).

Taula 25. Resum de les emissions de PM₁₀ i PM_{2,5} per arrossegament de pols als parcs

Nom del Parc/Estació	Àrea considerada (m ²)	Factor d'emissió g/m ² ·s (PM ₁₀)	Emissions de PM ₁₀ (t/any)	Emissions de PM _{2,5} (t/any)
Jardins de Josep Trueta (Estació de Poblenou)	5.080	$1,79 \times 10^{-6}$	0,287	0,029
Parc de la Vall d'Hebron (Estació de Vall d'Hebron)	7.922	$1,79 \times 10^{-6}$	0,309	0,031
Jardins de Can Mantega (Estació de Sants)	5.475	$1,79 \times 10^{-6}$	0,447	0,045
Total			1,043	0,104

Font: Barcelona Regional i Sullivan & Ajwa (2011)

Emplaçament de les estacions (XVPCA) considerades al càlcul de les emissions de PM₁₀ per arrossegament de pols dels parcs

Estació de mesura XVPCA

Imatge de l'emplaçament de l'estació de mesura

Estació de Poblenou

Jardins de Josep Trueta



Estació de la Vall d'Hebron

Av. de Martí Codolar



Estació de Sants

Jardins de Can Mantega



Font: Imatges extretes de Google Street View.

AEROPORT DE BARCELONA-EL PRAT

L'Aeroport de Barcelona-El Prat s'anomena Aeroport Josep Tarradellas Barcelona-El Prat des de desembre de l'any 2018. Per efectes pràctics, i perquè al 2017 l'aeroport s'anomenava Aeroport de Barcelona-El Prat, aquest document tracta aquest aeroport com a Aeroport de Barcelona-El Prat.

Les emissions de l'Aeroport de Barcelona-El Prat s'han calculat a partir del model de Barcelona 2013 (Balanç de contaminació local, Barcelona Regional, 2015).

D'acord amb l'informe ambiental de l'Aviació Europea de l'any 2016 (EEAb), el consum de combustible per passatger i quilòmetre s'ha reduït un 19% entre els anys 2005 i 2014 a causa de la millora del parc d'aeronaus, així com una millor gestió dels aeroports europeus.

Partint de les dades de l'any 2013, la reducció en el consum de combustible per l'any 2016 és aproximadament del 6%. Per tal d'actualitzar les emissions en el sector de l'aviació (en vols domèstics i internacionals) s'utilitza la metodologia simplificada TIER 1 d'EMEP/EEA 2016.

Aquesta metodologia simplificada es basa en el consum de combustible. Es considera, a més, que els factors d'emissió per als diferents contaminants s'han mantingut constants per el període comprès entre 2013 i 2017.

En relació al trànsit aeri, AENA indica que el nombre d'operacions ha augmentat un 11% en aquest període (2013-2017). Si se suposa que hi ha el mateix augment pel que fa a les emissions a causa de l'augment d'aquestes operacions, però es resten les emissions degudes a l'ús de menys combustible tal i com ja s'ha esmentat (6%), l'increment net d'emissions resultaria ser del +5%.

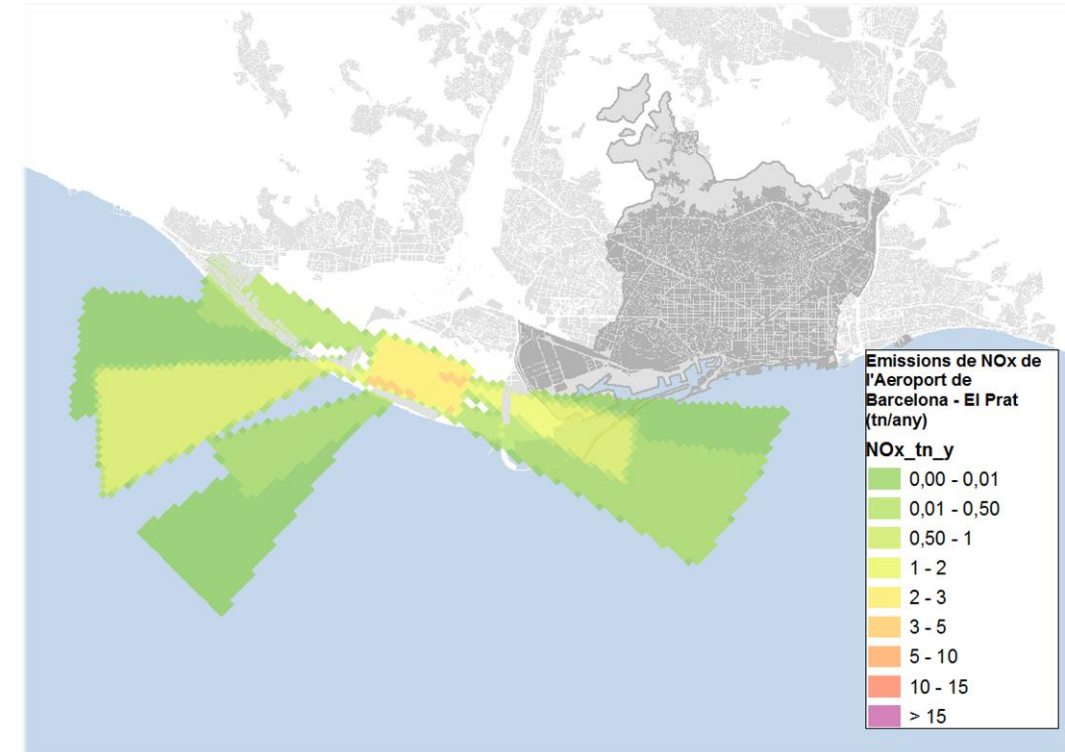
Taula 26. Emissions de NO_x i PM₁₀ a l'Aeroport de Barcelona-El Prat [t/any].

Font d'emissió	NO _x 2013	NO _x 2017	PM ₁₀ 2013	PM ₁₀ 2017	PM _{2,5} 2017	Creixement de l'activitat	Increment NO _x	Increment Partícules
Aeroport de Barcelona-El Prat	1.551	1.629	12,4	13,5	13,5	11%	5%	5%

Font: Barcelona Regional amb dades de EEAb i AENA. NOTA: El nombre d'operacions va augmentar de 276.497 (2013) a 323.535 (2017)

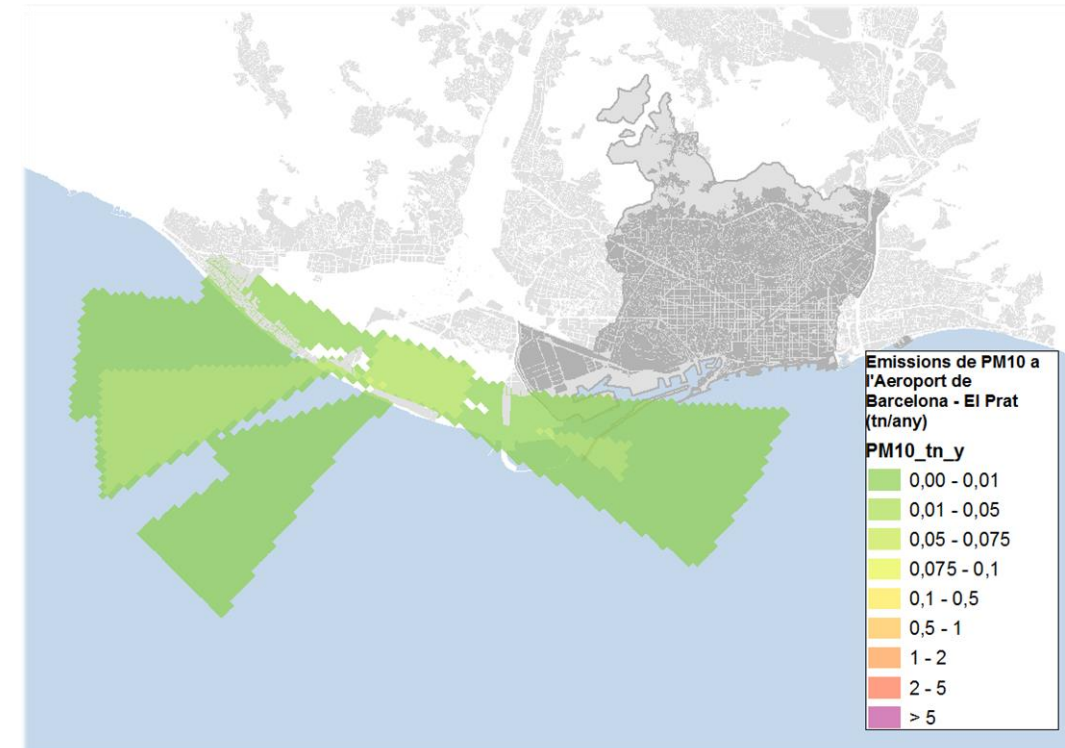
Les dues imatges següents mostren els mapes d'emissió de NO_x i PM₁₀ de l'Aeroport de Barcelona-El Prat al 2017.

Imatge 47: Mapa d'emissions de NO_x de l'Aeroport de Barcelona-El Prat (2017) en quadrants de 250m²50m.



Font: Barcelona Regional

Imatge 48: Mapa d'emissions de PM₁₀ de l'Aeroport de Barcelona-El Prat (2017) en quadrants de 250mx250m.

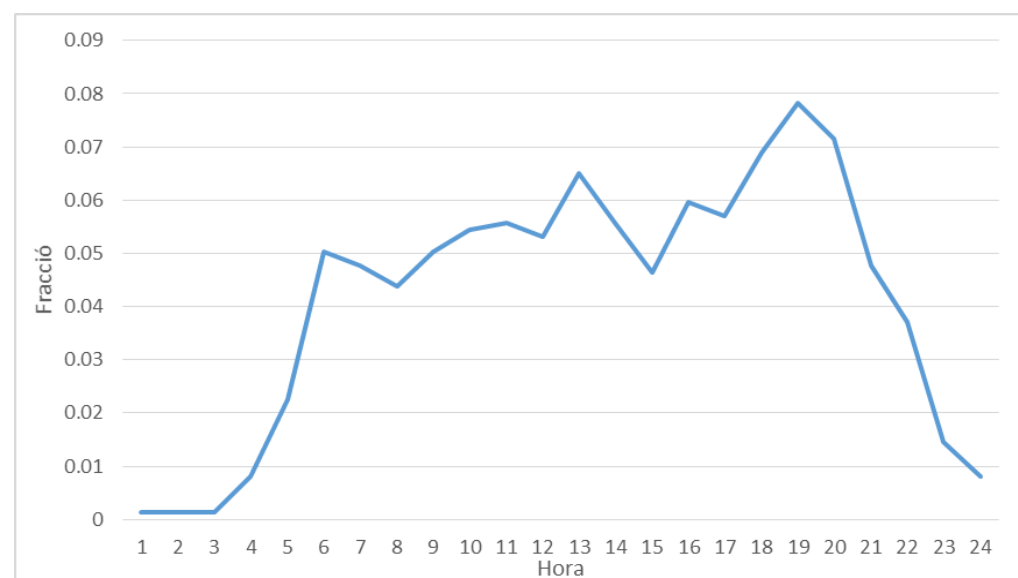
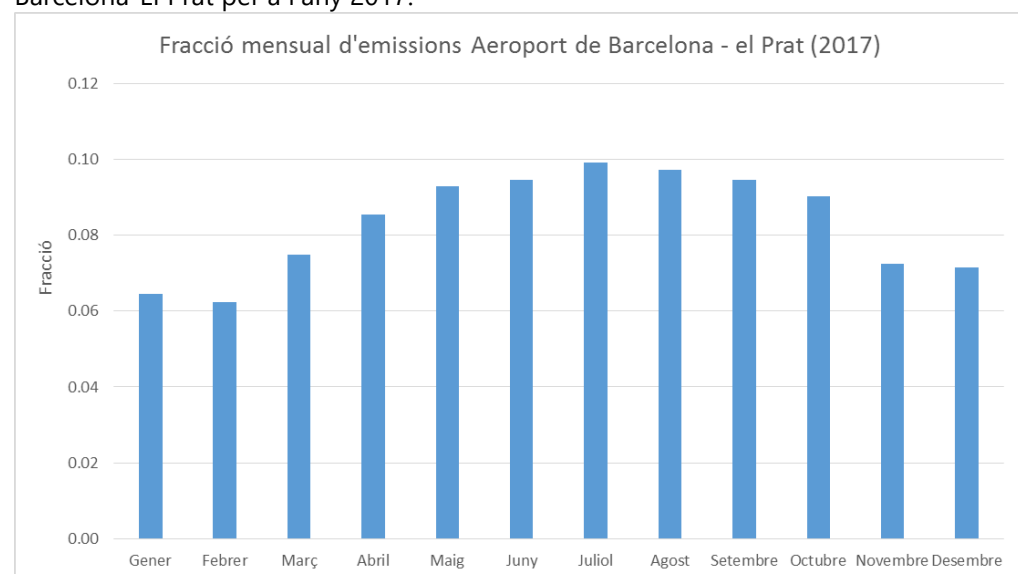


Font: Barcelona Regional

En els dos gràfics presents a continuació s'hi poden trobar els perfils mensuals i horaris relatius a les emissions de l'Aeroport de Barcelona-El Prat. Els perfils mensuals són en base al nombre d'operacions realitzades a l'aeroport l'any 2017.

Pel que fa al perfil d'emissió horari, s'han utilitzat dades referents al 2013 per ser les últimes disponibles, assimilant així el perfil horari del 2017 com el de 2013.

Gràfic 49: Perfils mensual (a dalt) i horari mitjà (a baix) d'emissions considerats de l'Aeroport de Barcelona-El Prat per a l'any 2017.



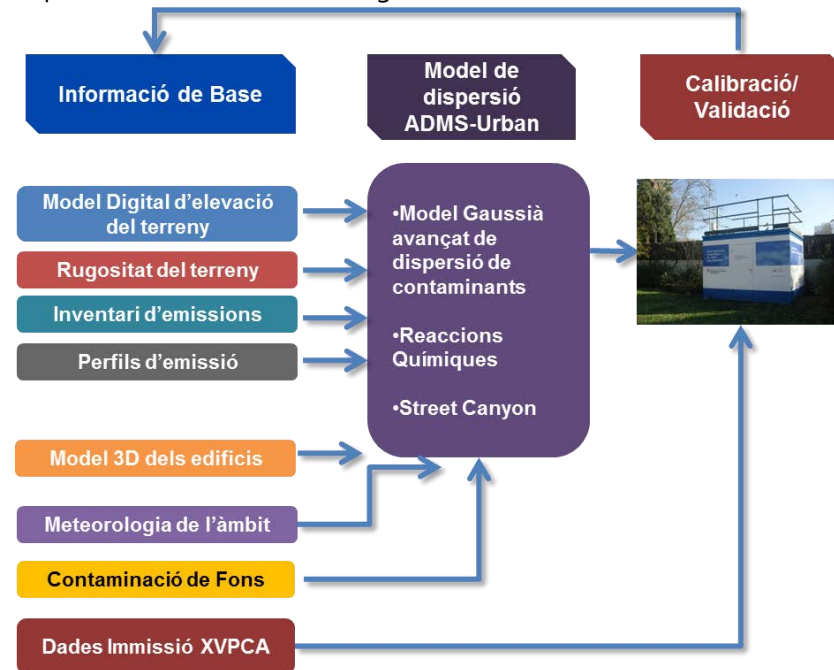
Font: Barcelona Regional en base a informació d'AENA

5. VALIDACIÓ I CALIBRATGE DEL MODEL

El calibratge i la validació del model formen una part fonamental del cicle de la modelització, ja que és l'etapa on es comparen els resultats del model amb les mesures de la xarxa i es fan els ajustos necessaris per apropar-se el millor possible a la "realitat".

Al gràfic següent es mostra el flux de dades considerat a la modelització i que forma part del procés de calibratge del model.

Gràfic 50: Cicle del procés de validació i calibratge del model



Font: Barcelona Regional

En aquest sentit, una vegada s'ha incorporat al model les dades estructurals i l'inventari d'emissions, es realitza la modelització per a l'àmbit d'estudi i es duu a terme l'avaluació dels resultats respecte a les dades de les estacions de mesura (en aquest cas de la Xarxa de Vigilància i Previsió de la Contaminació Atmosfèrica, XVPCA), analitzant per a cada punt de mesura el comportament horari, diari, mensual i anual dels contaminants estudiats.

Tant en el cas del NO₂ com de les PM₁₀ i PM_{2,5}, es realitzen els ajustos necessaris, que van des de les dades estructurals i les parametritzacions del model fins als perfils d'emissions. Tot això per assegurar que el model segueixi correctament els valors registrats en els punts de mesura de la XVPCA.

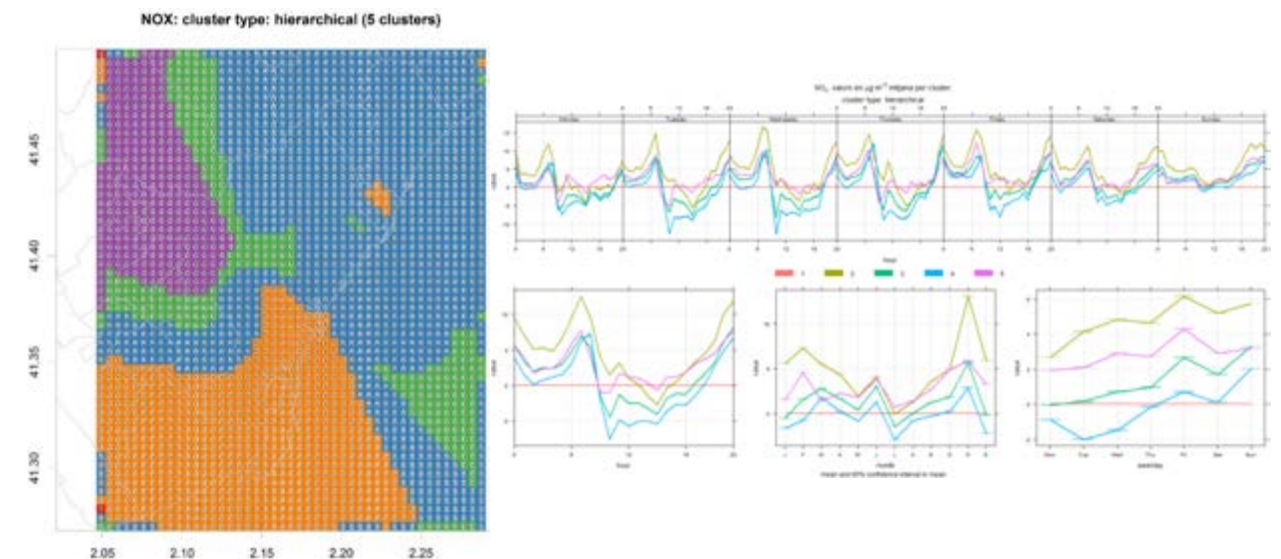
No obstant això, a causa de la incertesa existent en el càlcul de les emissions, els resultats del model es troben generalment per sota dels valors mesurats a les estacions. Per tant, es requereix un ajust addicional de les emissions, un ajustament fet a través d'una capa de calibratge.

Per dimensionar aquesta capa, en primer lloc s'ha dut a terme una interpolació hora a hora i amb el mètode geoestadístic *Kriging*, de la diferència de concentració entre cadascuna de les estacions de la XVPCA i els resultats horaris del model. D'aquesta manera s'obté una capa (mapa) del BIAS

de NO_x, NO₂ i PM₁₀ per a cadascuna de les hores. Posteriorment, s'ha realitzat un anàlisi clúster (*time-series cluster*) del conjunt de mapes horaris del BIAS, obtenint una classificació segons el seu comportament espacial i temporal. Com a resultat, s'obté un mapa clúster, associat a una classe i a un perfil temporal en base horària.

A la imatge següent es mostra el mapa amb la classificació clúster i els perfils temporals mitjans de cadascuna de les zones clúster pel contaminant NO_x.

Gràfic 51: Mapa de classificació dels clústers per NO_x, amb els seus perfils mitjans d'emissions.

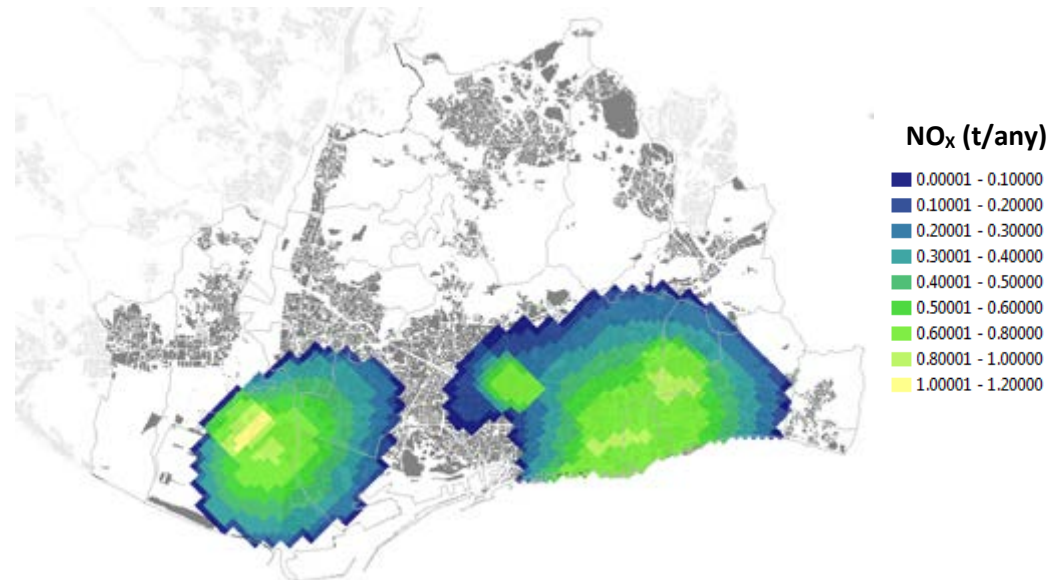


Font: Barcelona Regional

Per transformar la capa del BIAS (amb unitats de concentració [µg/m³]) a unitats d'emissió (t/any), s'ha multiplicat la capa per uns factors d'ajust, que es troben dins el rang de 0,05 – 0,2 pels NO₂ i 0,1 – 0,4, pels NO_x segons el clúster, els quals s'han obtingut per assaig i error.

En aquest sentit, les capes del BIAS de NO₂ i NO_x [µg/m³] es multipliquen pels valors inferiors del rang obtenint una capa V₀. Posteriorment es fa el mateix amb els valors del rang superior obtenint així una capa V₁. A continuació s'executa el model amb cadascuna de les capes (t/any) i s'obtenen uns resultats que es comparen amb les dades de la XVPCA (per NO₂ i NO_x), calculant posteriorment la diferència entre els resultats originals i els resultats amb el calibratge. Això permet interpolat les capes de calibratge i obtenir un nou factor d'ajust, que finalment s'utilitza per obtenir la capa de calibratge ajustada definitiva.

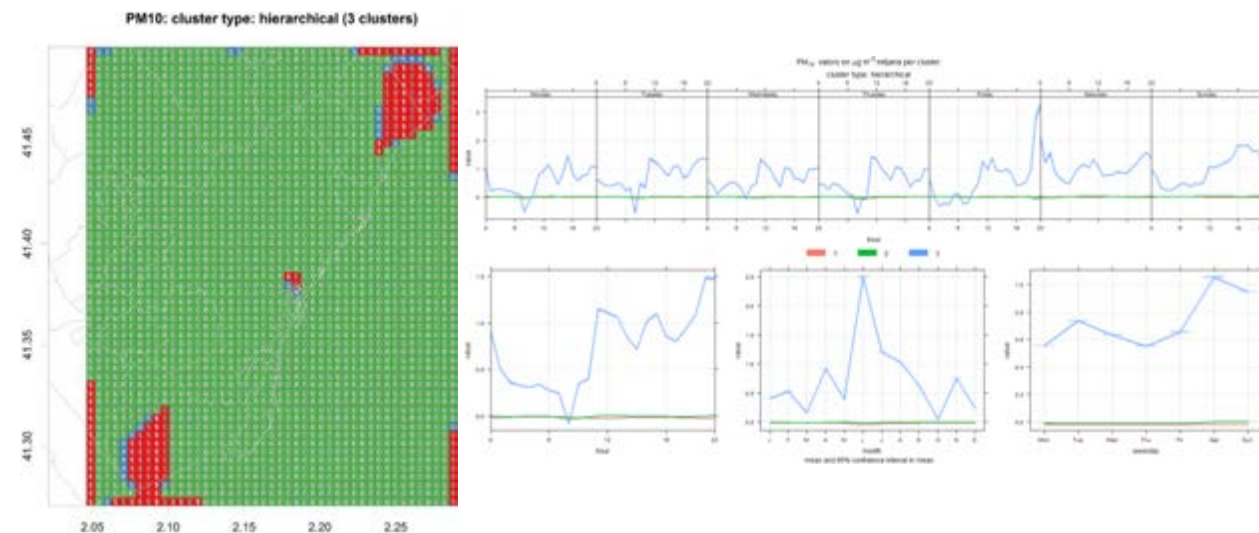
Imatge 52: Capa de calibratge del model (NO_x [t/any]).



Font: Barcelona Regional

Pel que fa a les partícules, s'ha seguit la mateixa metodologia que els NO_x, obtenint un mapa amb la classificació clúster i els perfils temporals mitjans de cadascuna de les zones per les PM₁₀, que es mostra a la imatge següent.

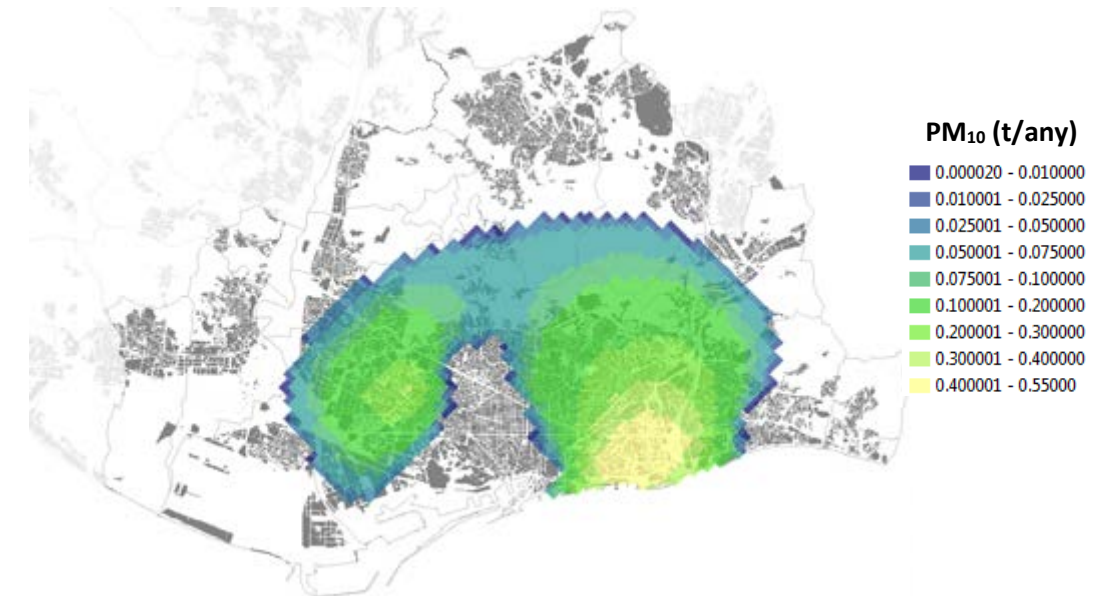
Gràfic 53: Mapa de classificació dels clústers per el PM₁₀ amb els seus perfils mitjans d'emissions



Font: Barcelona Regional

En relació als factors de conversió utilitzats: pel PM₁₀ ha estat de 0,3, mentre que pel PM_{2,5} s'ha utilitzat 0,18. Pràcticament tot el territori es troba sota la influència del mateix clúster. A la imatge següent es mostra la capa d'emissions de PM₁₀ resultant (t/any). Aquest increment de la capa de calibratge correspon en aproximadament un 4% de les emissions totals NO_x, prop d'un 17% de PM₁₀ i al voltant d'un 27% de PM_{2,5}.

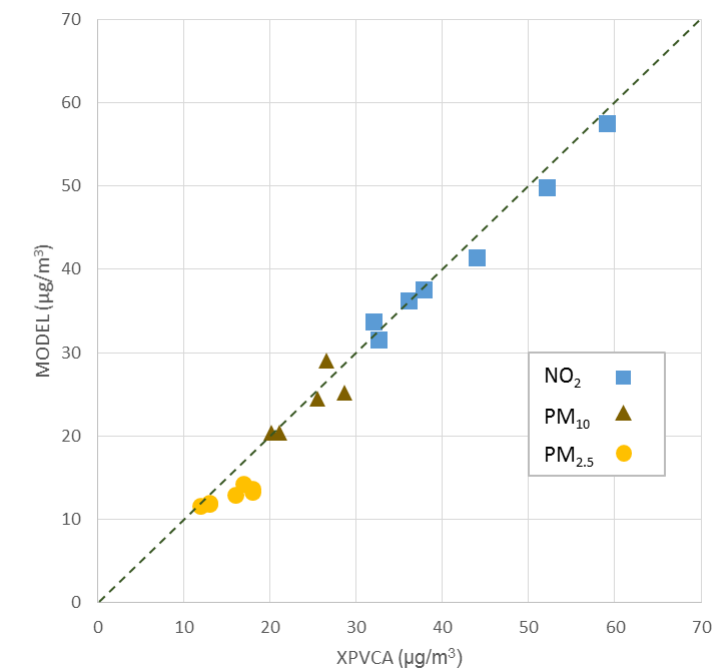
Imatge 54: Capa de calibratge de PM₁₀ (t/any)



Font: Barcelona Regional

A la imatge següent es mostra la comparativa entre els resultats mitjans anuals del model calibrat i les mesures de les estacions de la XVPCA de Barcelona. Es mostra pels contaminants NO₂, PM₁₀ i PM_{2,5}.

Gràfic 55: Comparació de la immissió mitjana anual de NO₂ i PM₁₀ a l'any 2017 entre les dades de la XVPCA i els resultats del model de qualitat de l'aire calibrat. Resultats per a totes les estacions de Barcelona.



Font: Barcelona Regional.

Els valors numèrics de NO₂ i PM₁₀ i PM_{2,5} del gràfic anterior es mostren a les següents taules.

Taula 27: Comparativa de la immissió mitjana anual de NO₂ l'any 2017 en diverses estacions

ESTACIÓ XVPCA	MODEL (µg/m ³)	XVPCA (µg/m ³)	MODEL/XVPCA (%)
MITJANA	41,3	42,0	98%
Palau Reial	33,8	32	106%
Parc de la Vall d'Hebron	31,5	33	96%
Sants	36,3	36	101%
Ciutadella	38,0	38	100%
Poblenou	42,2	44	96%
Gràcia-Sant Gervasi	50,0	52	96%
l'Eixample	57,6	59	98%

Font: Barcelona Regional.

Taula 28: Comparativa de la immissió mitjana anual de PM₁₀ l'any 2017

ESTACIÓ XVPCA	MODEL (µg/m ³)	XVPCA (µg/m ³)	MODEL/XVPCA (%)
MITJANA	24,4	24	100%
Palau Reial	20,6	20	103%
Parc de la Vall d'Hebron	21,1	20	105%
Gràcia-Sant Gervasi	25,1	26	96%
l'Eixample	29,1	27	108%
Poblenou	26,3	29	91%

Font: Barcelona Regional.

Taula 29: Comparativa de la immissió mitjana anual de PM_{2,5} l'any 2017

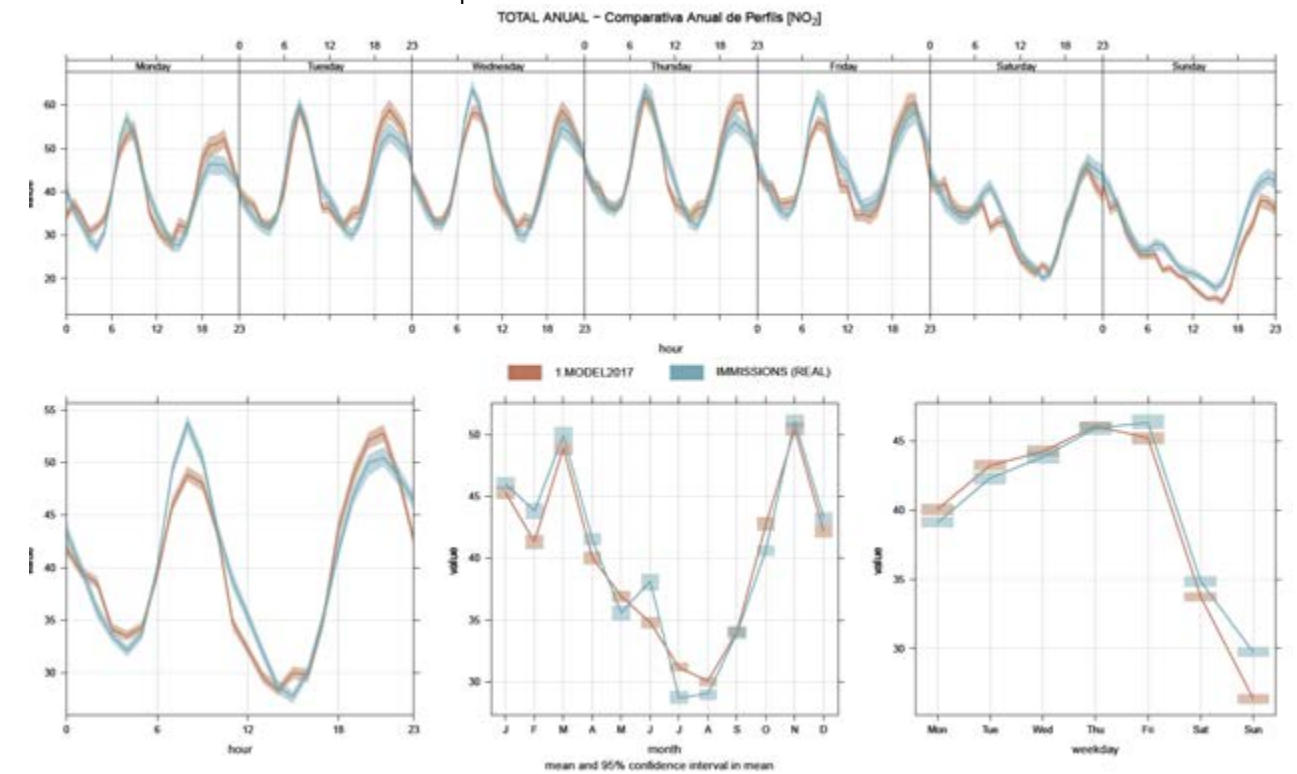
ESTACIÓ XVPCA	MODEL (µg/m ³)	XVPCA (µg/m ³)	MODEL/XVPCA (%)
MITJANA	12,7	15,3	83%
Zona Universitària	11,8	13	90%
Parc de la Vall d'Hebron	11,6	12	97%
Gràcia-Sant Gervasi	12,8	16	80%
l'Eixample	14,3	17	84%
Poblenou	13,6	18	76%
IES Goya	11,9	13	92%
Pl. de la Universitat	13,2	18	73%

Font: Barcelona Regional.

Respecte als valors mitjans anuals, a les anteriors taules es pot observar que el model ajusta bé amb les dades de la XVPCA per als NO_x i PM₁₀, encara que per les partícules PM_{2,5} es subestimen especialment a les estacions amb valors més elevats. Per tant, sembla que les emissions de PM_{2,5} es troben subestimades o la química del model subestima la formació de partícules de PM_{2,5}.

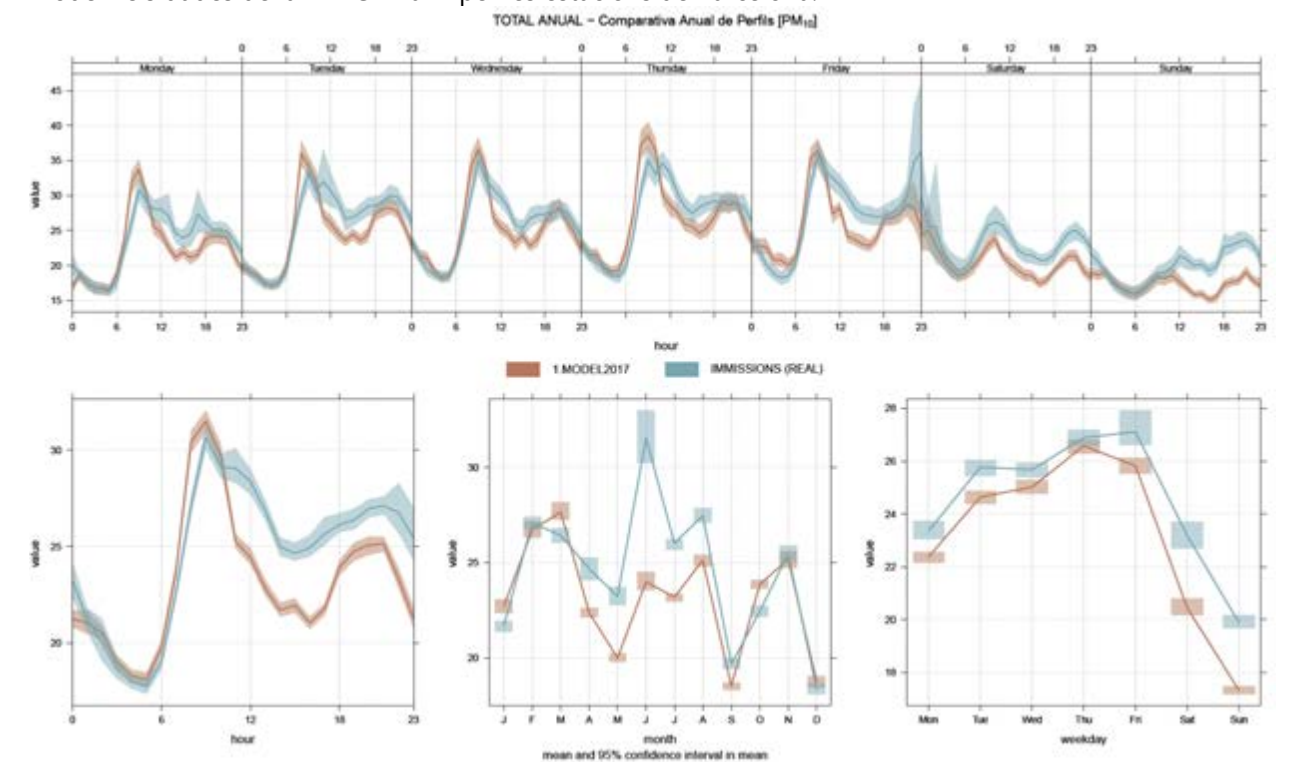
També s'ha avaluat com ajusten als valors de la XVPCA les corbes de comportament temporal del model. En aquest sentit, a la figura següent es mostren els resultats mitjans horaris, diaris i mensuals del model i les dades de la XVPCA per a NO₂ i el PM₁₀, segons el comportament de la mitjana horària, setmanal, diària i anual del model.

Gràfic 56: Variació mitjana dels resultats per NO₂ segons el comportament setmanal, diari i mensual del model i les dades de la XVPCA 2017 per les estacions de Barcelona.



Font: Barcelona Regional

Gràfic 57: Variació mitjana dels resultats per PM₁₀, segons el comportament setmanal, diari i mensual del model i els dades de la XVPCA 2017 per les estacions de Barcelona.



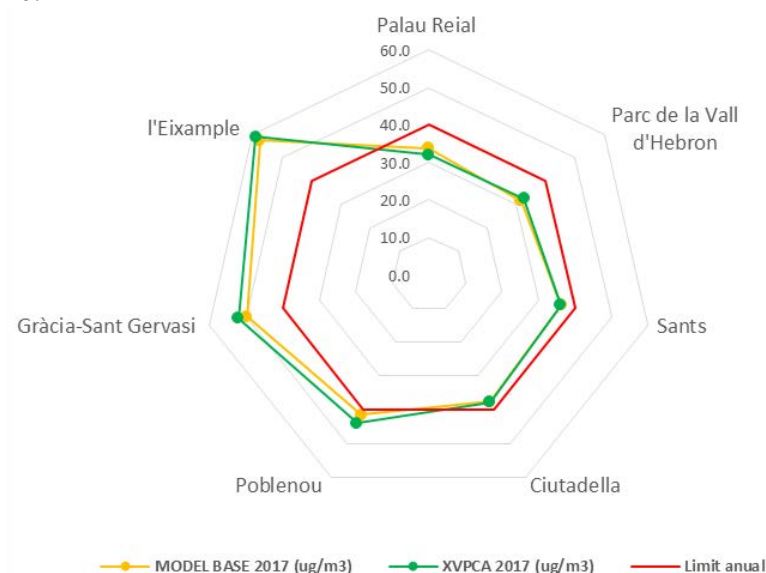
Font: Barcelona Regional

A les anteriors sèries temporals es pot observar que pel NO₂, el model (línia vermella) segueix bastant bé la corba de immissió a tots els períodes temporals (línia blava). Tot i així, al model li costa lleugerament reproduir el pic observat al matí.

Pel que fa a les PM₁₀, encara que tinguin en general un bon comportament, al model li costa lleugerament reproduir el comportament diürn de la immissió. També els valors al període d'estiu, on hi ha una major activitat de tot tipus a la ciutat (obres, activitat als parcs i platges, activitat fotoquímica, intrusions de pols sahariana, etc...). També és un període on les brises marines tenen major duració i intensitat.

Respecte al compliment dels límits d'immissió del RD 102/ 2011, i tal i com s'ha exposat al **Capítol 3** d'aquest document, el límit anual mitjà de NO₂ (40 µg/m³) es supera a les estacions de Poblenou, Gràcia - Sant Gervasi i l'Eixample. Aquest fet és reproduït pel model, tal i com es pot observar al següent gràfic, on es mostren els valors mitjans anuals de NO₂. També s'inclouen els valors registrats a les estacions de la XPVCA i el límit mitjà anual establert per la UE.

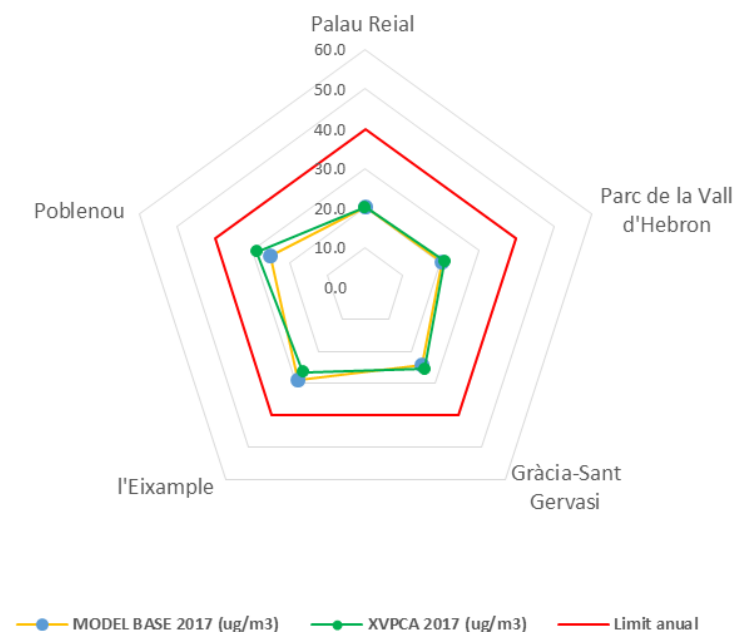
Gràfic 58: Representació radial de la immissió mitjana anual de NO₂ l'any 2017 en diverses estacions de la XPVCA a Barcelona.



Font: Barcelona Regional.

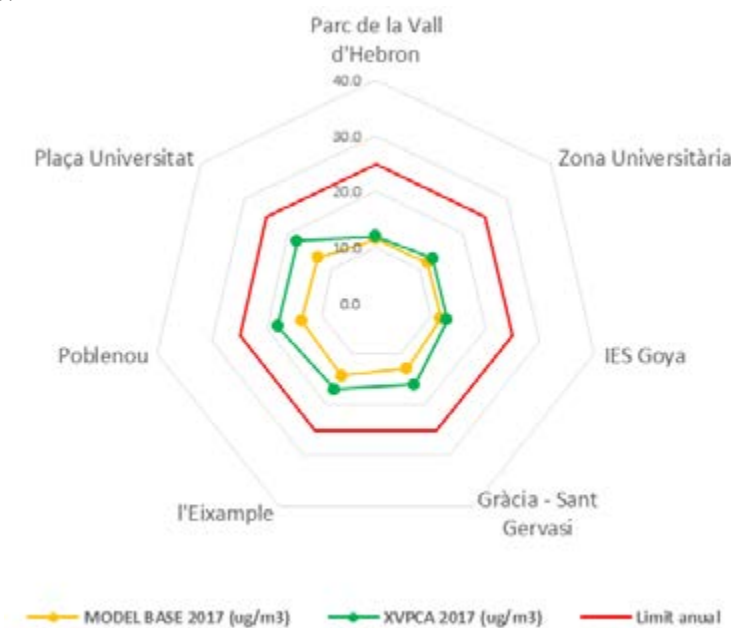
Pel que fa a les partícules, els valors límit anuals del RD 201/2011 són 40 µg/m³ per a PM₁₀ i 25 µg/m³ per a PM_{2,5}. De fet, aquests valors no s'han superat a cap de les estacions de mesura de Barcelona l'any 2017. Tot i que, com ja s'ha esmentat abans, el model subestima lleugerament la concentració de partícules, l'ajust amb els registres de la XPVCA és molt acceptable (especialment amb les PM₁₀). Tota aquesta informació es pot constatar al gràfics següents.

Gràfic 59: Representació radial de la immissió mitjana anual de PM₁₀ l'any 2017 en diverses estacions de la XPVCA a Barcelona



Font: Barcelona Regional.

Gràfic 60: Representació radial de la immissió mitjana anual de PM_{2,5} l'any 2017 en diverses estacions de la XPVCA a Barcelona.



Font: Barcelona Regional.

6. RESULTATS

Aquest capítol presenta els principals resultats obtinguts. En primer lloc, es mostra un resum de les emissions per contaminant i sector d'activitat. Posteriorment, s'exposen els perfils temporals mitjans per sector d'activitat i període de temps, així com l'evolució anual de les emissions mitjanes. Després es presenten els mapes d'emissions i immissions, on s'han inclòs també els mapes de població exposada a la contaminació. Finalment, s'analitza la contribució dels diferents sectors a la immissió per cadascun dels contaminants modelitzats.

RESUM DE L'INVENTARI D'EMISSIONS -2017

EMISSIONS TOTALES

A continuació es presenten les emissions totals de NO_x, PM₁₀ i PM_{2,5}, segons els sectors d'activitat i segons els àmbits de Barcelona i el conjunt de municipis externs a Barcelona (19 municipis que formen part de l'inventari d'emissions l'any 2017). Així doncs, es presenta el total de les emissions de l'àmbit d'estudi i la contribució per sector. L'àmbit "TOTAL" es refereix a l'àmbit global de l'inventari d'emissions i "Barcelona" només a l'àmbit de la ciutat.

En el cas de les partícules, es mostra per separat la contribució de la resuspensió, la qual és necessària per a la modelització. La resuspensió de partícules pot tenir diferents orígens, com els ja considerats a l'inventari però també d'altres com la pols sahariana, pol·len, obres, partícules d'origen secundari... Això afegeix més incertesa en el seu càlcul.

Taula 30: Resum d'inventari total d'emissions de NO_x (2017)

Emissions NO _x 2017	Barcelona (t/any)	Barcelona (%)	Exterior (t/any)	Exterior (%)	Total (t/any)	Total (%)
Trànsit viari	3.486	31,5%	4.407	42,3%	7.893	36,7%
Sector domèstic	399	3,6%	432	4,1%	831	3,9%
Sector comercial i serveis	386	3,5%	263	2,5%	649	3,0%
Sector industrial - difús	321	2,9%	239	2,3%	560	2,6%
Sector industrial - puntual	1.031	9,3%	3.444	33,1%	4.475	20,8%
Aeroport de BCN - Prat			1.629	15,6%	1.629	7,6%
Port de Barcelona	5.454	49,2%			5.454	25,4%
Total	11.077	100,0%	10.414	100,0%	21.490	100,0%

Font: Barcelona Regional.

A taula anterior s'observa, per Barcelona, que el Port és el sector que més contribueix a les emissions de NO_x de la ciutat, amb prop de la meitat de les emissions (49%), seguit del sector viari amb gairebé un terç de les emissions. Considerant les emissions totals de l'àmbit de l'inventari, el sector amb més contribució és el sector viari, amb prop del 37% de les emissions. El segueix altre cop el Port i el sector industrial (puntual).

Les següents taules mostren per Barcelona i en relació a les partícules, que el sector amb més contribució (tant en PM₁₀ com en PM_{2,5}) és el Port, amb més de la meitat de les emissions, seguit del sector viari. Respecte al total de l'àmbit de l'inventari, el sector viari es presenta com el sector que més contribueix, amb més de la meitat de les emissions de l'inventari total. A més, és important destacar la contribució que té la resuspensió (especialment de PM₁₀) causada per aquest sector d'emissió.

Taula 31: Resum d'inventari total d'emissions de PM₁₀ (2017)

Emissions PM ₁₀ 2017	Barcelona (t/any)	Barcelona (%)	Exterior (t/any)	Exterior (%)	Total (t/any)	Total (%)
Trànsit viari	208,1	37,9%	215,5	78,0%	423,6	51,3%
Sector domèstic	7,99	1,5%	9,8	3,5%	17,8	2,2%
Sector comercial i serveis	2,38	0,4%	1,70	0,6%	4,08	0,5%
Sector industrial - difús	1,98	0,4%	3,1	1,1%	5,04	0,6%
Sector industrial - puntual	32,7	6,0%	30,1	10,9%	62,8	7,6%
Aeroport de Barcelona-El Prat			13,5	4,9%	13,5	1,6%
Port de Barcelona	283,5	51,6%			283,5	34,4%
Altres	12,3	2,2%	2,5	0,9%	14,8	1,8%
Total	548,9	100,0%	276,2	100,0%	825,1	100,0%
Resuspensió	423,0		264,0		687,0	
Total amb resuspensió (t/any)	971,9		540,2		1.512	

Font: Barcelona Regional.

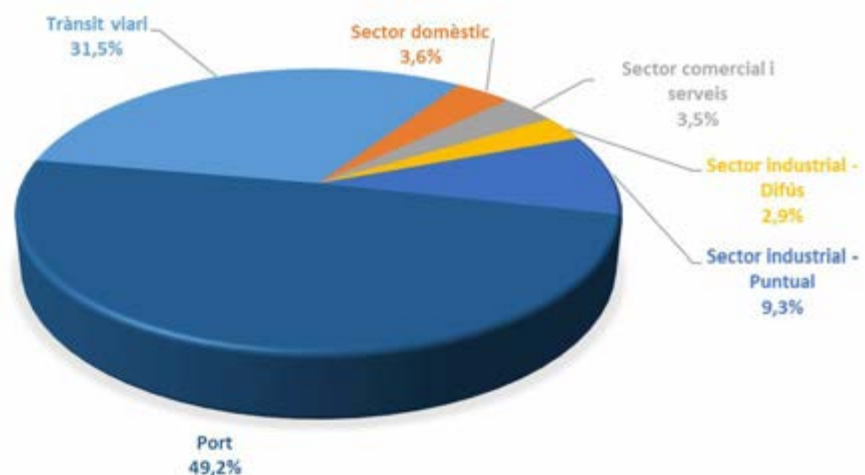
Taula 32: Resum d'inventari total d'emissions de PM_{2,5} (2017)

Emissions PM _{2,5} 2017	Barcelona (t/any)	Barcelona (%)	Exterior (t/any)	Exterior (%)	Total (t/any)	Total (%)
Trànsit viari	151,3	35,7%	171,5	85,3%	322,8	51,6%
Sector domèstic	7,99	1,9%	9,8	4,9%	17,7	2,8%
Sector comercial i serveis	2,38	0,6%	1,7	0,8%	4,1	0,7%
Sector industrial - difús	1,98	0,5%	3,1	1,5%	5,0	0,8%
Sector industrial - puntual						
Aeroport de Barcelona-El Prat			13,5	6,7%	13,5	2,2%
Port de Barcelona	253,4	59,8%			253,4	40,5%
Altres	6,9	1,6%	1,5	0,8%	8,4	1,3%
Total	423,9	100,0%	201,0	100,0%	624,9	100,0%
Resuspensió	22,6		14,1		36,7	
Total amb resuspensió (t/any)	446,5		215,1		661,7	

Font: Barcelona Regional. (*) Per les partícules PM_{2,5}, en el cas del la indústria puntual no hi ha dades d'emissions disponibles a les bases de dades disponibles de la DGTS (2013).

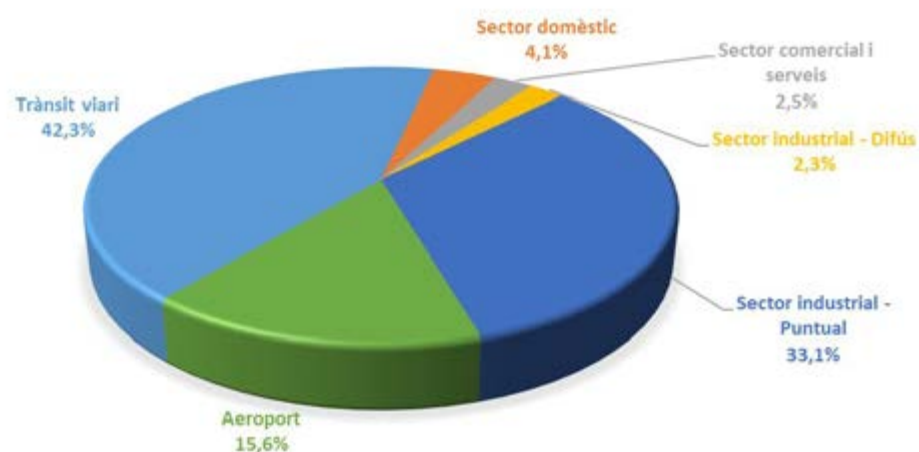
Als diagrames circulars següents es mostra la contribució per sector d'activitat i contaminant segons les diferents àrees geogràfiques de l'inventari: Barcelona, municipis externs i global.

Gràfic 61: Distribució de les emissions de NO_x a Barcelona 2017 (11.077 t/any).



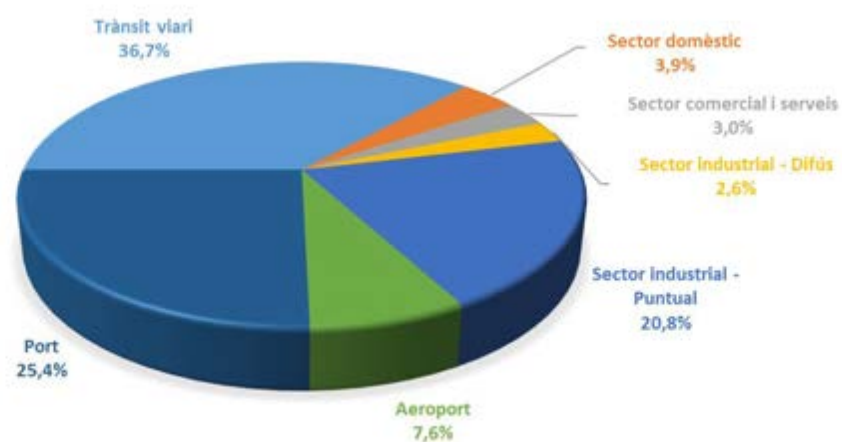
Font: Barcelona Regional.

Gràfic 62: Distribució de les emissions de NO_x dels municipis externs 2017 (10.414 t/any).



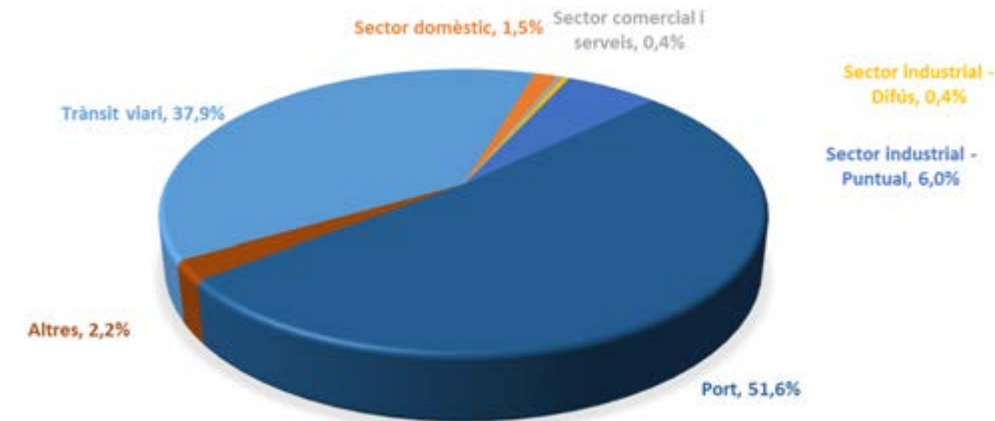
Font: Barcelona Regional.

Gràfic 63: Distribució de les emissions totals de NO_x de l'inventari 2017 (21.490 t/any).



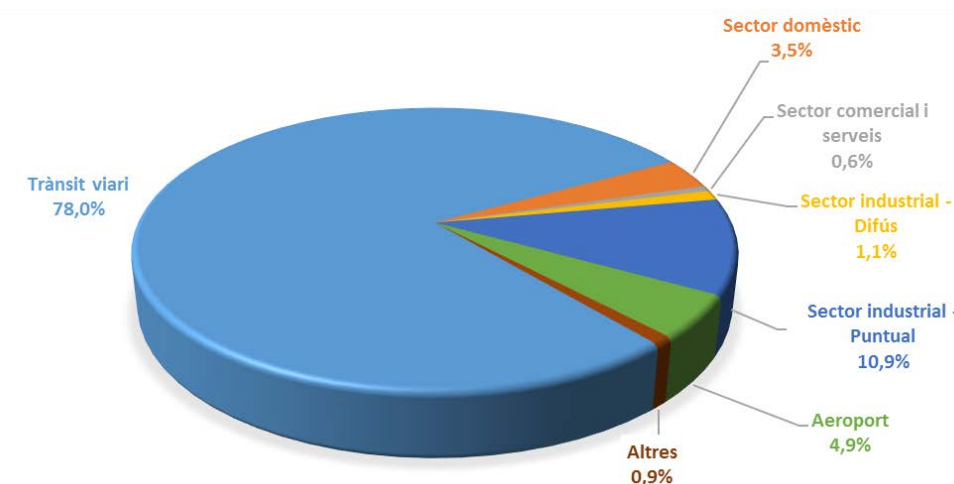
Font: Barcelona Regional.

Gràfic 64: Distribució de les emissions de PM₁₀ a Barcelona 2017 (549 t/any).



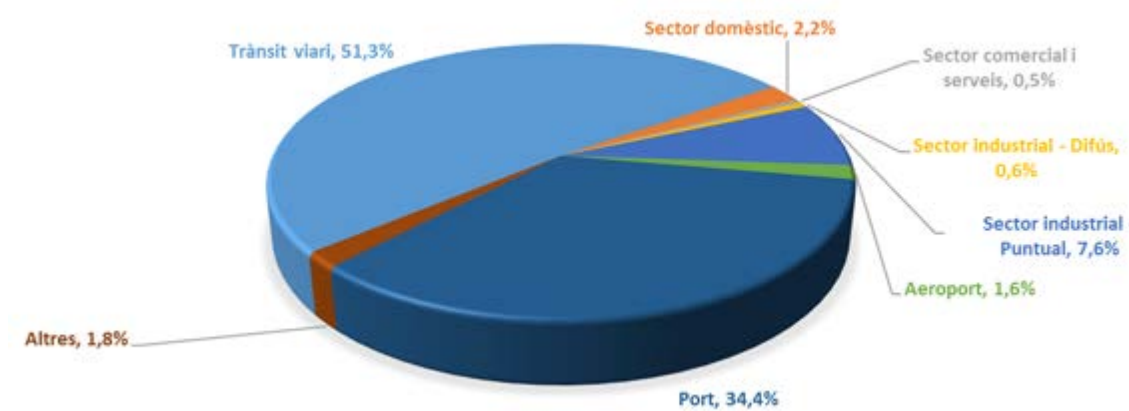
Font: Barcelona Regional.

Gràfic 65: Distribució de les emissions de PM₁₀ dels municipis externs 2017 (276 t/any).



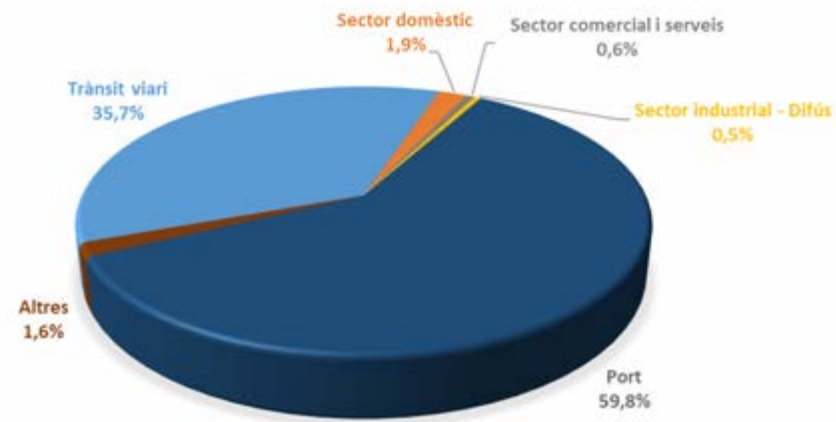
Font: Barcelona Regional.

Gràfic 66: Distribució de les emissions totals de PM₁₀ de l'inventari 2017 (825 t/any).



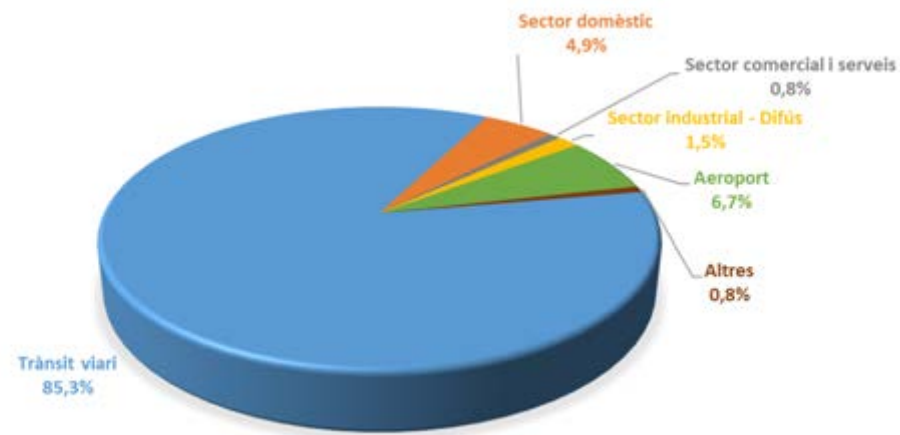
Font: Barcelona Regional.

Gràfic 67: Distribució de les emissions de PM_{2,5} a Barcelona 2017 (424 t/any).



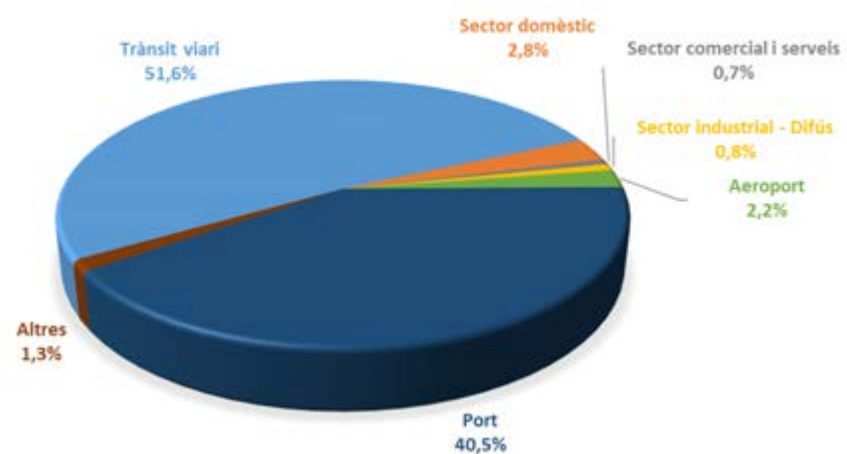
Font: Barcelona Regional.

Gràfic 68: Distribució de les emissions de PM_{2,5} dels municipis externs 2017 (201 t/any).



Font: Barcelona Regional.

Gràfic 69: Distribució de les emissions totals de PM_{2,5} de l'inventari 2017 (625 t/any).



Font: Barcelona Regional.

PERFILS TEMPORALS

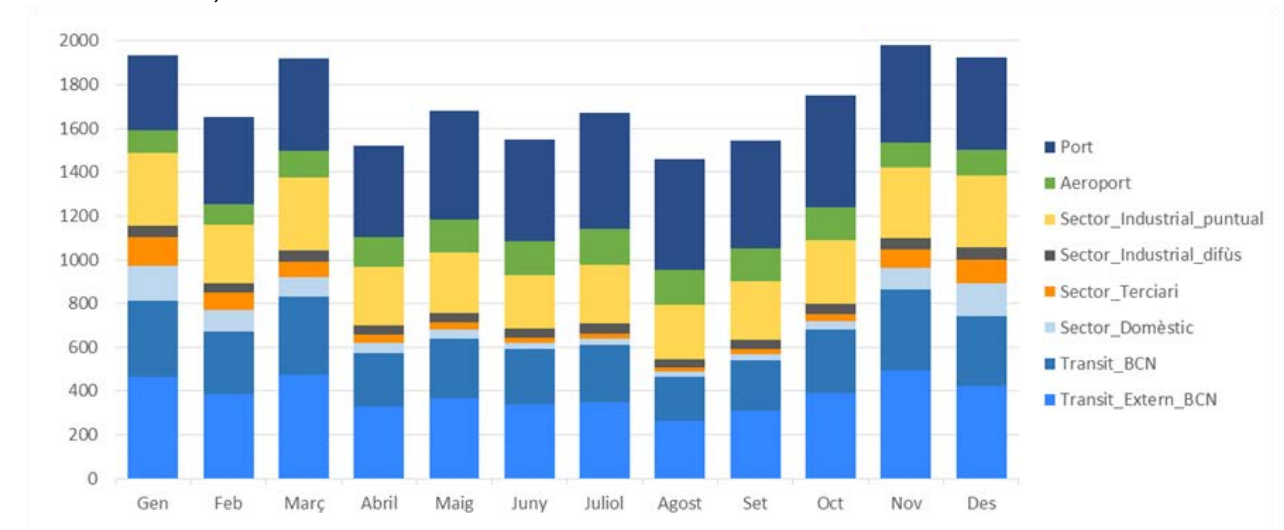
Amb l'objectiu de reproduir de la forma més rigorosa possible el comportament temporal de les emissions, s'ha introduït en el model de qualitat de l'aire un perfil d'emissions hora a hora per a tot l'any per a cada focus emissor,

- **Hora del dia:** Els perfils d'emissió evolucionen al llarg de les 24 hores del dia.
- **Dia de la setmana:** Les emissions varien segons el dia de la setmana; per exemple, no hi ha el mateix trànsit un dilluns que un divendres o un dissabte. A més també s'han introduïts els dies festius i ponts de l'any d'anàlisi.
- **Mes:** segons el mes de l'any, les emissions de les diferents fonts poden variar.

A tall d'exemple, a les gràfiques següents es presenta l'evolució temporal de les emissions de NO_x, per sector d'activitat l'any 2017.

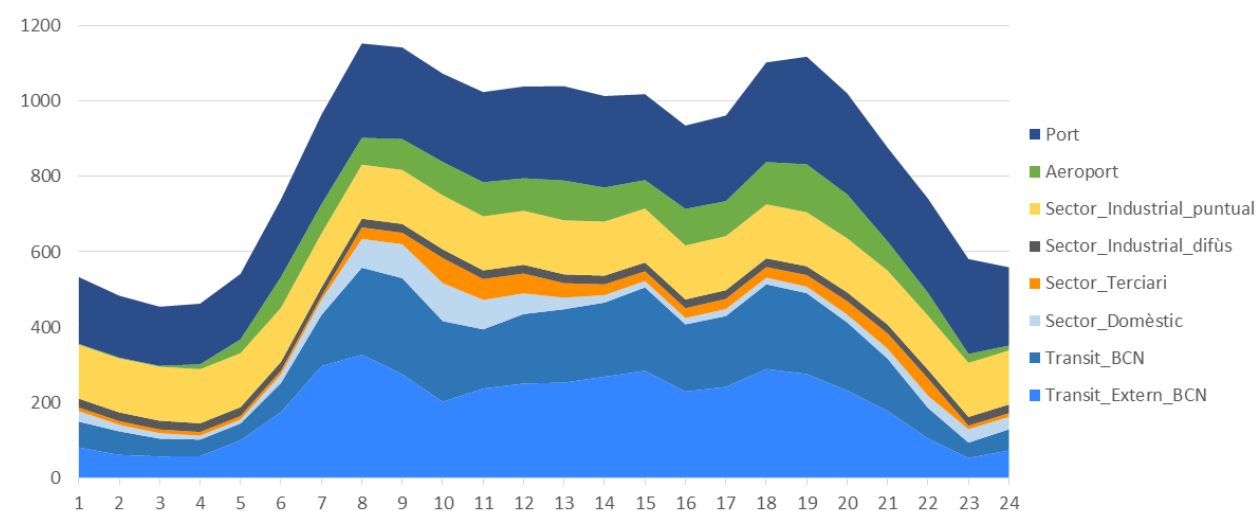
El següent gràfic mostra com les majors emissions del 2017 es van a presentar als mesos de novembre, desembre i gener. Pel que fa a les menors emissions, aquestes es van donar al mes d'agost.

Gràfic 70: Emissions de NO_x totals agregades per font d'emissió i mes (t/mes) l'any 2017 (de tot l'àmbit de modelització).



Font: Barcelona Regional

Gràfic 168: Emissions totals de NO_x agregades per font i hora del dia (t/any) l'any 2017 (de tot l'àmbit de modelització).



Font: Barcelona Regional

En el cas del cicle diari d'emissions de NO_x, hi ha dos pics que coincideixen amb els pics de trànsit viari. Aquests són prop de les 8h i al voltant les 19h.

A la modelització es considera la tipologia de dies de la setmana a l'hora de construir els perfils temporals. Es diferencia entre dies laborables (de dilluns a divendres), dies de pont, dissabtes, diumenges (cap de setmana) i dies festius (diferents als caps de setmana). A la taula següent es mostra el nombre de dies per tipologia de l'any 2017.

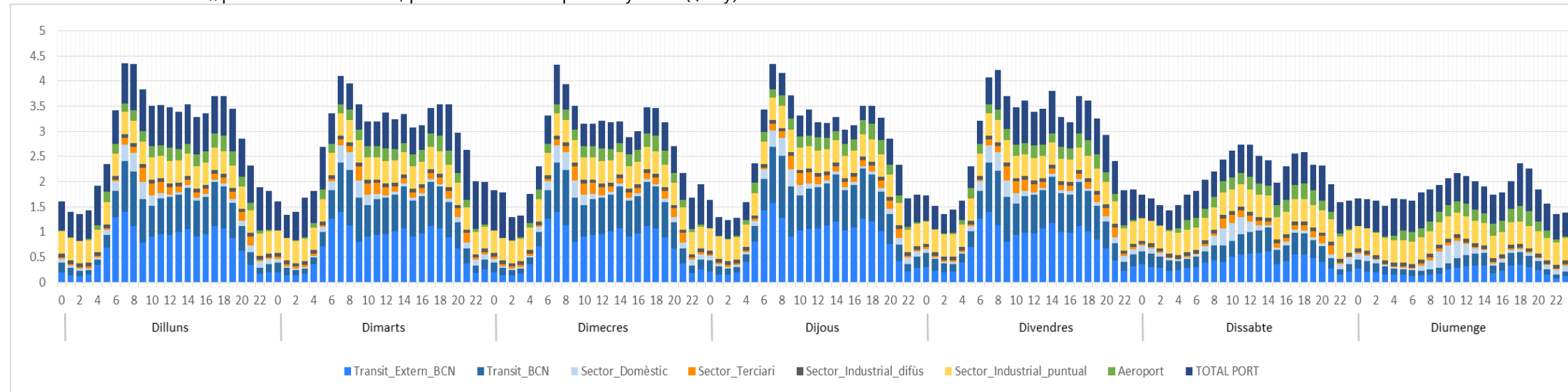
Taula 33: Resum del nombre de dies segons la seva tipologia

Tipus dia	Nombre
Laborables	239
Pont	7
Dissabtes	51
Diumenges	53
Festius	15
Total	365

Font: Barcelona Regional.

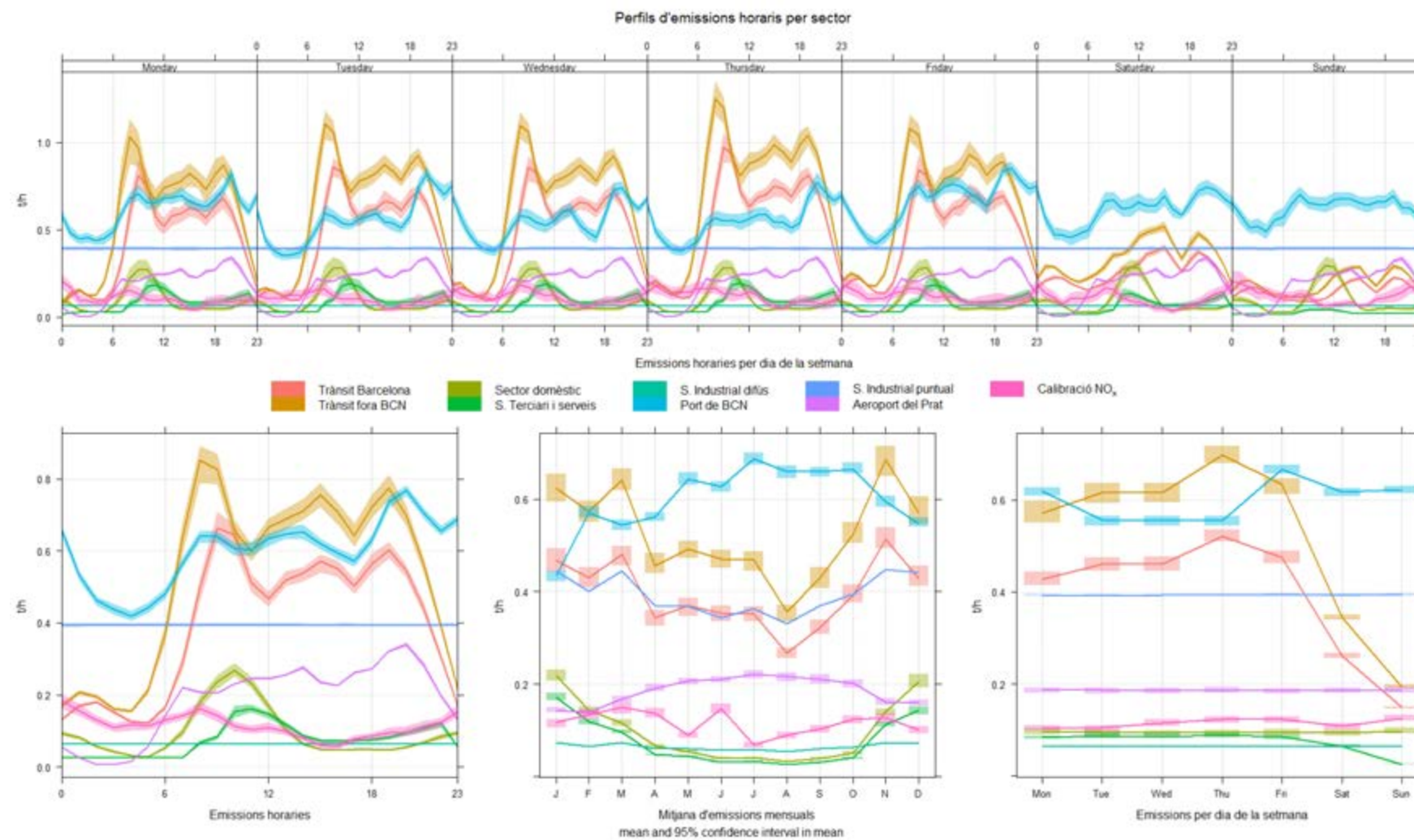
A la següent pàgina es presenta un exemple del perfil d'emissió d'una setmana laboral tipus (segons el total acumulat per hora del dia). També s'inclou la síntesi dels perfils horaris individuals de cada sector (t/h), així com el perfil de NO_x necessari pel calibratge del model.

Gràfic 71. Emissions totals de NO_x per font i hora del dia, per una setmana tipus l'any 2017 (t/any).



Font: Barcelona Regional

Gràfic 72. Perfils d'emissions mitjans dels sectors d'emissió considerats al model de Barcelona 2017 (t/h). També inclou el perfil de NO_x de calibratge del model.



Font: Barcelona Regional

EVOLUCIÓ HISTÒRICA DE LES EMISSIONS

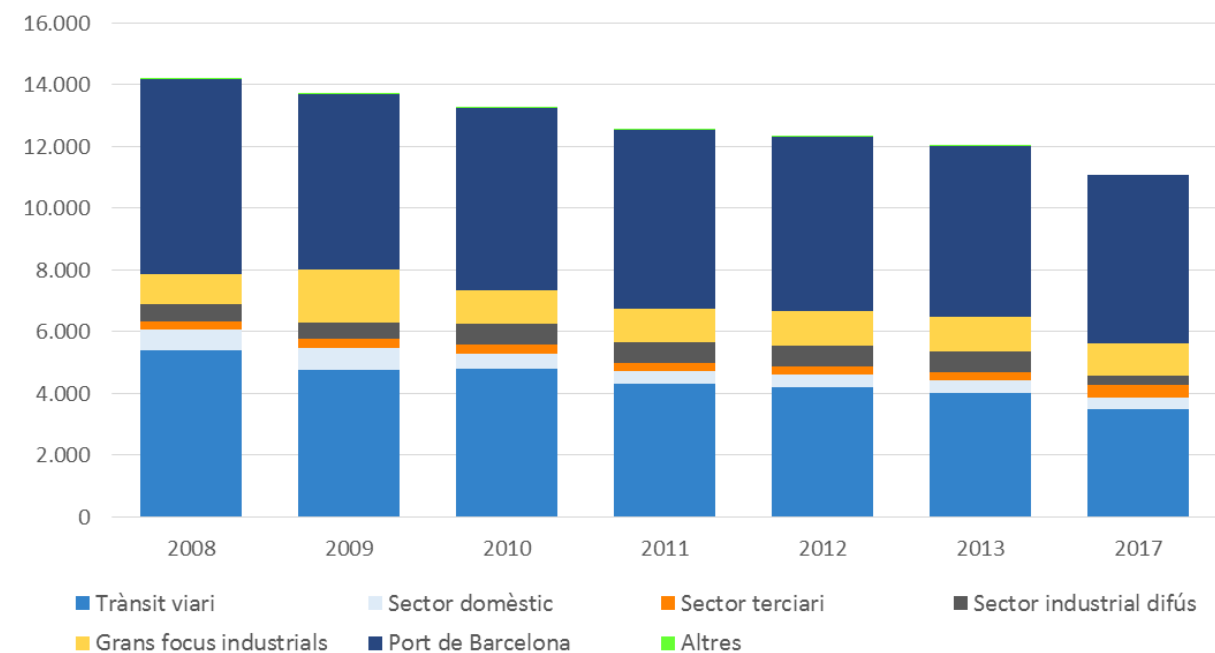
A continuació es presenta a les taules següents el resum de les emissions per l'àmbit de Barcelona, segons l'evolució dels darrers anys.

Taula 34: Evolució de les emissions de NO_x entre l'any 2008 i 2017 a la ciutat de Barcelona.

Emissions NO _x (t/any)	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2017
Trànsit viari	5.390	4.769	4.795	4.332	4.211	4.022	3.486
Sector domèstic	682	723	501	398	416	413	399
Sector terciari	276	281	311	246	259	258	386
Sector industrial difús	536	537	641	688	675	674	321
Grans focus industrials	986	1.690	1.099	1.099	1.099	1.099	1.031
Port de Barcelona	6.304	5.698	5.906	5.786	5.666	5.546	5.454
Altres	2	2	2	2	2	2	-
TOTAL	14.176	13.700	13.255	12.552	12.328	12.014	11.077

Font: Barcelona Regional.

Gràfic 73: Evolució de les emissions de NO_x entre l'any 2008 i 2017 a la ciutat de Barcelona



Font: Barcelona Regional.

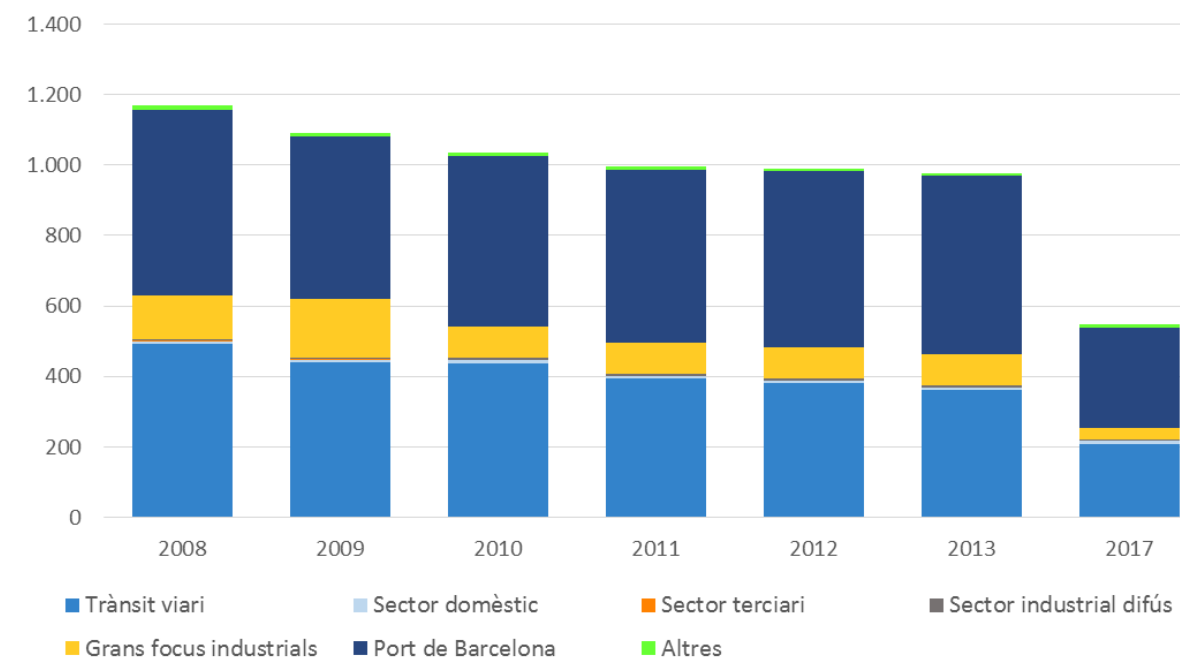
La baixada de emissions de partícules en el Port de Barcelona respon per una banda a un canvi metodològic, del 2013 al 2017 es calcula amb diferent metodologia, sent la 2017 la més acurada, a més de diferents directives (Directiva 2012/33/EC), que a partir de juny de 2014 no està permès l'ús de combustible marítim amb contingut de sofre per sobre el 2.5% a la Unió Europea.

Taula 35: Evolució de les emissions de PM₁₀ entre l'any 2008 i 2017 a la ciutat de Barcelona

Emissions PM ₁₀ (t/any)	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2017
Trànsit viari	492,2	439,9	437,4	393,2	379,7	360,6	208,1
Sector domèstic	7,6	7,9	8,5	6,9	7,0	6,8	8,0
Sector terciari	2,1	2,1	2,1	1,7	1,8	1,7	2,4
Sector industrial difús	4,0	4,0	4,2	4,4	4,3	4,3	2,0
Grans focus industrials	123,6	165,4	90,4	90,4	90,4	90,4	32,7
Port de Barcelona	525,9	462,1	483,3	490,7	498,2	505,7	283,5
Altres	14,3	11,0	9,3	8,7	7,6	7,7	12,3
TOTAL	1155,4	1081,4	1025,8	987,4	981,4	969,6	549,0

Font: Barcelona Regional.

Gràfic 74: Evolució de les emissions de PM₁₀ entre l'any 2008 i 2017 a la ciutat de Barcelona

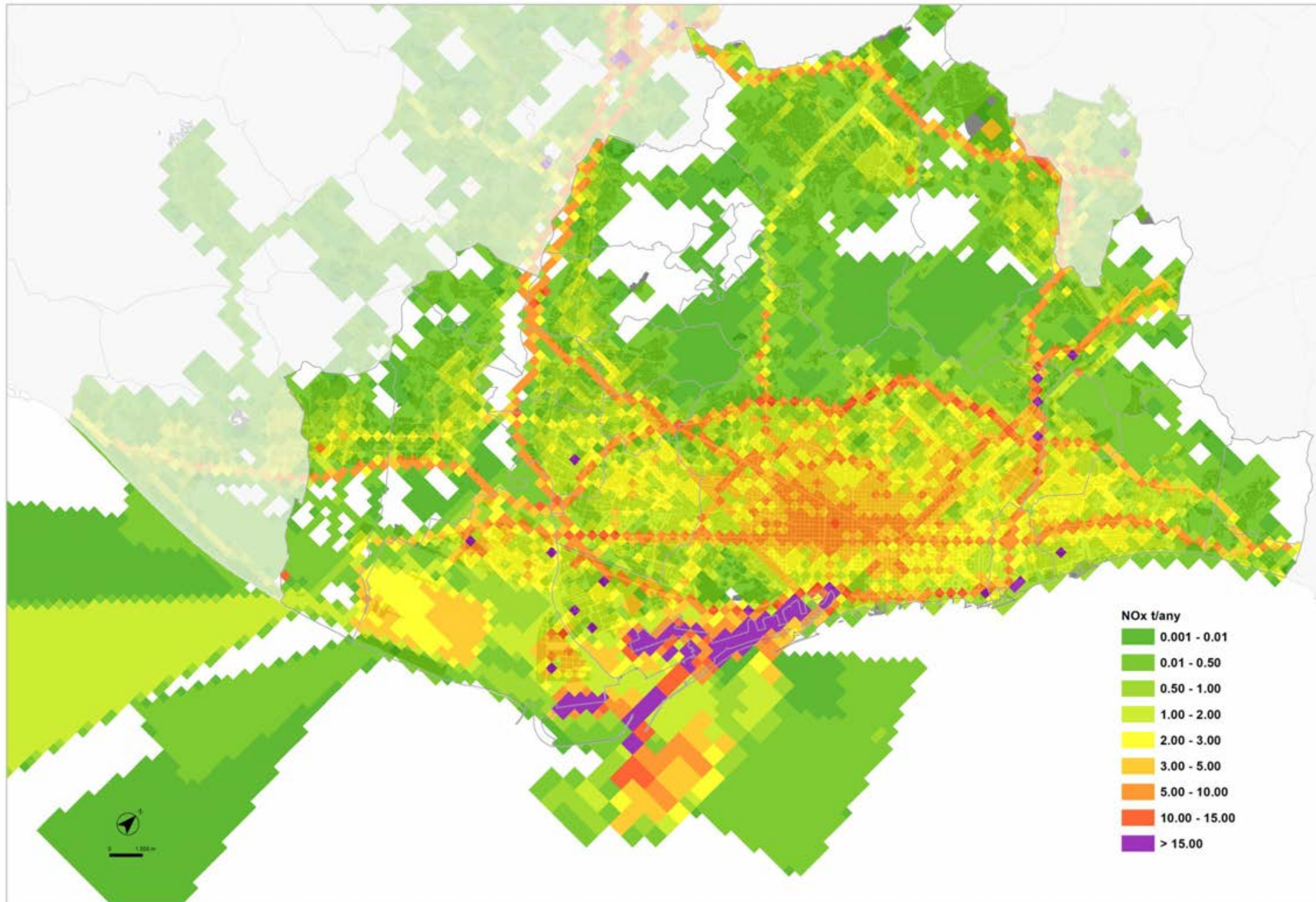


Font: Barcelona Regional.

Com es pot observar el trànsit viari redueix les emissions de PM₁₀ de 2013 a 2017 en part degut a la major presència de vehicles EURO 5 amb filtres de partícules.

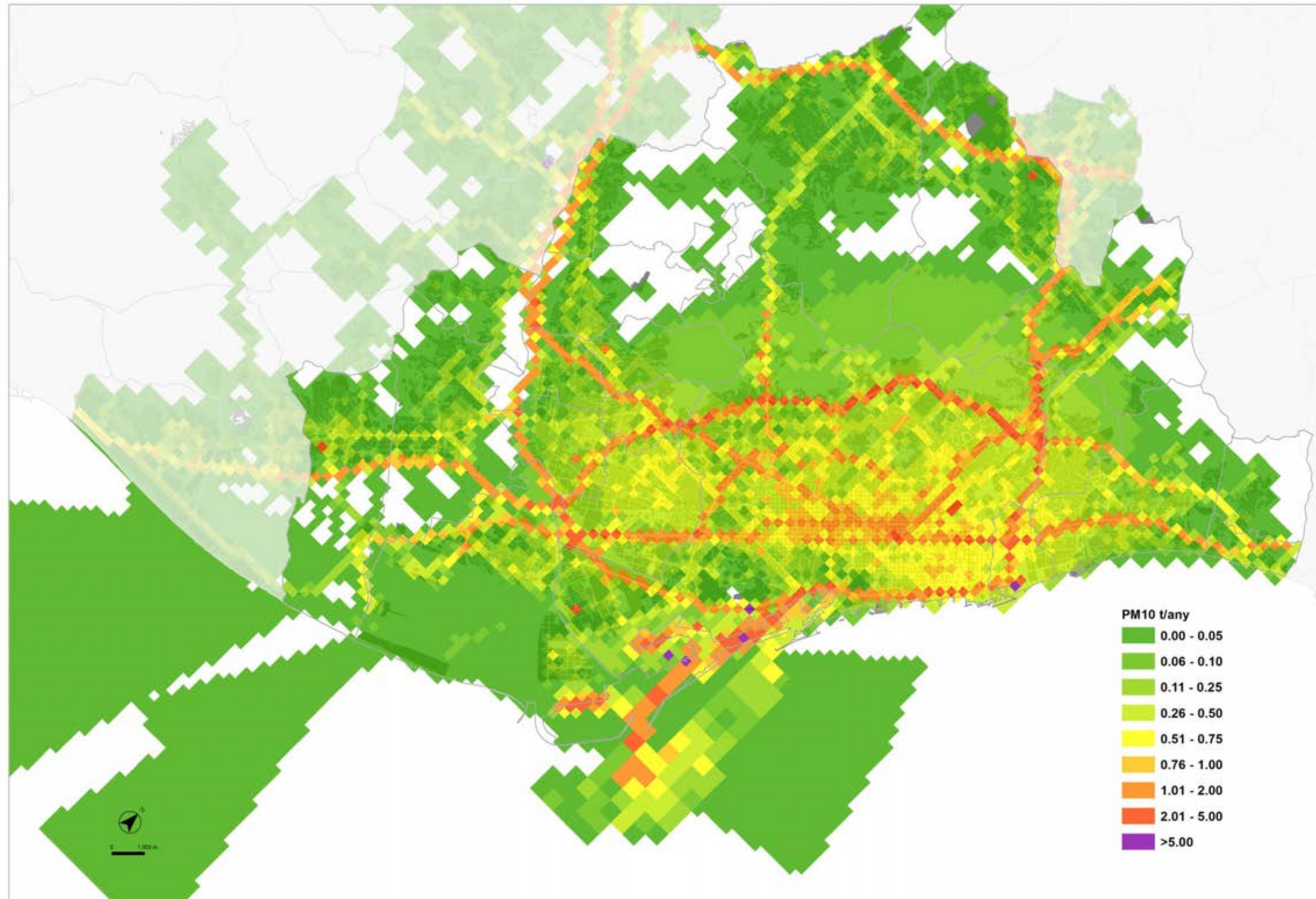
MAPES D'EMISSIONS I MAPES D'IMMISSIÓ

Imatge 75: Mapa de les emissions totals de NO_x per a l'any 2017 (t/any) en quadrants de 250mx250m.



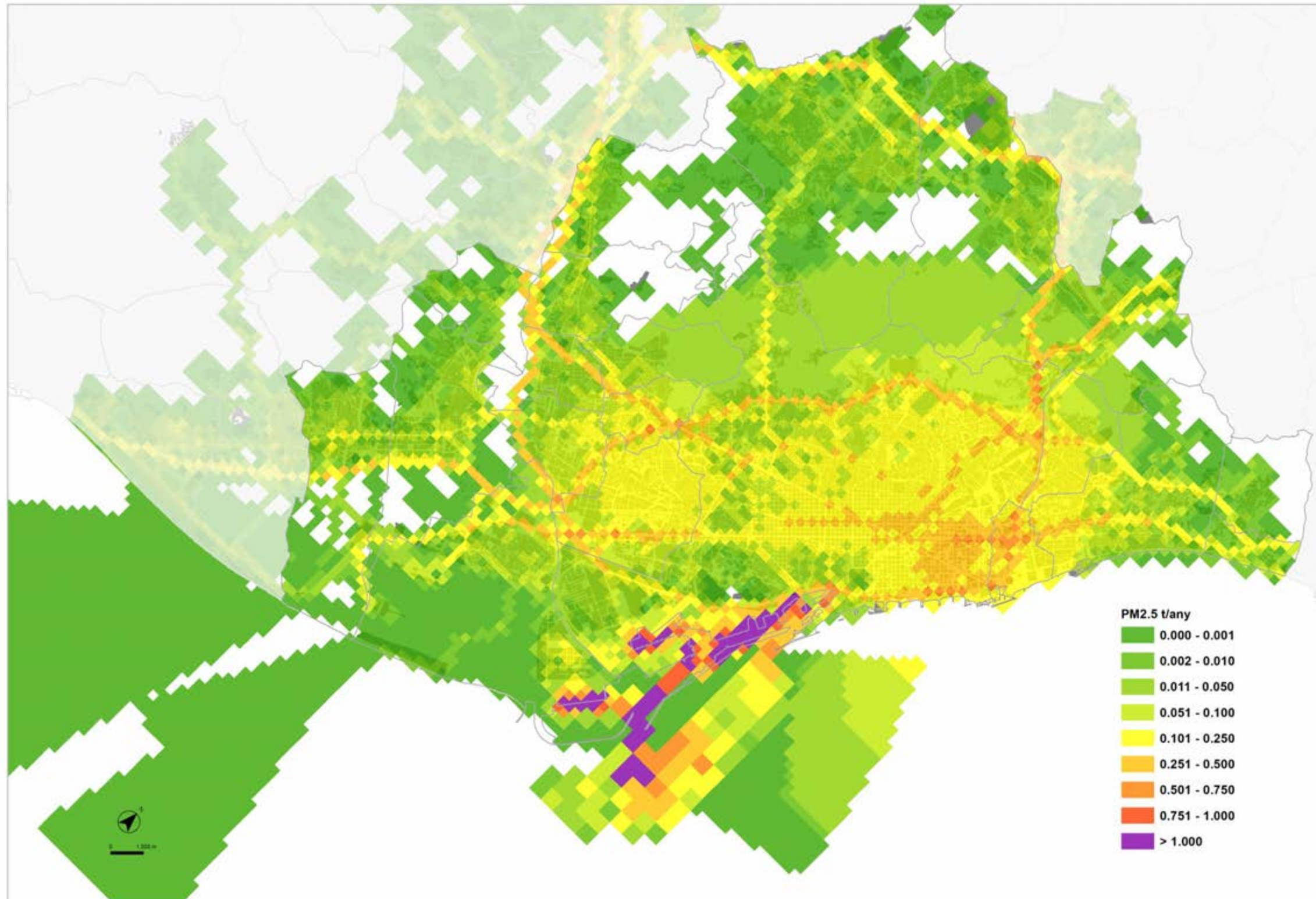
Font: Barcelona Regional.

Imatge 76: Mapa de les emissions totals de PM₁₀ per a l'any 2017 (t/any), en quadrants de 250mx250m

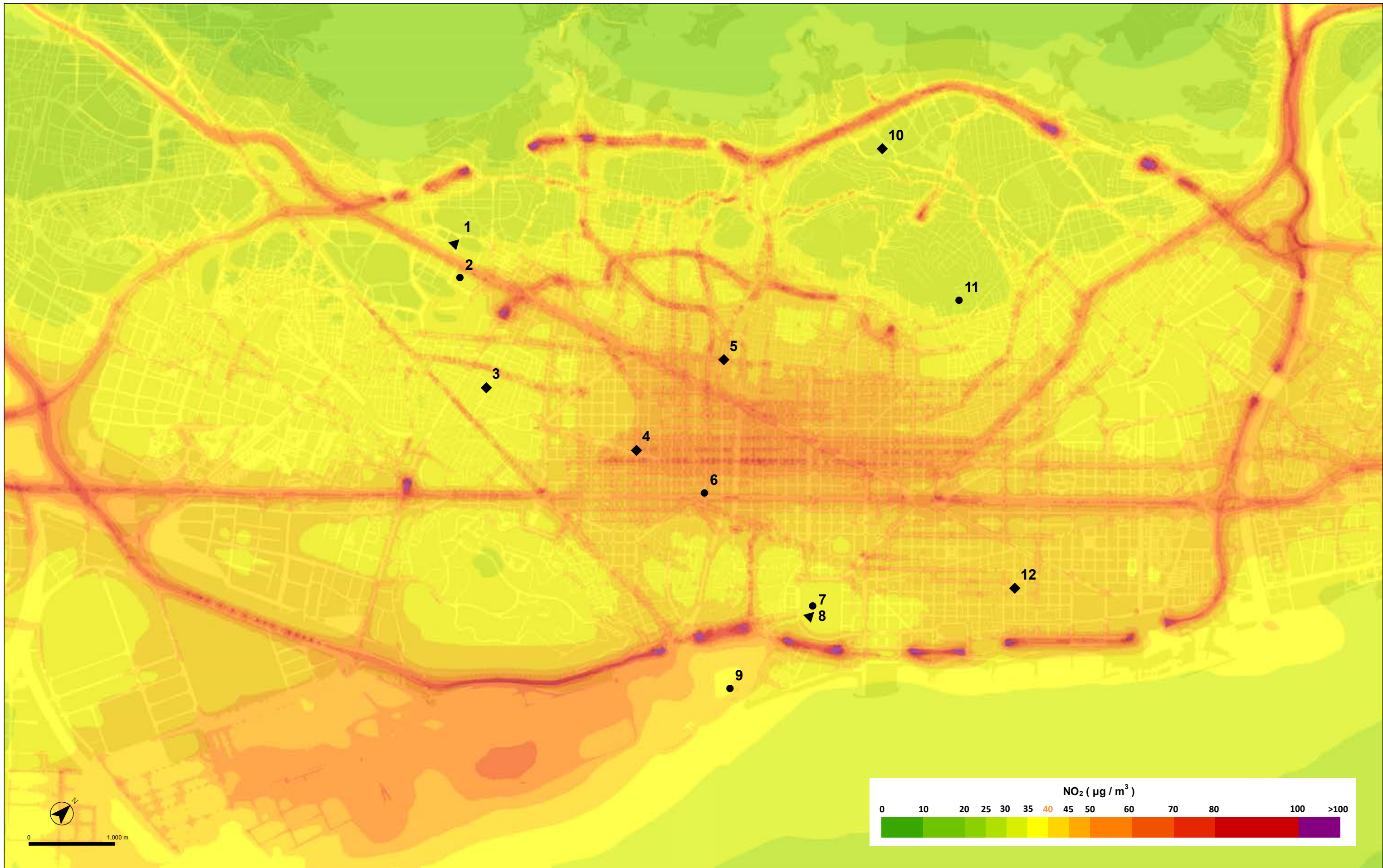


Font: Barcelona Regional.




Imatge 77: Mapa de les emissions totals de PM_{2,5} per a l'any 2017 (t/any) en quadrants de 250m x 250m

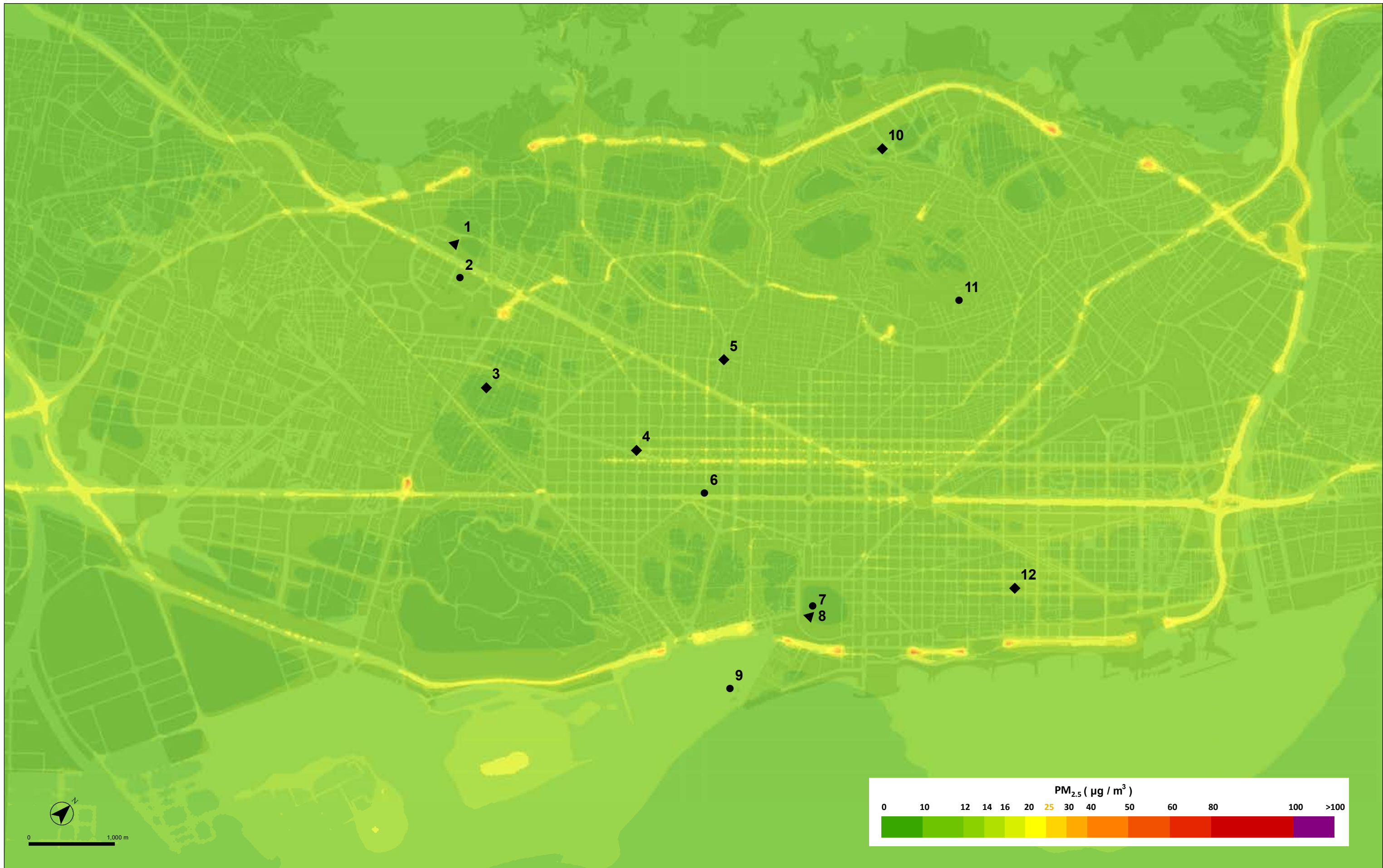


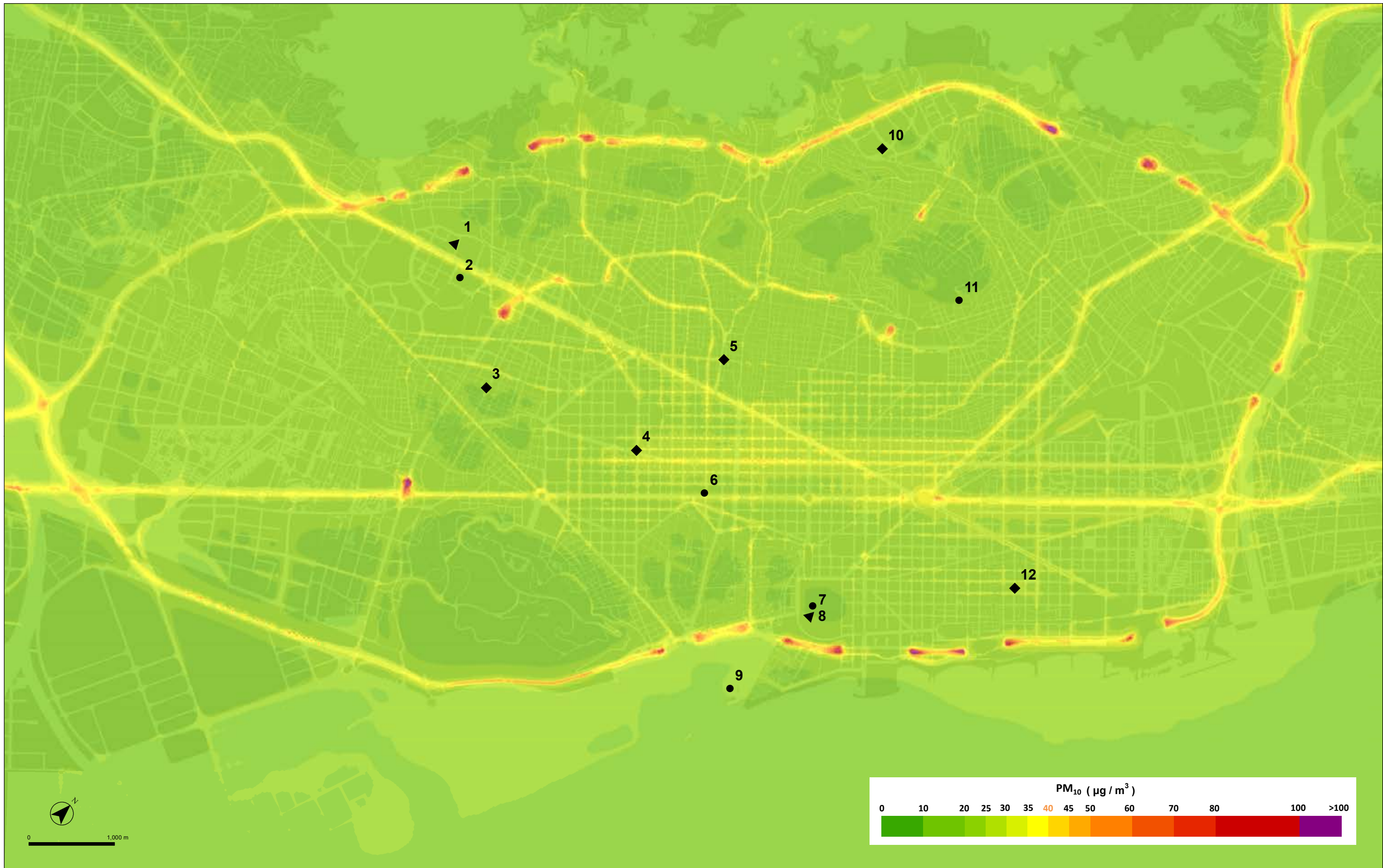
Font: Barcelona Regional.

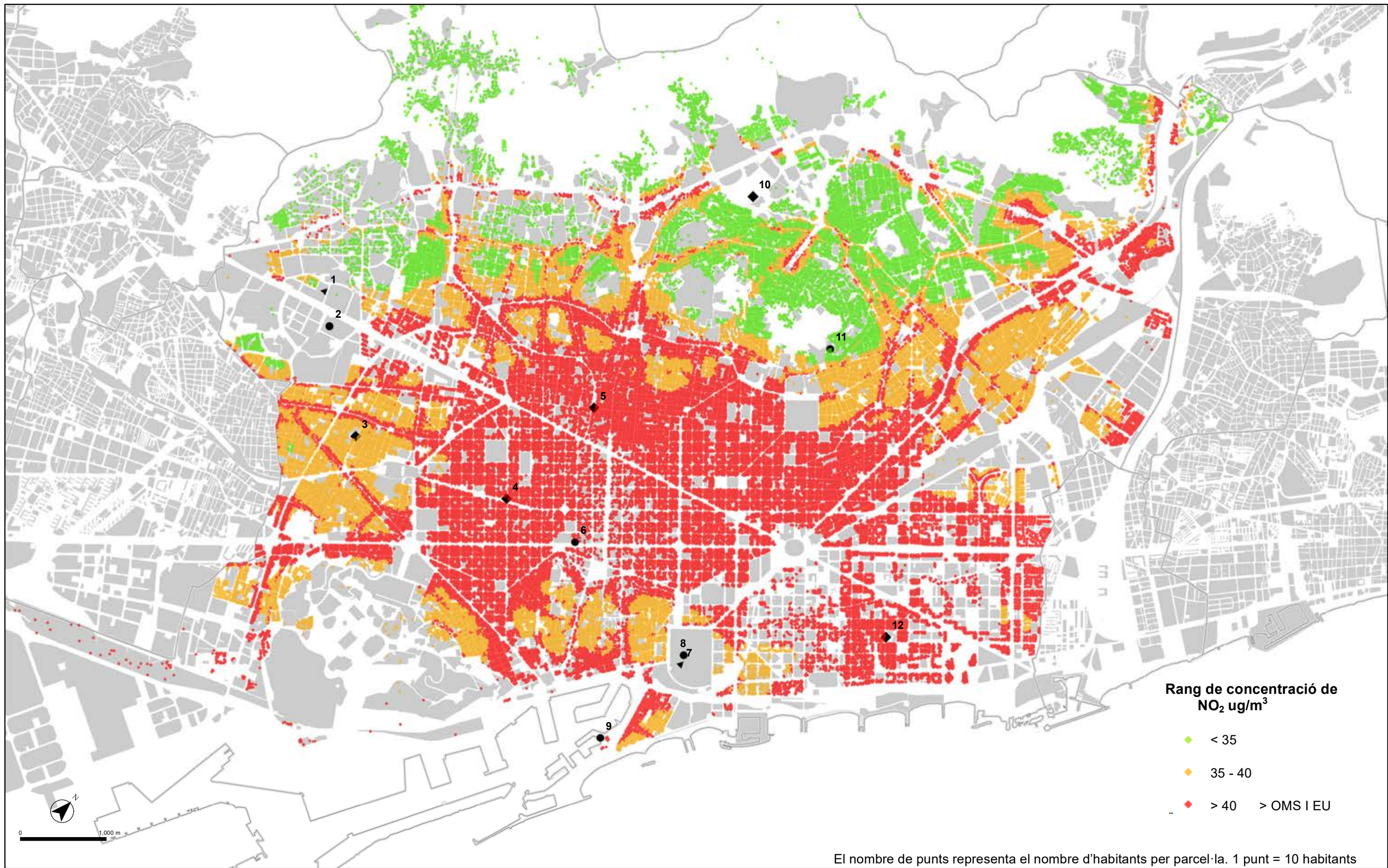


- | | | |
|--|--|--|
| 1 - BCN_PALAU REIAL (NO ₂ i PM ₁₀) | 5 - BCN_GRÀCIA - ST. GERVASI (NO ₂ , PM ₁₀ i , PM _{2,5}) | 9 - BCN_PORT VELL (PM ₁₀) |
| 2 - BCN_ZONA UNIVERSITARIA (PM ₁₀ i PM _{2,5}) | 6 - BCN_PL. UNIVERSITAT (PM ₁₀ , PM _{2,5}) | 10 - BCN_VALL D'HEBRON (NO ₂ , PM ₁₀ i PM _{2,5}) |
| 3 - BCN_SANTS (NO ₂ i PM ₁₀) | 7 - BCN_IES VERDAGUER (PM ₁₀) | 11 - BCN_IES GOYA (PM ₁₀ i PM _{2,5}) |
| 4 - BCN_EIXAMPLE (NO ₂ , PM ₁₀ i PM _{2,5}) | 8 - BCN_CIUADELLA (NO ₂) | 12 - BCN_POBLENOU (NO ₂ , PM ₁₀ i PM _{2,5}) |

-  AUTOMÀTICA
-  AUTO I MANUAL
-  MANUAL







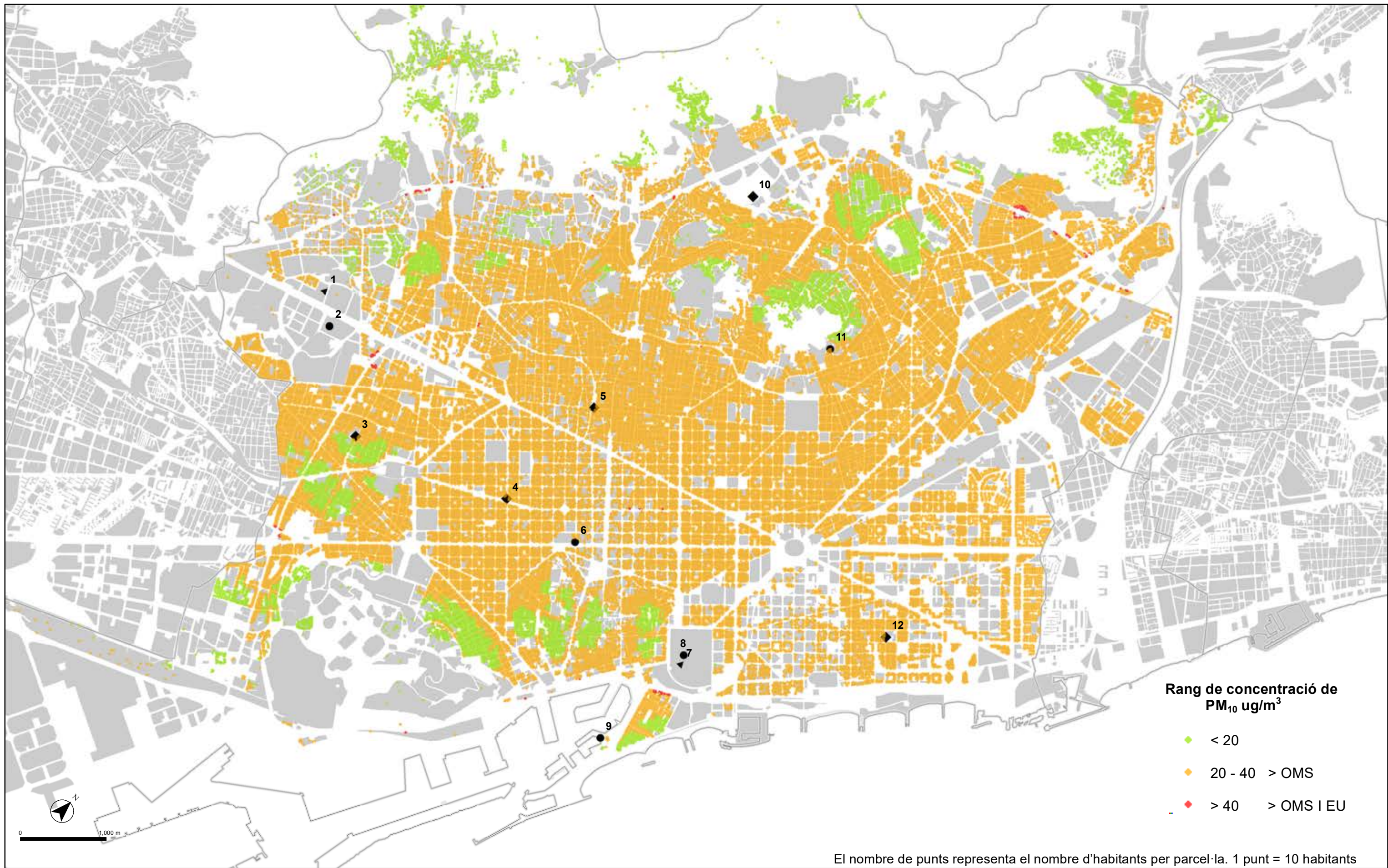
Estacions de mesura de la XVPCA en funcionament l'any 2017 (entre parèntesi contaminant que s'hi mesura):

- | | | |
|--|--|--|
| 1 - BCN_PALAU REIAL (NO ₂ i PM ₁₀) | 5 - BCN_GRÀCIA - ST. GERVAZI (NO ₂ , PM ₁₀ i PM _{2.5}) | 9 - BCN_PORT VELL (PM ₁₀) |
| 2 - BCN_ZONA UNIVERSITÀRIA (PM ₁₀ i PM _{2.5}) | 6 - BCN_PL. UNIVERSITAT (PM ₁₀ , PM _{2.5}) | 10 - BCN_VALL D'HEBRON (NO ₂ , PM ₁₀ i PM _{2.5}) |
| 3 - BCN_SANTS (NO ₂ i PM ₁₀) | 7 - BCN_IES VERDAGUER (PM ₁₀) | 11 - BCN_IES GOYA (PM ₁₀ i PM _{2.5}) |
| 4 - BCN_EIXAMPLE (NO ₂ , PM ₁₀ i PM _{2.5}) | 8 - BCN_CIUTADELLA (NO ₂) | 12 - BCN_POBLENOU (NO ₂ , PM ₁₀ i PM _{2.5}) |

- ▲ AUTOMÀTICA
- AUTO I MANUAL
- MANUAL

Model de qualitat de l'aire de Barcelona 2017

Població exposada segons la situació de compliment del VLA de NO₂ al 2017



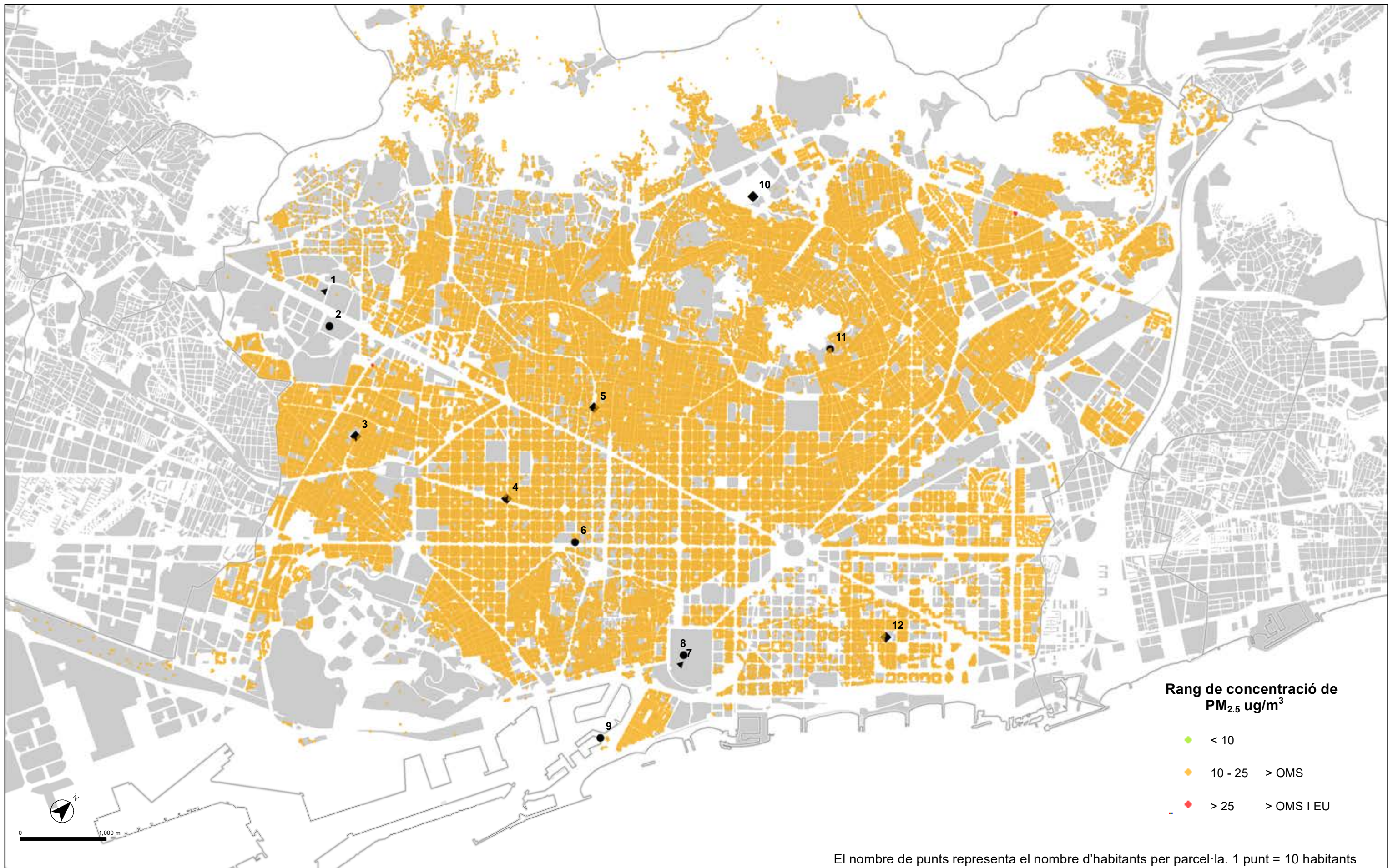
Estacions de mesura de la XVPCA en funcionament l'any 2017 (entre parèntesi contaminant que s'hi mesura):

- | | | |
|--|--|--|
| 1 - BCN_PALAU REIAL (NO ₂ i PM ₁₀) | 5 - BCN_GRÀCIA - ST. GERVASI (NO ₂ , PM ₁₀ i PM _{2.5}) | 9 - BCN_PORT VELL (PM ₁₀) |
| 2 - BCN_ZONA UNIVERSITÀRIA (PM ₁₀ i PM _{2.5}) | 6 - BCN_PL. UNIVERSITAT (PM ₁₀ , PM _{2.5}) | 10 - BCN_VALL D'HEBRON (NO ₂ , PM ₁₀ i PM _{2.5}) |
| 3 - BCN_SANTS (NO ₂ i PM ₁₀) | 7 - BCN_IES VERDAGUER (PM ₁₀) | 11 - BCN_IES GOYA (PM ₁₀ i PM _{2.5}) |
| 4 - BCN_EIXAMPLE (NO ₂ , PM ₁₀ i PM _{2.5}) | 8 - BCN_CIUTADELLA (NO ₂) | 12 - BCN_POBLENOU (NO ₂ , PM ₁₀ i PM _{2.5}) |

- ▲ AUTOMÀTICA
- AUTO I MANUAL
- MANUAL

Model de qualitat de l'aire de Barcelona 2017

Població exposada segons la situació de compliment del VLA de PM₁₀ al 2017



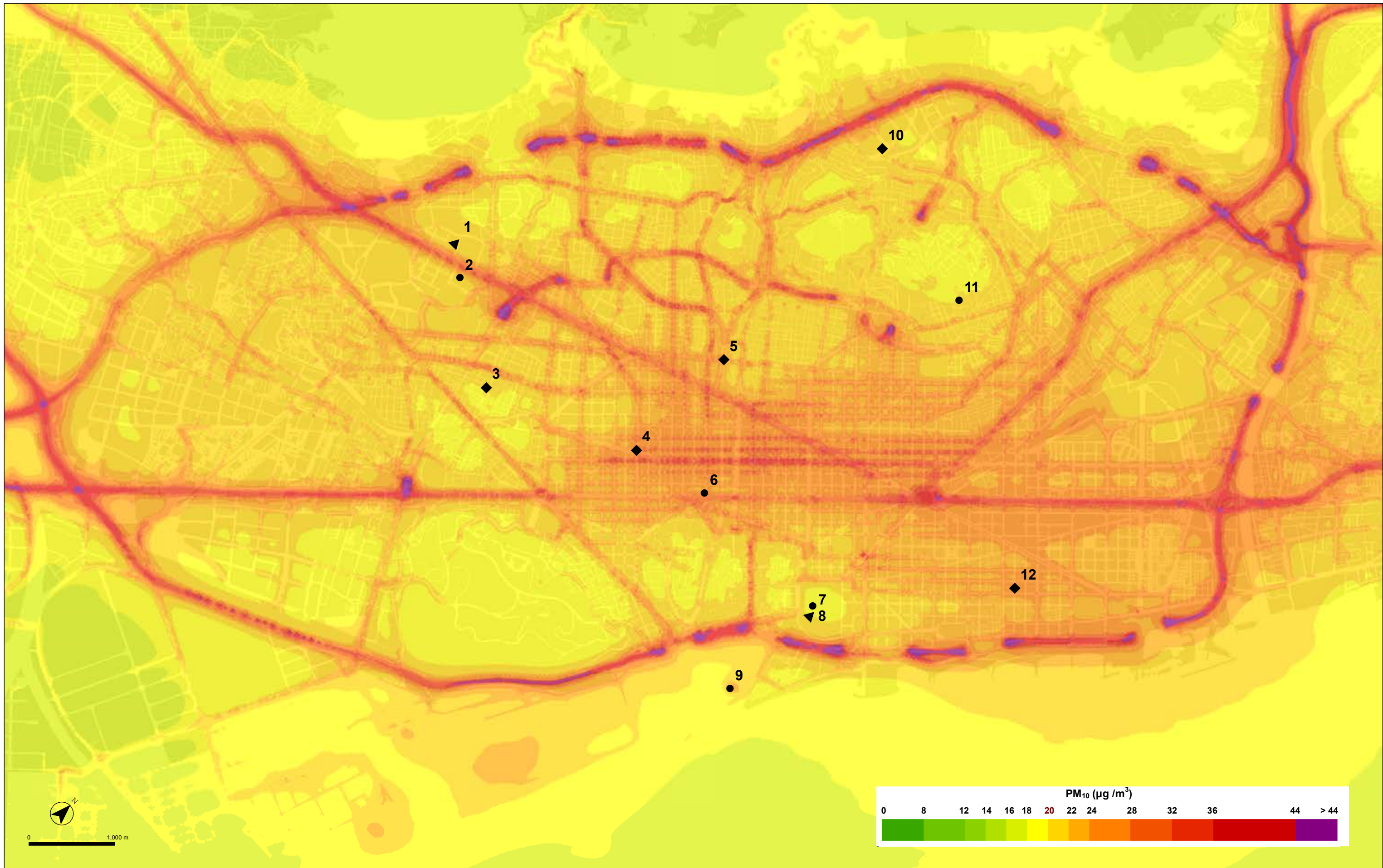
Estacions de mesura de la XVPCA en funcionament l'any 2017 (entre parèntesi contaminant que s'hi mesura):

- | | | |
|--|--|--|
| 1 - BCN_PALAU REIAL (NO ₂ i PM ₁₀) | 5 - BCN_GRÀCIA - ST. GERVASI (NO ₂ , PM ₁₀ i PM _{2.5}) | 9 - BCN_PORT VELL (PM ₁₀) |
| 2 - BCN_ZONA UNIVERSITÀRIA (PM ₁₀ i PM _{2.5}) | 6 - BCN_PL. UNIVERSITAT (PM ₁₀ , PM _{2.5}) | 10 - BCN_VALL D'HEBRON (NO ₂ , PM ₁₀ i PM _{2.5}) |
| 3 - BCN_SANTS (NO ₂ i PM ₁₀) | 7 - BCN_IES VERDAGUER (PM ₁₀) | 11 - BCN_IES GOYA (PM ₁₀ i PM _{2.5}) |
| 4 - BCN_EIXAMPLE (NO ₂ , PM ₁₀ i PM _{2.5}) | 8 - BCN_CIUTADELLA (NO ₂) | 12 - BCN_POBLENOU (NO ₂ , PM ₁₀ i PM _{2.5}) |

- ▲ AUTOMÀTICA
- AUTO I MANUAL
- MANUAL




Model de qualitat de l'aire de Barcelona 2017

Població exposada segons la situació de compliment del VLA de PM_{2.5} al 2017



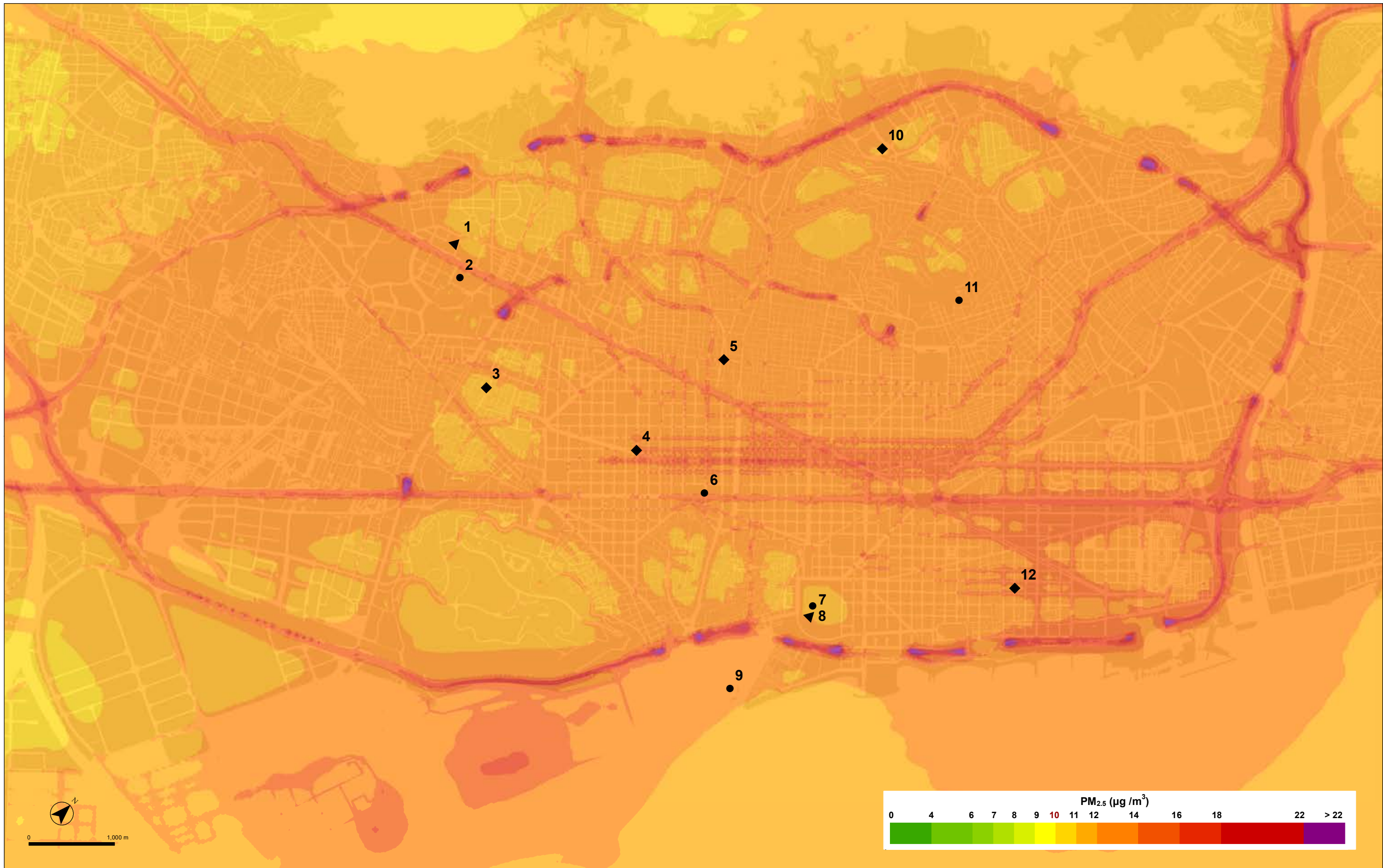
Estacions de mesura de la XVPCA en funcionament l'any 2017 (entre parèntesi contaminant que s'hi mesura):

- | | | |
|--|--|--|
| 1 - BCN_PALAU REIAL (NO ₂ i PM ₁₀) | 5 - BCN_GRÀCIA - ST. GERVASI (NO ₂ , PM ₁₀ i , PM _{2,5}) | 9 - BCN_PORT VELL (PM ₁₀) |
| 2 - BCN_ZONA UNIVERSITARIA (PM ₁₀ i PM _{2,5}) | 6 - BCN_PL. UNIVERSITAT (PM ₁₀ , PM _{2,5}) | 10 - BCN_VALL D'HEBRON (NO ₂ , PM ₁₀ i PM _{2,5}) |
| 3 - BCN_SANTS (NO ₂ i PM ₁₀) | 7 - BCN_IES VERDAGUER (PM ₁₀) | 11 - BCN_IES GOYA (PM ₁₀ i PM _{2,5}) |
| 4 - BCN_EIXAMPLE (NO ₂ , PM ₁₀ i PM _{2,5}) | 8 - BCN_CIUTADELLA (NO ₂) | 12 - BCN_POBLENOU (NO ₂ , PM ₁₀ i PM _{2,5}) |

-  AUTOMÀTICA
-  AUTO I MANUAL
-  MANUAL

Model de qualitat de l'aire de Barcelona 2017

Immissió mitjana anual de PM₁₀ al 2017
Escala segons valor guia OMS



Estacions de mesura de la XVPCA en funcionament l'any 2017 (entre parèntesi contaminant que s'hi mesura):

- | | | |
|--|--|--|
| 1 - BCN_PALAU REIAL (NO ₂ i PM ₁₀) | 5 - BCN_GRÀCIA - ST. GERVASI (NO ₂ , PM ₁₀ i , PM _{2,5}) | 9 - BCN_PORT VELL (PM ₁₀) |
| 2 - BCN_ZONA UNIVERSITARIA (PM ₁₀ i PM _{2,5}) | 6 - BCN_PL. UNIVERSITAT (PM ₁₀ , PM _{2,5}) | 10 - BCN_VALL D'HEBRON (NO ₂ , PM ₁₀ i PM _{2,5}) |
| 3 - BCN_SANTS (NO ₂ i PM ₁₀) | 7 - BCN_IES VERDAGUER (PM ₁₀) | 11 - BCN_IES GOYA (PM ₁₀ i PM _{2,5}) |
| 4 - BCN_EIXAMPLE (NO ₂ , PM ₁₀ i PM _{2,5}) | 8 - BCN_CIUTADELLA (NO ₂) | 12 - BCN_POBLENOU (NO ₂ , PM ₁₀ i PM _{2,5}) |

- ▲ AUTOMÀTICA
- AUTO I MANUAL
- MANUAL

Model de qualitat de l'aire de Barcelona 2017

Immissió mitjana anual de PM_{2,5} al 2017
Escala segons valor guia OMS

Pel que fa al sector viari (que ocupa el segon lloc, després del fons) les $PM_{2.5}$ contribueixen de forma més significativa a les estacions de l'Eixample i Plaça Universitat, amb 26% i 19% de la immissió calculada respectivament.

Respecte a la distribució geogràfica de la contaminació, als mapes es pot observar com el NO_2 es concentra al voltant de les vies i zones amb major trànsit, així com a les zones amb major densitat de població i activitat. És per aquest motiu que l'Eixample i la seva zona de confluència mostren els majors nivells de concentració, així com també l'eix de les grans vies de trànsit viari i les sortides dels túnels.

A la zona del Port hi ha una altra zona amb nivells alts de NO_2 però la barrera natural que representa la muntanya de Montjuïc fa que la seva influència no sigui directa a la ciutat. No obstant això, els nivells de contaminació del Port i de la navegació marítima al Mediterrani contribueixen a la contaminació de fons regional.

Pel que fa referència a l'exposició de la població a la contaminació, és important destacar que al conjunt urbà de Barcelona, el 56 % dels ciutadans respiraven nivells de NO_2 superiors al valor límit legal anual (VLA, amb valor de de $40 \mu g/m^3$) l'any 2017, mentre que per les partícules gairebé el 100% dels ciutadans compleixen amb la normativa europea de partícules de PM_{10} ($40 \mu g/m^3$) i $PM_{2.5}$ ($25 \mu g/m^3$) de mitjana anual.

No obstant això, pel que fa als valors guia de l'OMS per les partícules PM_{10} gairebé el 90% dels ciutadans respiraven aire amb nivells superiors a $20 \mu g/m^3$ i el 100% amb nivells de $PM_{2.5}$ superiors a $10 \mu g/m^3$. En el cas del NO_2 per l'OMS és el mateix valor guia que per Europa. Considerant que el 2017 va ser un any atípic com ja s'ha explicat, segurament al 2016 i 2018 aquest percentatge és menor, però tot i això és elevat.

En relació a la distribució geogràfica de les partícules, tot i que la distribució és molt més uniforme que en el cas del NO_2 , els nivells més alts es troben també als eixos de les grans vies de trànsit i la sortida dels túnels. La causa de les emissions de partícules són la combustió dels motors dels vehicles, produint impureses durant el seu funcionament. Però altres processos no basats en la combustió com el desgast dels pneumàtics, frens i paviment també generen una emissió de partícules. A més, cal tenir en compte també la resuspensió de partícules (tant per PM_{10} com per $PM_{2.5}$.) produïdes pel trànsit rodat, especialment a les zones més transitades com l'Eixample de Barcelona

ANNEX

ESTACIONS AUTOMÀTIQUES DE LA XVPCA

A continuació s'exposen i es descriuen les estacions amb mesures **automàtiques** de la XVPCA ubicades a la ciutat de Barcelona. Per a cadascuna d'aquestes estacions es pot observar el **nombre de superacions de la mitjana anual** per a cada contaminant. El nombre de superacions és relatiu al valor límit europeu i criteri aplicat en cada cas. Existeixen altres valors límits que no s'han de superar per a cada contaminant i que es defineixen a continuació (alguns d'ells ja s'han definit a la Taula 1)

NO₂

- **LLA (Límit d'Alerta):** es tracta d'un límit d'alerta en el qual les mitjanes horàries de l'any no poden superar els 400 µg/m³ en cap ocasió.
- **VLH (Valor Límit Horari):** no es pot superar més de 18 vegades el valor mitjà horari de 200 µg/m³
- **VLA (Valor Límit Anual):** la mitjana anual no pot superar el valor de 40 µg/m³.

PM₁₀

- **VLD (Valor Límit Diari):** no es pot superar el valor mitjà diari de 50 µg/m³ en més de 35 ocasions al llarg de l'any.
- **P90,4 (Percentil 91,4):** en el cas que les dades vàlides siguin inferiors al 90%, el valor d'aquest percentil no superi els 50 µg/m³.
- **VLA(Valor Límit Anual):** la mitjana anual no pot superar els 40 µg/m³

PM_{2,5}

- **VOPS (VLA):** valor objectiu per a la protecció de la salut, marcat en 25 µg/m³ de mitjana anual i que no es pot superar. Al 2020 passa a ser de 20 µg/m³.

ESTACIÓ DE MESURA: BARCELONA – EIXAMPLE

ESTACIÓ: Barcelona – l'Eixample		DADES ANY 2017	Mitjana anual (µg/m ³)	Nº superacions
Tipus àrea: Urbana de Trànsit	Avalua: NO _x , PM ₁₀ , PM _{2,5} , O ₃ , CO, SO ₂ , CO, BTEX, metalls i HAP	NO ₂	59	VLH = 0 LLA = 0
		PM ₁₀	27	VLD = 9
		PM _{2,5}	17	-



Situació, comentaris i consideracions de l'estació de mesura:

-**Situació:** Situada en una petita zona enjardinada al bell mig del barri de l'Esquerra de l'Eixample.

-Focus de mesura principals: Trànsit viari.

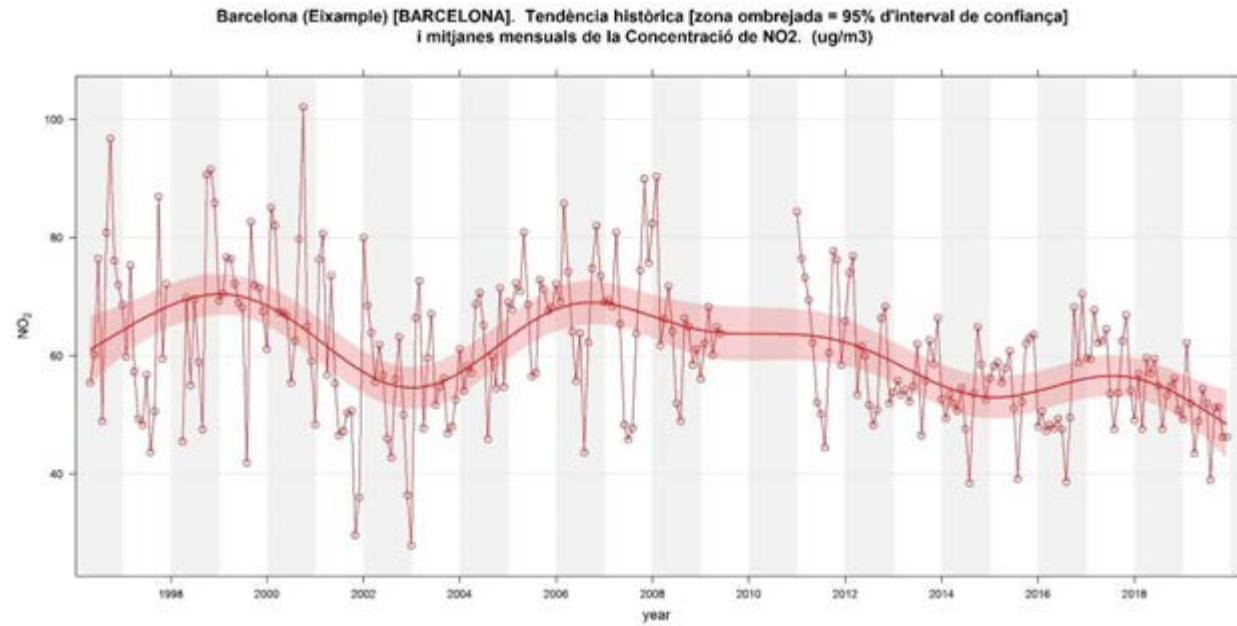
-Carrers més propers (IMD i Distància perpendicular al carrer més proper):

- c/ València: 20.726 veh/dia a 21 metres del lateral.
- Comte Urgell 35.901 veh/dia a 10 metres del lateral.

-**Street Canyon:** Es troba situada en una petita zona enjardinada, amb un parc infantil amb edificis d'entre 6 i 9 pisos, localitzats en un radi d'uns 30-40 metres de l'estació.

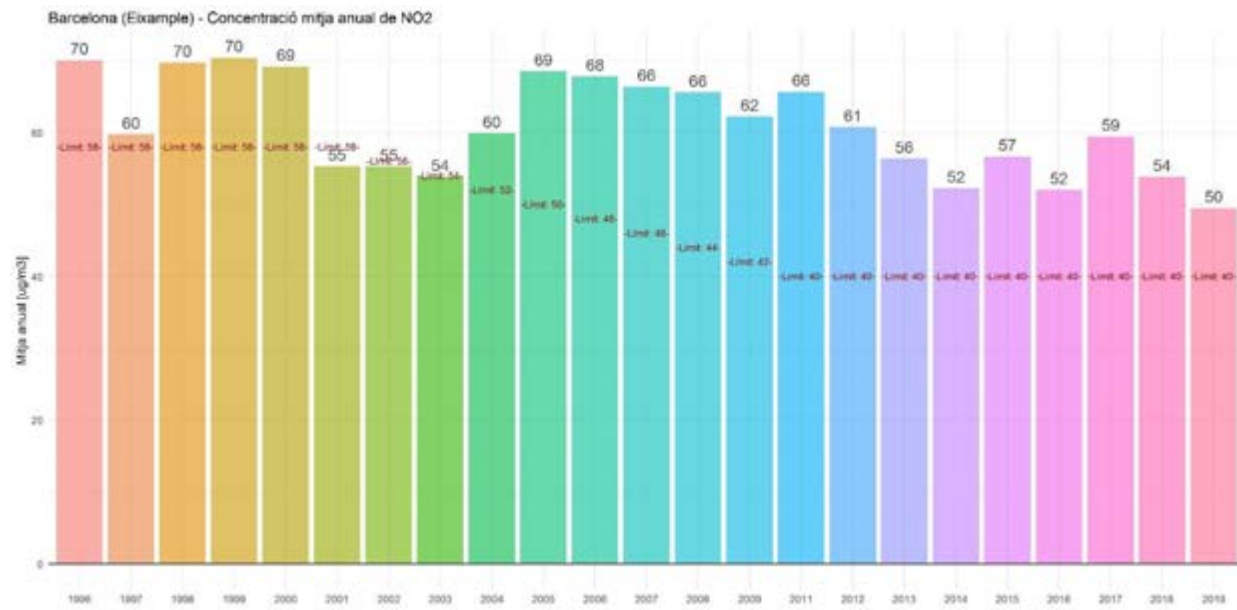
Anàlisi estadístic de la immissió de NO₂ a l'estació de Barcelona – Eixample

Gràfic 89: Tendència històrica [zona ombrejada = 95% d'interval de confiança] i mitjanes mensuals de la concentració de NO₂ a l'estació de Barcelona – Eixample (µg/m³)



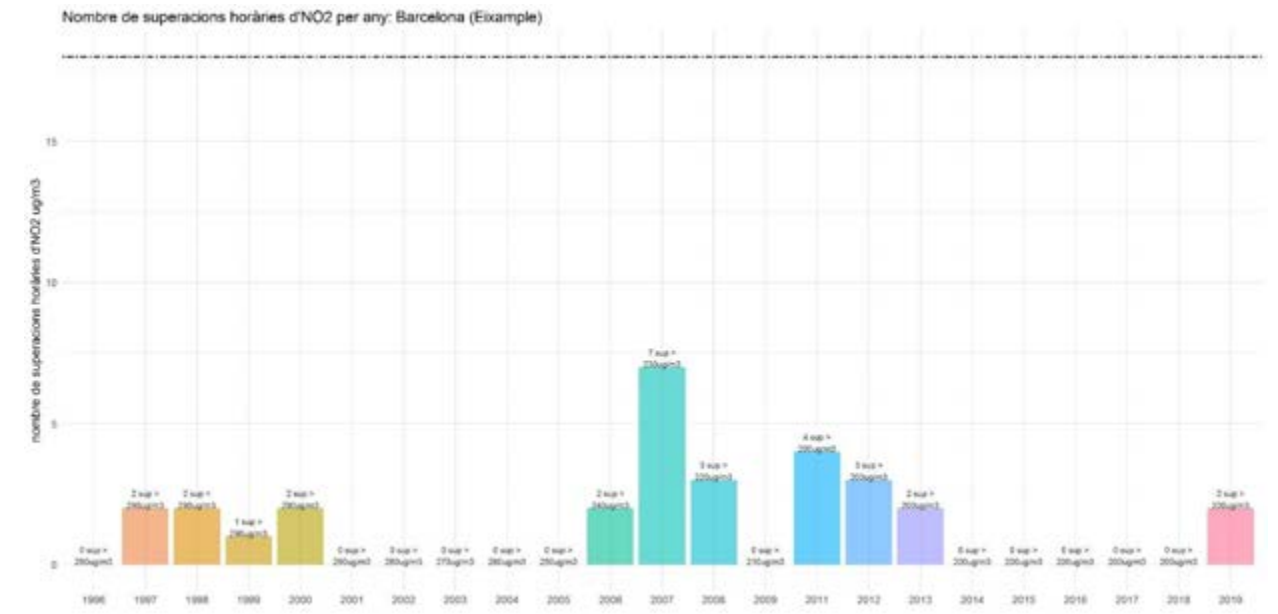
Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA. Nota: l'estació de l'Eixample va estar fora de servei l'any 2010.

Gràfic 90: Mitjana anual de la immissió de NO₂ a l'estació de Barcelona – Eixample.



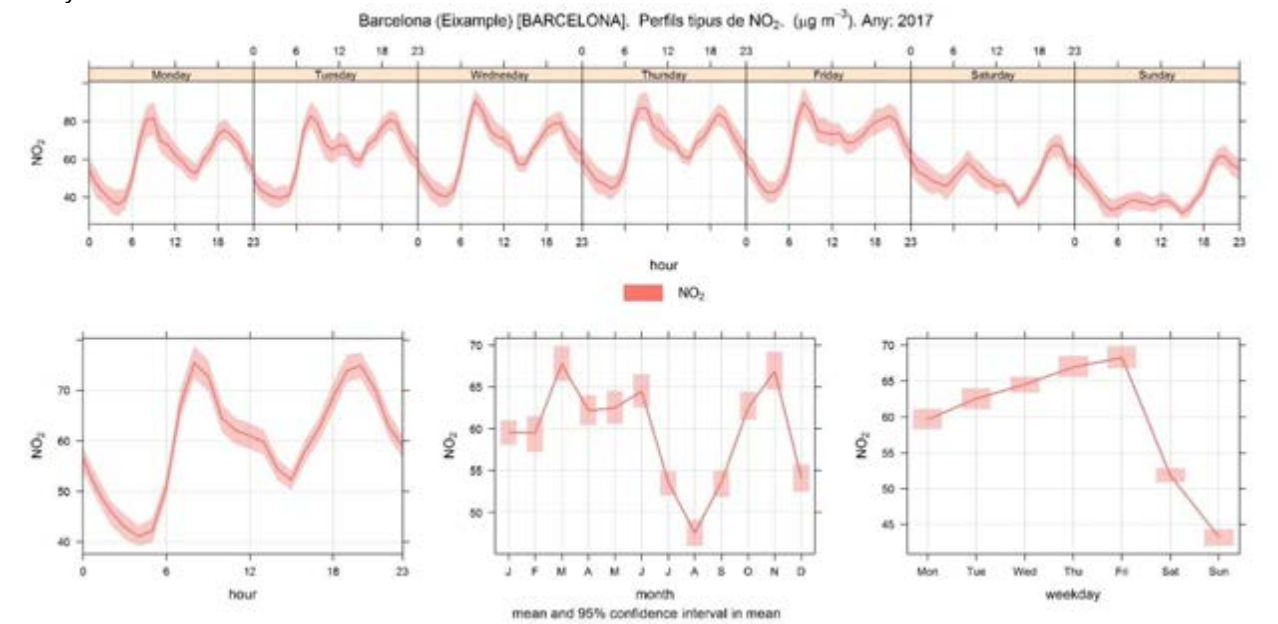
Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA. Nota: l'estació de l'Eixample va estar fora de servei l'any 2010.

Gràfic 91: Nombre de superacions (del VLA) anuals de les mitjanes horàries de NO₂ a l'estació de Barcelona – Eixample



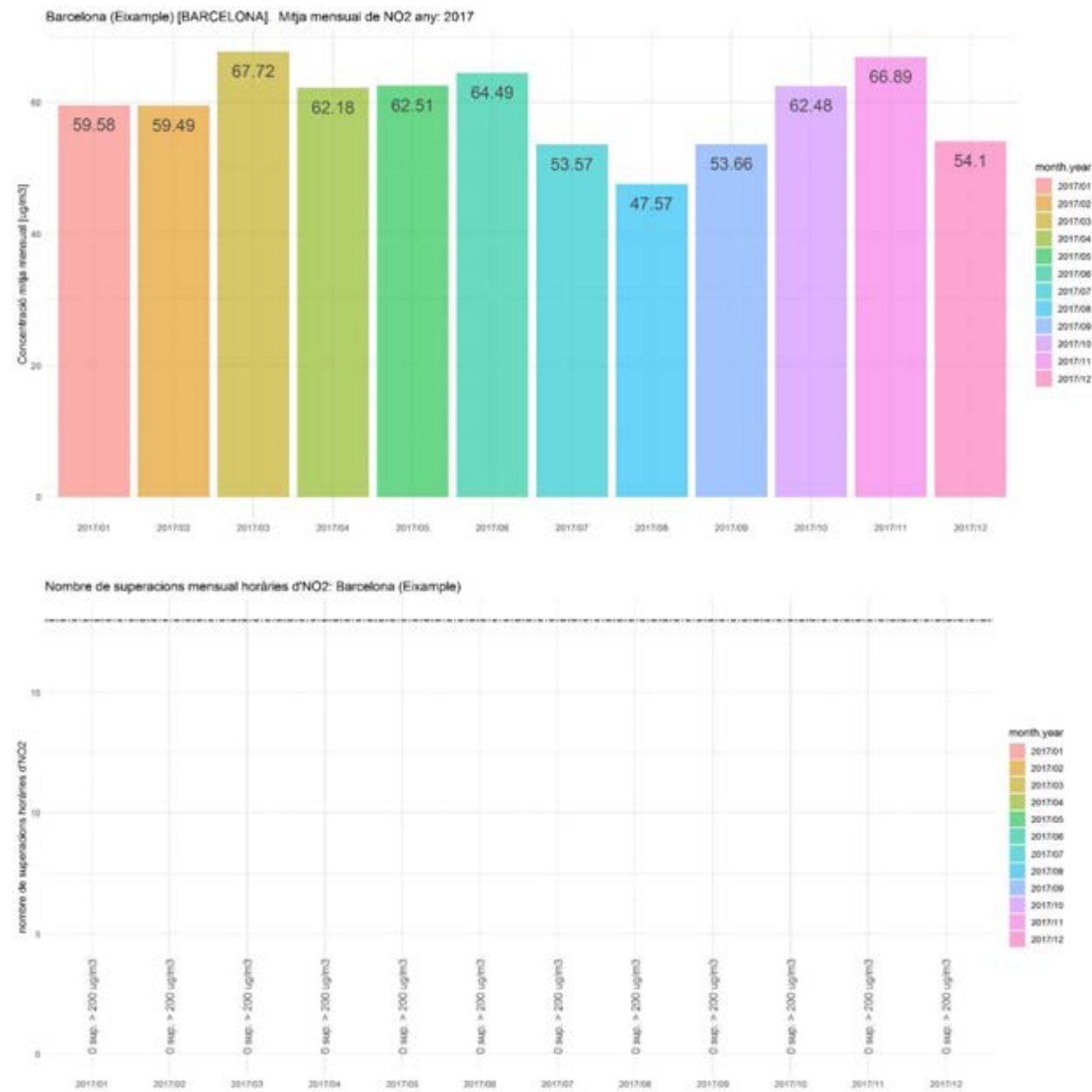
Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA. Nota: l'estació de l'Eixample va estar fora de servei l'any 2010.

Gràfic 92: Evolució horària de les mitjanes horàries de NO₂ (µg/m³) a l'estació de Barcelona – Eixample l'any 2017



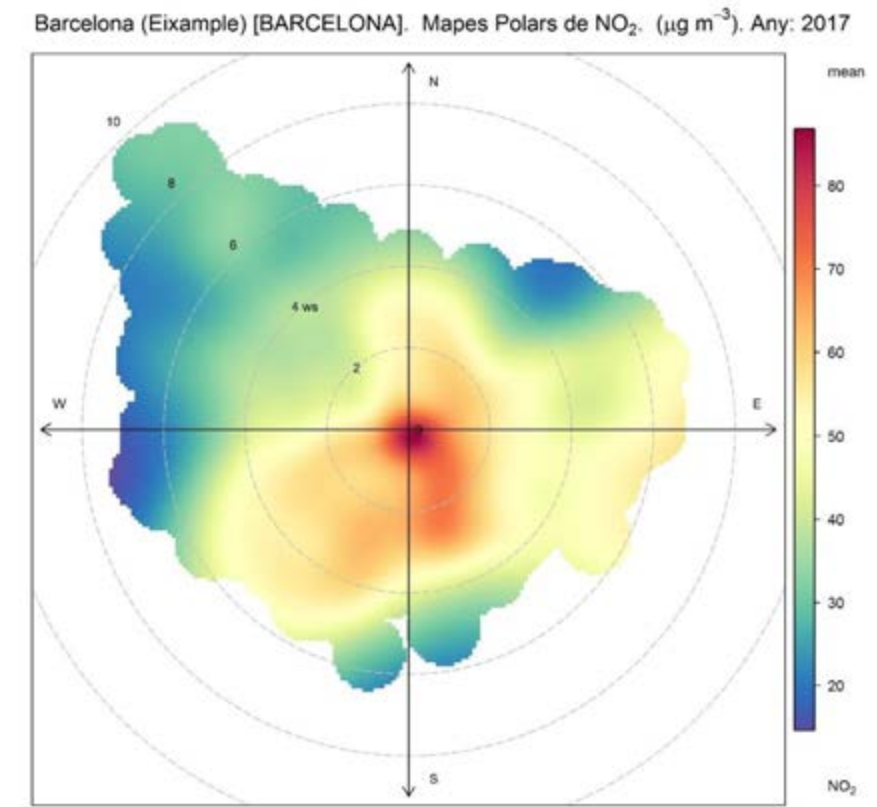
Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

Gràfic 93: Evolució mensual de les immissions de NO₂ (µg/m³) (a dalt) i nombre de superacions (VLH) de les mitjanes horàries de NO₂ (>200 µg/m³) (a baix) de l'estació de Barcelona – Eixample l'any 2017




Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

Gràfic 94: Polar Plot; Immissió de NO₂ (µg/m³) segons direcció del vent a l'estació de Barcelona Eixample l'any 2017



Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

Com llegir els Polar Plots (dibuix adjunt):

Els *Polarplots* [] mostren en un únic gràfic la concentració mitjana de la immissió (en aquest cas de NO₂) per cada estació de la XVPCA i segons cada direcció i intensitat del vent.

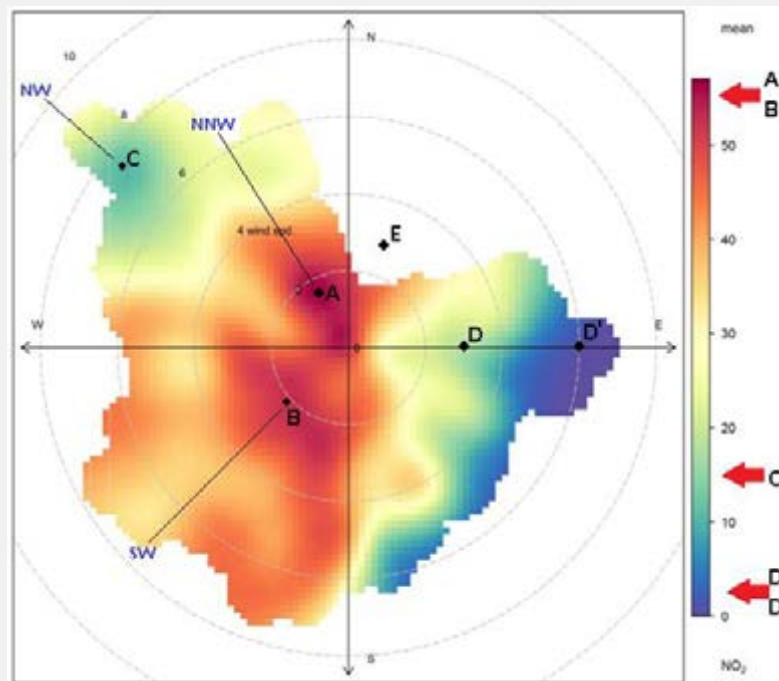
Per construir el gràfic es necessiten les dades de concentració de contaminants d'una determinada estació de mesura, i les dades de vent (direcció i velocitat) d'una estació meteorològica que estigui a prop o que sigui representativa de la zona on estigui l'estació de mesura. Totes les dades utilitzades han de ser horàries o semi-horàries.

A continuació es descriuen les diferents parts de que consta el gràfic:

- 1) **centre del gràfic** → representa el punt de mesura de la immissió (la estació de mesura).
- 2) **cercles concèntrics** → representen la velocitat del vent en metres per segon
- 3) **eixos** → indiquen els eixos cardinals per mostrar la direcció del vent: Nord, Sud, Est, Oest, etc...
- 4) **colors** → mostren la concentració mitjana del contaminant analitzat

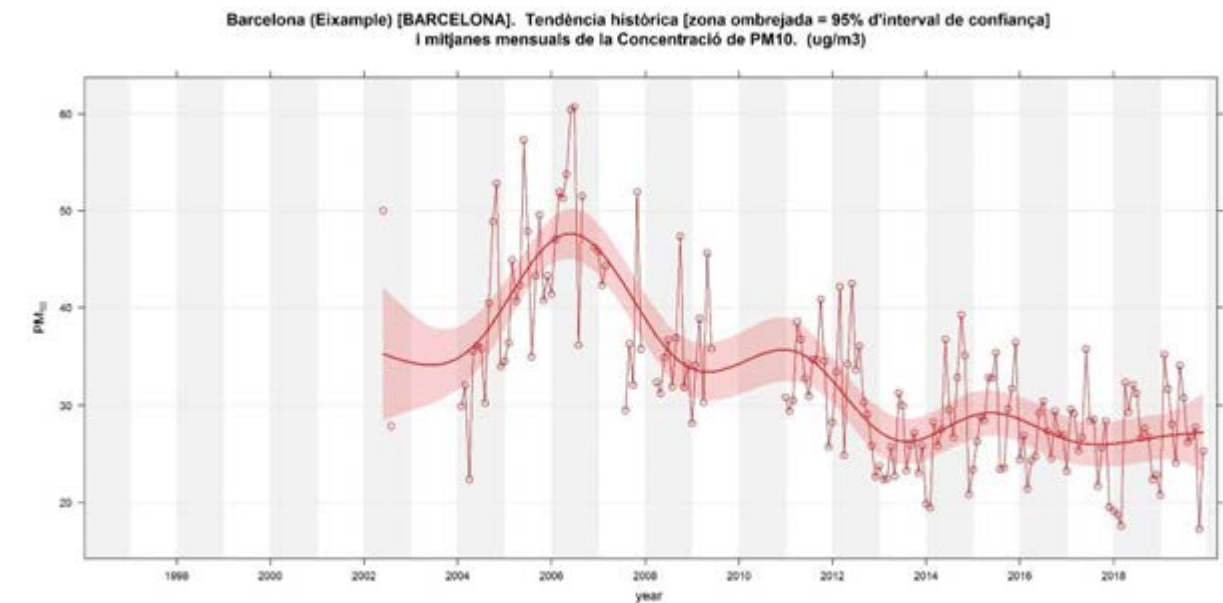
Així el gràfic següent es pot llegir de la següent manera:

- **PUNT A:** l'estació mesura nivells d'immissió mitjana major de 50 ug/m³ quan el vent bufa de Nord-NordOest a menys de 2 m/s. Per tant al N-NO de l'estació, i molt propera a ella, segurament hi ha un focus d'emissió que tenen una influència important sobre aquesta estació
- **PUNT B:** també es detecten immissions importants (majors de 50 ug/m³) quan el vent bufa de SO a baixa velocitat (2 m/s) per tant en aquella direcció també hi haurà focus d'emissió importants
- **PUNT C:** la influència dels focus d'emissió que es troben en direcció NordOest i a distància llunyana/mitjana de l'estació de mesura (les emissions que arriben a l'estació quan el vent bufa a uns 7m/s) és en mitjana d'uns 15 ug/m³
- **PUNT D i D':** la immissió que registra l'estació quan el vent bufa de l'Est (tant amb baixa, moderada i alta intensitat) és baixa, per tant a l'Est de l'estació no es troben focus d'emissió importants
- **PUNT E:** en tot un any no hi ha dades de vent per aquella direcció i velocitat, per tant no es pot representar cap correlació de la immissió amb el vent



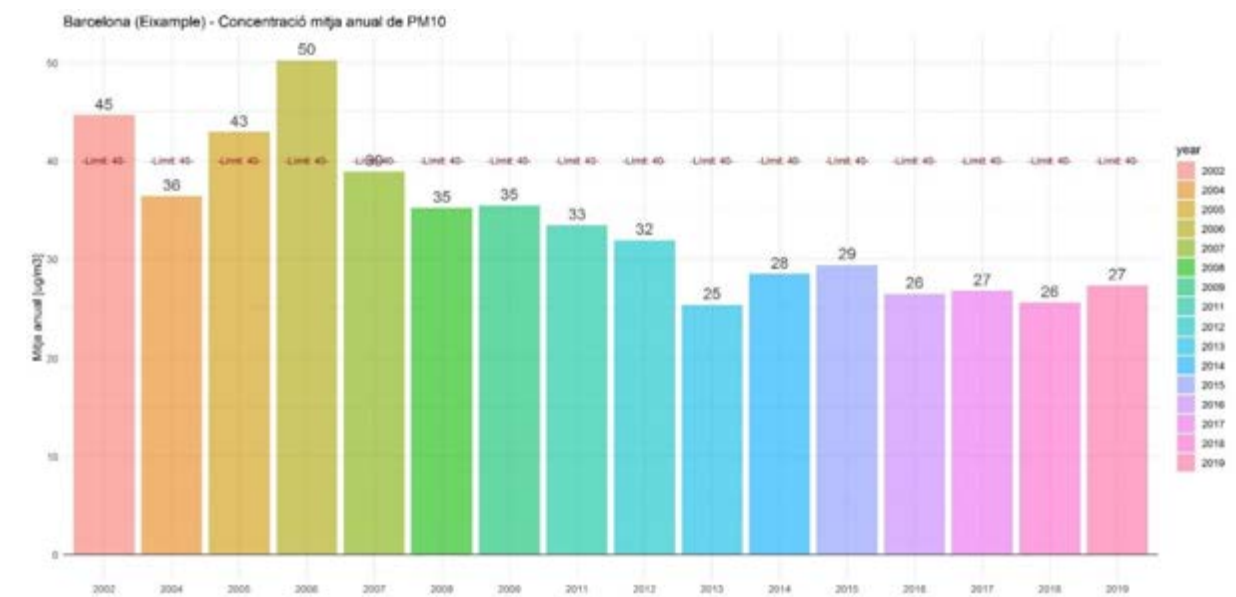
Anàlisi estadístic de la immissió de PM₁₀ a l'estació de Barcelona – Eixample

Gràfic 95: Tendència històrica [zona ombrejada = 95% d'interval de confiança] i mitjanes mensuals de la concentració de PM₁₀ a l'estació de Barcelona – Eixample (ug/m³)



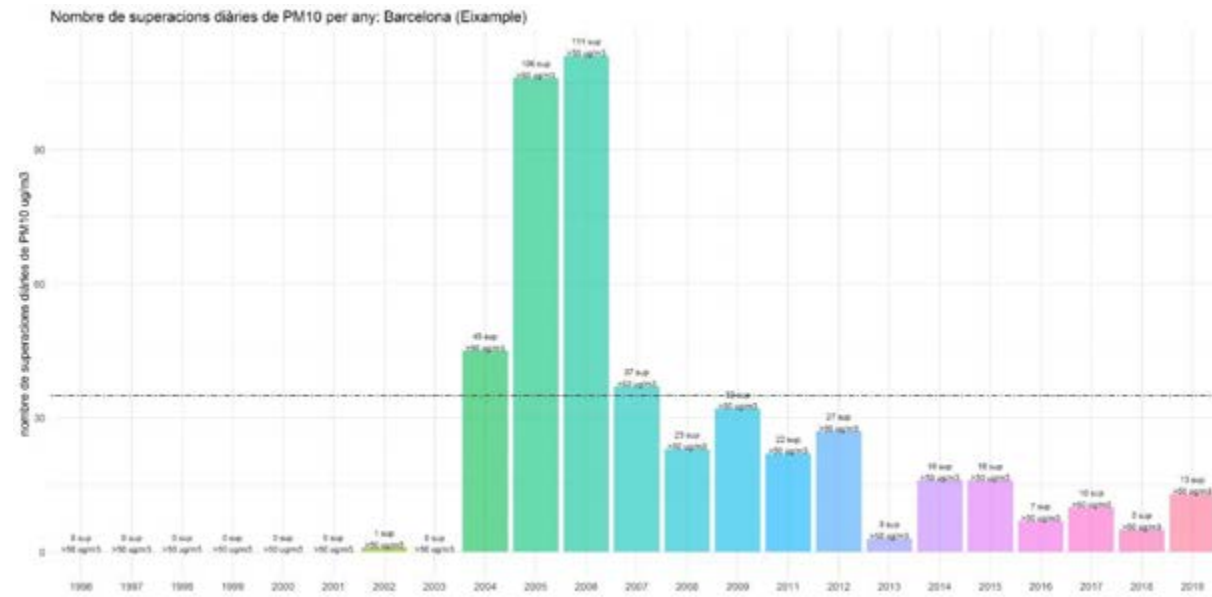
Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA. Nota: l'estació de l'Eixample va estar fora de servei l'any 2010.

Gràfic 96: Mitjana anual de la immissió de PM₁₀ a l'estació de Barcelona – Eixample



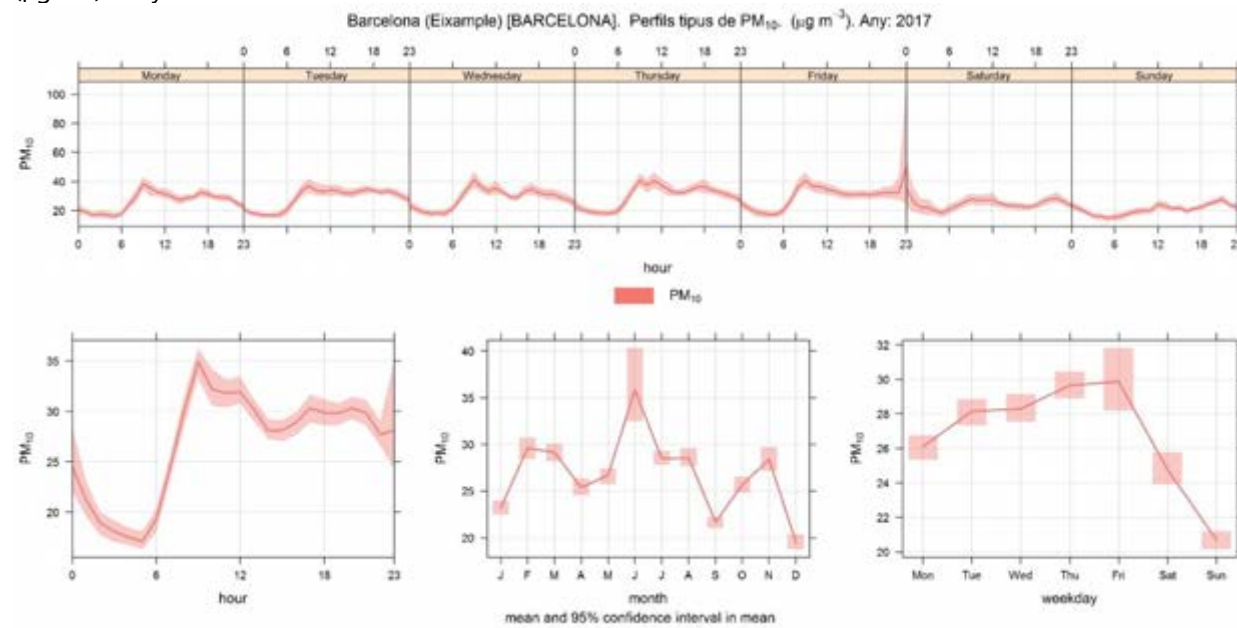
Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA. Nota: l'estació de l'Eixample va estar fora de servei l'any 2010.

Gràfic 97: Nombre de superacions anuals (del VLH) de les mitjanes horàries de PM₁₀ a l'estació de Barcelona- l'Eixample



Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

Gràfic 98: Evolució mensual i setmanal de les mitjanes diàries de PM₁₀ a l'estació de Barcelona –Eixample (µg/m³) l'any 2017



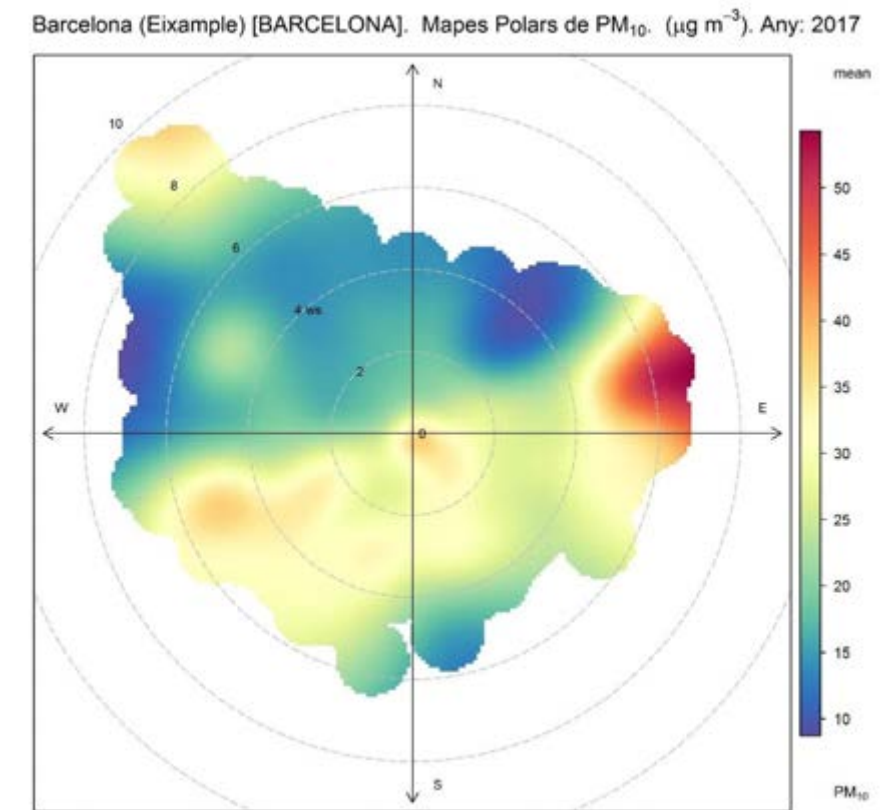
Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

Gràfic 99: Evolució mensual de les immissions de PM₁₀ (µg/m³) de l'estació de Barcelona – Eixample l'any 2017



Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

Gràfic 100: Polar Plot; Immissió de PM₁₀ (µg/m³) segons direcció del vent a l'estació de Barcelona – Eixample l'any 2017



Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

ESTACIÓ DE MESURA: BARCELONA - CIUTADELLA

ESTACIÓ: Barcelona - Ciutadella		DADES ANY 2017	Mitjana anual (µg/m³)	Nº superacions
Tipus àrea: Urbana de Fons	Avalua: NO _x , NO ₂ O ₃ .	NO ₂	38	VLD = 0 LLA = 0



Situació, comentaris i consideracions de l'estació de mesura:

-Situació: L'estació es troba situada al Parc de la Ciutadella. Concretament a l'accés de vehicles al Parlament de Catalunya i limitant amb el mur del Zoo de Barcelona.

-Focus de mesura principals: Contaminació de fons de la ciutat.

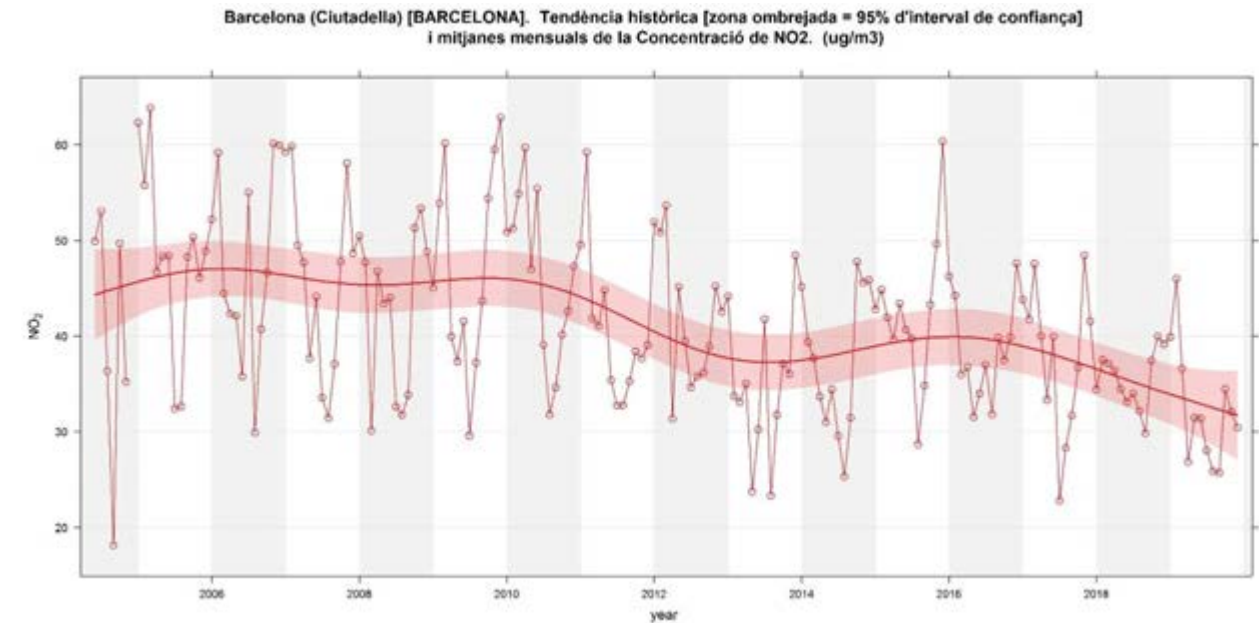
-Carrers més propers (IMD i Distància perpendicular al carrer més proper):

- Accés vehicles al Parlament a 17 metres del centre de la via.
- Passeig Picasso amb Av. Marquès de l'Argentera: aproximadament 19.900 veh/dia. Creuament situat a uns 170 metres de l'estació de mesura.

-Street Canyon: Es troba situada en una zona on aparentment no hi ha street canyon per absència d'edificis alts al voltant.

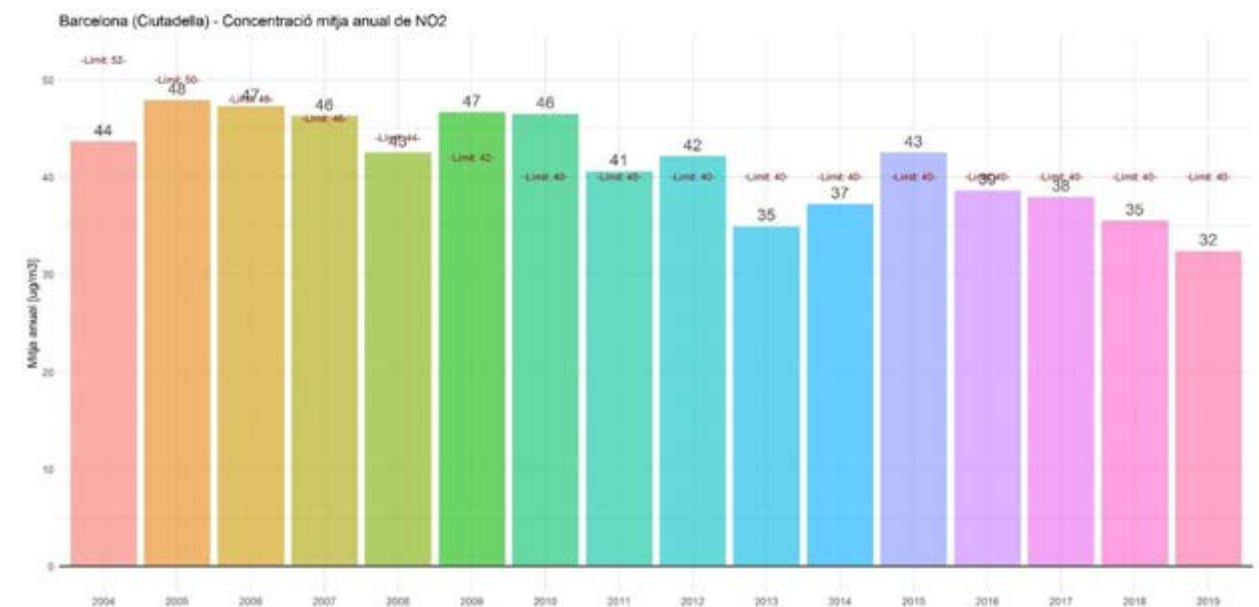
Anàlisi estadístic de la immissió de NO₂ a l'estació de Barcelona -Ciutadella

Gràfic 101: Tendència històrica [zona ombrejada = 95% d'interval de confiança] i mitjanes mensuals de la concentració de NO₂ a l'estació de Barcelona – Ciutadella (µg/m³)



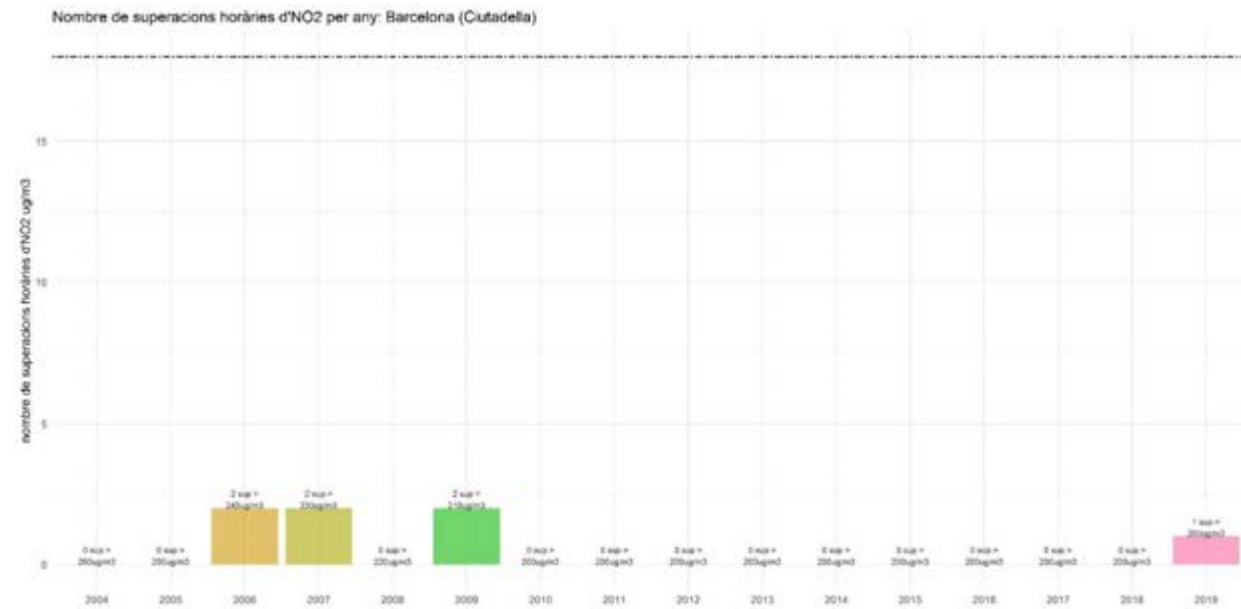
Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

Gràfic 102: Mitjana anual de la immissió de NO₂ a l'estació de Barcelona – Ciutadella



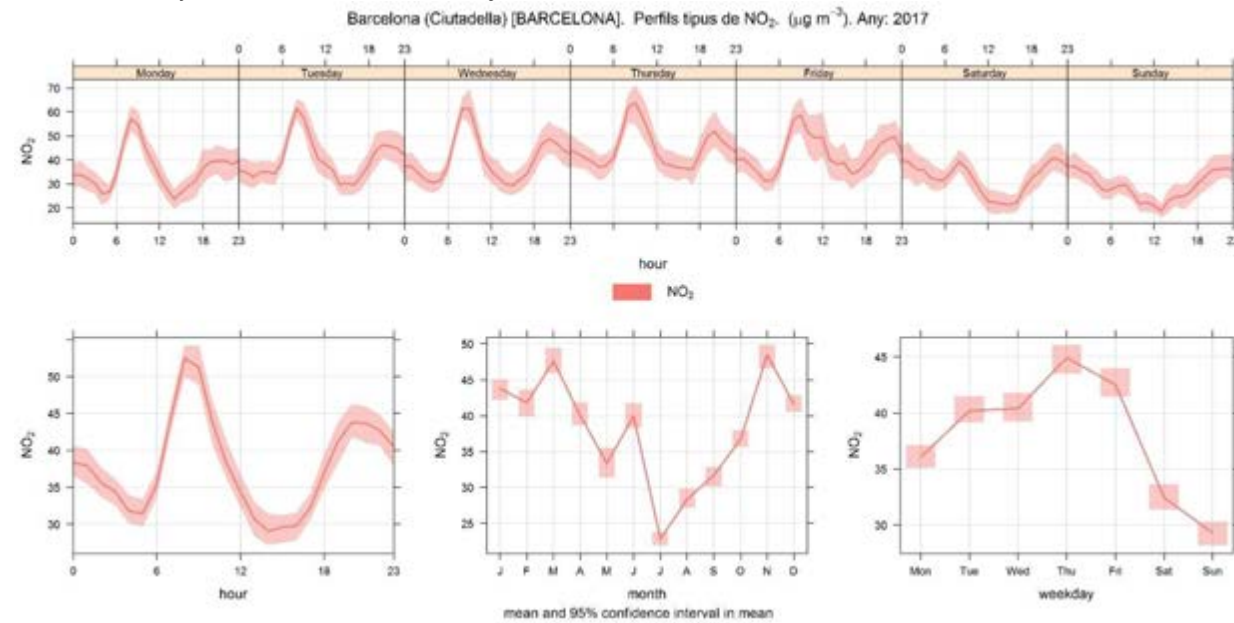
Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

Gràfic 103: Nombre de superacions anuals (del VLH) de les mitjanes horàries de NO₂ a l'estació de Barcelona- Ciutadella



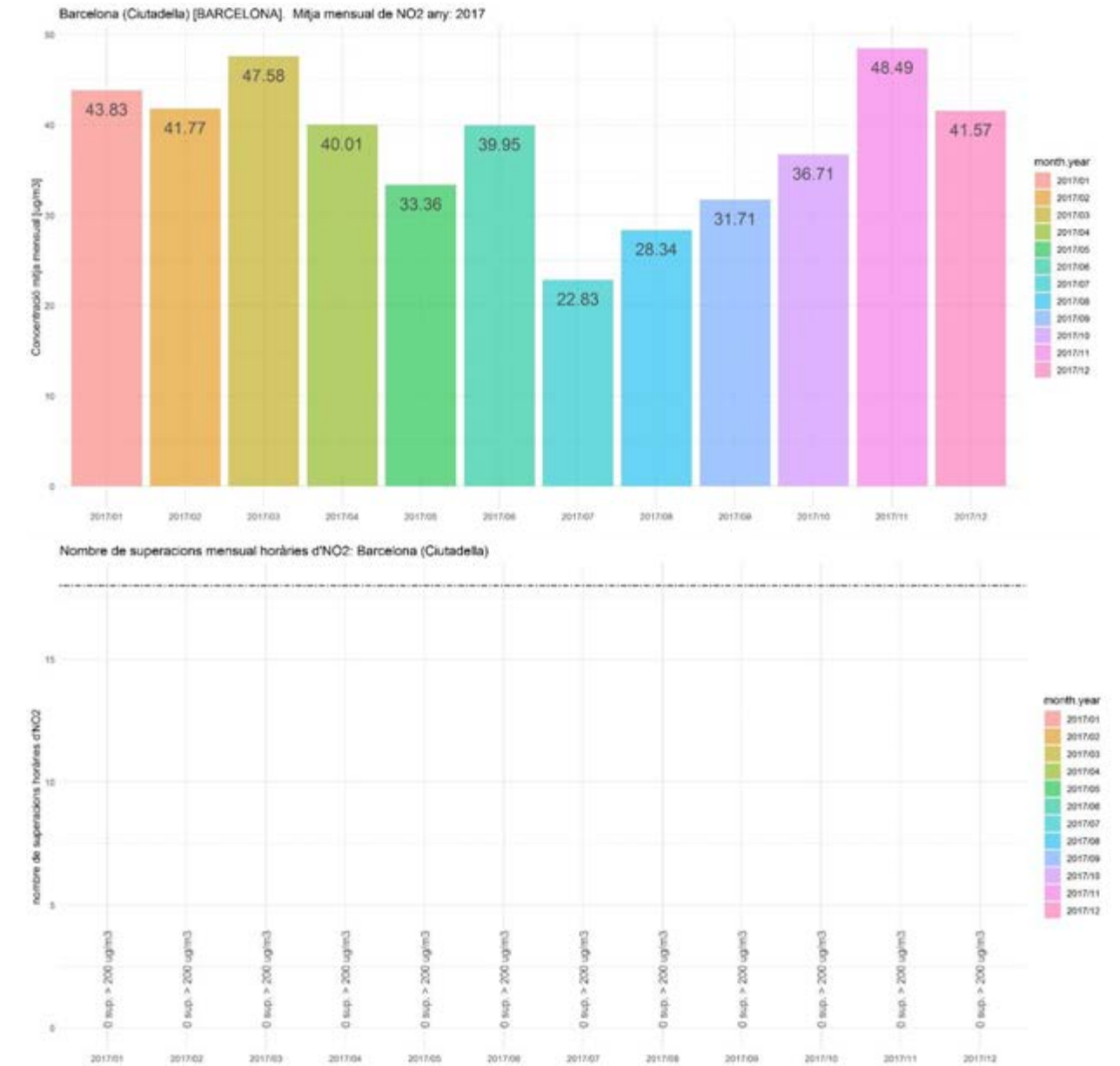
Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

Gràfic 104: Evolució setmanal de les mitjanes horàries de NO₂ (µg/m³) a l'estació de Barcelona – Ciutadella l'any 2017. També s'inclou mitjana horària, mensual i diària.



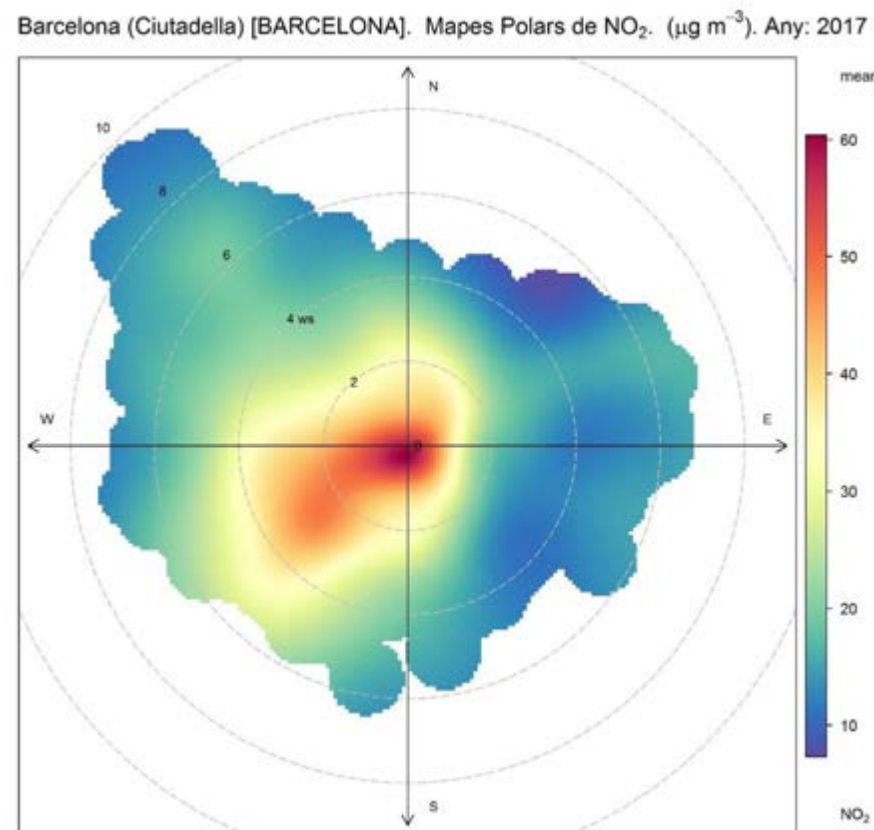
Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

Gràfic 105: Evolució mensual de les immissions de NO₂ (µg/m³) (a dalt) i nombre de superacions (del VLH) de les mitjanes horàries de NO₂ (>200 µg/m³) (a baix) de l'estació de Barcelona – Ciutadella l'any 2017



Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

Gràfic 106: Polar Plot; Immissió de NO₂ (µg/m³) segons direcció del vent a l'estació de Barcelona – Ciutadella l'any 2017



Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

ESTACIÓ DE MESURA: BARCELONA – GRÀCIA-ST. GERVASI (GAL-LA PLACÍDIA)

ESTACIÓ: Barcelona – Gràcia -St. Gervasi (Gal-la Placídia)		DADES ANY 2017	Mitjana anual (µg/m ³)	Nº superacions
Tipus àrea: Urbana de Trànsit	Avalua: NO _x , O ₃ , CO, SO ₂ , PM ₁₀ , PM _{2,5} , Benzè, Metalls i B(a)p	NO ₂	52	VLH = 4 LLA = 0
		PM ₁₀	26	VLD = 7
		PM _{2,5}	16	-



Situació, comentaris i consideracions de l'estació de mesura:

-Situació: Es troba situada a l'extrem sud de la plaça Gal-la Placídia, a l'encreuament de la Travessera de Gràcia amb la Via Augusta. Es tracta d'una zona enjardinada.

-Focus de mesura principals: Trànsit viari.

-Carrers més propers (IMD i Distància perpendicular al carrer més proper):

- Travessera de Gràcia : 20.952 veh/dia a 10 metres del centre de la via.
- Via Augusta: : 20.960 veh/dia a 30 metres del centre de la via.

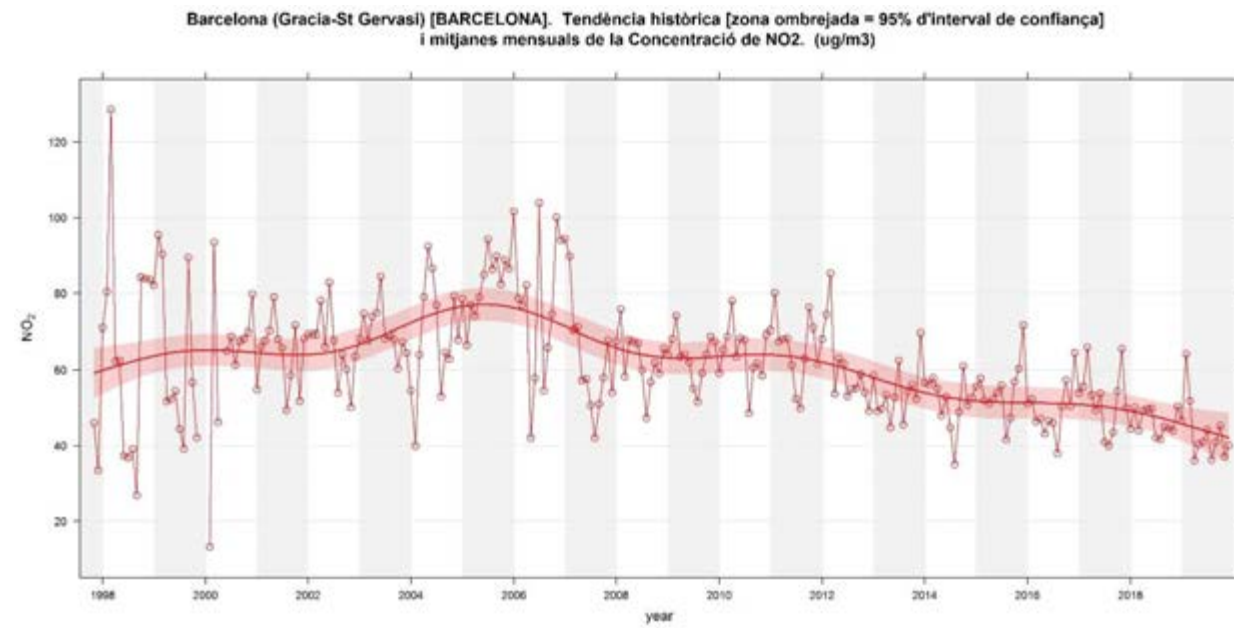
-Street Canyon: Es troba en una zona enjardinada, situada en un encreuament amb una amplada aproximada de 64 metres d'amplada amb edificis d'entre 6 i 20 plantes, aproximadament.

-Altres comentaris: L'estació es troba **situada entre 3 semàfors**, on és habitual l'aturada de nombrosos vehicles.

El mesurador de PM_{2,5} es va donar d'alta el 15 de gener de 2010.

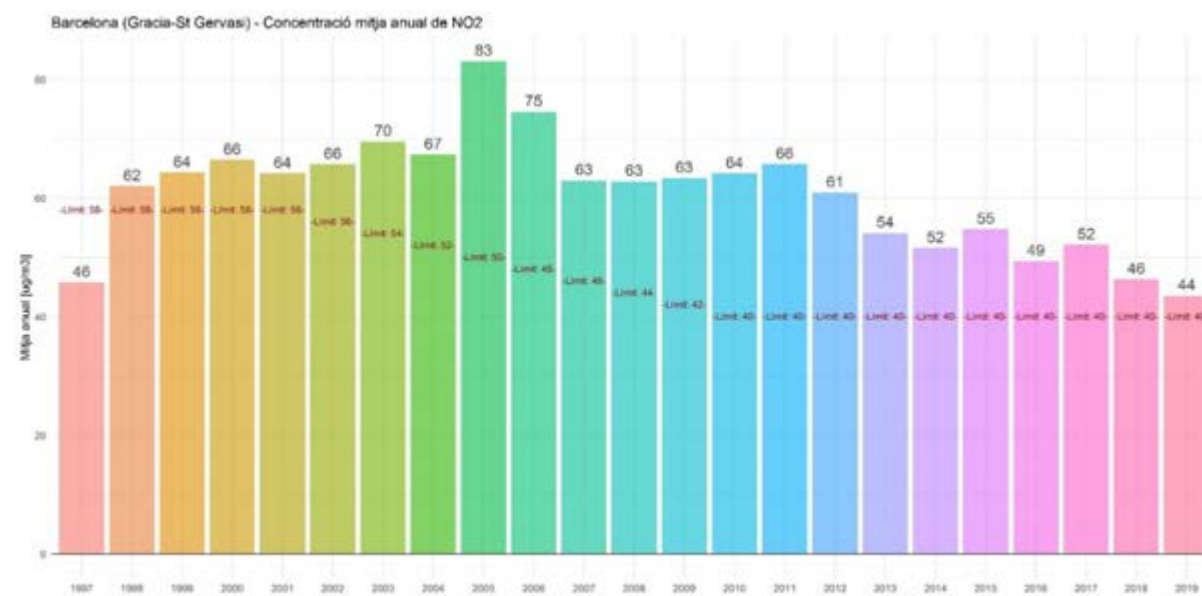
Anàlisi estadístic de la immissió de NO₂ a l'estació de Barcelona – Gràcia-St. Gervasi

Gràfic 107: Tendència històrica [zona ombrejada = 95% d'interval de confiança] i mitjanes mensuals de la concentració de NO₂ a l'estació de Barcelona – Gràcia-St. Gervasi (µg/m³)



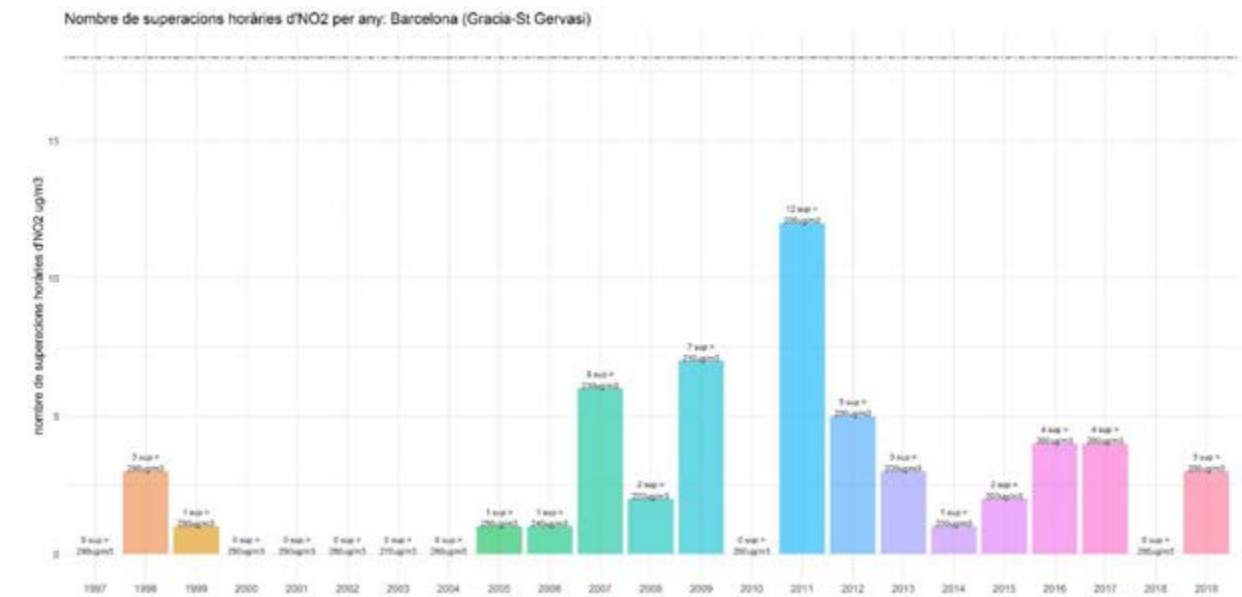
Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

Gràfic 108: Mitjana anual de la immissió de NO₂ a l'estació de Barcelona – Gràcia-St. Gervasi



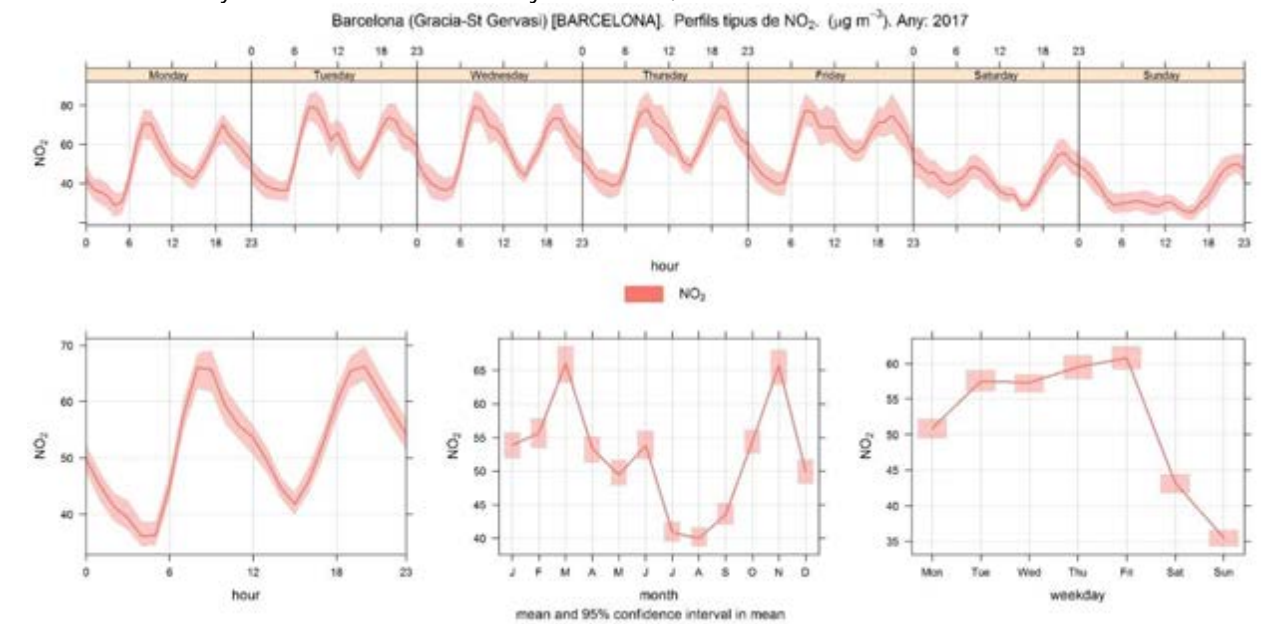
Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

Gràfic 109: Nombre de superacions anuals (del VLH) de les mitjanes horàries de NO₂ a l'estació de Barcelona– Gràcia-St. Gervasi



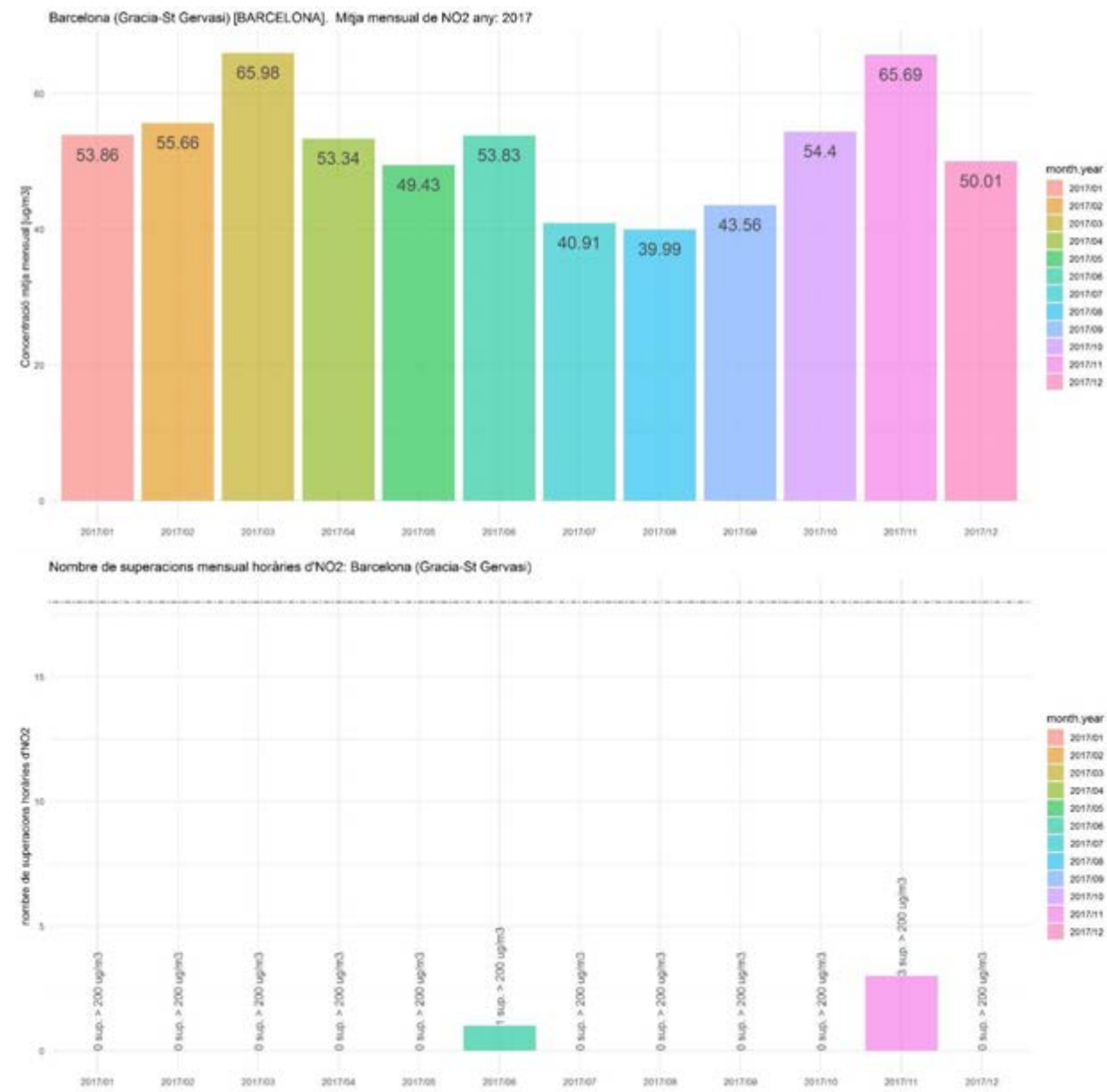
Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

Gràfic 110: Evolució setmanal de les mitjanes horàries de NO₂ (µg/m³) a l'estació de Barcelona Gràcia-Sant Gervasi l'any 2017. També s'inclou mitjana horària, mensual i diària.



Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

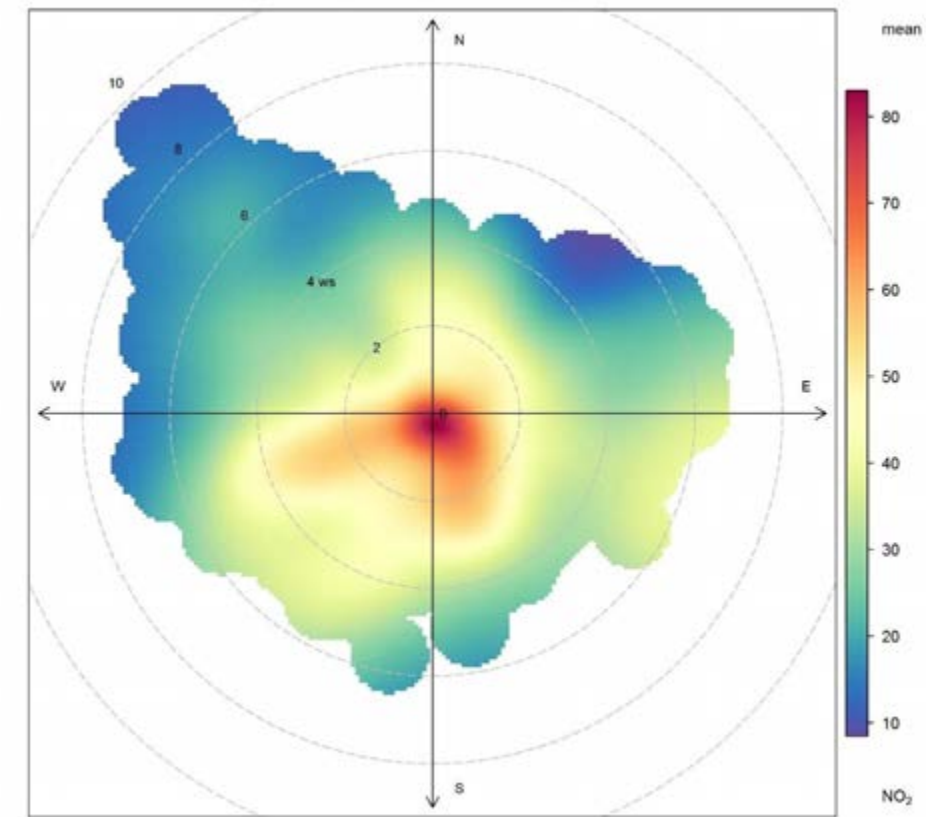
Gràfic 111: Evolució mensual de les immissions de NO₂ (µg/m³) (a dalt) i nombre de superacions (del VLH) de les mitjanes horàries de NO₂ (>200 µg/m³) (a baix) de l'estació de Barcelona – Gràcia-St. Gervasi l'any 2017



Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

Gràfic 112: Polar Plot; Immissió de NO₂ (µg/m³) segons direcció del vent a l'estació de Barcelona – Gràcia-St. Gervasi l'any 2017

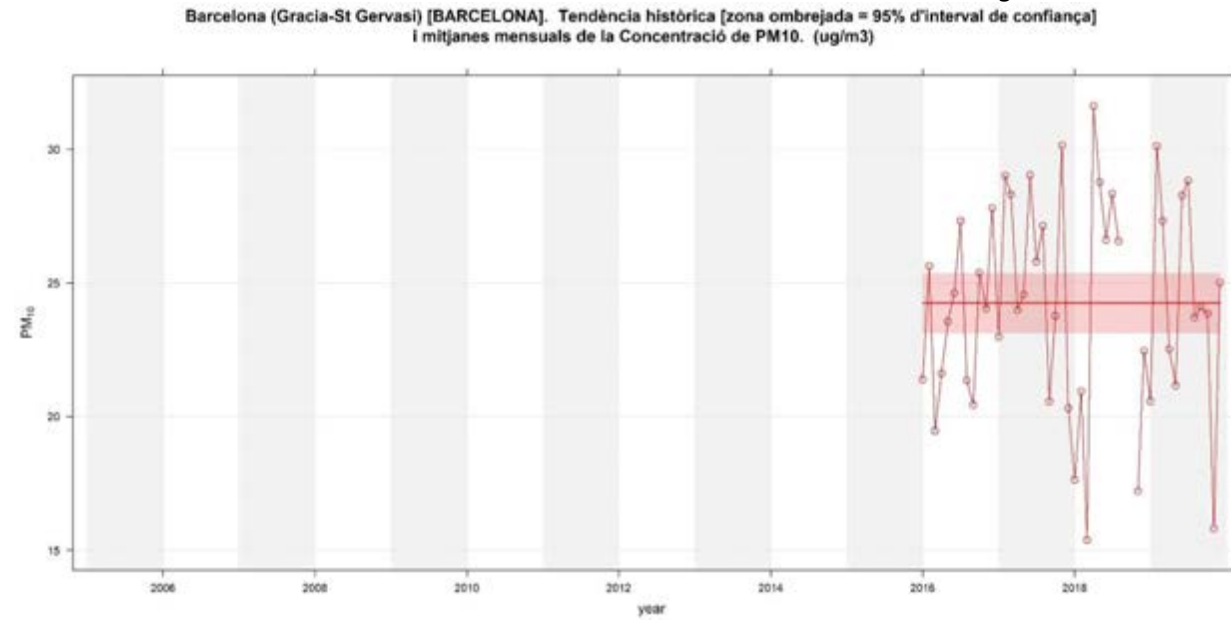
Barcelona (Gracia-St Gervasi) [BARCELONA]. Mapes Polars de NO₂. (µg m⁻³). Any: 2017



Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

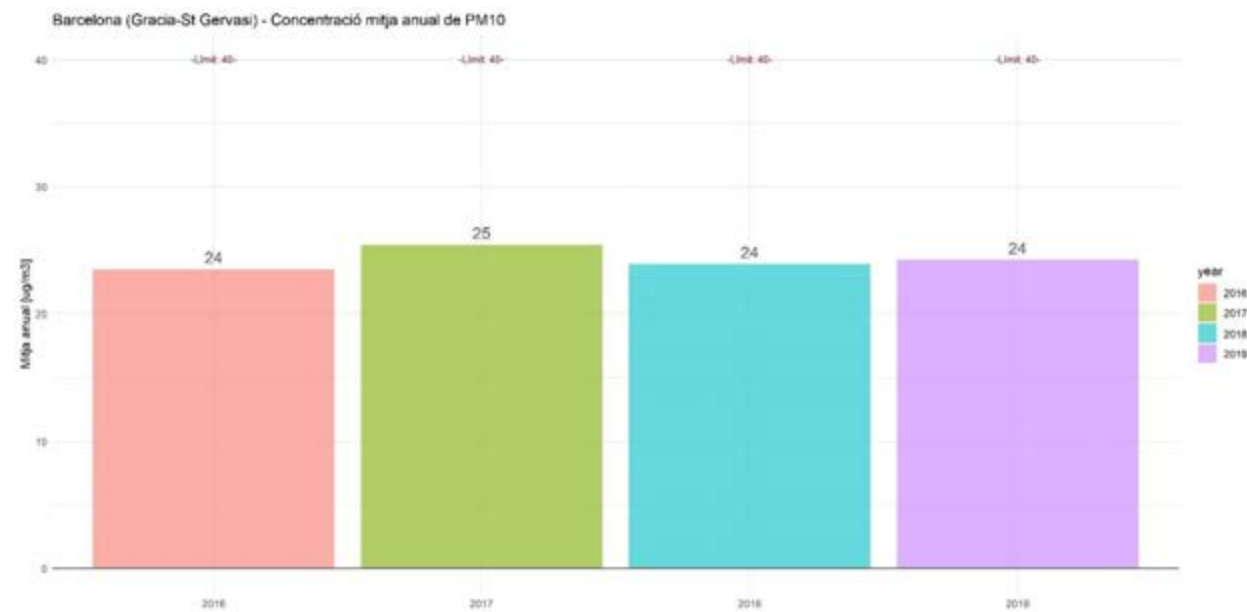
Anàlisi estadístic de la immissió de PM₁₀ a l'estació de Barcelona – Gràcia-St. Gervasi (Gal·la Placídia)

Gràfic 113: Tendència històrica [zona ombrrejada = 95% d'interval de confiança] i mitjanes mensuals de la concentració de PM₁₀ a l'estació de Barcelona – Gràcia-St. Gervasi (Gal·la Placídia) (µg/m³)



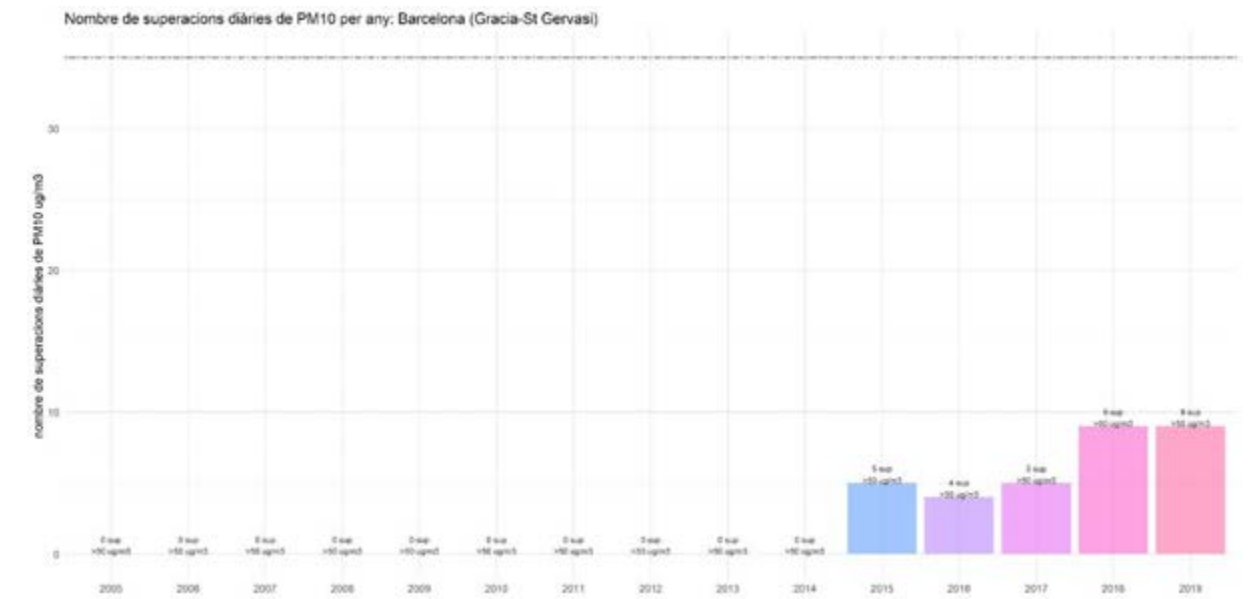
Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

Gràfic 114: Mitjana anual de la immissió de PM₁₀ (a dalt) a l'estació de Barcelona – Gràcia-St. Gervasi



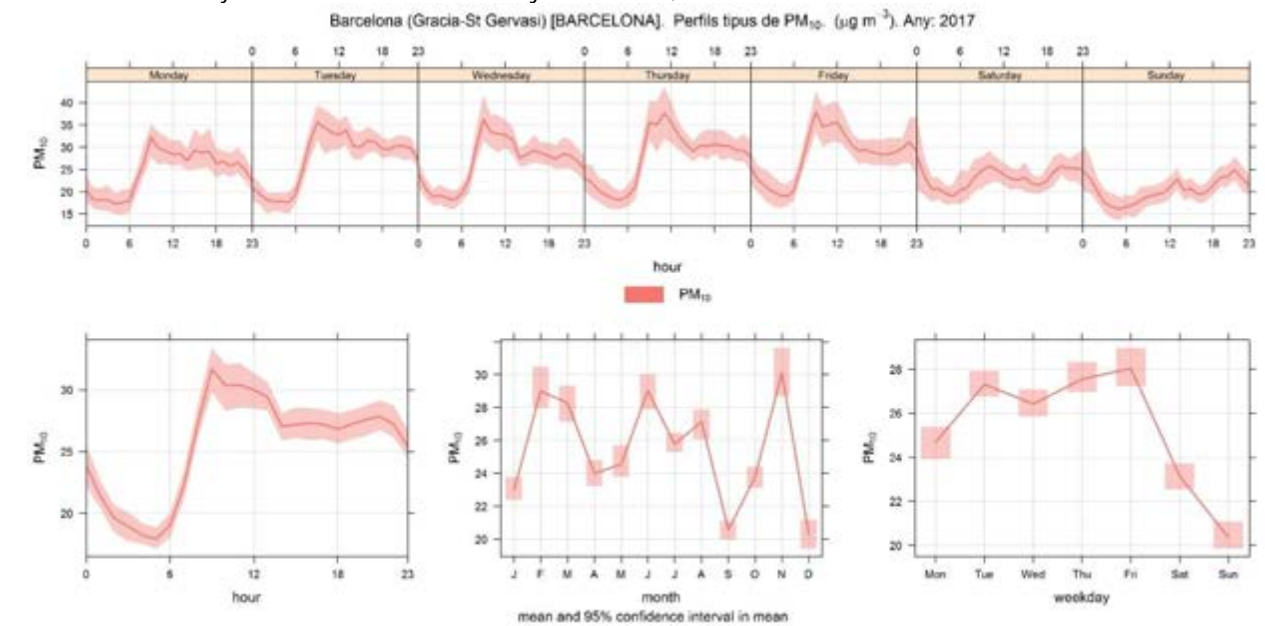
Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

Gràfic 115: Nombre de superacions anuals (del VLH) de les mitjanes horàries de PM₁₀ a l'estació de Barcelona– Gràcia-St. Gervasi



Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

Gràfic 116: Evolució setmanal de les mitjanes horàries de PM₁₀ (µg/m³) a l'estació de Barcelona Gràcia-Sant Gervasi l'any 2017. També s'inclou mitjana horària, mensual i diària.



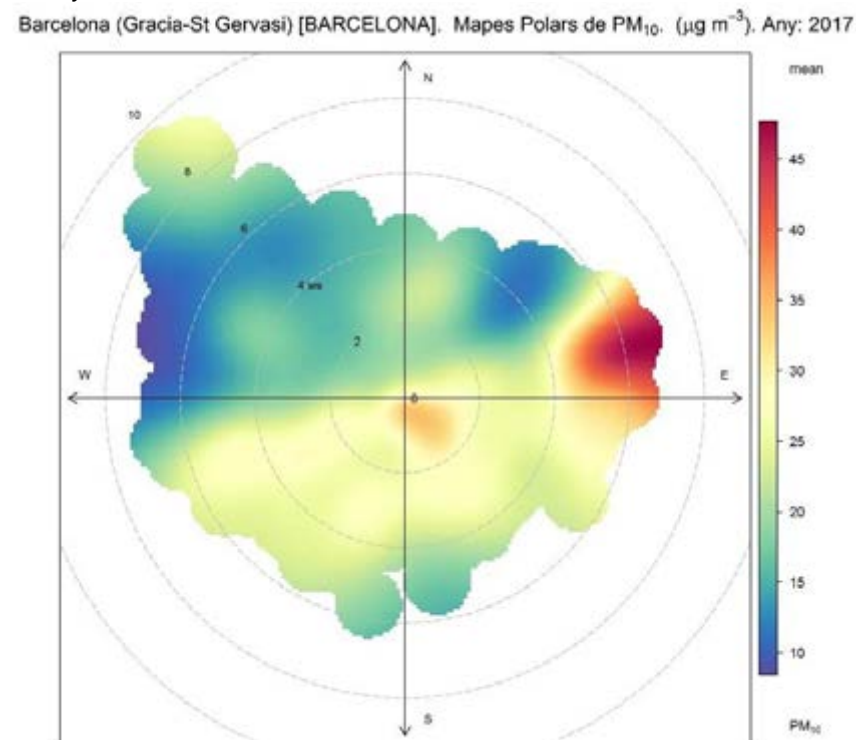
Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

Gràfic 117: Evolució mensual de les immissions de PM₁₀ (µg/m³) de l'estació de Barcelona – Gràcia-St. Gervasi (Gal·la Placídia) l'any 2017



Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

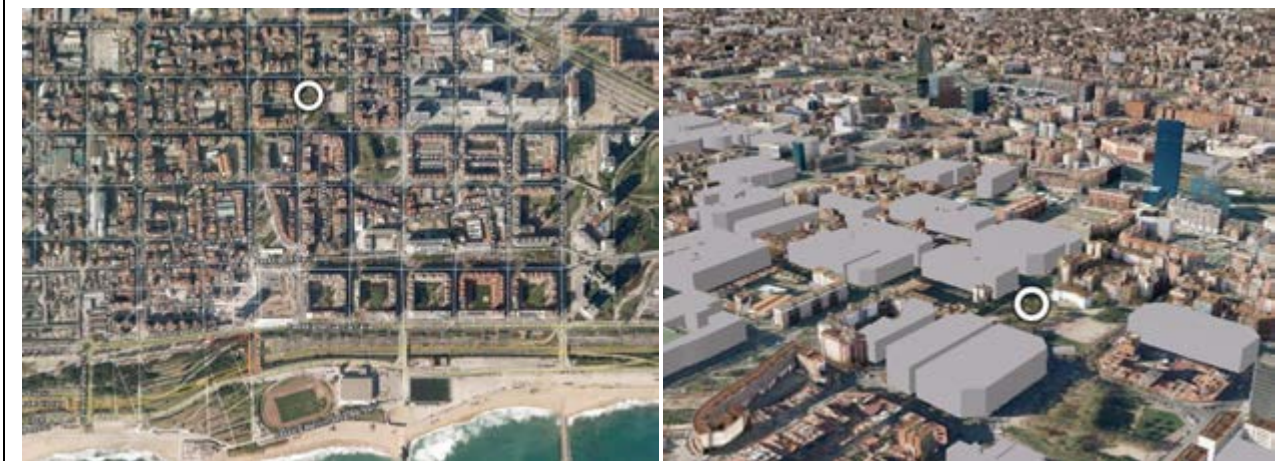
Gràfic 118: Polar Plot; Immissió de PM₁₀ (µg/m³) segons direcció del vent a l'estació de Barcelona – Gràcia-St. Gervasi l'any 2017



Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

ESTACIÓ DE MESURA: BARCELONA – POBLENOU

ESTACIÓ: Barcelona – Poblenou (Pl. Doctor Trueta)		DADES ANY 2017	Mitjana anual (µg/m ³)	Nº superacions
Tipus àrea: Urbana de Trànsit	Avalua: NO _x , PM ₁₀ , PM _{2,5} , Benzè, i Metalls.	NO ₂	44	VLH = 0
		PM ₁₀	29	VLD = 11
		PM _{2,5}	18	-



Situació, comentaris i consideracions de l'estació de mesura:

-Situació: Situada a la Plaça del Dr. Trueta. Es tracta d'una **plaça de terra** al costat d'una escola i del carrer Lope de Vega, amb moderada circulació viària.

-Focus de mesura principals: Trànsit viari, sector domèstic i possiblement també de les obres properes.

- Carrers més propers (IMD i Distància perpendicular al carrer més proper):

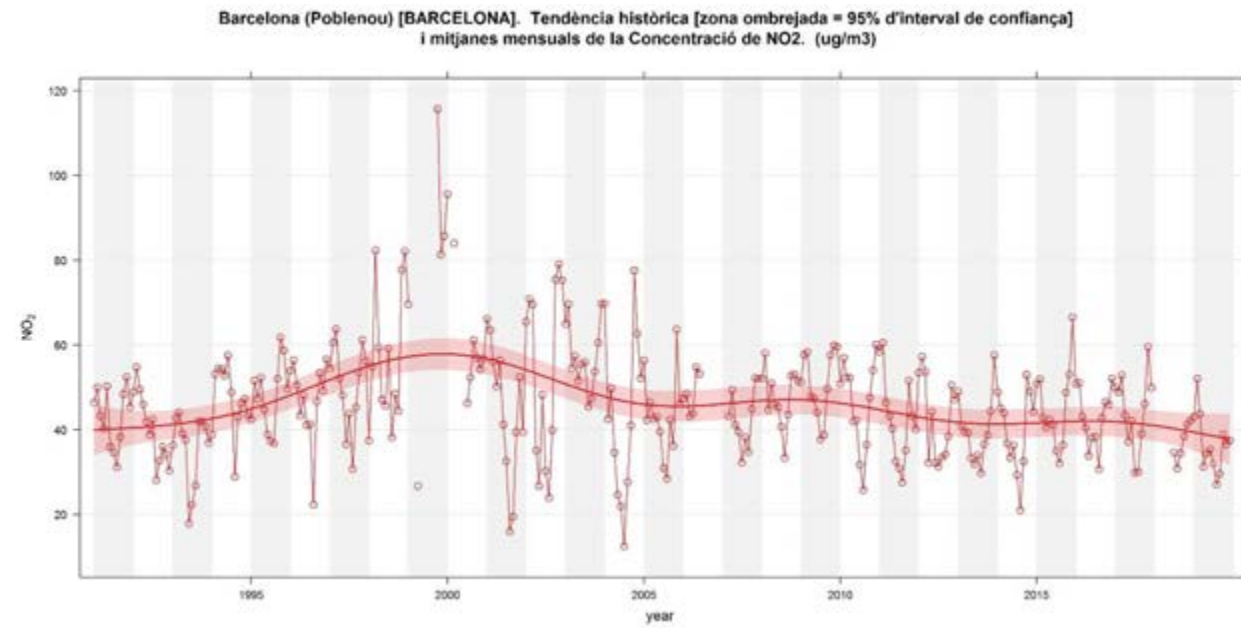
- *Lope de Vega:* 927 veh/dia a 9 metres del centre de la via.
- *c/ Pujades:* 10.158 veh/dia a 40 metres del centre de la via.
- *c/ Llull:* 9.850 veh/dia a més de 85 metres.

-Street Canyon: Es troba situada als Jardins de Josep Trueta, per tant no és d'esperar que es produeixi efecte Street Canyon.

-Altres comentaris: La plaça de terra pot representar un notable efecte pel que fa a les partícules de pols.

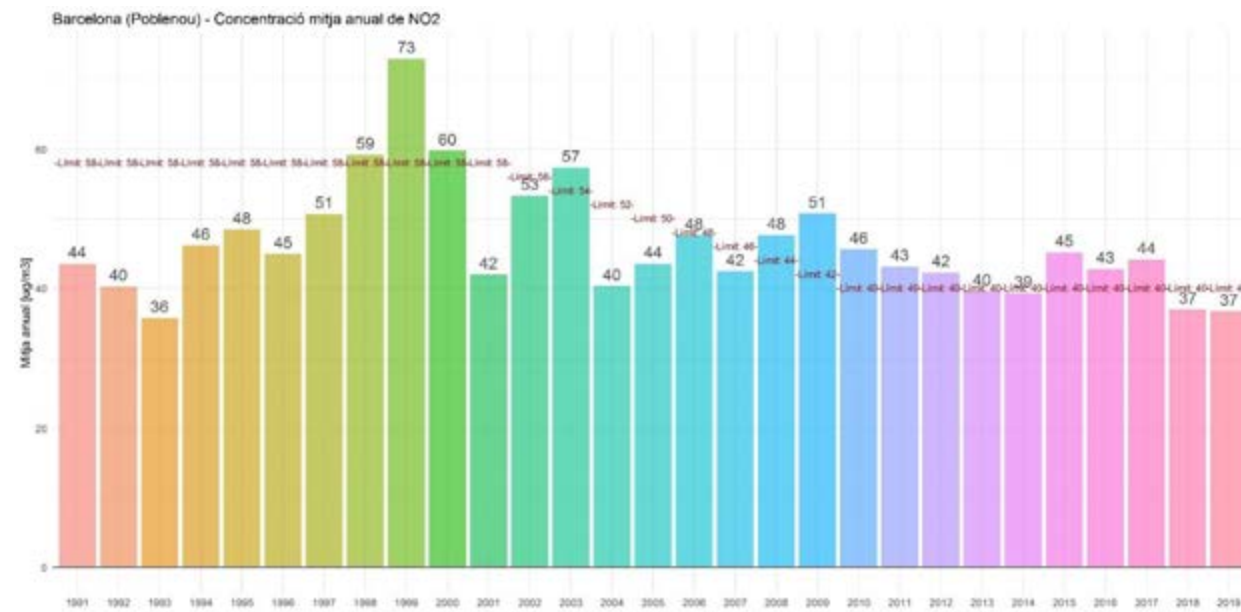
Anàlisi estadístic de la immissió de NO₂ a l'estació de Barcelona – Poblenou

Gràfic 119: Tendència històrica [zona ombrejada = 95% d'interval de confiança] i mitjanes mensuals de la concentració de NO₂ a l'estació de Barcelona – Poblenou (µg/m³).



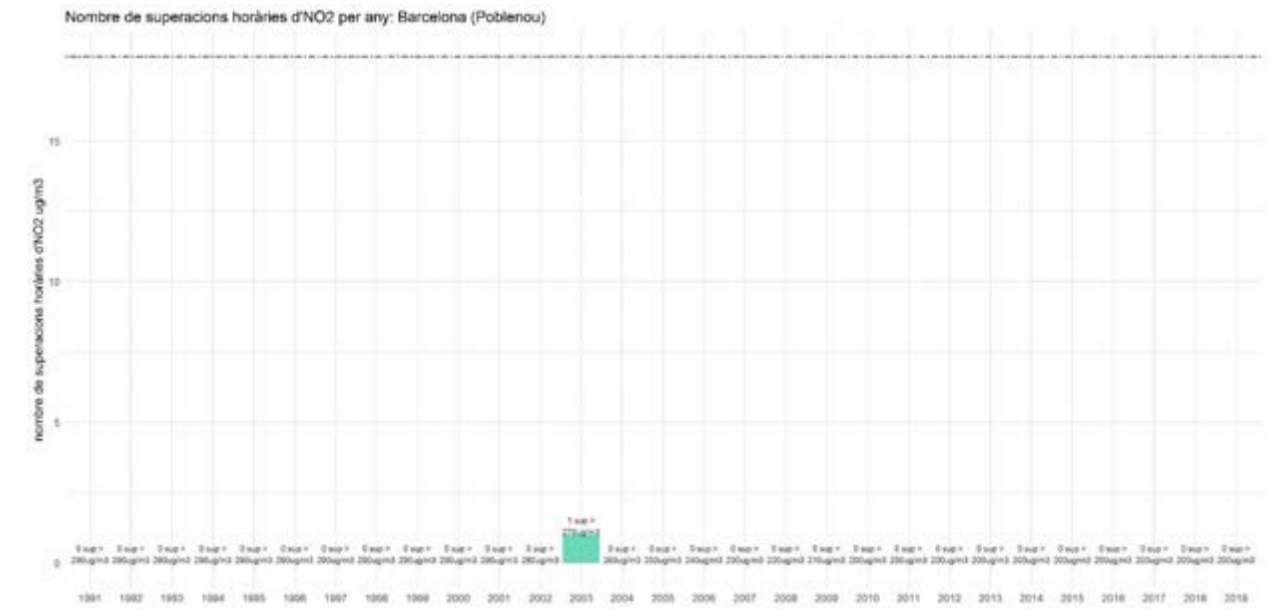
Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

Gràfic 120: Mitjana anual de la immissió de NO₂ a l'estació de Barcelona – Poblenou.



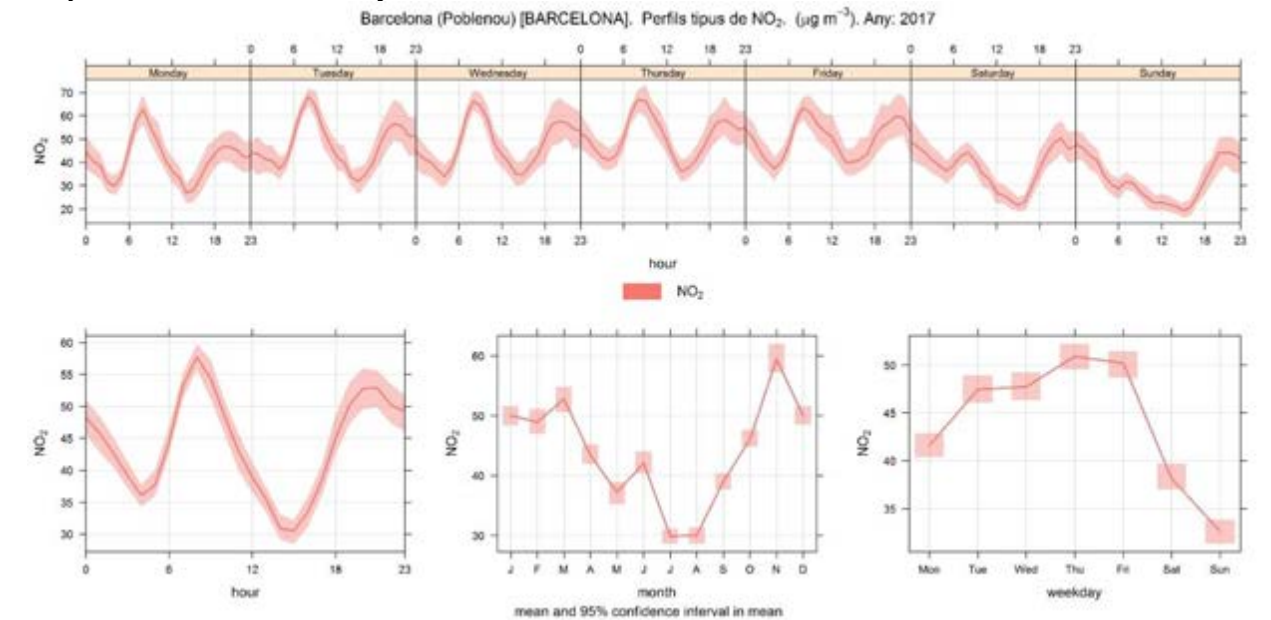
Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

Gràfic 121: Nombre de superacions anuals (del VLH) de les mitjanes horàries de NO₂ a l'estació de Barcelona– Poblenou.



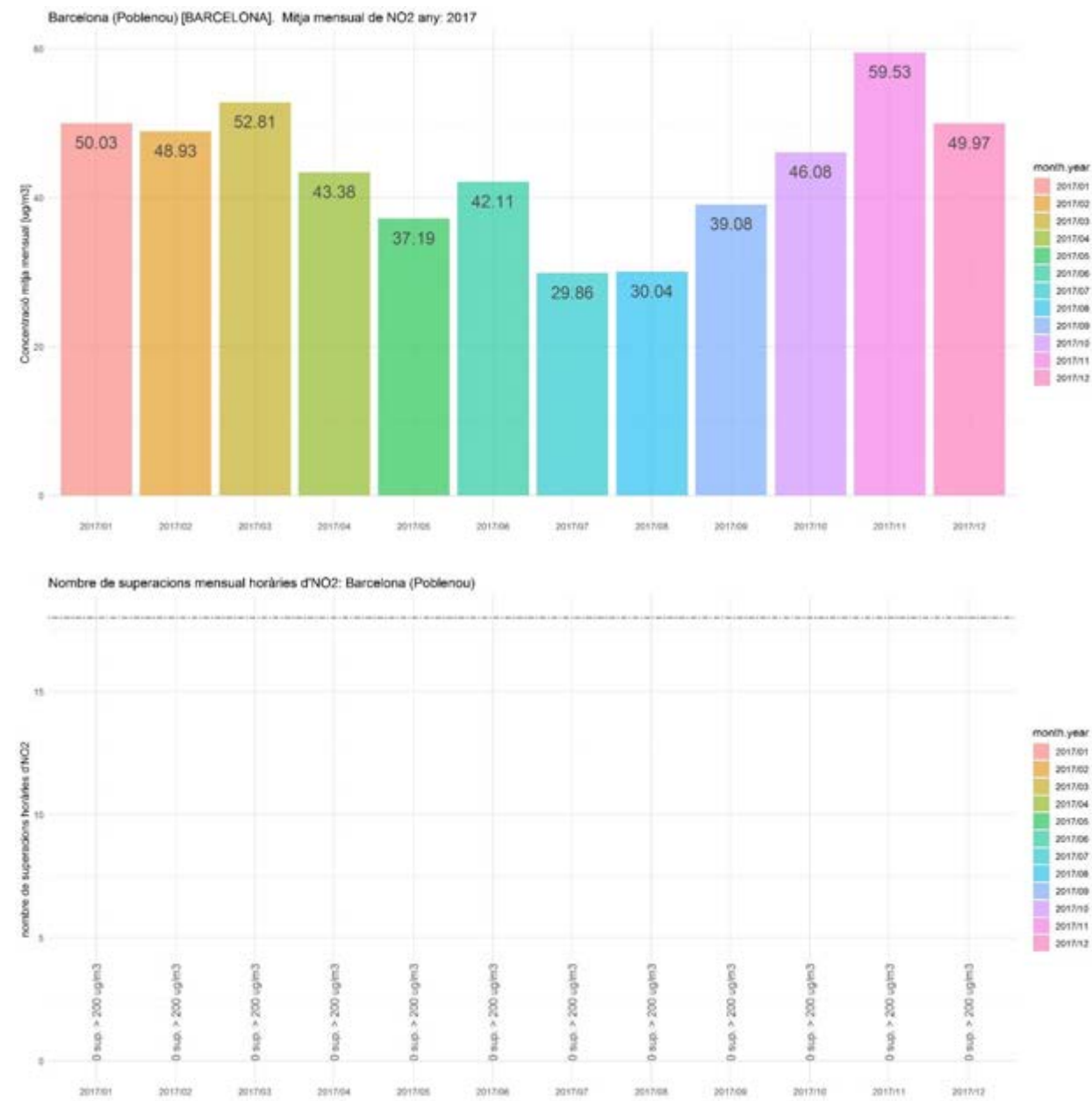
Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

Gràfic 122: Evolució setmanal de les mitjanes horàries de NO₂ (µg/m³) a l'estació de Barcelona Poblenou l'any 2017. També s'inclou mitjana horària, mensual i diària.



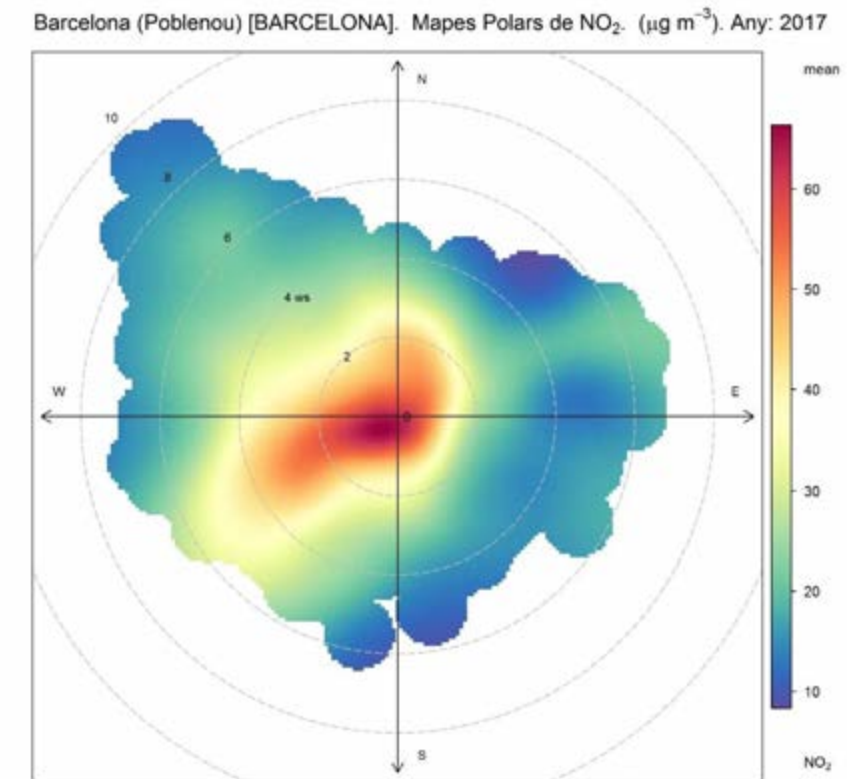
Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

Gràfic 123: Evolució mensual de les immissions de NO₂ (µg/m³) (a dalt) i nombre de superacions (del VLH) de les mitjanes horàries de NO₂ (>200 µg/m³) (a baix) de l'estació de Barcelona – Poblenou l'any 2017.



Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

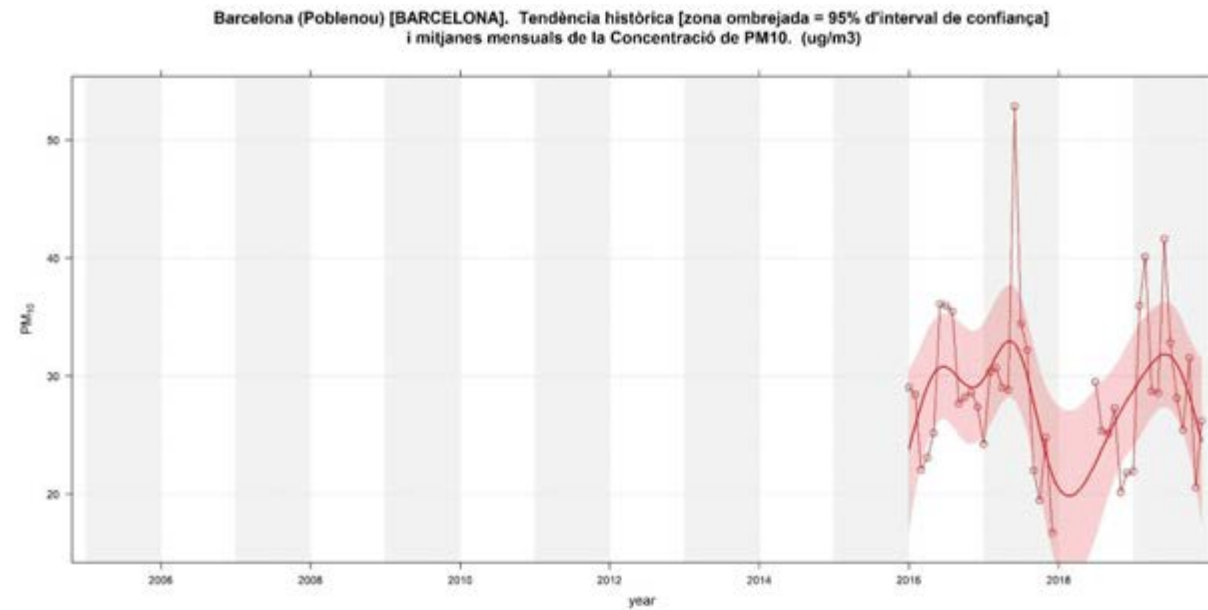
Gràfic 124: Polar Plot; Immissió de NO₂ (µg/m³) segons direcció del vent a l'estació de Barcelona – Poblenou l'any 2017



Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

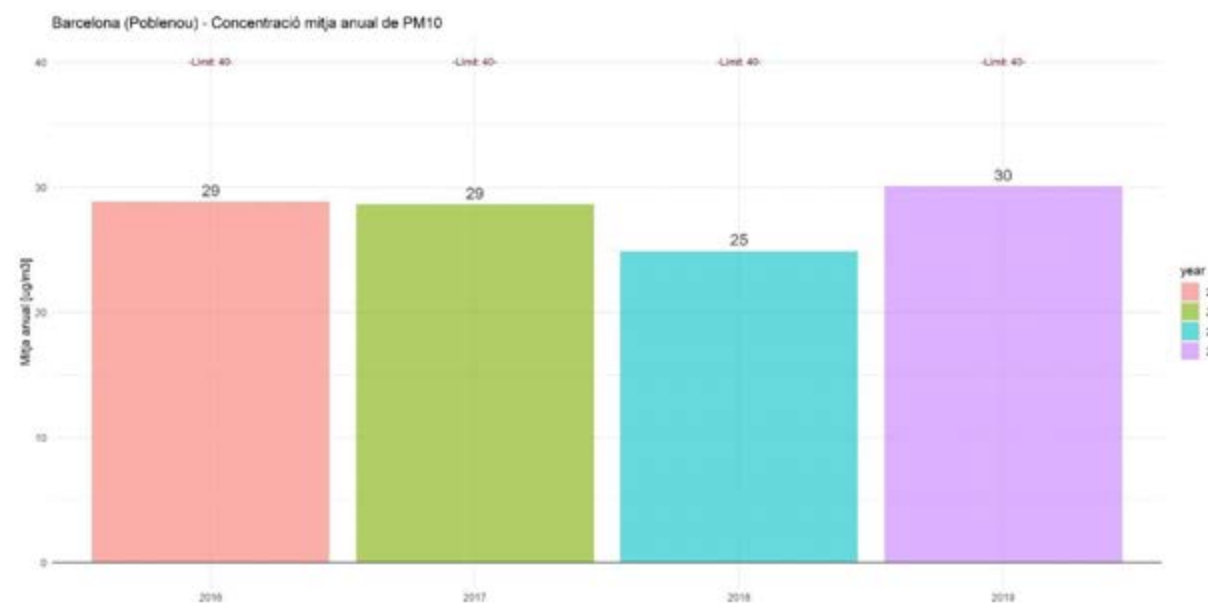
Anàlisi estadístic de la immissió de PM₁₀ a l'estació de Barcelona – Poble Nou

Gràfic 125: Tendència històrica [zona ombrejada = 95% d'interval de confiança] i mitjanes mensuals de la concentració de PM₁₀ a l'estació de Barcelona – Poble Nou (µg/m³)



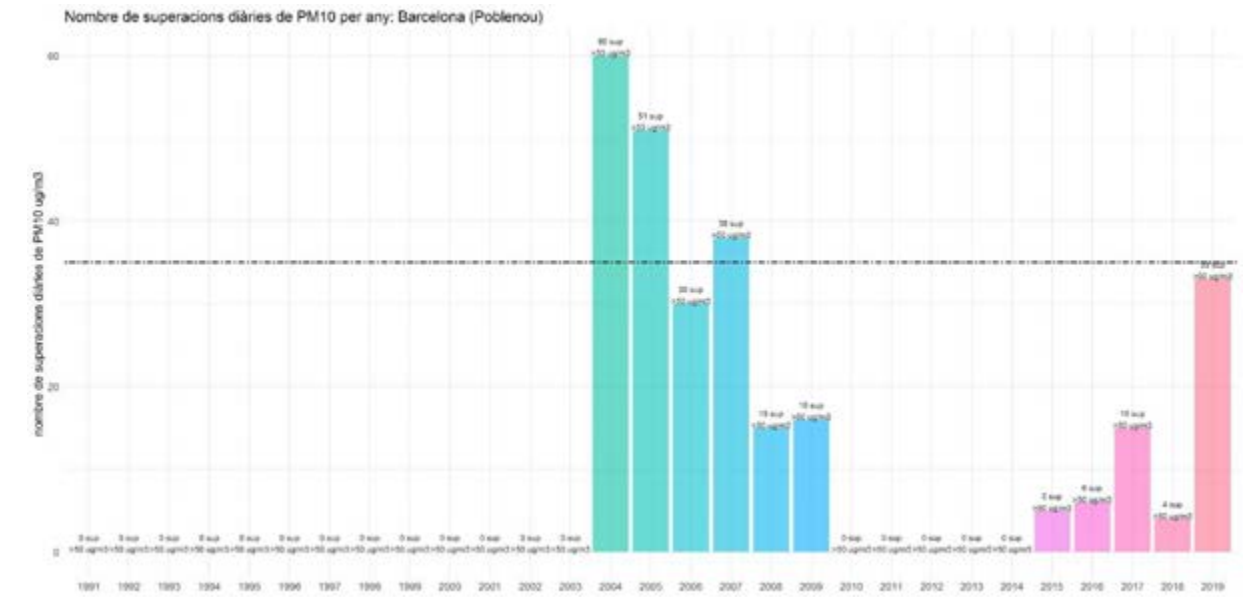
Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

Gràfic 126: Mitjana anual de la immissió de PM₁₀ a l'estació de Barcelona – Poble Nou



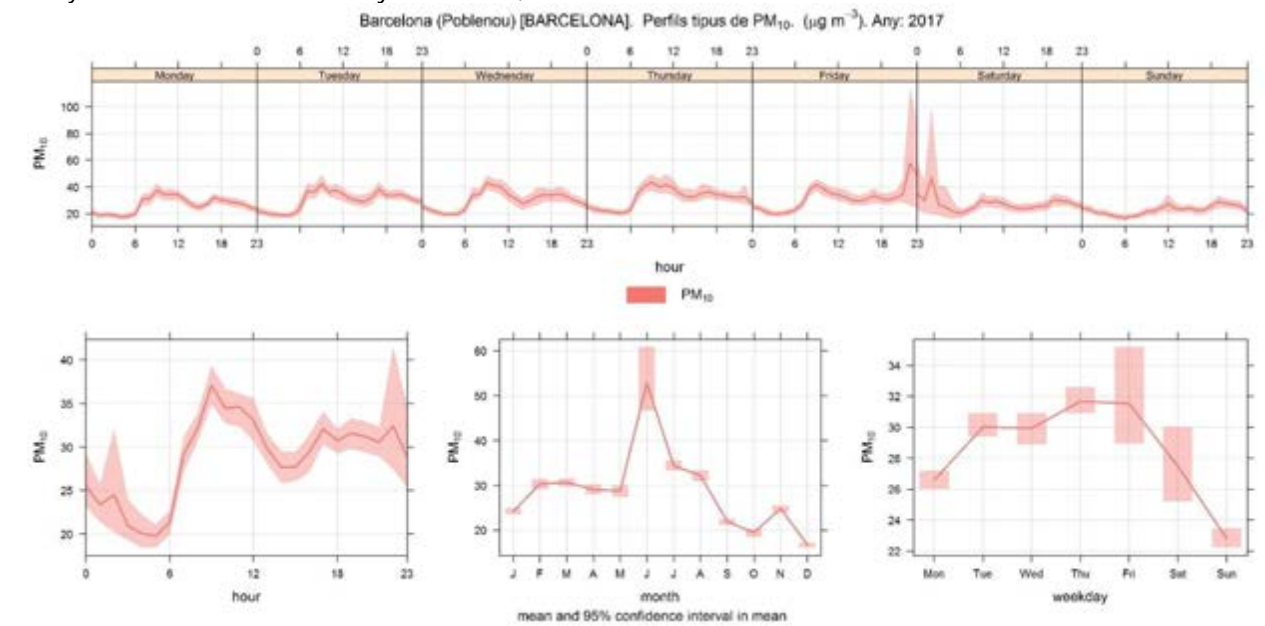
Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

Gràfic 127: Nombre de superacions anuals (del VLH) de les mitjanes horàries de PM₁₀ a l'estació de Barcelona– Poble Nou.



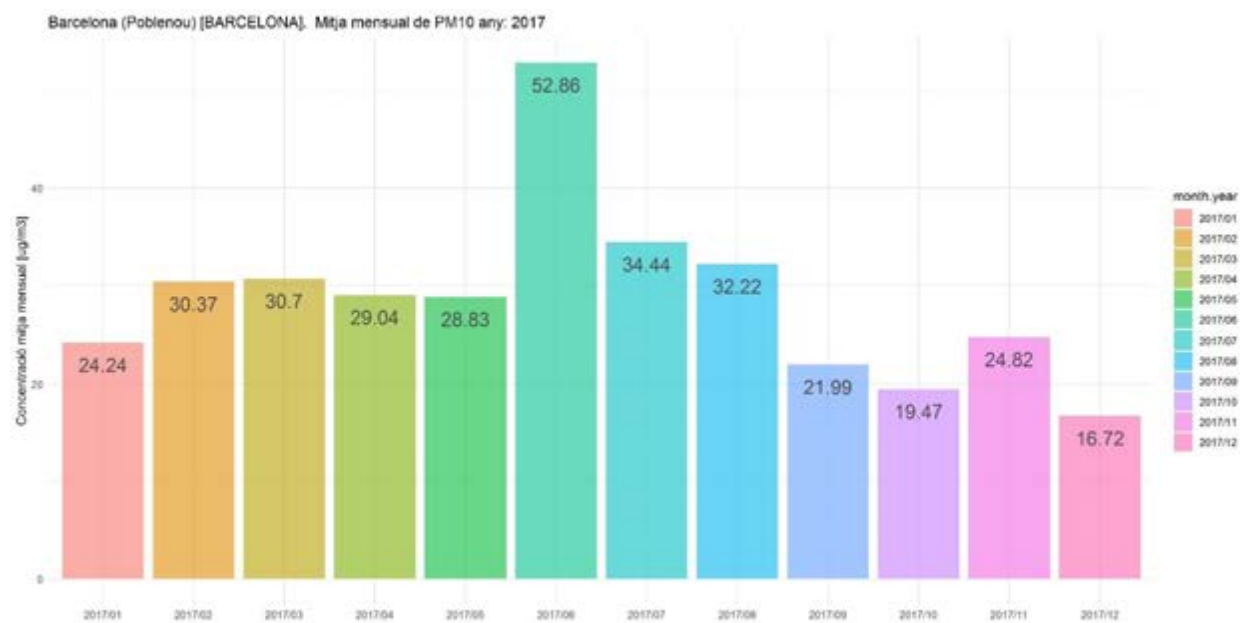
Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

Gràfic 128: Evolució setmanal de les mitjanes horàries de PM₁₀ (µg/m³) a l'estació de Barcelona Poble Nou l'any 2017. També s'inclou mitjana horària, mensual i diària.



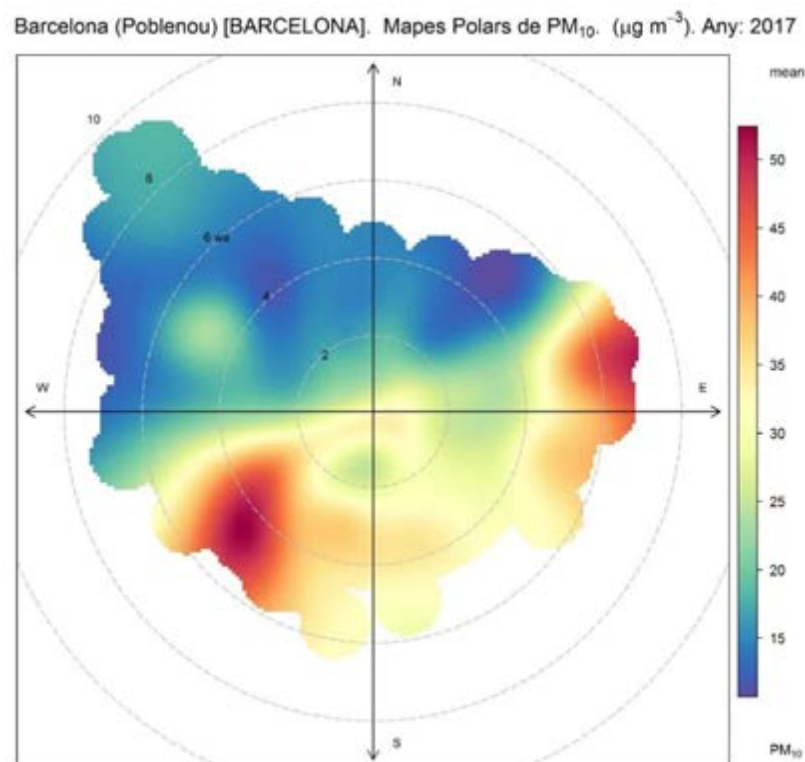
Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

Gràfic 129: Evolució mensual de les immissions de PM₁₀ (µg/m³) de l'estació de Barcelona – Poblenou l'any 2017



Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

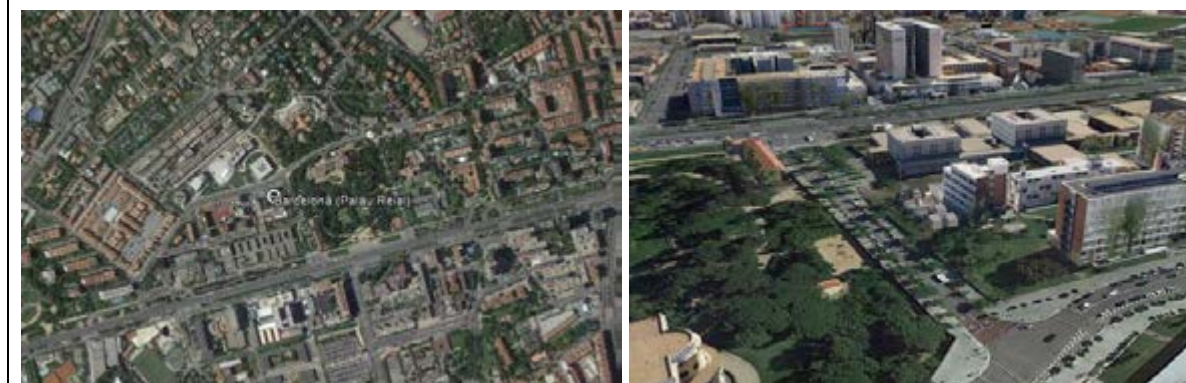
Gràfic 130: Polar Plot; Immissió de PM₁₀ (µg/m³) segons direcció del vent a l'estació de Barcelona – Poblenou l'any 2017



Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

ESTACIÓ DE MESURA: BARCELONA – PALAU REIAL

ESTACIÓ: Barcelona – Palau Reial		DADES ANY 2017	Mitjana anual (µg/m ³)	Nº superacions
Tipus àrea: Urbana de Fons	Avalua: NO _x , PM ₁₀ , O ₃ , CO i SO ₂ .	NO ₂	32	VLH = 0
		PM ₁₀	20 (*)	VLD = 3



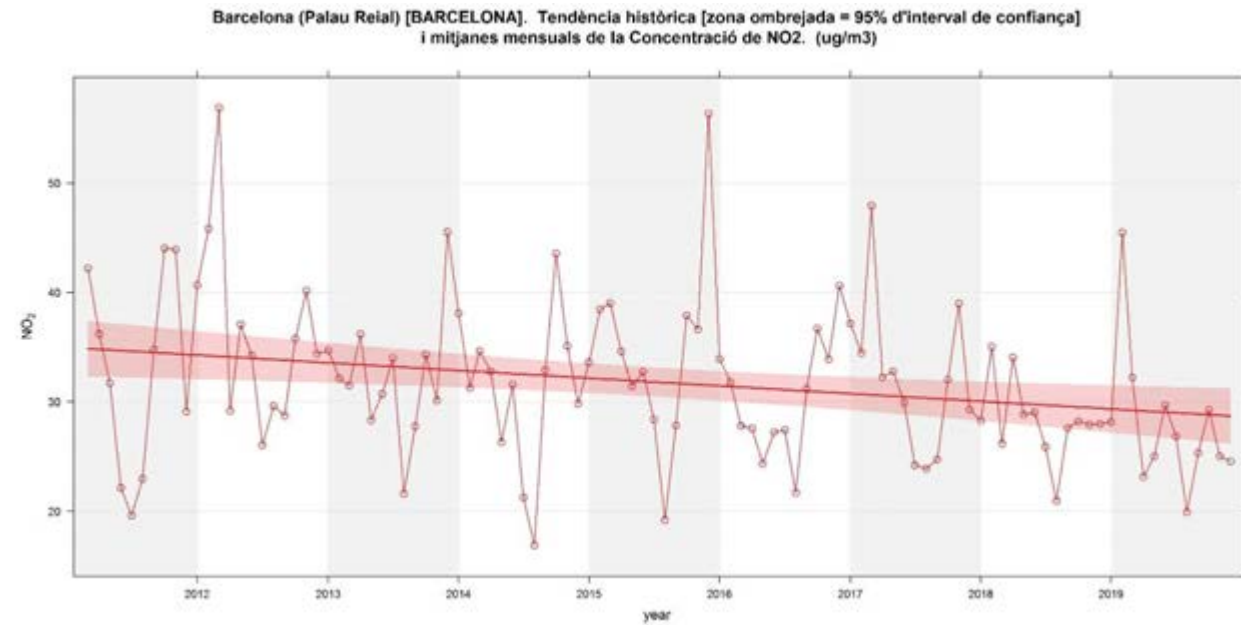
Situació, comentaris i consideracions de l'estació de mesura:

- Situació:** .Situada en el campus de la Universitat de Barcelona, al Nord de l'Avinguda Diagonal..
- Focus principals:** Contaminació de fons de la ciutat i l'Avinguda Diagonal.
- Carrers més propers (IMD/Distància en línia recta al punt més proper):
 - Av. Diagonal 118.289 veh/dia a 200 metres.
- Street Canyon:** No es troba situada pròpiament en un carrer, sinó en uns jardins de la Universitat.
- Altres comentaris:** Aquesta estació de mesura es va donar d'alta l'any 2011.

(*) Les dades de PM₁₀ per a l'any 2017 són considerades dades indicatives segons el Dept. de Territori i Sostenibilitat de la Generalitat, per tant no es processen estadísticament.

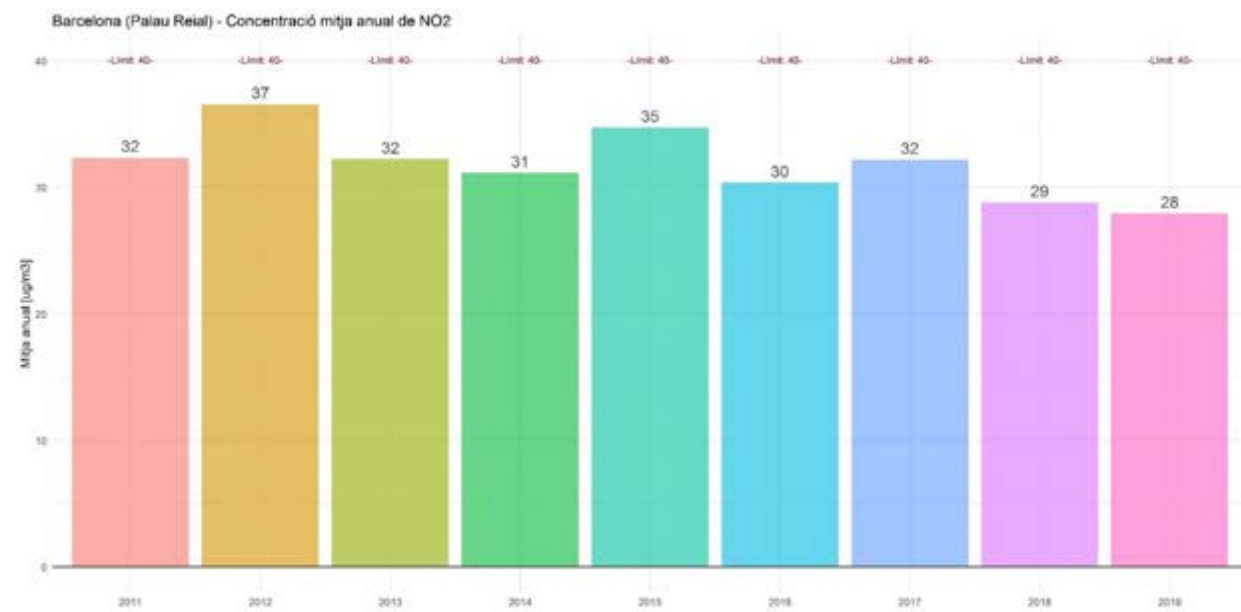
Anàlisi estadístic de la immissió de NO₂ a l'estació de Barcelona – Palau Reial

Gràfic 131: Tendència històrica [zona ombrejada = 95% d'interval de confiança] i mitjanes mensuals de la concentració de NO₂ a l'estació de Barcelona – Palau Reial (µg/m³)



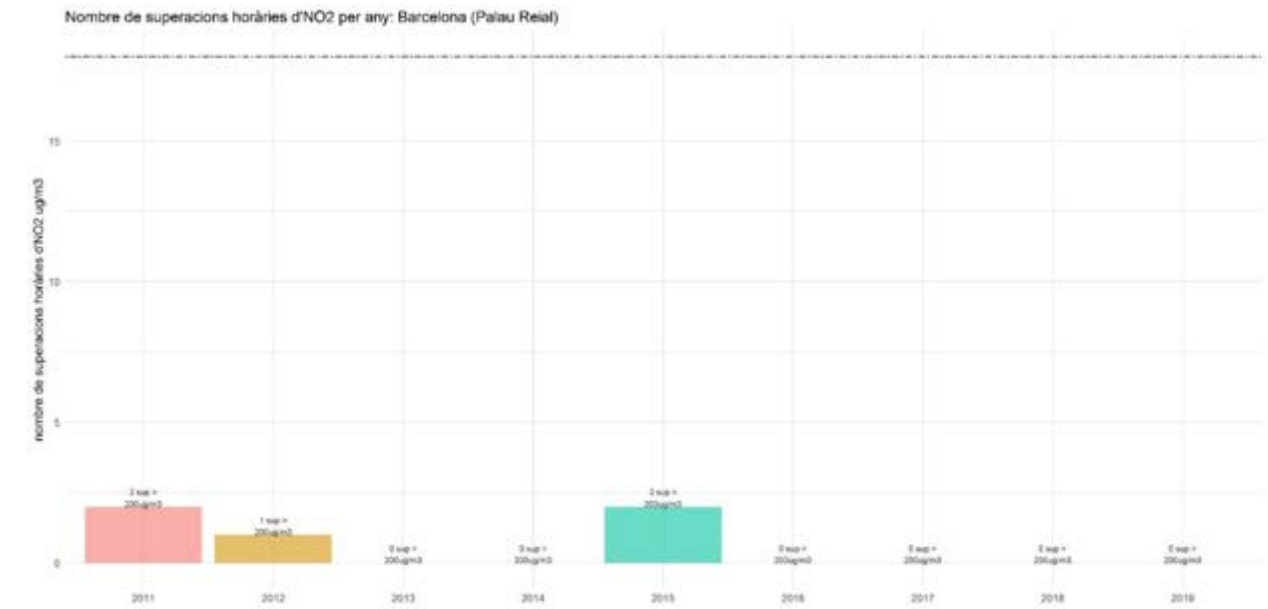
Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

Gràfic 132: Mitjana anual de la immissió de NO₂ a l'estació de Barcelona – Palau Reial



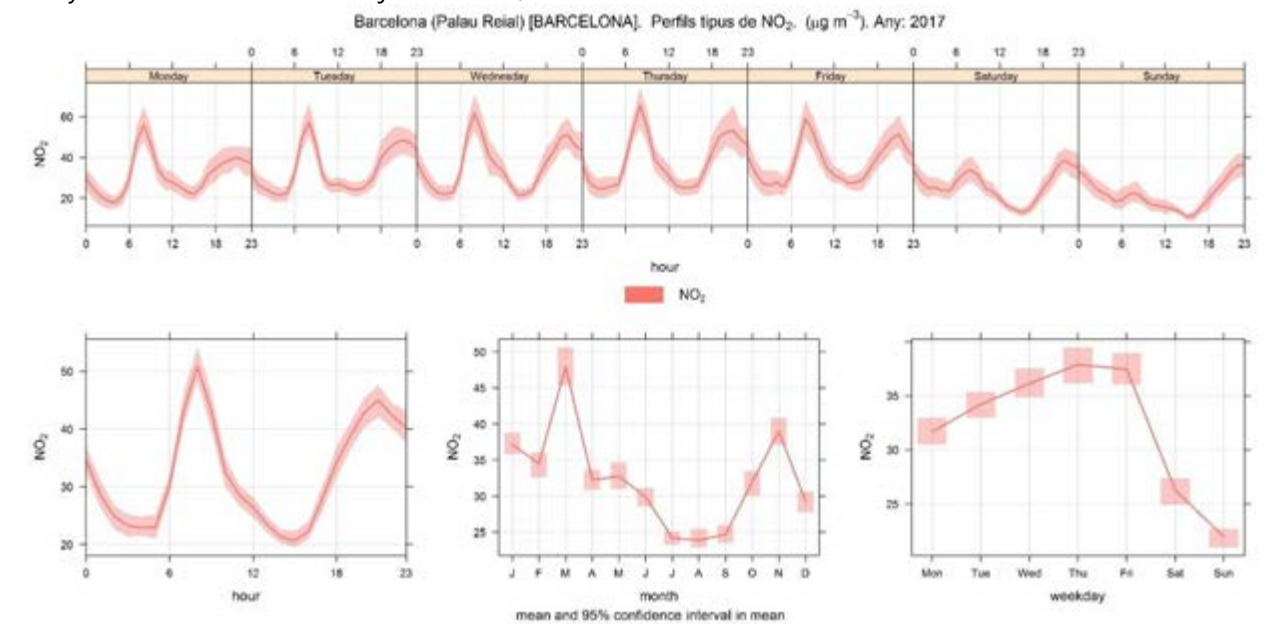
Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

Gràfic 133: Nombre de superacions anuals (del VLH) de les mitjanes horàries de NO₂ a l'estació de Barcelona– Palau Reial.



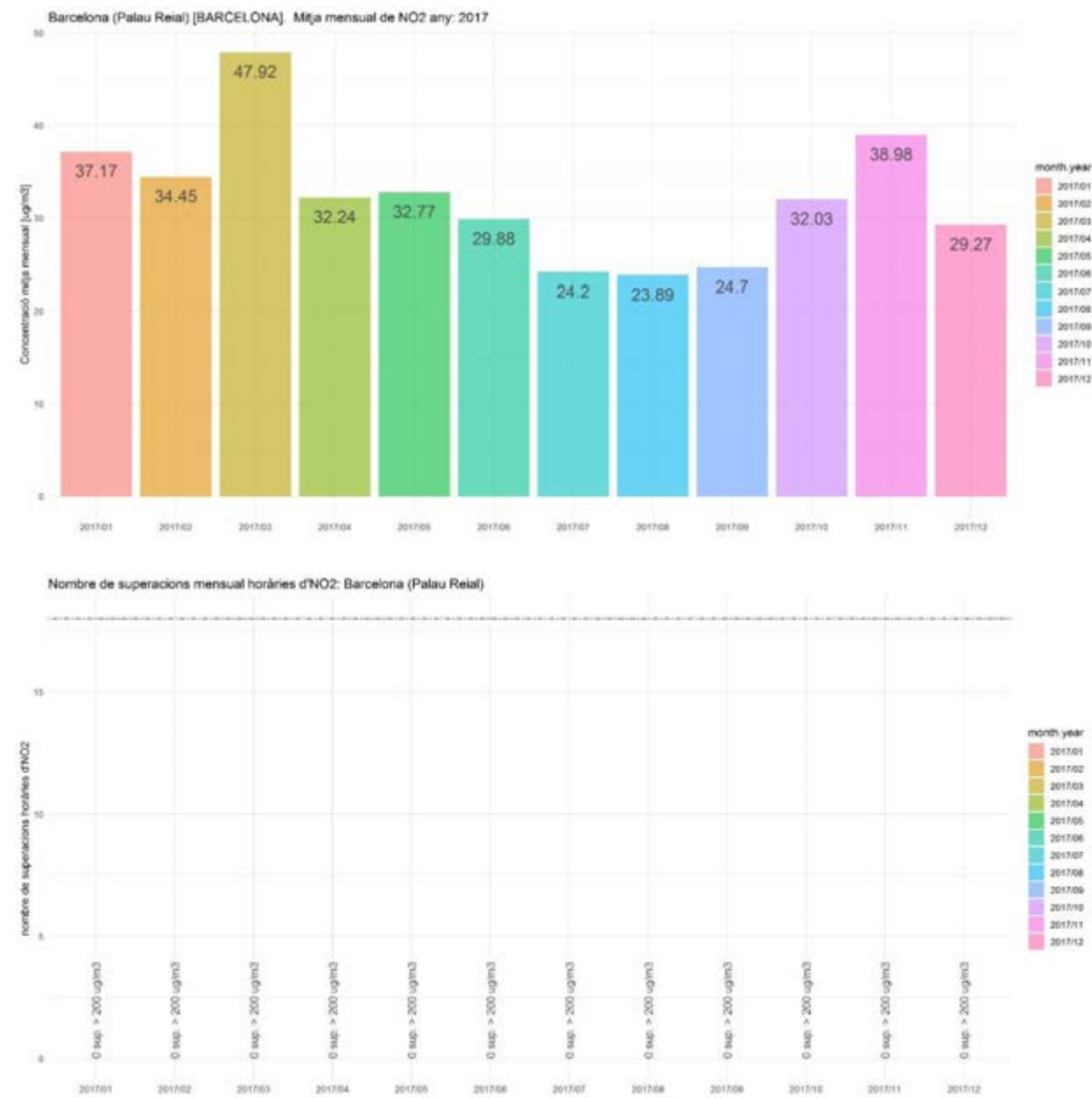
Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

Gràfic 134: Evolució setmanal de les mitjanes horàries de NO₂ (µg/m³) a l'estació de Barcelona Palau Reial l'any 2017. També s'inclou mitjana horària, mensual i diària.



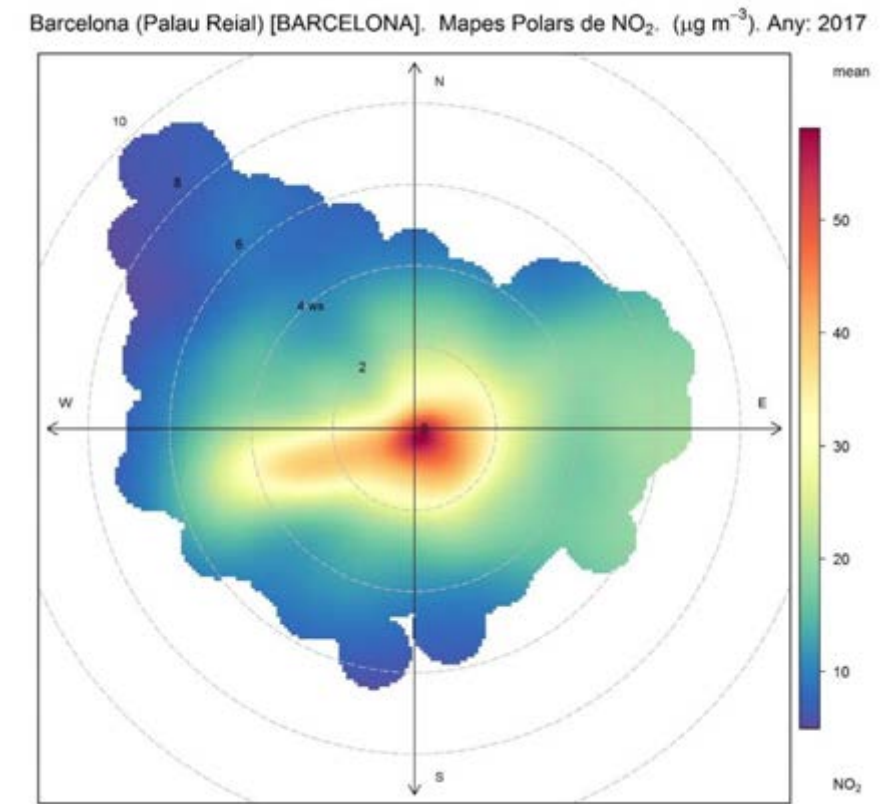
Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

Gràfic 135: Evolució mensual de les immissions de NO₂ (µg/m³) (a dalt) i nombre de superacions (del VLH) de les mitjanes horàries de NO₂ (>200 µg/m³) (a baix) de l'estació de Barcelona – Palau Reial l'any 2017



Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

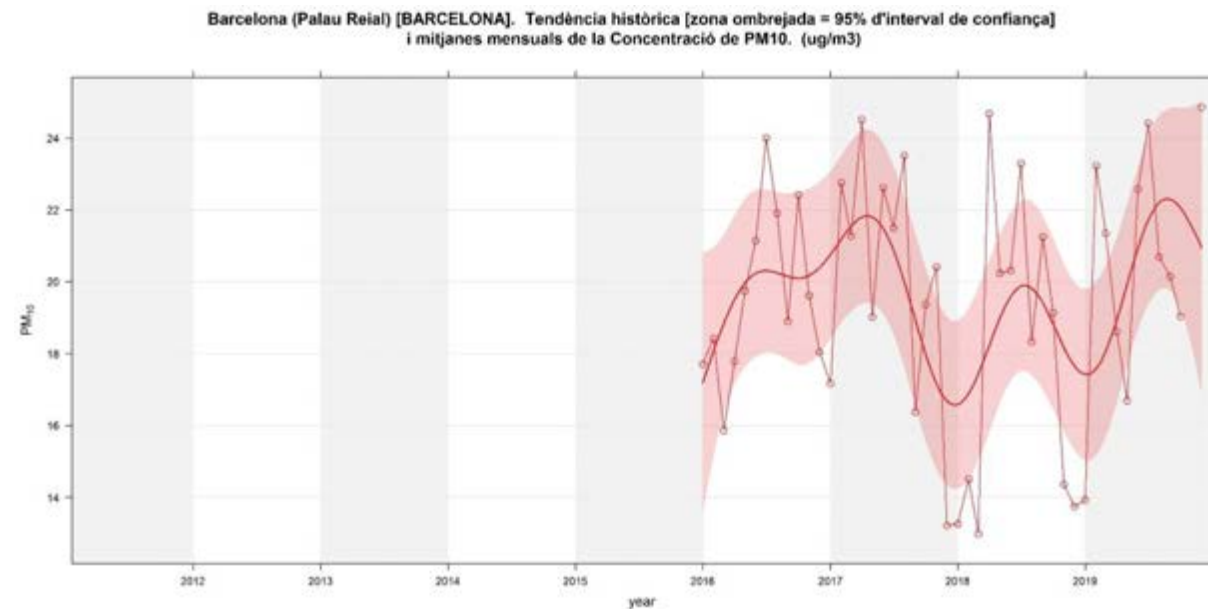
Gràfic 136: Polar Plot; Immissió de NO₂ (µg/m³) segons direcció del vent a l'estació de Barcelona – Palau Reial l'any 2017



Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

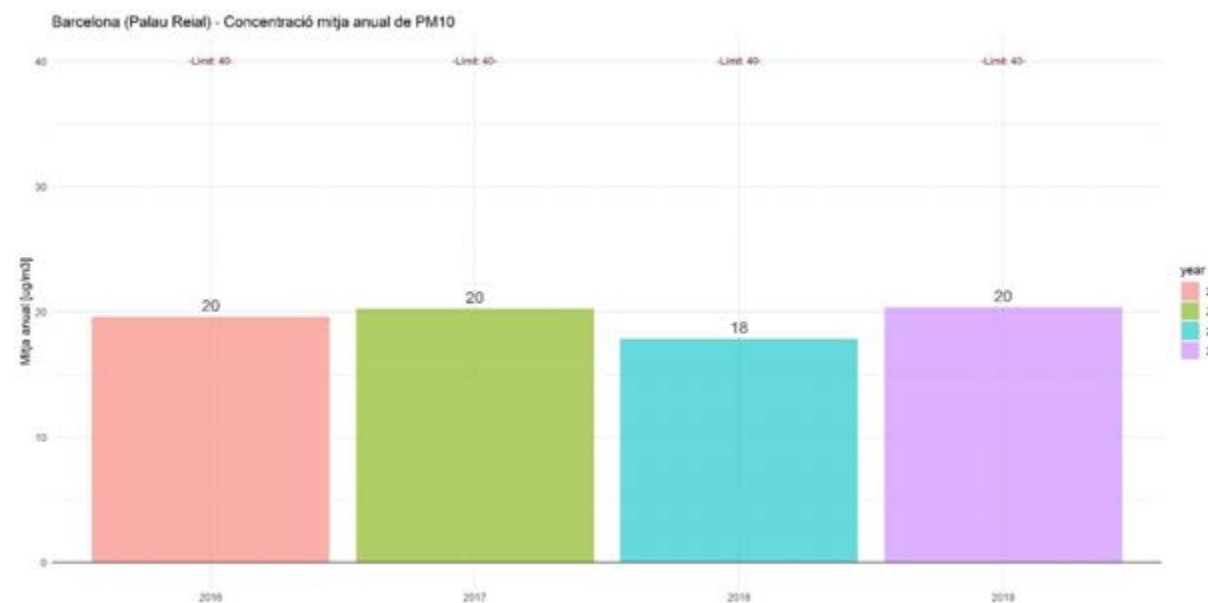
Anàlisi estadístic de la immissió de PM₁₀ a l'estació de Barcelona – Palau Reial

Gràfic 137: Tendència històrica [zona ombrejada = 95% d'interval de confiança] i mitjanes mensuals de la concentració de PM₁₀ a l'estació de Barcelona – Palau Reial (µg/m³)



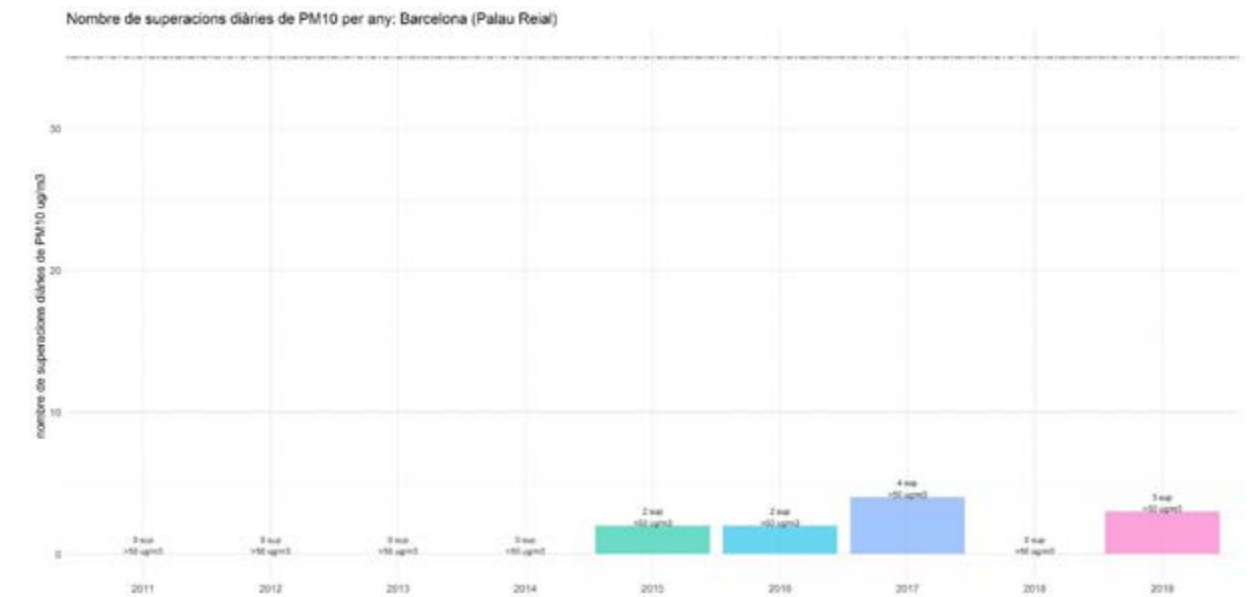
Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

Gràfic 138: Mitjana anual de la immissió de PM₁₀ a l'estació de Barcelona – Palau Reial



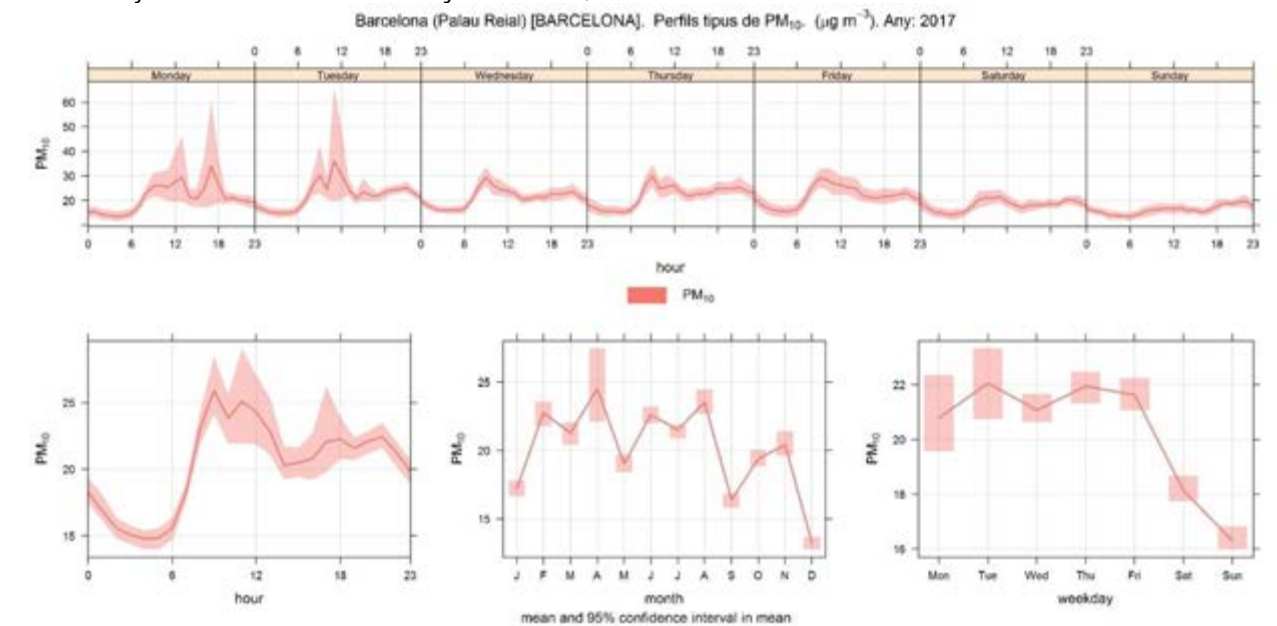
Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

Gràfic 139: Nombre de superacions anuals (del VLH) de les mitjanes horàries de PM₁₀ a l'estació de Barcelona– Palau Reial.



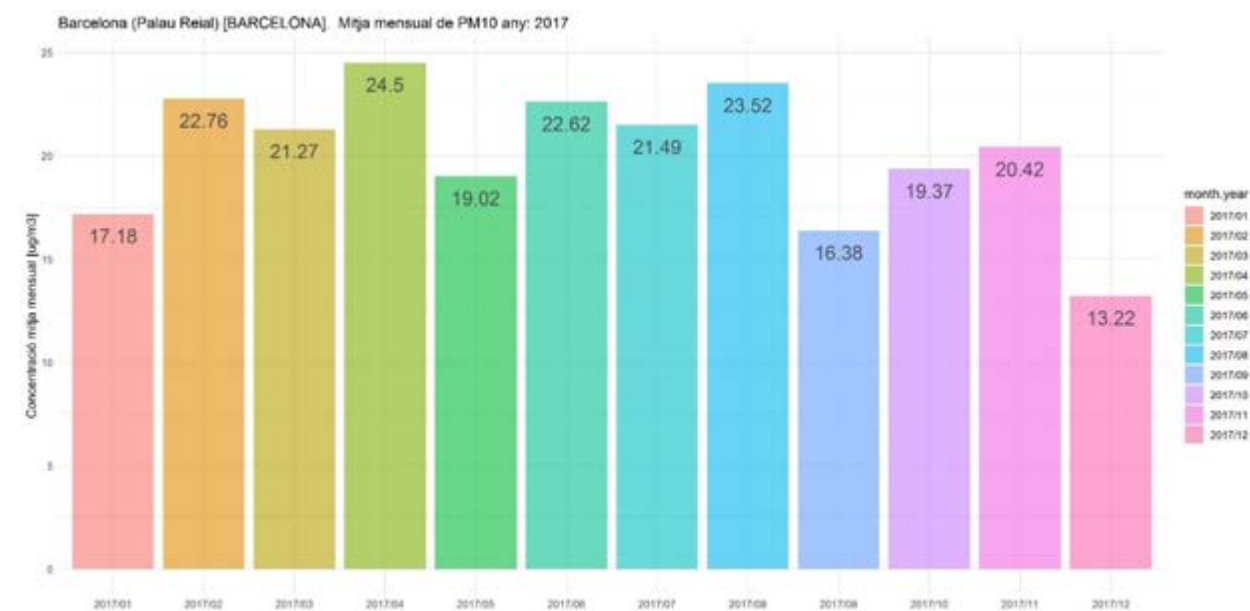
Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

Gràfic 140: Evolució setmanal de les mitjanes horàries de PM₁₀ (µg/m³) a l'estació de Barcelona Palau Reial l'any 2017. També s'inclou mitjana horària, mensual i diària.



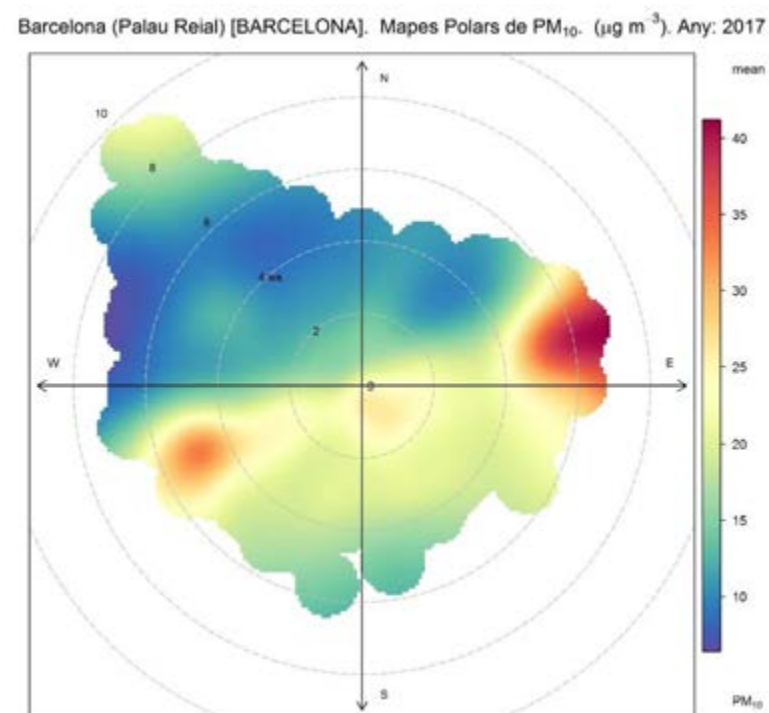
Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

Gràfic 141: Evolució mensual de les immissions de PM₁₀ (µg/m³) de l'estació de Barcelona – Palau Reial l'any 2017



Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

Gràfic 142: Polar Plot; Immissió de PM₁₀ (µg/m³) segons direcció del vent a l'estació de Barcelona – Palau Reial l'any 2017



Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

ESTACIÓ DE MESURA: BARCELONA – SANTS (JARDINS DE CAN MANTEGA)

ESTACIÓ: Barcelona – Sants (Jardins de Can Mantega)		DADES ANY 2017	Mitjana anual (µg/m ³)	Nº superacions
Tipus àrea: Urbana de Trànsit	Avalua: NO _x , PM ₁₀ i Metalls	NO ₂	36	VLH = 0
		PM ₁₀ (dades manuals)	26	VLD = 10



Situació, comentaris i consideracions de l'estació de mesura:

-Situació: .Situada en els Jardins de Can Mantega, al barri de Sants, adjacent a un parc de terra i al carrer Joan Güell.

-Focus principals: Trànsit viari i resuspensió del material particulat dels Jardins de Can Mantega.

-Carrers més propers (IMD/Distància en línia recta al punt més proper):

- c/ Joan Güell: 4.032 veh-dia a 12 metres.
- c/ Rosés: 787 veh-dia a 45 metres.

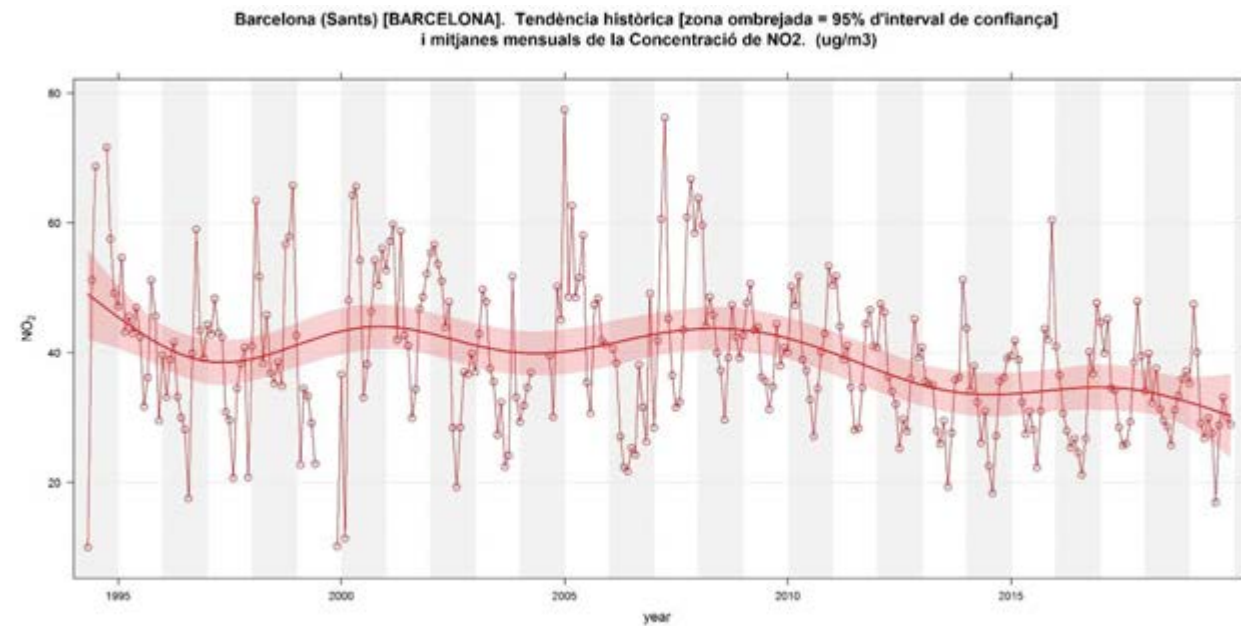
-Street Canyon: Es troba situada en una plaça amb edificis d'una altura mitjana de 30 metres.

-Altres comentaris: L'estació està situada sobre un parterre d'un metre, per tant l'altura efectiva del mesurador està aproximadament a **4,5 metres**.

Cal tenir en compte que està envoltat d'un parc de terra.

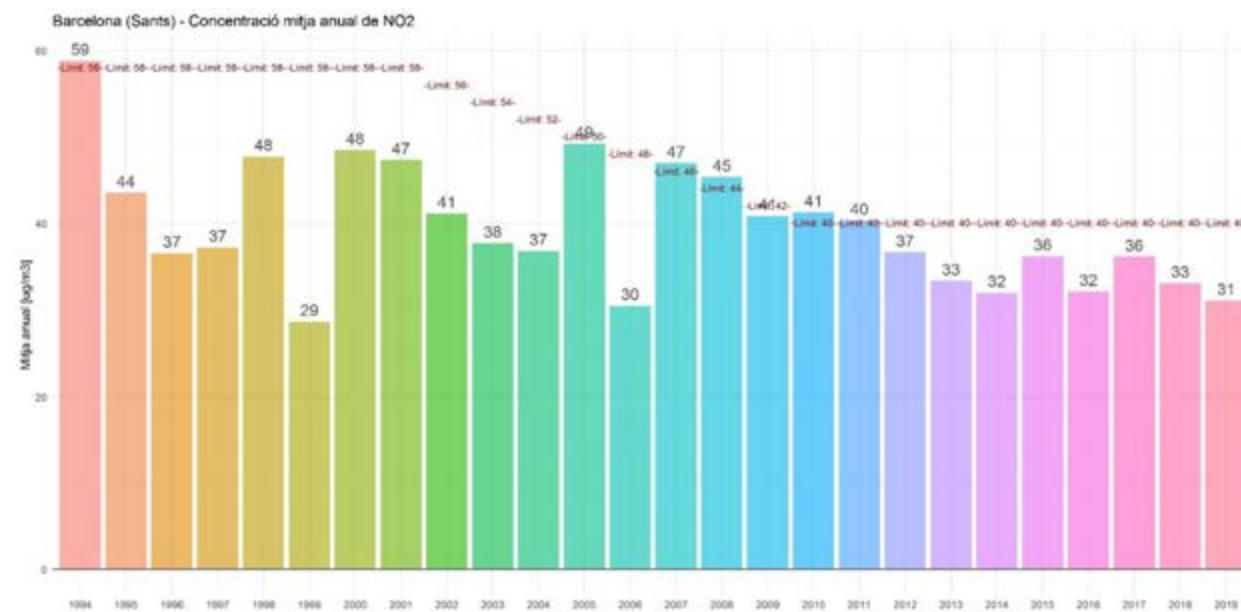
Anàlisi estadístic de la immissió de NO₂ a l'estació de Barcelona –Sants

Gràfic 143: Tendència històrica [zona ombrejada = 95% d'interval de confiança] i mitjanes mensuals de la concentració de NO₂ a l'estació de Barcelona –Sants (µg/m³)



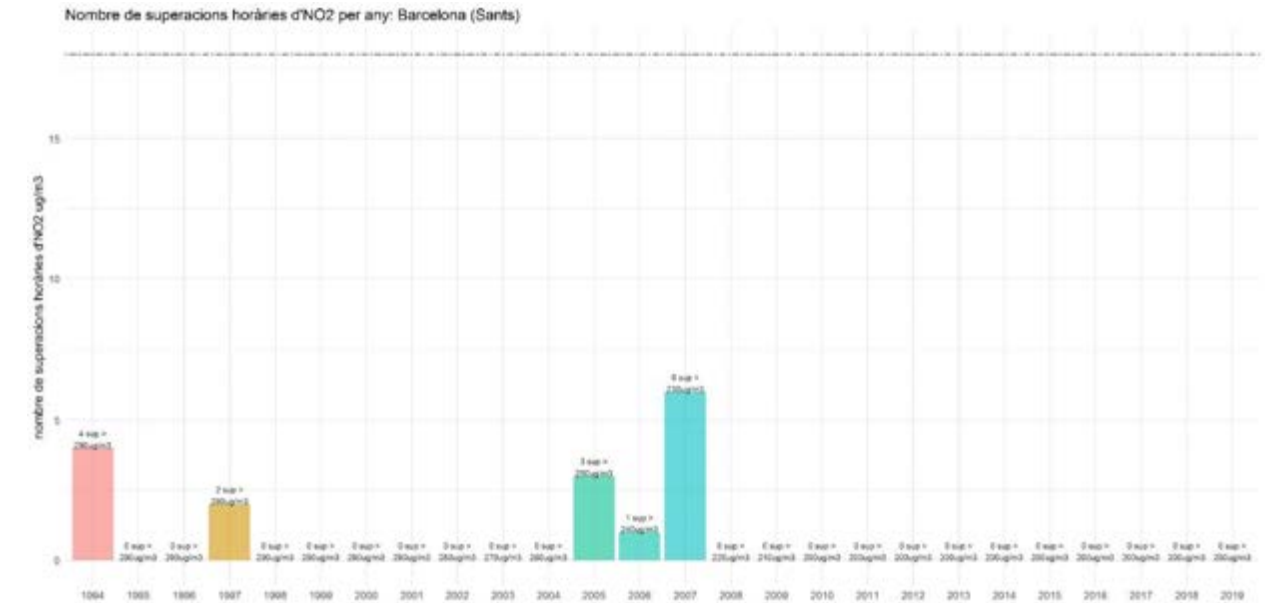
Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

Gràfic 144: Mitjana anual de la immissió de NO₂ a l'estació de Barcelona – Sants (µg/m³)



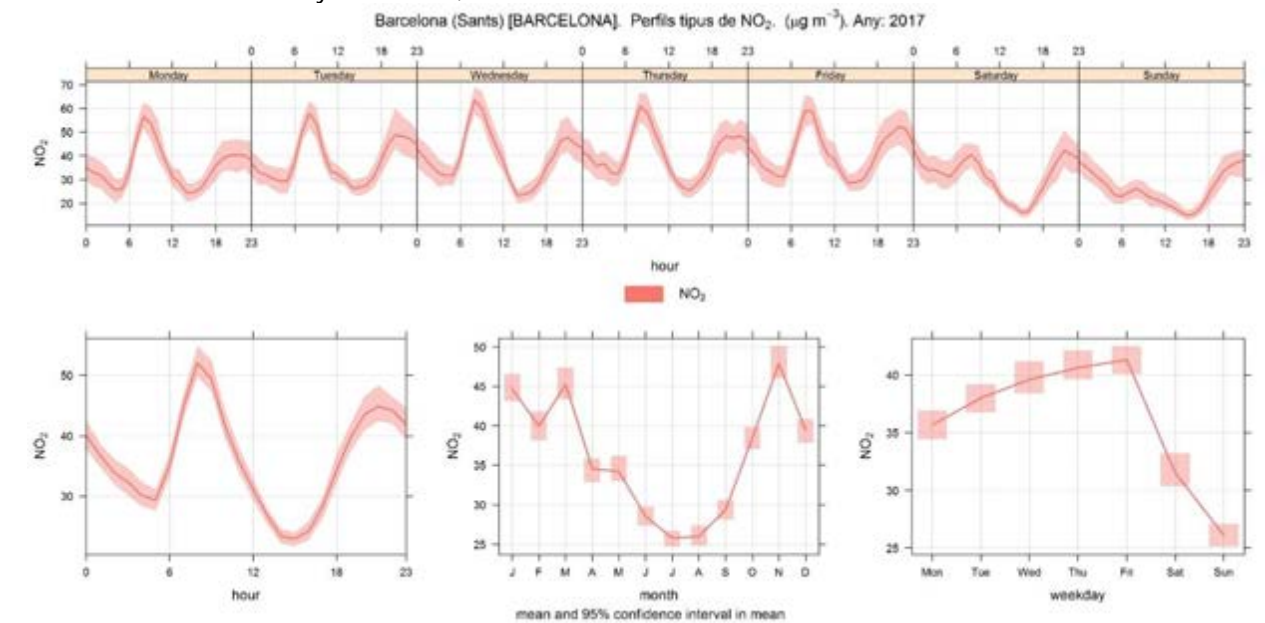
Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

Gràfic 145: Nombre de superacions anuals (del VLH) de les mitjanes horàries de NO₂ a l'estació de Barcelona –Sants



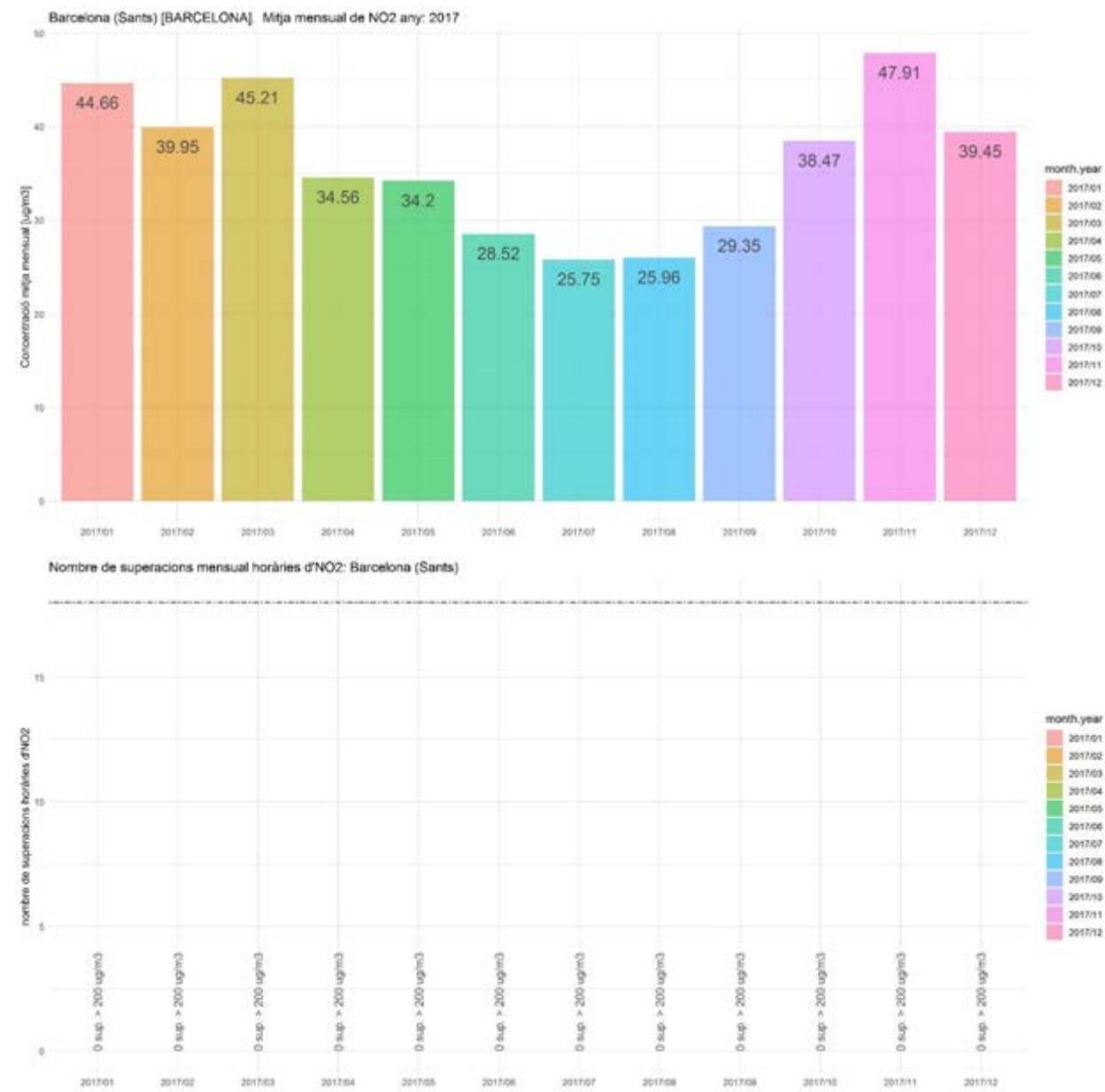
Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

Gràfic 146: Evolució setmanal de les mitjanes horàries de NO₂ (µg/m³) a l'estació de Barcelona Sants l'any 2017. També s'inclou mitjana horària, mensual i diària.



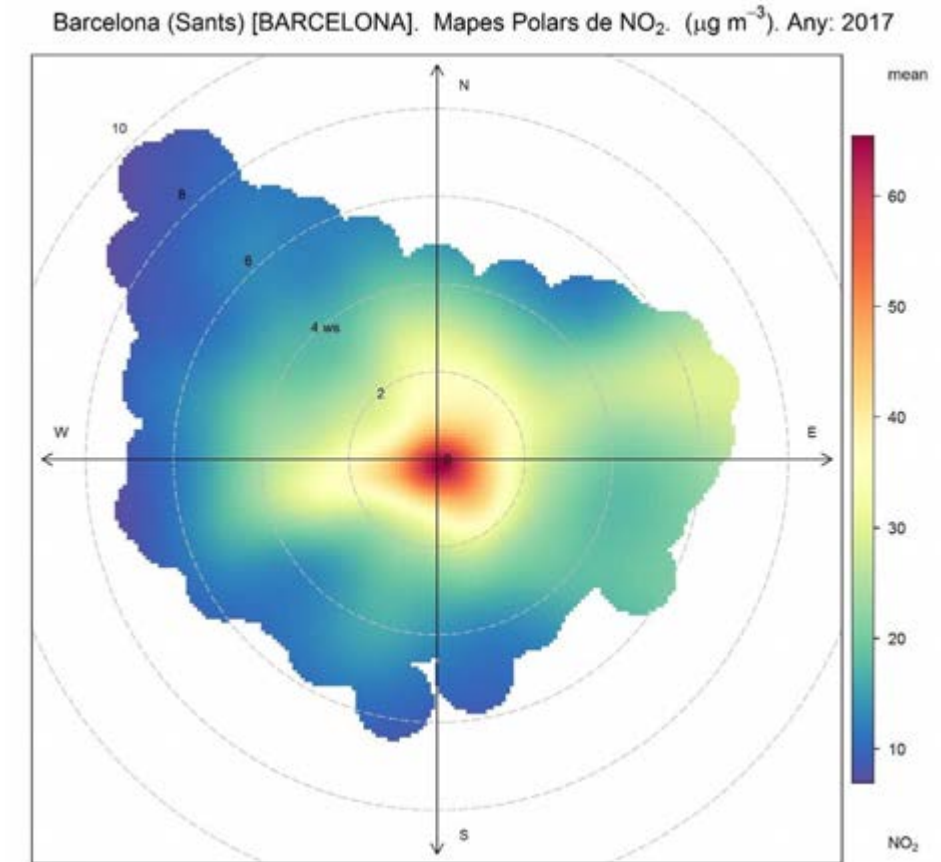
Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

Gràfic 147: Evolució mensual de les immissions de NO₂ (µg/m³) (a dalt) i nombre de superacions (del VLH) de les mitjanes horàries de NO₂ (>200 µg/m³) (a baix) de l'estació de Barcelona –Sants l'any 2017



Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

Gràfic 148: Polar Plot; Immissió de NO₂ (µg/m³) segons direcció del vent a l'estació de Barcelona –Sants l'any 2017

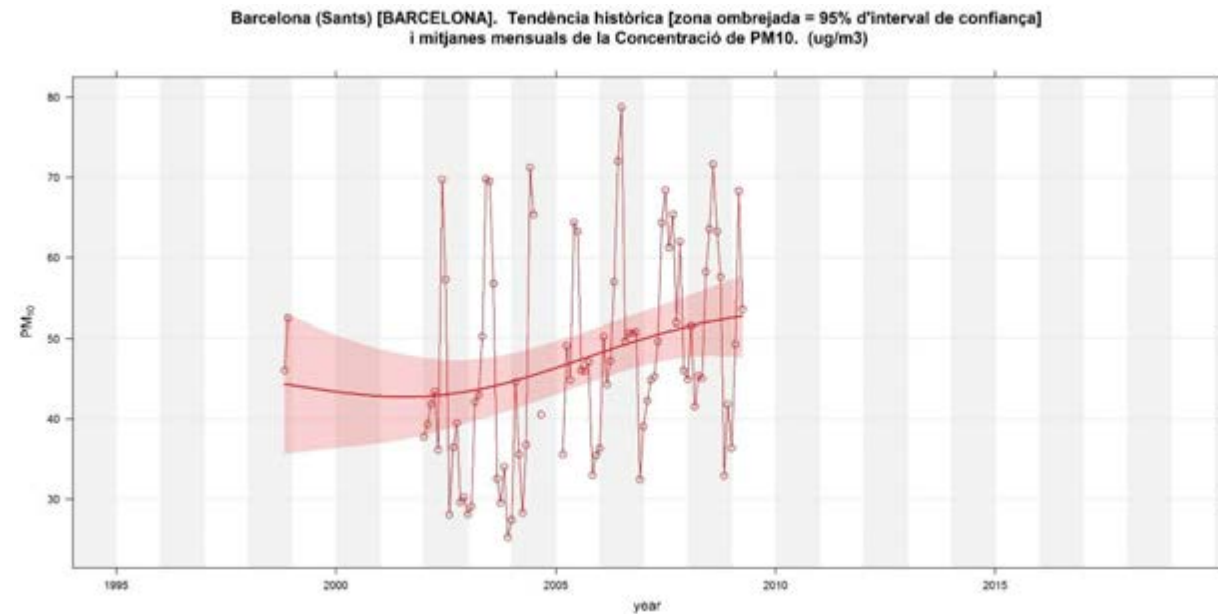


Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

Anàlisi estadístic de la immissió de PM₁₀ a l'estació de Barcelona – Sants (Jardins de Can Mantega)

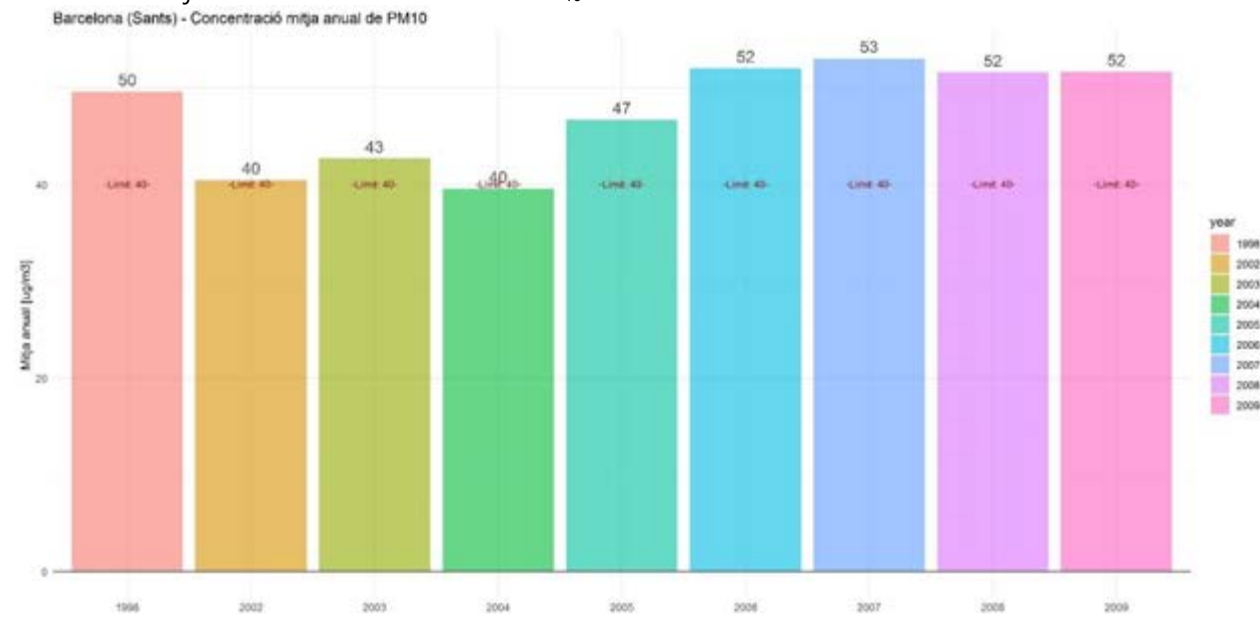
NOTA: aquesta estació no disposava de sensor automàtic de PM₁₀ el 2017.

Gràfic 149: Tendència històrica [zona ombrejada = 95% d'interval de confiança] i mitjanes mensuals de la concentració de PM₁₀ a l'estació de Barcelona –Sants (Jardins de Can Mantega) (µg/m³).



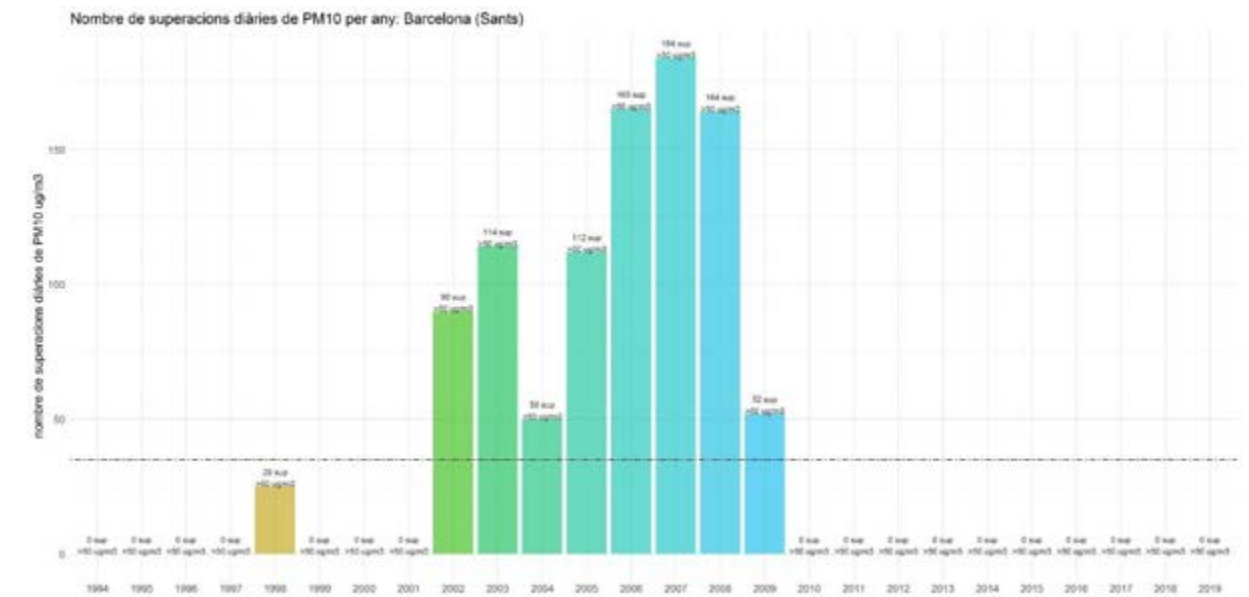
Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

Gràfic 150: Mitjana anual de la immissió de PM₁₀ a l'estació de Barcelona – Sants



Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

Gràfic 151: Nombre de superacions anuals (del VLH) de les mitjanes horàries de PM₁₀ a l'estació de Barcelona– Sants.



Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

ESTACIÓ DE MESURA: BARCELONA – VALL D’HEBRON

ESTACIÓ: Barcelona – Vall d’Hebron		DADES ANY 2017	Mitjana anual ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Nº superacions
Tipus àrea: Urbana de Fons	Avalua: NO _x , O ₃ , CO, SO ₂ , PM ₁₀ , PM _{2,5} Benzè i Metalls	NO ₂	33	VLH = 0
		PM ₁₀	20	VLD = 0
		PM _{2,5}	12	VLA = 0

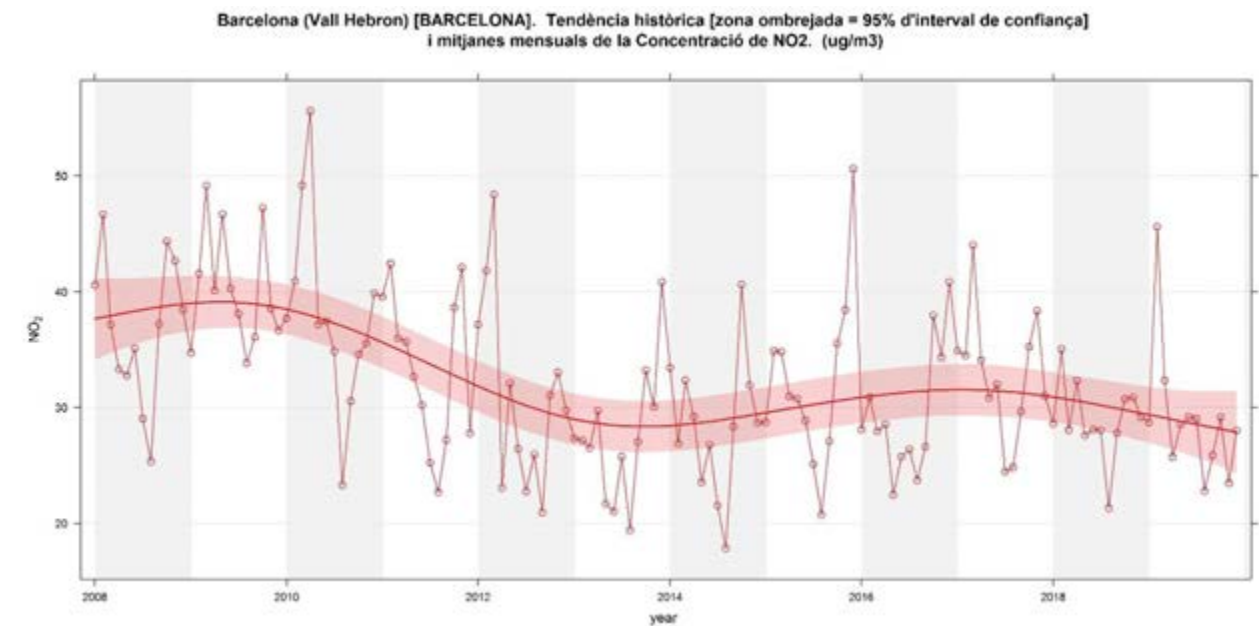


Situació, comentaris i consideracions de l'estació de mesura:

- Situació:** .En una zona verda propera a camps de futbol. A uns 370 metres hi ha la Ronda de Dalt
- Focus principals:** Contaminació de fons de la ciutat, trànsit viari
- Carrers més propers (IMD/Distància en línia recta al punt més proper):
 - *c/ de la Granja Vella* :1.192 veh-dia a 75 metres.
 - *Ronda de Dalt*: a aproximadament 155.000 veh-dia a 370 metres.
- Street Canyon:** Es troba situada en un emplaçament on no hi ha edificis propers.
- Altres comentaris:** Al llarg de l'any 2009 i 2010 es van realitzar obres a les zones d'aparcament properes a l'estació.

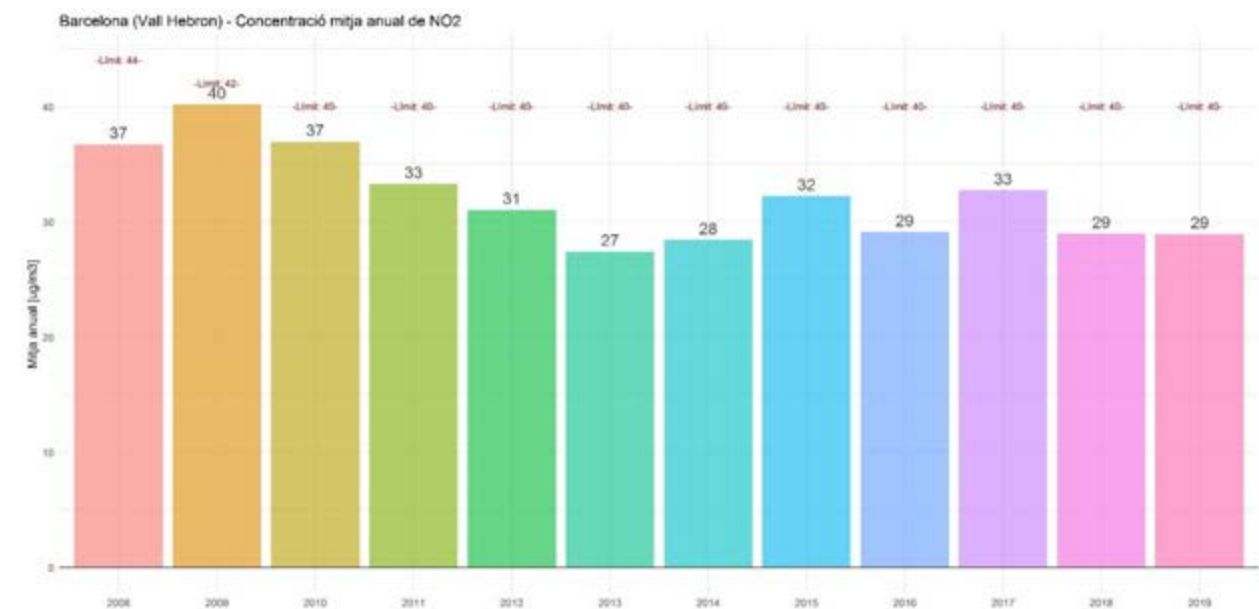
Anàlisi estadístic de la immissió de NO₂ a l'estació de Barcelona – Vall d’Hebron

Gràfic 152: Tendència històrica [zona ombrejada = 95% d'interval de confiança] i mitjanes mensuals de la concentració de NO₂ a l'estació de Barcelona –Vall d’Hebron ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



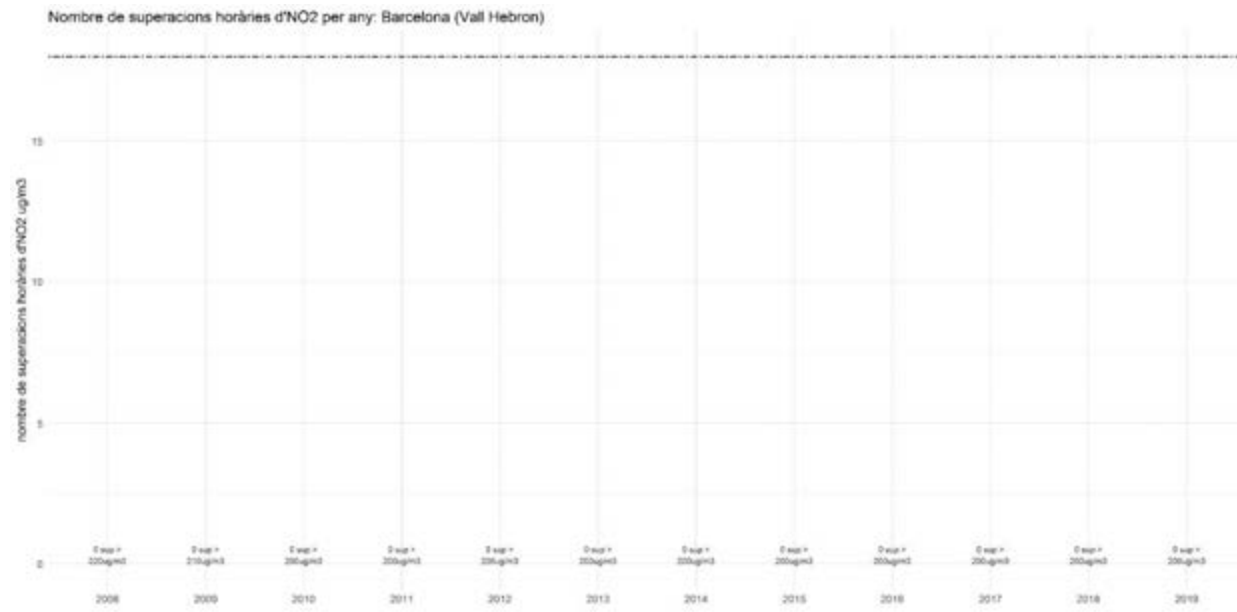
Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

Gràfic 153: Mitjana anual de la immissió de NO₂ a l'estació de Barcelona – Vall d’Hebron



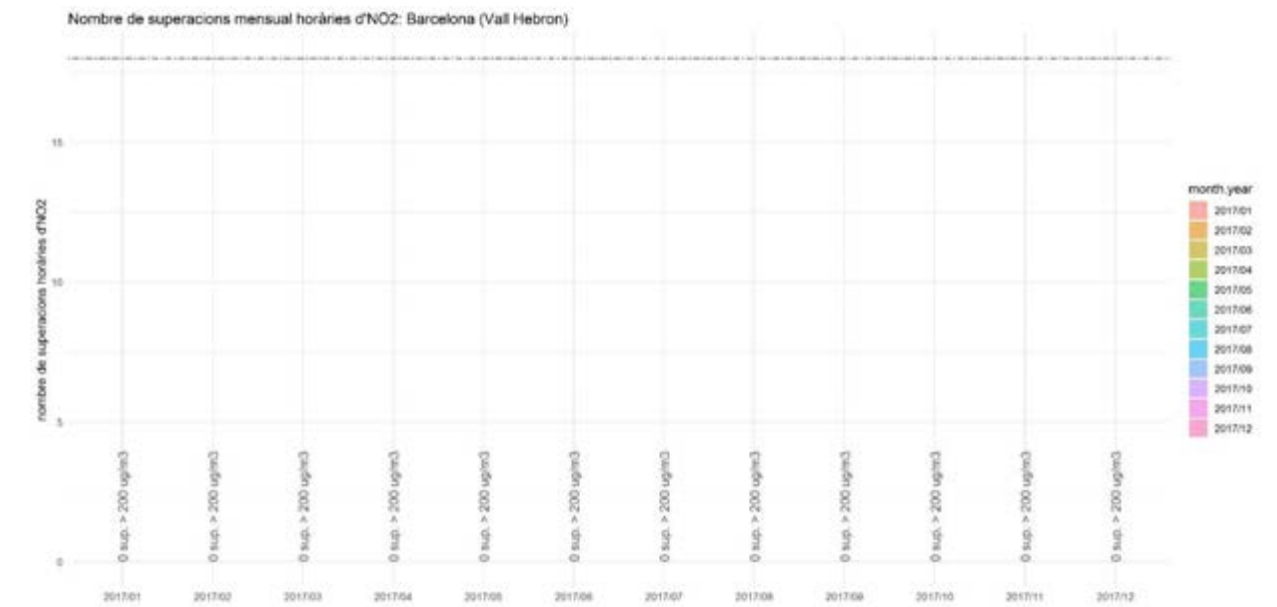
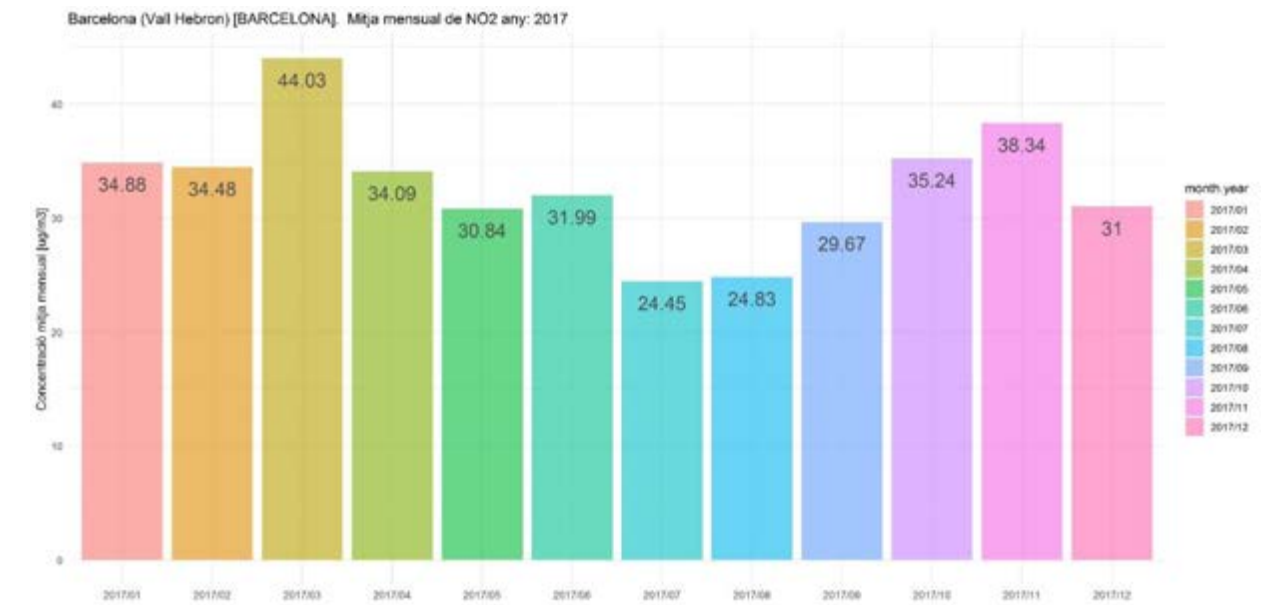
Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

Gràfic 154: Nombre de superacions anuals (del VLH) de les mitjanes horàries de NO₂ a l'estació de Barcelona –Vall d'Hebron



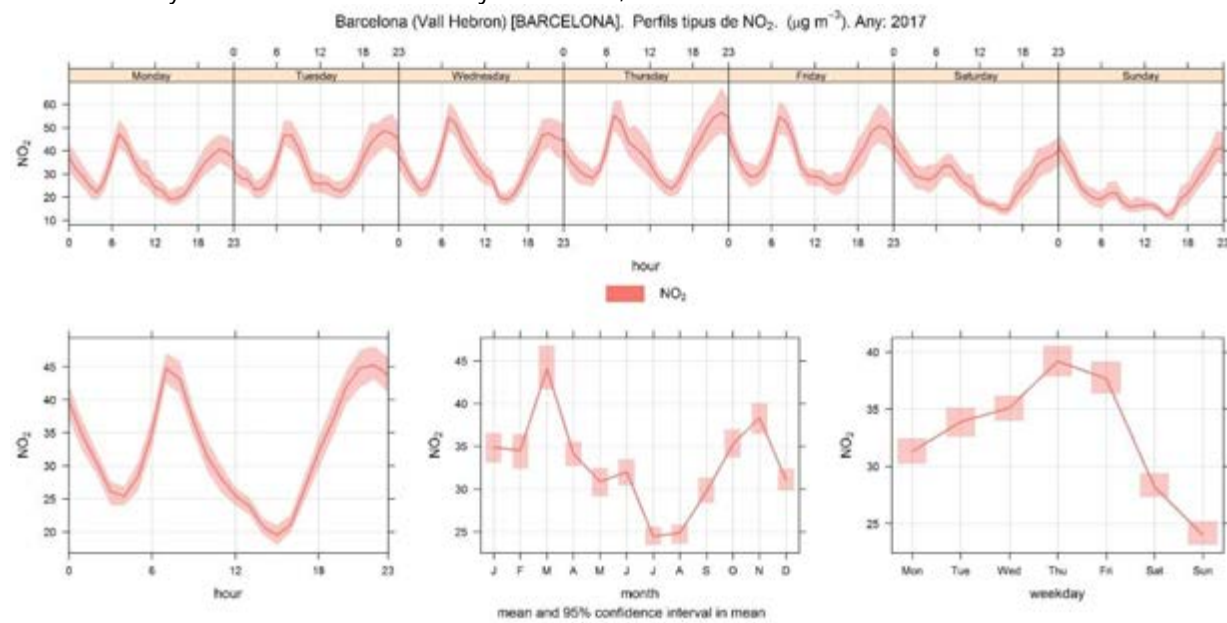
Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

Gràfic 156: Evolució mensual de les immissions de NO₂ (µg/m³) (a dalt) i nombre de superacions (del VLH) de les mitjanes horàries de NO₂ (>200 µg/m³) (a baix) de l'estació de Barcelona –Vall d'Hebron l'any 2017.



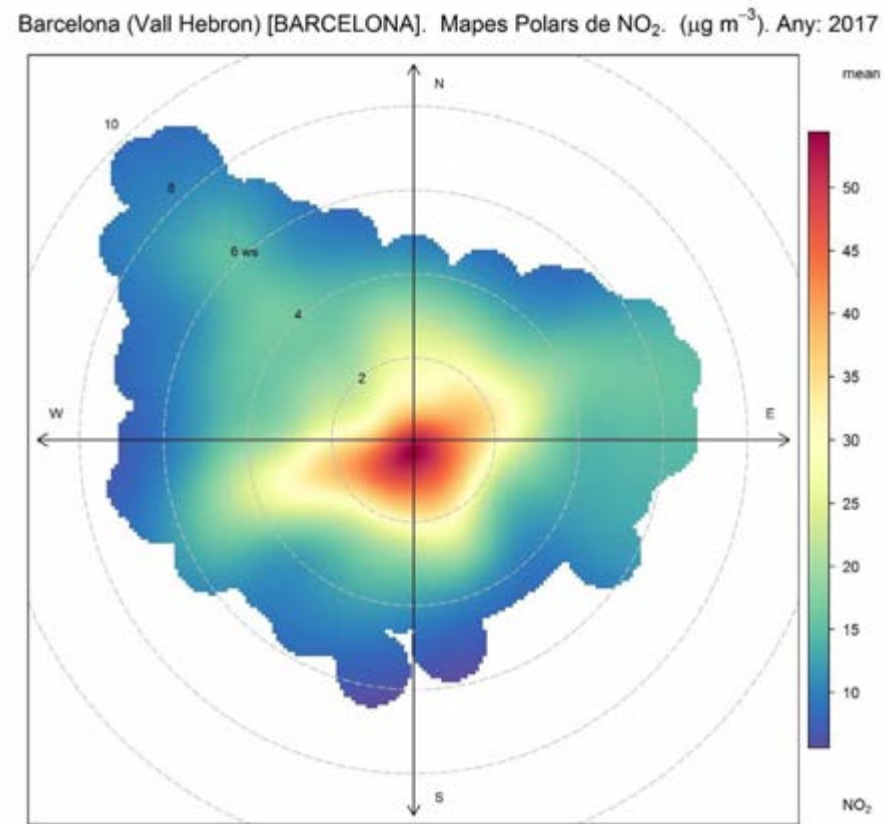
Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

Gràfic 155: Evolució setmanal de les mitjanes horàries de NO₂ (µg/m³) a l'estació de Barcelona Vall d'Hebron l'any 2017. També s'inclou mitjana horària, mensual i diària.



Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

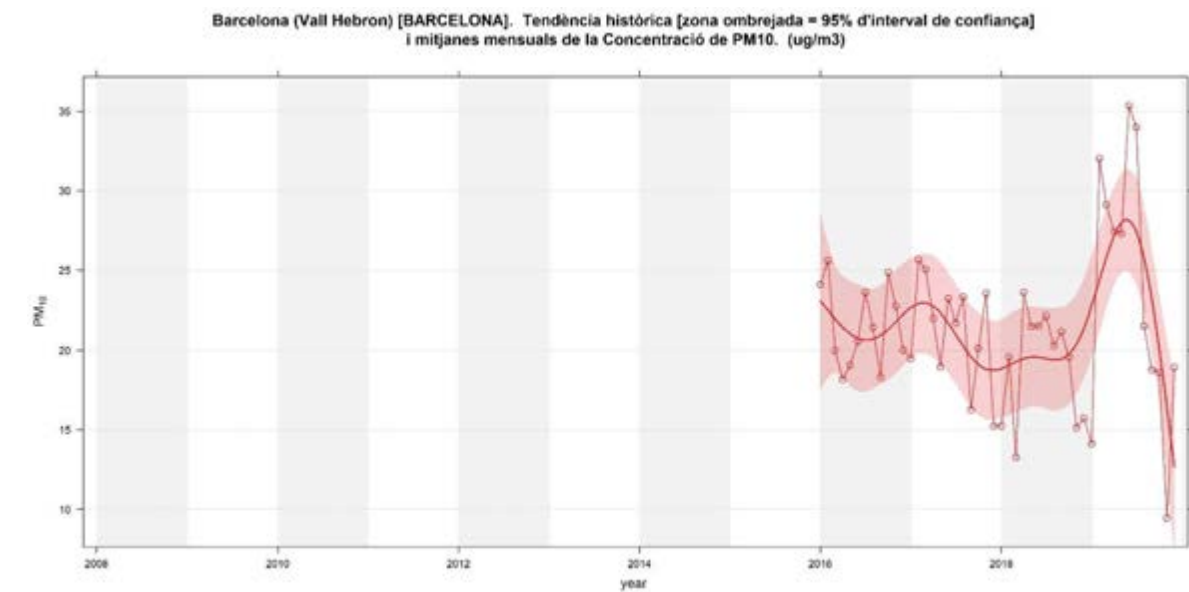
Gràfic 157: Polar Plot; Immissió de NO₂ (µg/m³) segons direcció del vent a l'estació de Barcelona –Vall d'Hebron l'any 2017



Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

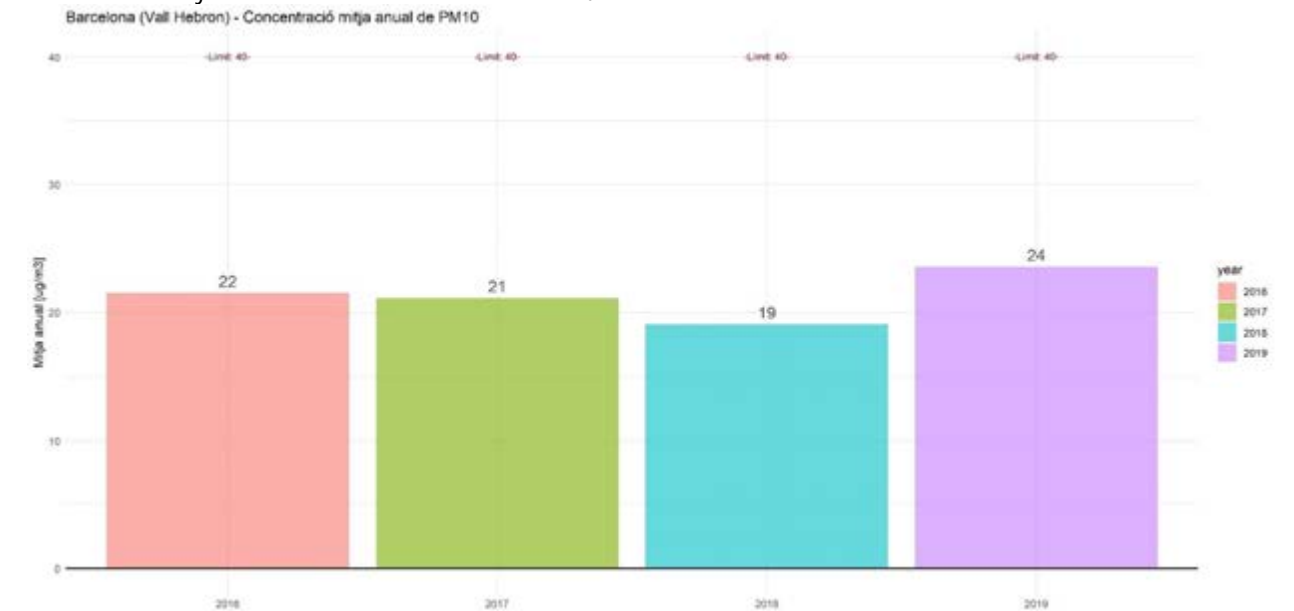
Anàlisi estadístic de la immissió de PM₁₀ a l'estació de Barcelona –Vall d'Hebron

Gràfic 158: Tendència històrica [zona ombrejada = 95% d'interval de confiança] i mitjanes mensuals de la concentració de PM₁₀ a l'estació de Barcelona –Vall d'Hebron (µg/m³)



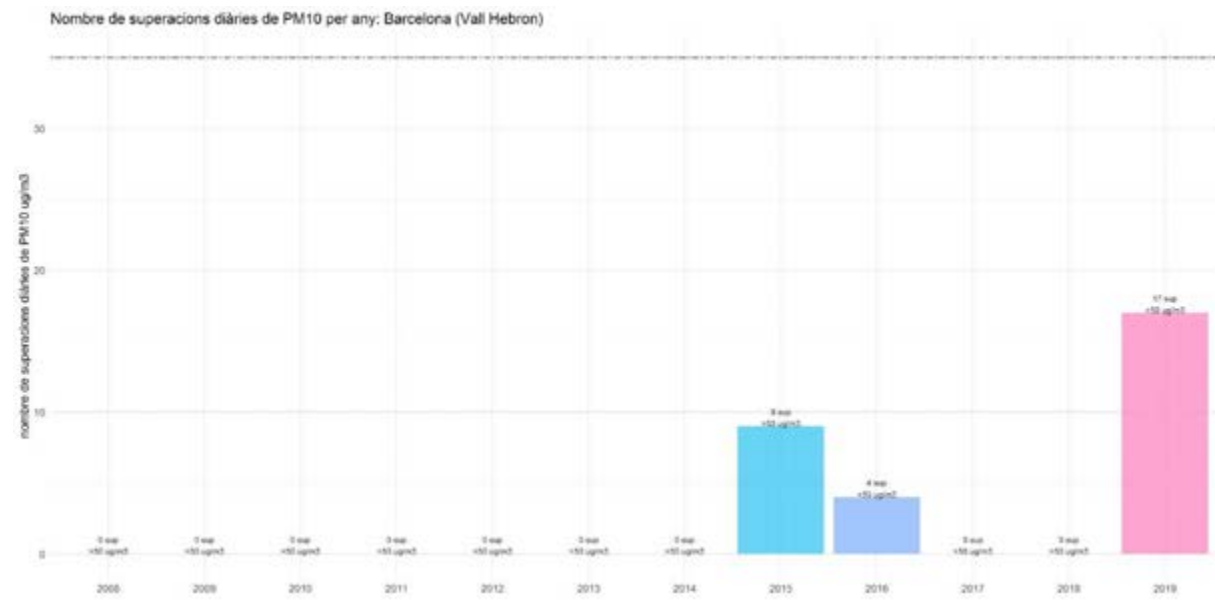
Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

Gràfic 159: Mitjana anual de la immissió de PM₁₀ i a l'estació de Barcelona – Vall d'Hebron



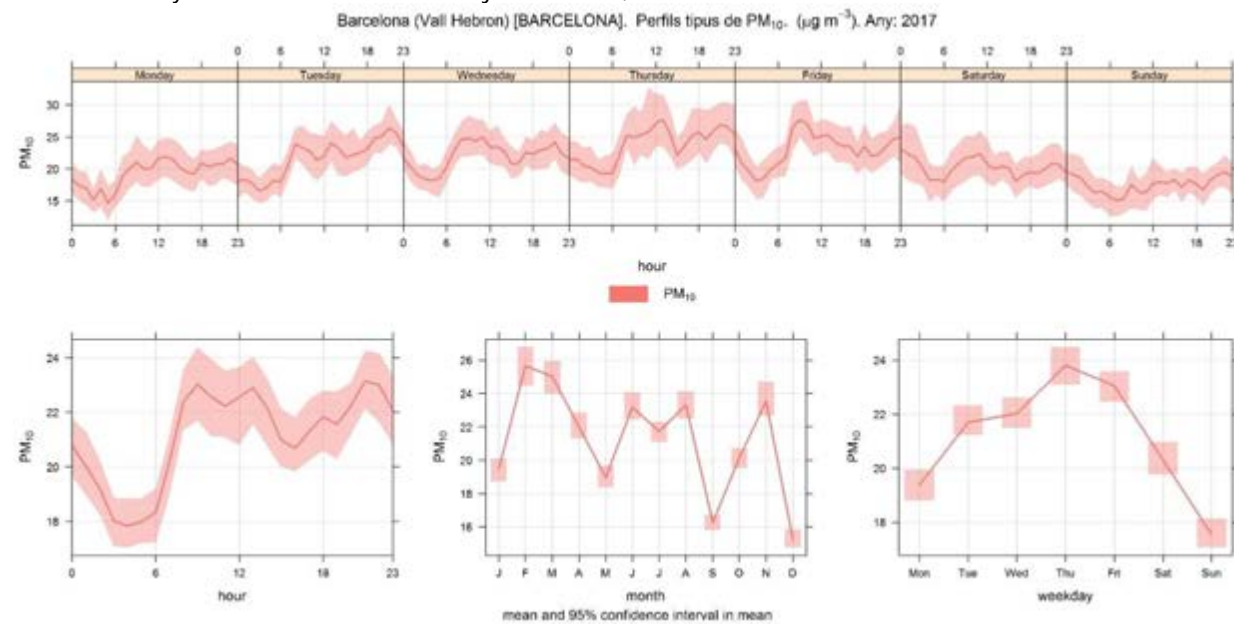
Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA. Nota: El valor referent a l'any 2015 no està considerat per l'avaluació de la qualitat de l'aire per insuficiència de dades registrades..

Gràfic 160: Nombre de superacions anuals (del VLH) de les mitjanes horàries de PM₁₀ a l'estació de Barcelona- Vall d'Hebron.



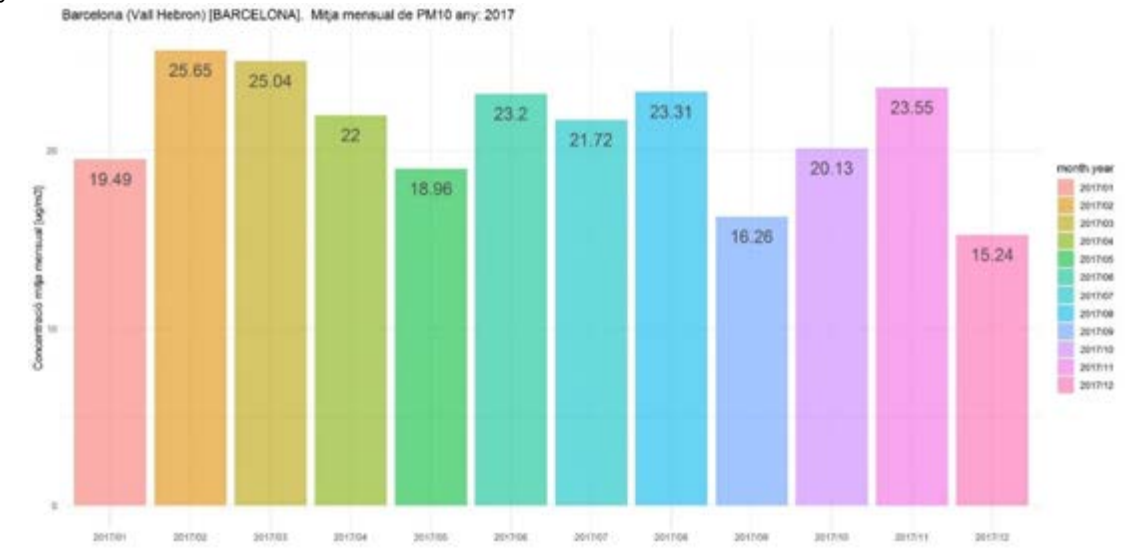
Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

Gràfic 161: Evolució setmanal de les mitjanes horàries de PM₁₀ (µg/m³) a l'estació de Barcelona Vall d'Hebron l'any 2017. També s'inclou mitjana horària, mensual i diària.



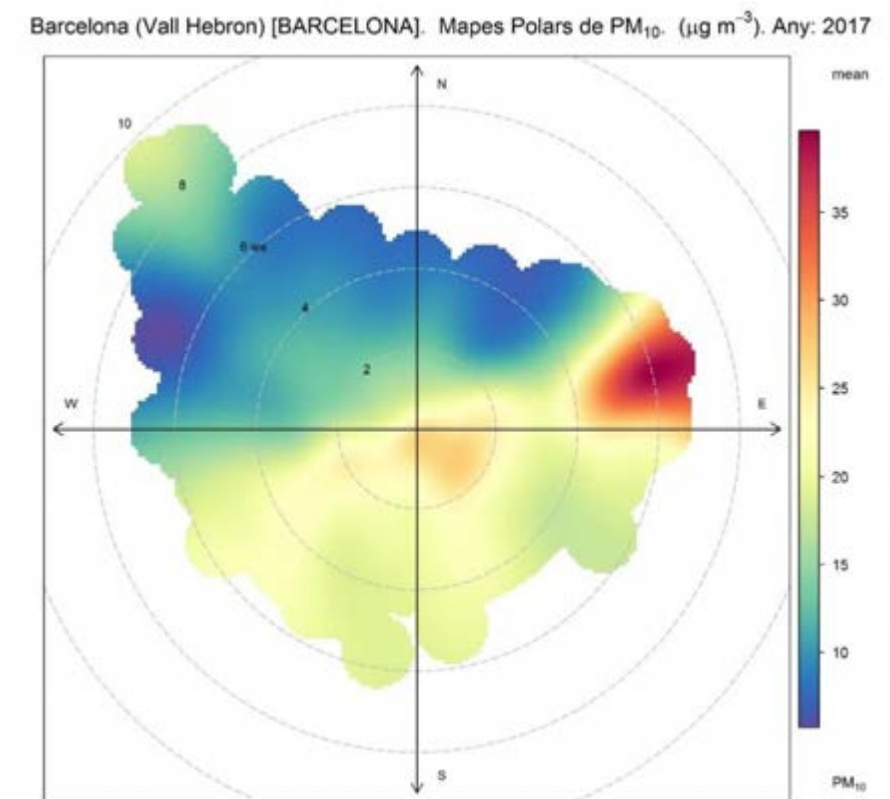
Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

Gràfic 162: Evolució mensual de les immissions de PM₁₀ (µg/m³) de l'estació de Barcelona –Vall d'Hebron l'any 2017



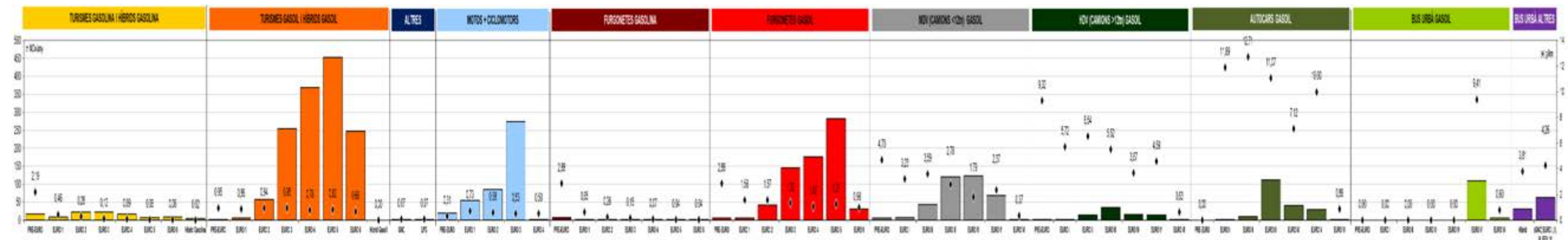
Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

Gràfic 163: Polar Plot; Immissió de PM₁₀ (µg/m³) segons direcció del vent a l'estació de Barcelona –Vall d'Hebron l'any 2017



Font: Barcelona Regional amb dades de la XVPCA

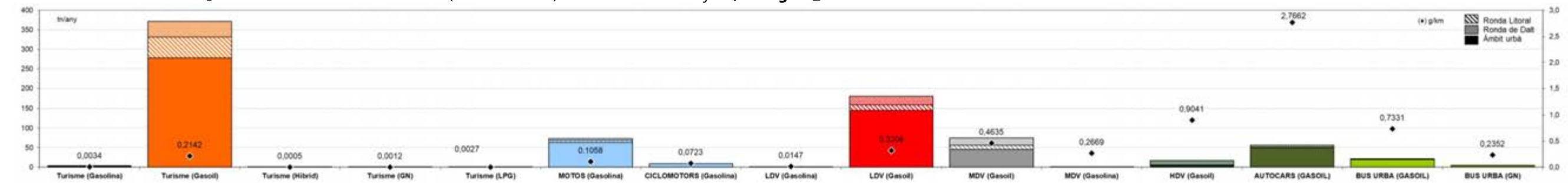
Gràfic 168: Emissions de NO_x de la circulació viària a Barcelona per tipologia EURO. Factor d'emissió mitjà: **0,7993 gNO_x/km**.



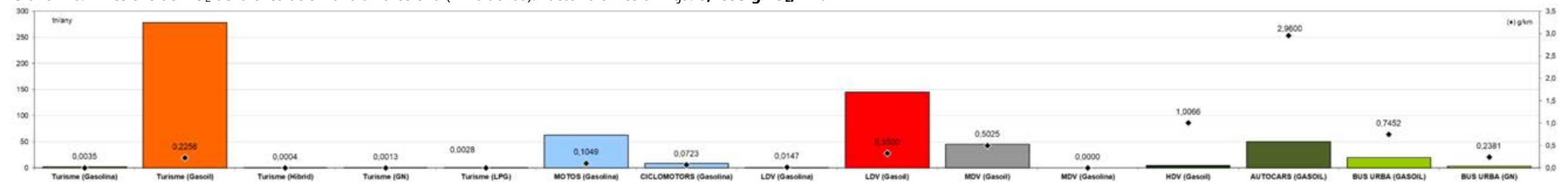
Font: Barcelona Regional. NOTA: Bus Urbà (Gasol) inclou autobusos híbrids de gasol.

A continuació es mostren les emissions (COPERT+RSD) i factors d'emissió de **NO₂** de cada tipologia de vehicle i àmbit de Barcelona.

Gràfic 169: Emissions de NO₂ de la circulació viària a Barcelona (tots els àmbits). Factor d'emissió mitjà: **0,1852 gNO₂/km**.

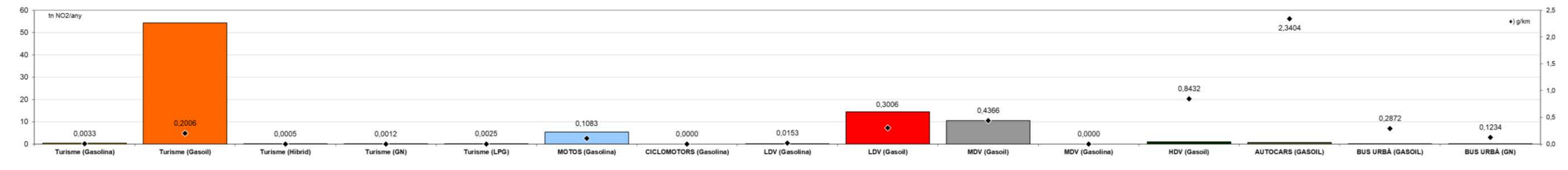


Gràfic 170: Emissions de NO₂ de la circulació viària a Barcelona (Àmbit urbà). Factor d'emissió mitjà: **0,1893 gNO₂/km**.

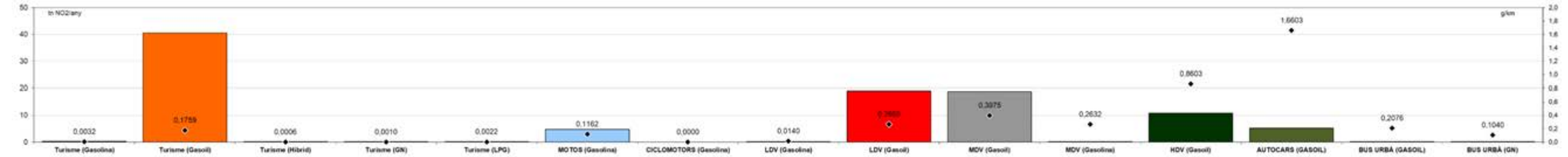


Font: Barcelona Regional. NOTA: Bus Urbà (Gasol) inclou autobusos híbrids de gasol.

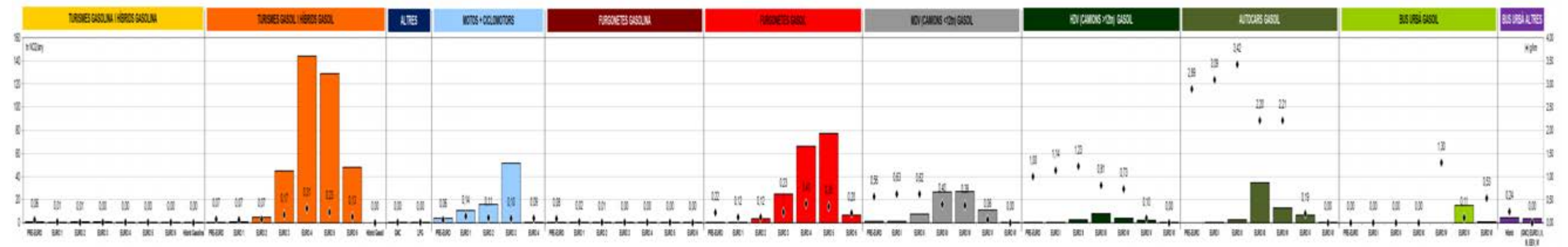
Gràfic 171: Emissions de NO₂ de la circulació viària a Barcelona (Ronda de Dalt). Factor d'emissió mitjà: **0,1566 gNO₂/km**.



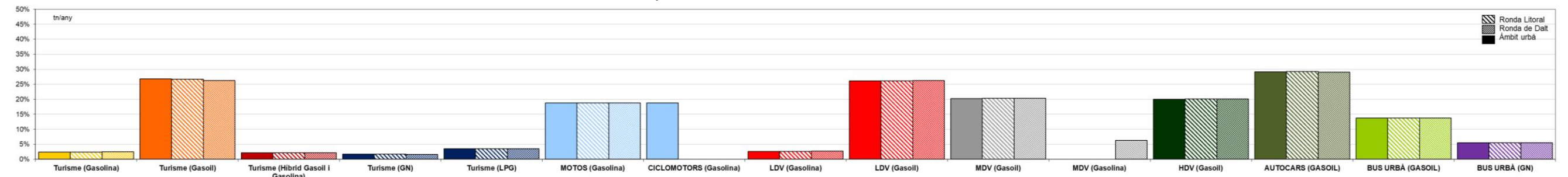
Gràfic 172: Emissions de NO₂ de la circulació viària a Barcelona (Ronda Litoral). Factor d'emissió mitjà: **0,1893 gNO₂/km**.



Gràfic 173: Emissions de NO₂ de la circulació viària a Barcelona. Factor d'emissió mitjà: **0,1852 gNO_x/km**.



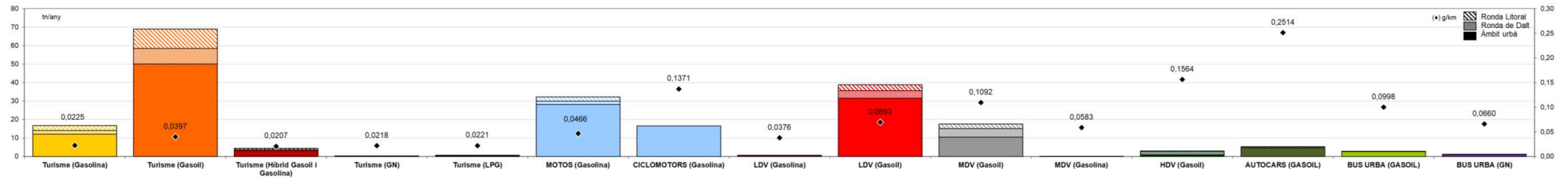
Gràfic 174: Fracció NO₂/NO_x de les emissions dels vehicles circulants de Barcelona. Fracció mitjana: 23,2%.



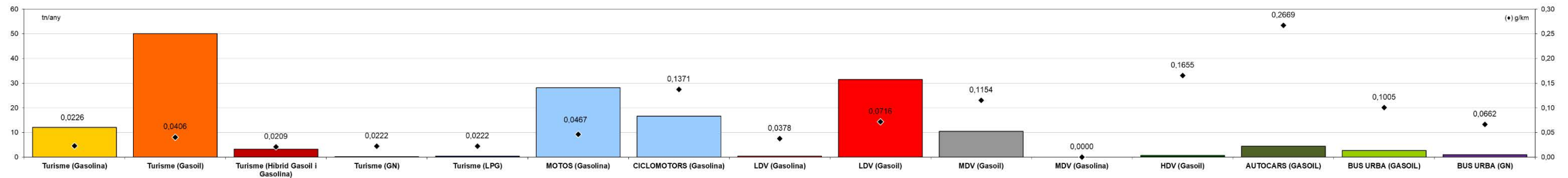
Font: Barcelona Regional. NOTA: Bus Urbà (Gasoil) inclou autobusos híbrids de gasoil.

A continuació es mostren les emissions (COPERT+RSD) i factors d'emissió de **PM₁₀** de cada tipologia de vehicle i àmbit de Barcelona.

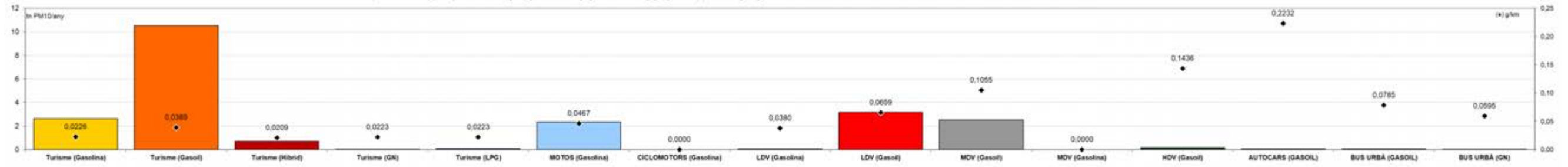
Gràfic 175: Emissions de PM₁₀ de la circulació viària a Barcelona (tots els àmbits, sense resuspensió). Factor d'emissió mitjà: **0,0477 gPM₁₀/km.**



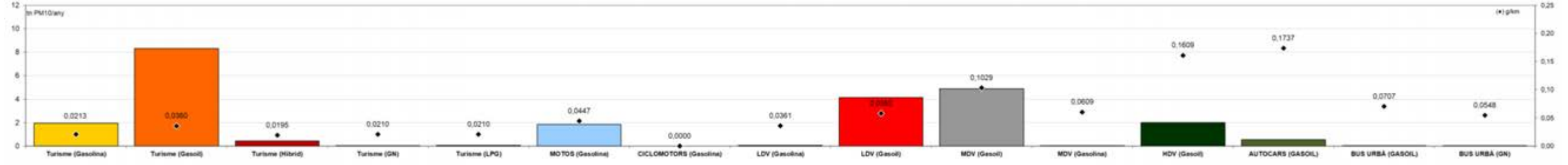
Gràfic 176: Emissions de PM₁₀ de la circulació viària a Barcelona (àmbit urbà). Factor d'emissió mitjà: **0,0480 gPM₁₀/km.**



Gràfic 177: Emissions de PM₁₀ de la circulació viària a Barcelona (Ronda de Dalt). Factor d'emissió mitjà: **0,0408 gPM₁₀/km.**

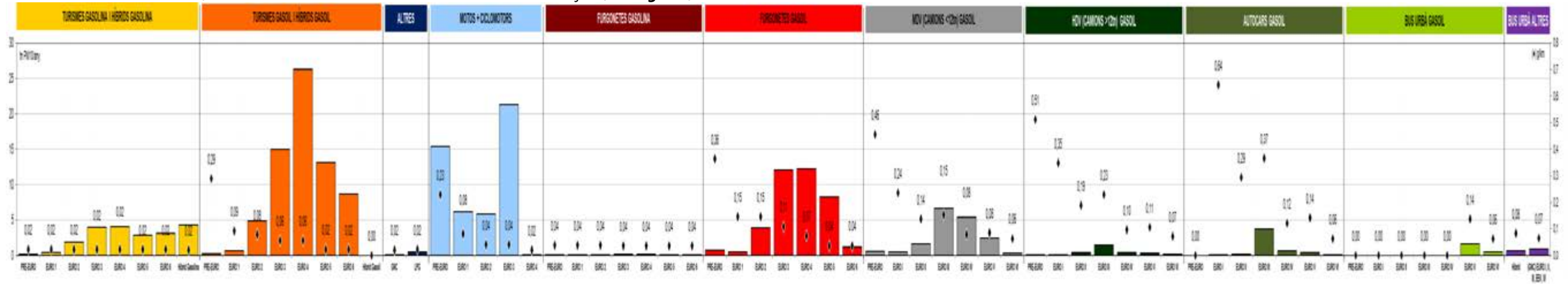


Gràfic 178: Emissions de PM₁₀ de la circulació viària a Barcelona (Ronda Litoral). Factor d'emissió mitjà: **0,0460 gPM₁₀/km.**



Font: Barcelona Regional. NOTA: Bus Urbà (Gasoil) inclou autobusos híbrids de gasoil.

Gràfic 179: Emissions de PM₁₀ de la circulació viària a Barcelona. Factor d'emissió mitjà: **0,0477 gPM₁₀/km**.

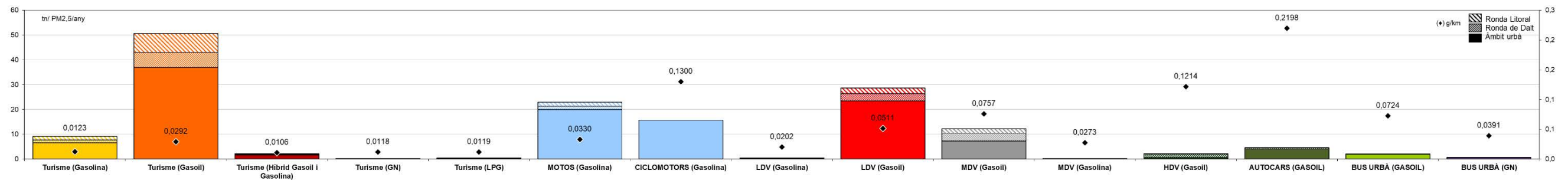


Font: Barcelona Regional. NOTA: Bus Urbà (Gasol) inclou autobusos híbrids de gasol.

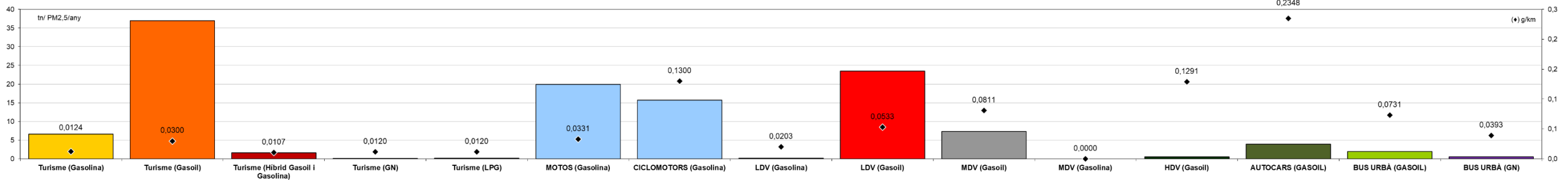
Com es pot observar a l'anterior imatge, els factors d'emissió per les partícules dels vehicles dièsel han millorat a mesura que s'anaven implementant nous estàndards de emissió, especialment a partir de EURO 5/V. A partir d'aleshores, tots els vehicles dièsel han de portar equipat obligatòriament un filtre de partícules. Abans, es tractava d'un sistema opcional que alguns fabricants oferien però altres ja equipaven de sèrie.

A continuació es mostren les emissions (COPERT+RSD) i factors d'emissió de **PM_{2,5}** de cada tipologia de vehicle i àmbit de Barcelona.

Gràfic 180: Emissions de PM_{2,5} de la circulació viària a Barcelona (tots els àmbits). Factor d'emissió mitjà: **0,0347 gPM_{2,5}/km**.

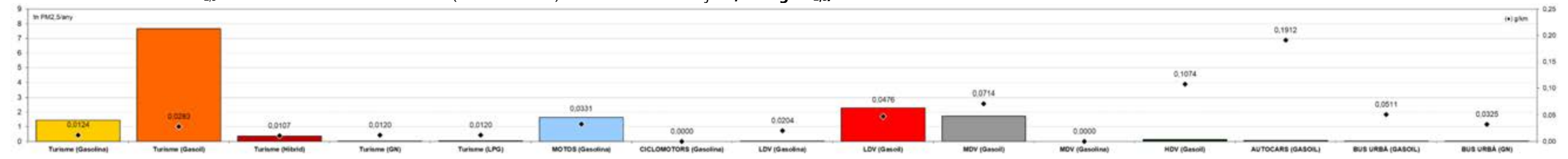


Gràfic 181: Emissions de PM_{2,5} de la circulació viària a Barcelona (àmbit urbà). Factor d'emissió mitjà: **0,0363 gPM_{2,5}/km**.

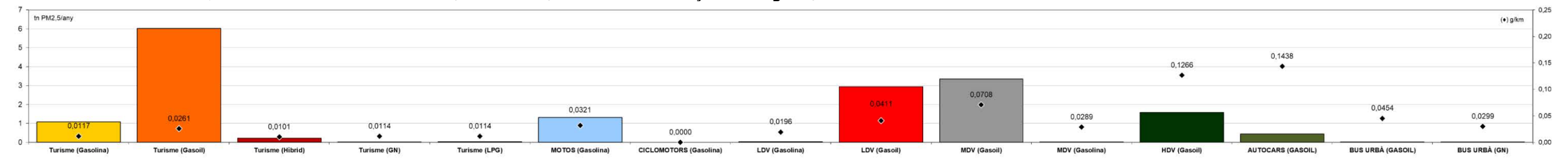


Font: Barcelona Regional. NOTA: Bus Urbà (Gasol) inclou autobusos híbrids de gasol.

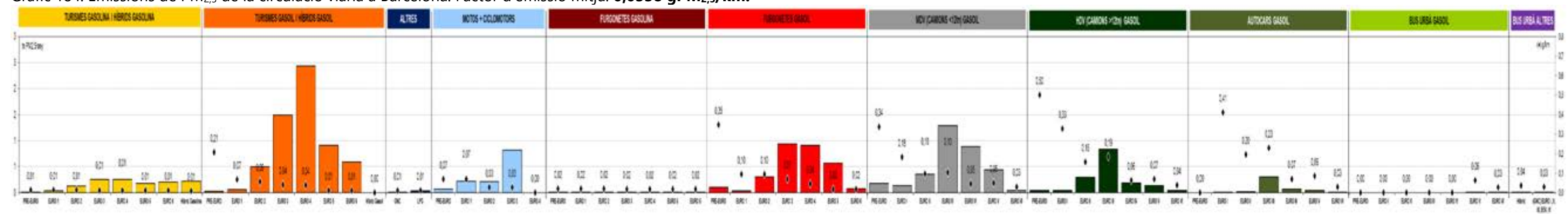
Gràfic 182: Emissions de PM_{2,5} de la circulació viària a Barcelona (Ronda de Dalt). Factor d'emissió mitjà: **0,0279 gPM_{2,5}/km**.



Gràfic 183: Emissions de PM_{2,5} de la circulació viària a Barcelona (Ronda Litoral). Factor d'emissió mitjà: **0,0316 gPM_{2,5}/km**.

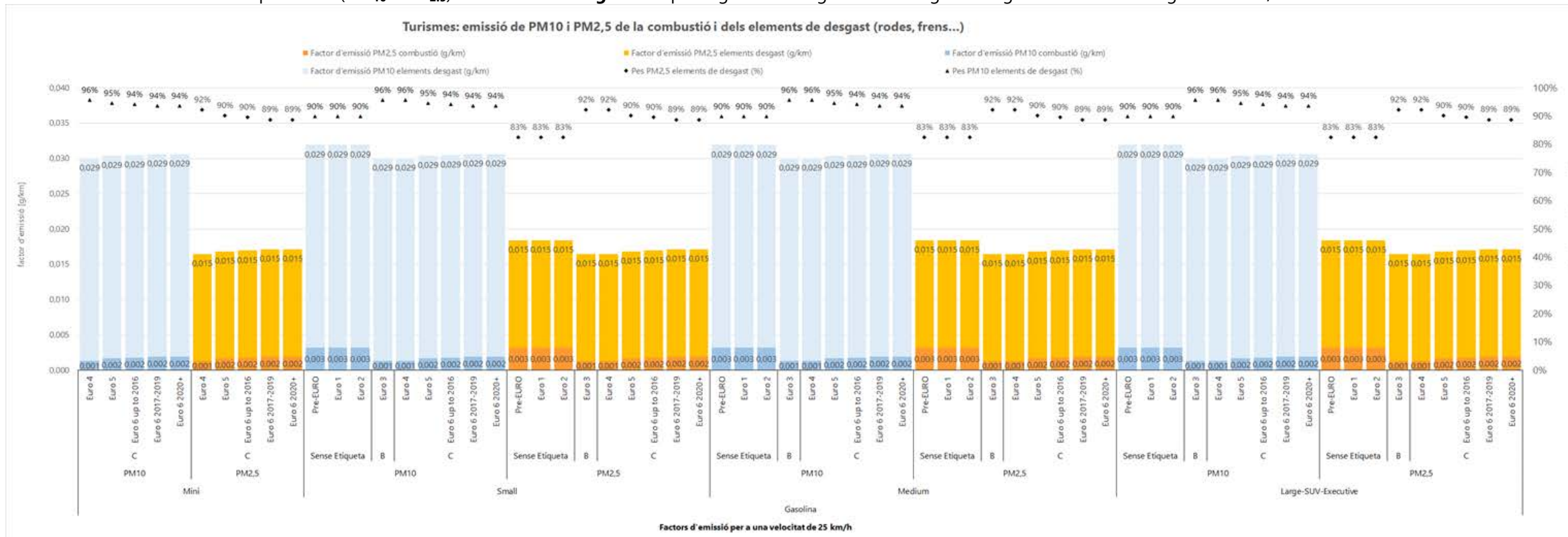


Gràfic 184: Emissions de PM_{2,5} de la circulació viària a Barcelona. Factor d'emissió mitjà: **0,0338 gPM_{2,5}/km**.



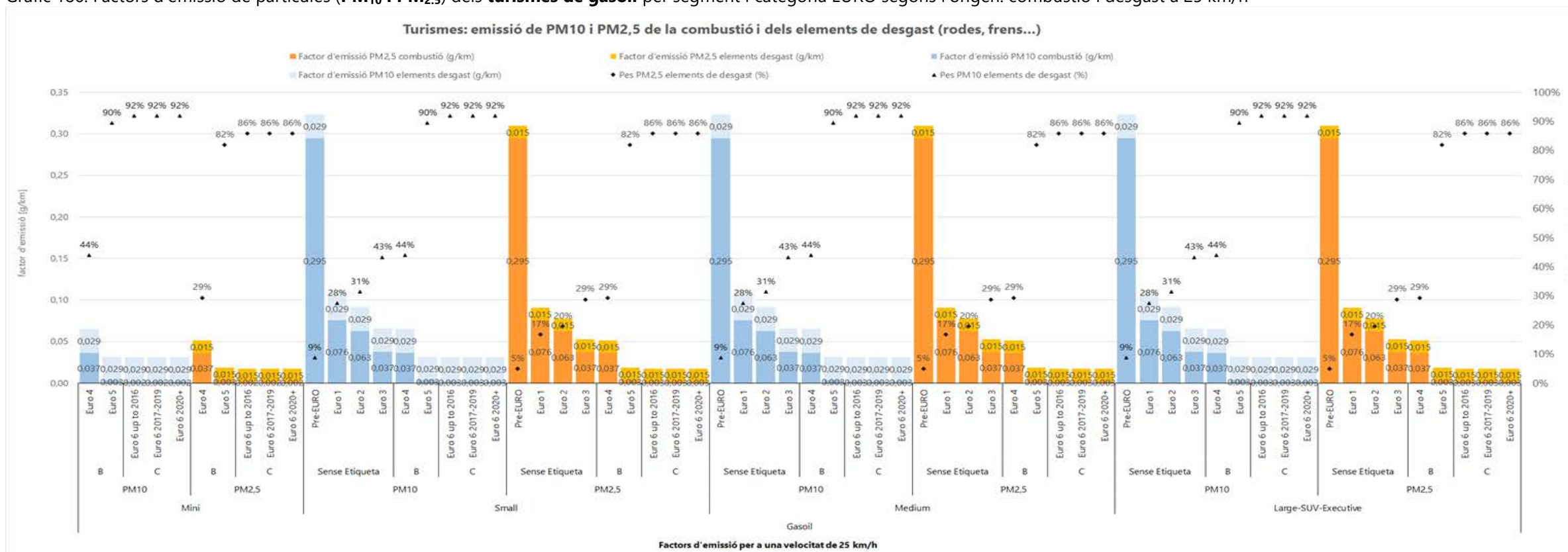
Font: Barcelona Regional. NOTA: Bus Urbà (Gasol) inclou autobusos híbrids de gasol.

Gràfic 185. Factors d'emissió de partícules (PM₁₀ i PM_{2.5}) dels turismes de gasolina per segment i categoria EURO segons l'origen: combustió i desgast a 25 km/h



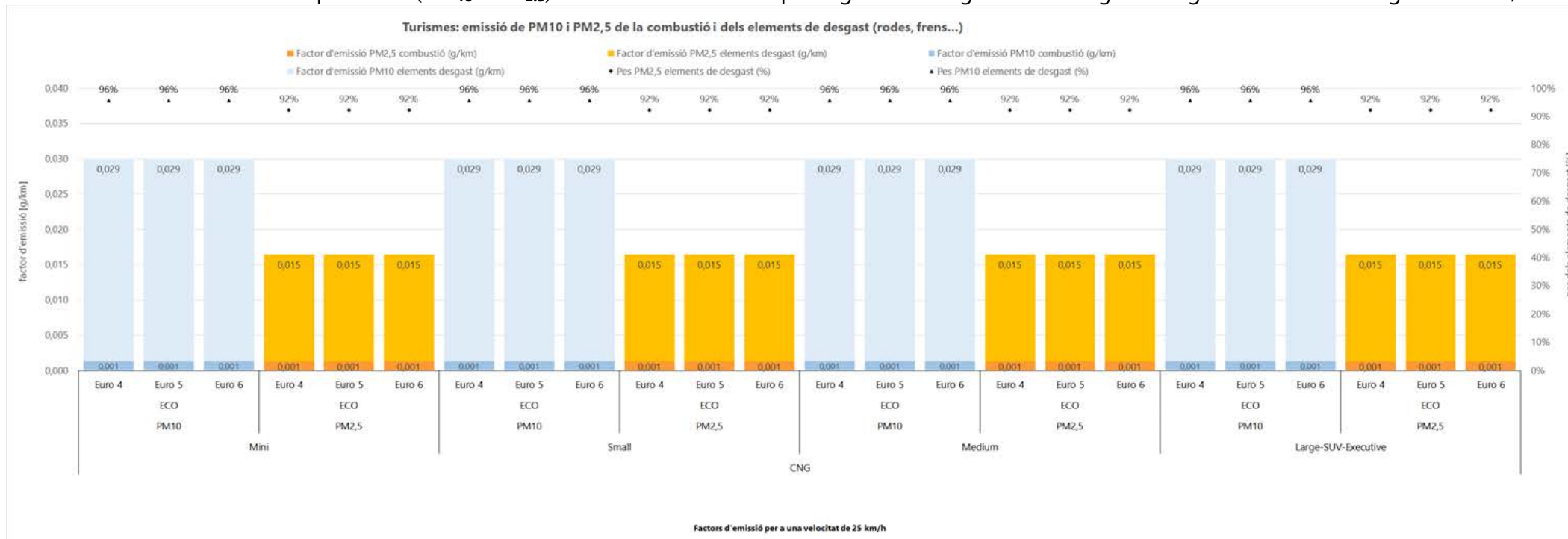
Font: Barcelona Regional amb dades de COPERT

Gràfic 186. Factors d'emissió de partícules (PM₁₀ i PM_{2.5}) dels turismes de gasoil per segment i categoria EURO segons l'origen: combustió i desgast a 25 km/h



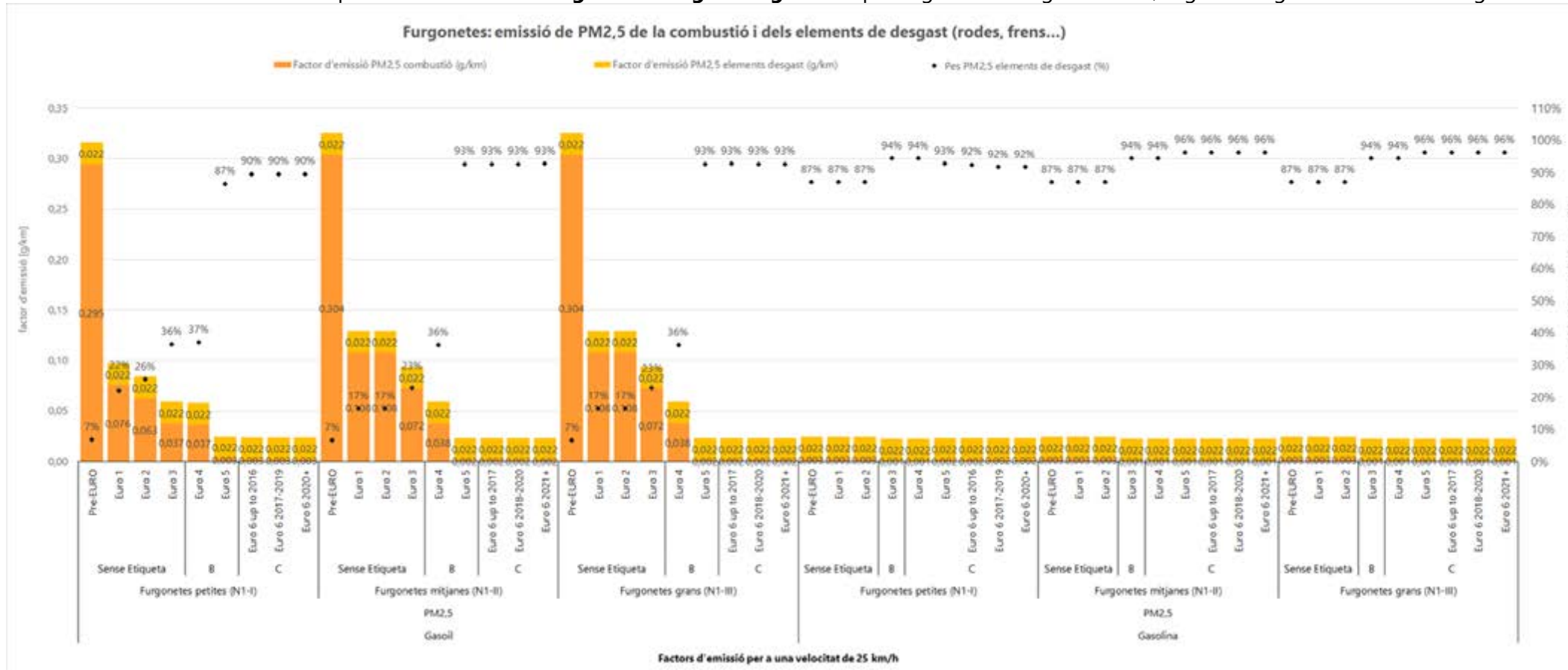
Font: Barcelona Regional amb dades de COPERT

Gràfic 187. Factors d'emissió de partícules (PM₁₀ i PM_{2,5}) dels turismes de CNG per segment i categoria EURO segons l'origen: combustió i desgast a 25 km/h



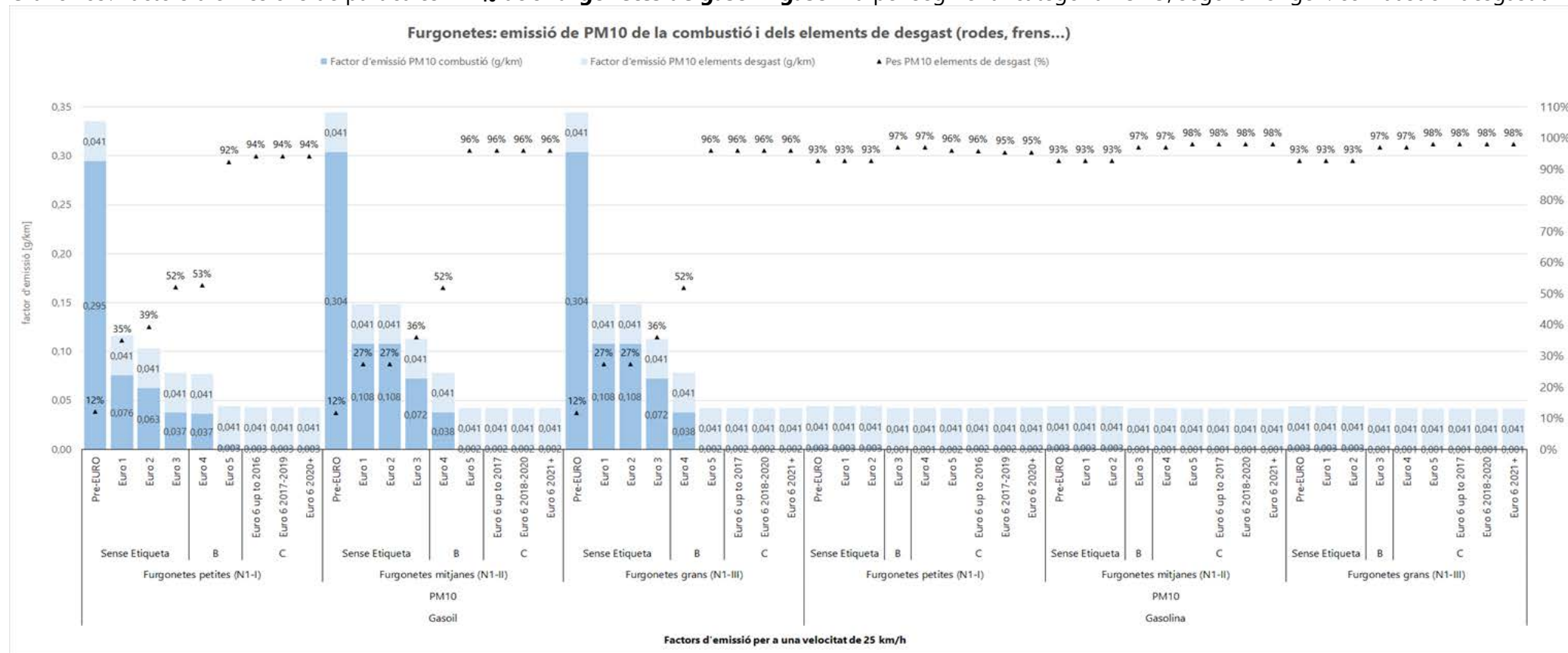
Font: Barcelona Regional amb dades de COPERT

Gràfic 188. Factors d'emissions de partícules PM_{2,5} dels furgonetes de gasoil i gasolina per segment i categoria EURO, segons l'origen: combustió i desgast a 25 km/h



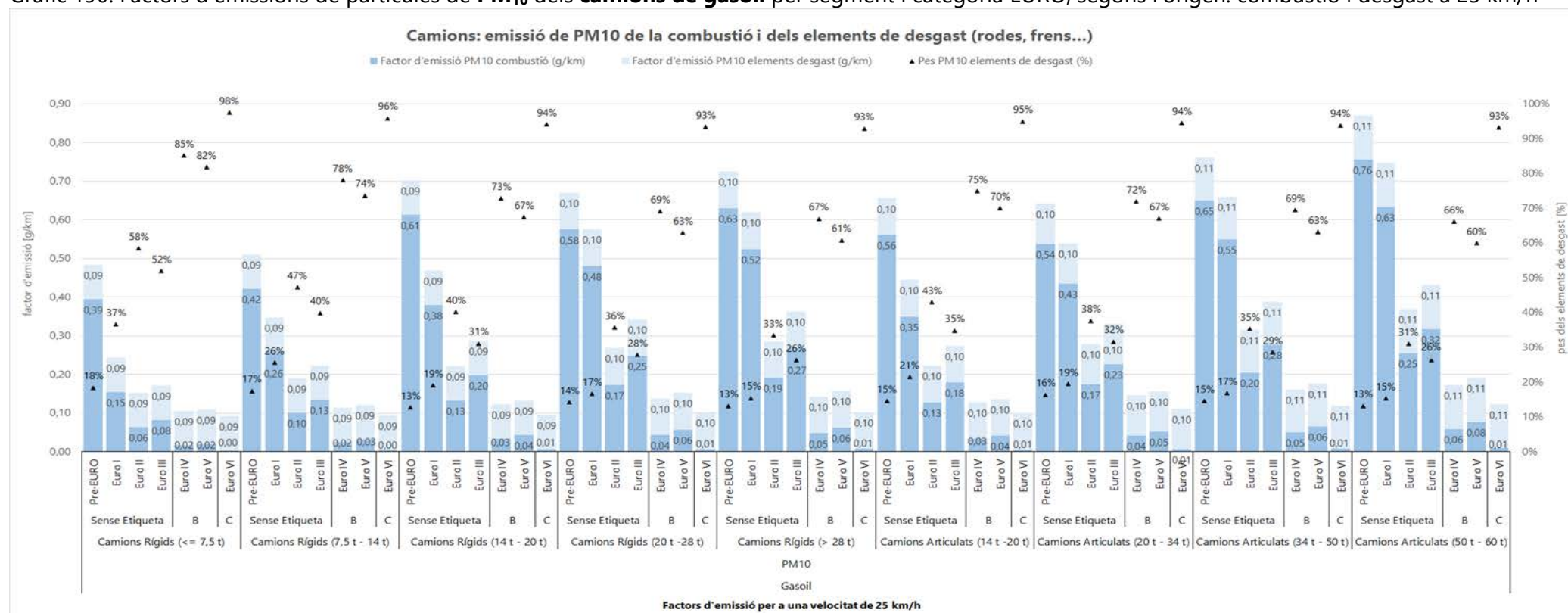
Font: Barcelona Regional amb dades de COPERT.

Gràfic 189. Factors d'emissions de partícules **PM₁₀** dels **furgonetes de gasoil i gasolina** per segment i categoria EURO, segons l'origen: combustió i desgast a 25 km/h



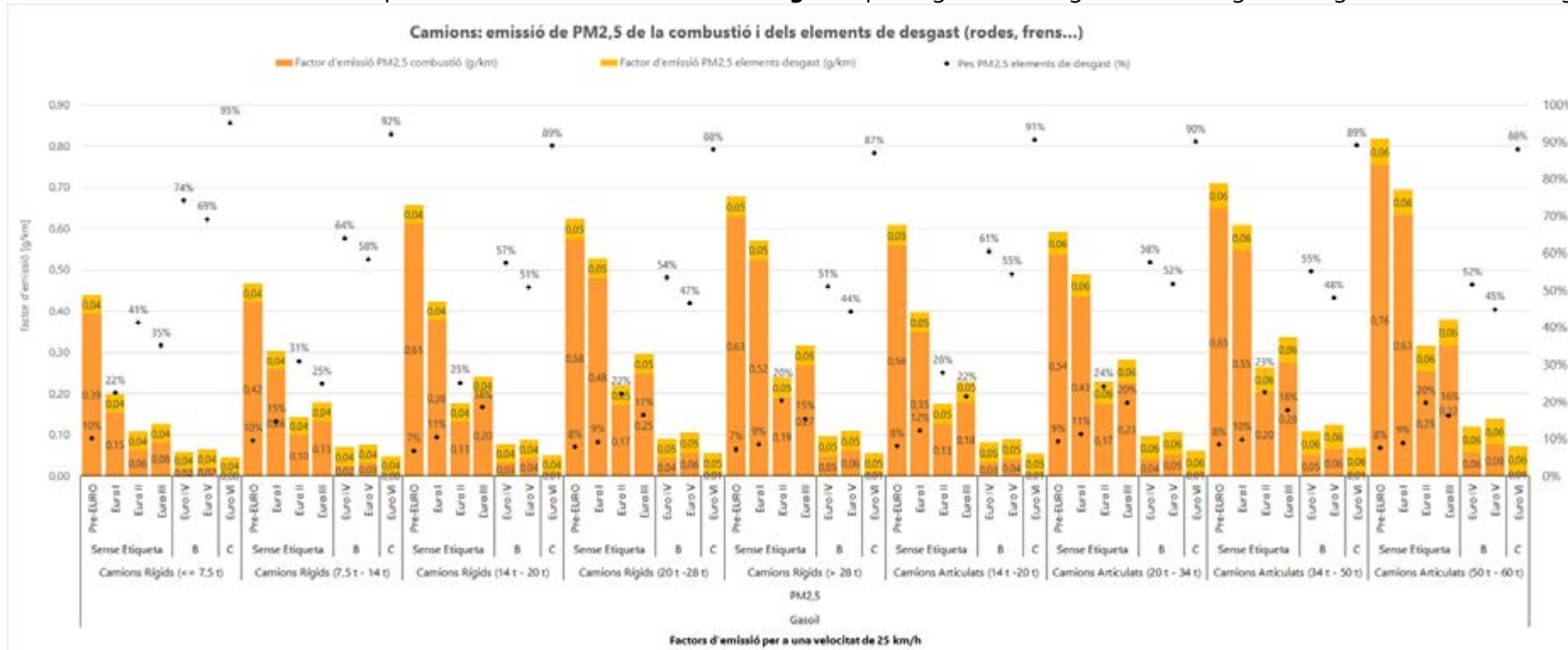
Font: Barcelona Regional amb dades de COPERT.

Gràfic 190. Factors d'emissions de partícules de **PM₁₀** dels **camions de gasoil** per segment i categoria EURO, segons l'origen: combustió i desgast a 25 km/h



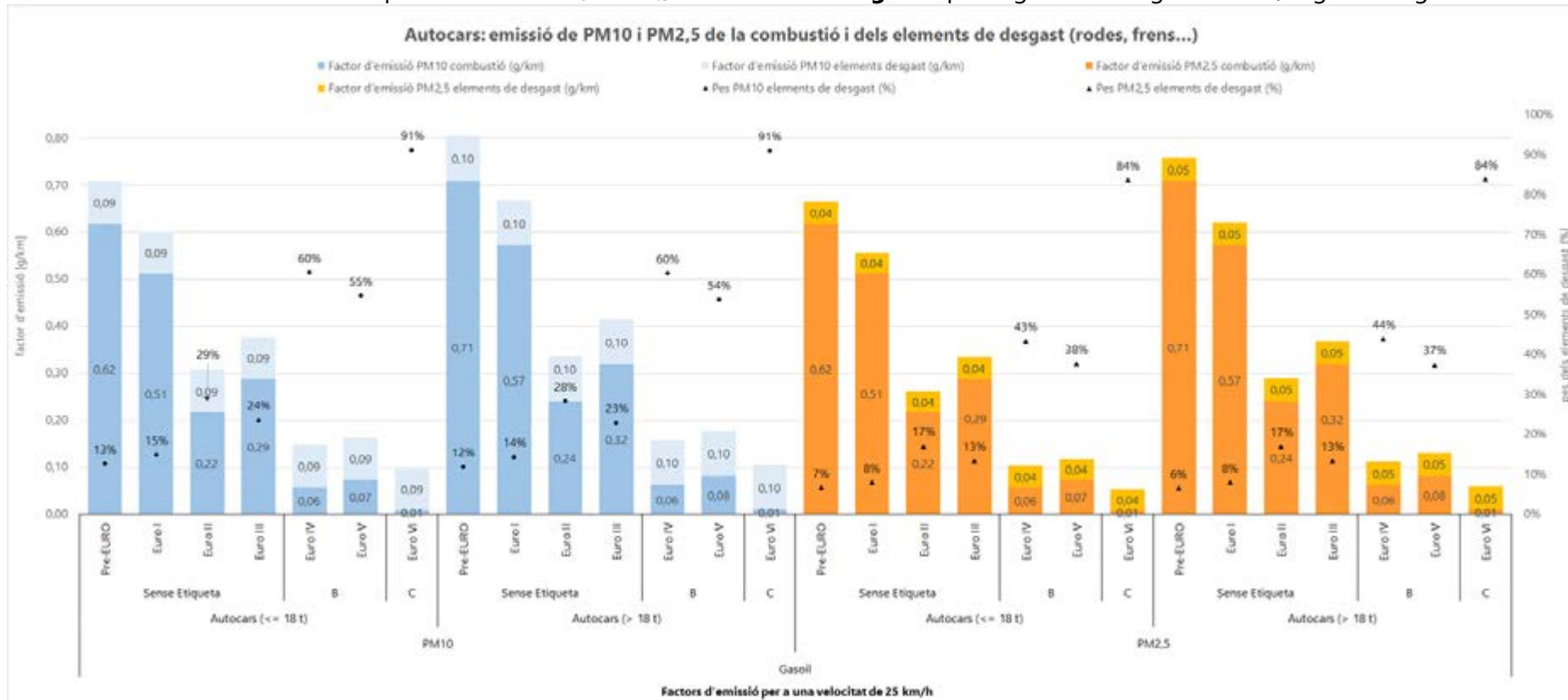
Font: Barcelona Regional amb dades de COPERT.

Gràfic 191. Factors d'emissions de partícules de **PM_{2.5}** dels **camions de gasoil** per segment i categoria EURO, segons l'origen: combustió i desgast a 25 km/h



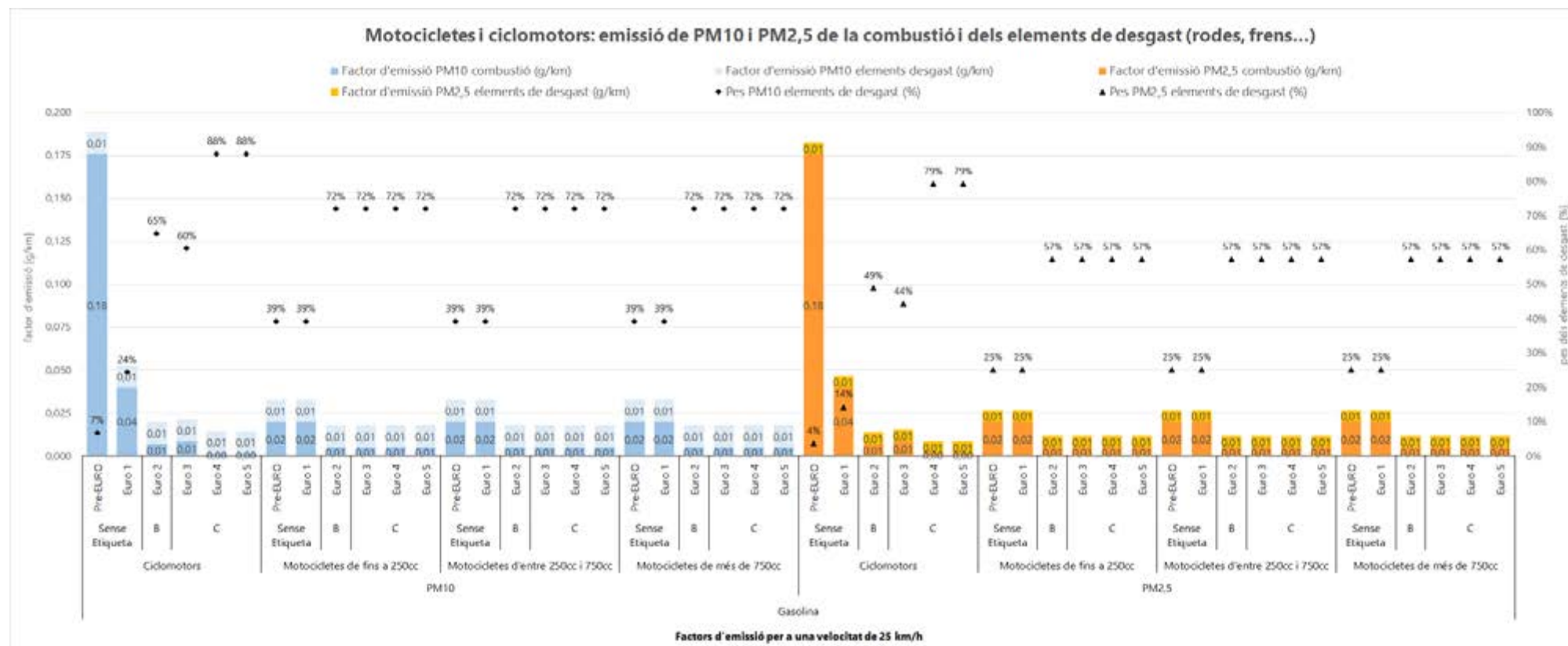
Font: Barcelona Regional amb dades de COPERT.

Gràfic 192. Factors d'emissions de partícules de **PM₁₀** i **PM_{2.5}** dels **autocars de gasoil** per segment i categoria EURO, segons l'origen: combustió i desgast a 25 km/h



Font: Barcelona Regional amb dades de COPERT.

Gràfic 193. Factors d'emissions de partícules de **PM₁₀** i **PM_{2,5}** dels **motocicletes i ciclomotors de gasolina** per categoria EURO, segons l'origen: combustió i desgast a 25 km/h



Font: Barcelona Regional amb dades de COPERT.

ALTRES FONTS D'EMISSIÓ URBANES DE PARTICULES

EMISSIONS PER OBRES

Aquest apartat fa referència a la metodologia seguida per estimar les emissions de les obres considerades al model de qualitat de l'aire.

Per el càlcul de les emissions s'ha utilitzat la metodologia EMEP/EEA 2016, que proposa l' Equació 1:

$$EM_{PM_{10}} = EF_{PM_{10}} \cdot A_{affected} \cdot d \cdot (1 - CE) \cdot \left(\frac{24}{PE}\right) \cdot \left(\frac{s}{9\%}\right) \quad (1)$$

PM ₁₀ emission factor	Affected area	Construc- tion duration	1 - control efficiency	Correction for soil moisture	Correction for silt content
--	------------------	-------------------------------	---------------------------	------------------------------------	-----------------------------------

Where:

- EM_{PM10} = PM₁₀ emission (kg PM₁₀)
- EF_{PM10} = the emission factor for this pollutant emission (kg PM₁₀/[m² · year])
- A_{affected} = area affected by construction activity (m²)
- d = duration of construction (year)
- CE = efficiency of emission control measures (-)
- PE = Thornthwaite precipitation-evaporation index (-)
- s = soil silt content (%)

Font: EMEP/EEA 2016 (capítol 2.A.5.b: Construction and demolition)

En aquest sentit, per calcular el índex PE és necessari conèixer la precipitació (P_i) i la temperatura mitjana mensual (T_i). D'aquesta manera es pot avaluar l'índex PE amb la següent expressió:

$$PE \text{ index} = 3.16 \sum_{i=0}^{12} \left(\frac{P_i}{1.8 T_i + 22} \right)^{\frac{10}{9}}$$

Taula 39. Càlcul del índex PE (valors mensuals mitjans)

Mes	P _i (mm)	T _i (°C)	PE_index
Gener	28,1	10,2	2,1133
Febrer	23	13,2	1,4714
Març	126,5	14,6	9,2149
Abril	40,9	15,7	2,5133
Maig	13,5	19,7	0,6321
Juny	17,2	25	0,6975
Juliol	14,7	25,4	0,5789
Agost	19,2	26,1	0,7630
Setembre	40,8	21,8	2,0124
Octubre	104,1	20,4	5,9701
Novembre	10	14,4	0,5541
Desembre	4,1	11,1	0,2383
TOTAL	442,1	18,1	26,76

Font: Barcelona Regional

Per tal de conèixer el contingut de llim (s), es va partir del mapa geològic de Catalunya de l'any 2006. Aquest es pot observar a la imatge següent.

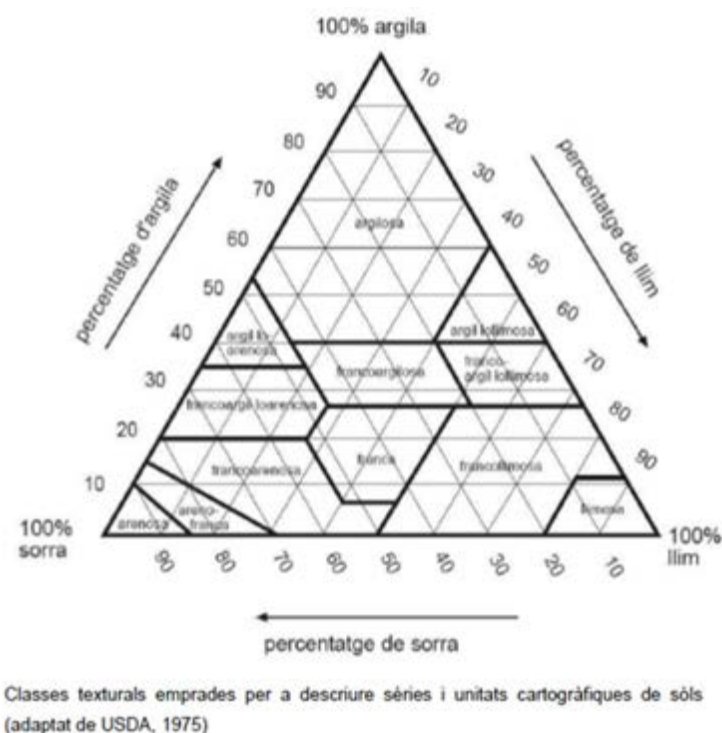
Imatge 194: Mapa geològic de Barcelona



Font: Mapa geològic de Catalunya ICGC 2006 (e 1:50.000)

Al darrer mapa es pot apreciar que les obres de la Plaça de Les Glòries es troben en terres argiloses, mentre que l'estació de La Sagrera es troba en terres sorroses. Així doncs, un cop determinat quin substrat té cada obra, es calcula el contingut de llim (s) a partir del següent diagrama.

Gràfic 195 Diagrama triangular per a la determinació de la classe textural segons criteris USDA



Font: ICGC 2017. Guia metodològica per a la redacció dels projectes de cartografia de sòls. Escala 1:25.000

Segons l'anterior diagrama, el contingut de llim del sòl de la Plaça de Les Glòries es troba al voltant del 20% i el de l'estació de La Sagrera del 10%.

Pel que fa a la metodologia EMEP/EEA, el factor de llim per defecte proposat és de 1 kg/(m²·any) per PM₁₀ i 0,6 kg/(m²·any) per PM_{2,5}. S'ha considerat que les actuacions de control tenen una eficiència del 70%.

Aquestes dades es van a substituir a l'Equació 1, calculant així un factor d'emissió per a totes dues obres.

Taula 40. Resum de les variables utilitzades per al càlcul del factor d'emissió de PM₁₀ per obres.

Variable	Unitats	Plaça de Les Glòries	Estació de La Sagrera
PM Factor per defecte	kg/m ²	1,0	1,0
Àrea de treball	m ²	1,0	1,0
Durada de l'obra	anys	1,0	1,0
Control eficiència	%	70%	70%
PE índex	-	26,8	26,8
Contingut de llim	%	20%	10%
Factor emissió PM₁₀ calculat	(kg/m²·any)	0,598	0,299

Font: Barcelona Regional

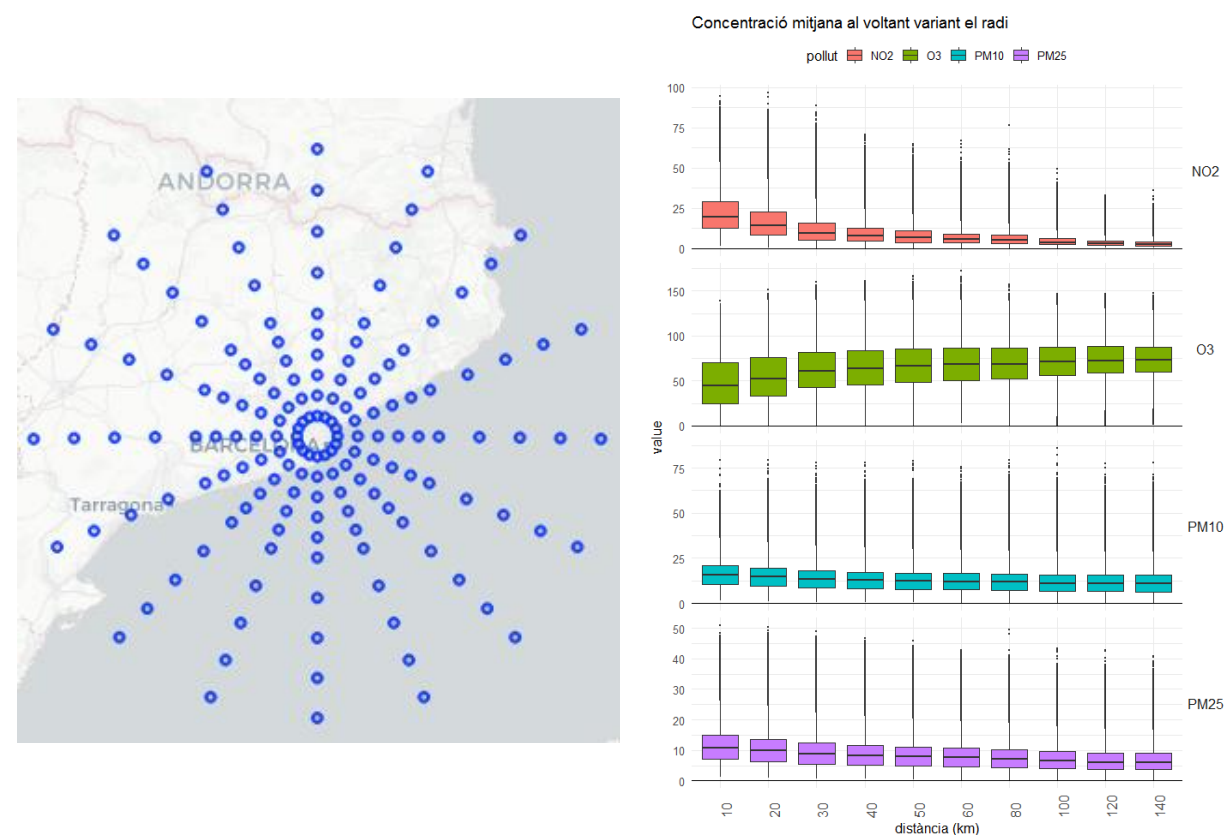
El factor d'emissió calculat fa referència a les emissions per any d'activitat, però les obres de l'estació de La Sagrera i la Plaça de Les Glòries s'han realitzat de forma intermitent, per tant no ha sigut possible disposar d'un calendari de treball. Per tant, es va assignar un fracció del temps de treball de l'obra al 2017 i es van a calcular les emissions totals anuals de PM₁₀. Finalment, aquestes es van a distribuir al llarg de l'any

ANÀLISI DE LA CONTRIBUCIÓ DEL FONTS

Les condicions de fons representen la concentració dels contaminants que es troben al voltant de l'àrea d'estudi i són introduïdes endins a causa del vent. Tal i com es mostra al capítol 5 d'aquest document, s'han utilitzat les dades de l'Ensemble CAMS model (CAMS Information, 2017) per extreure els valors de contaminació que entra dins l'àrea de modelització (**concentració de fons del model**), prenent com a referència la meteorologia de l'estació de l'Observatori Fabra, que és representativa de la meteorologia regional de l'àmbit analitzat.

Amb l'objectiu d'analitzar la contribució del fons i la relació que guarda amb la distància respecte Barcelona, s'ha elaborat una malla en coordenades polars i s'han extret els valors de concentració del model de CAMS per a diferents punts d'aquesta malla segons la distància respecte el focus (Barcelona). A la figura següent es mostra la malla polar i els valors mitjans de concentració, variant la distància radial respecte a Barcelona pels contaminants O₃, NO₂, PM₁₀, PM_{2,5}.

Gràfic 196: Valors mitjans de concentració per a diferents contaminants variant la distància radial respecte a Barcelona [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]

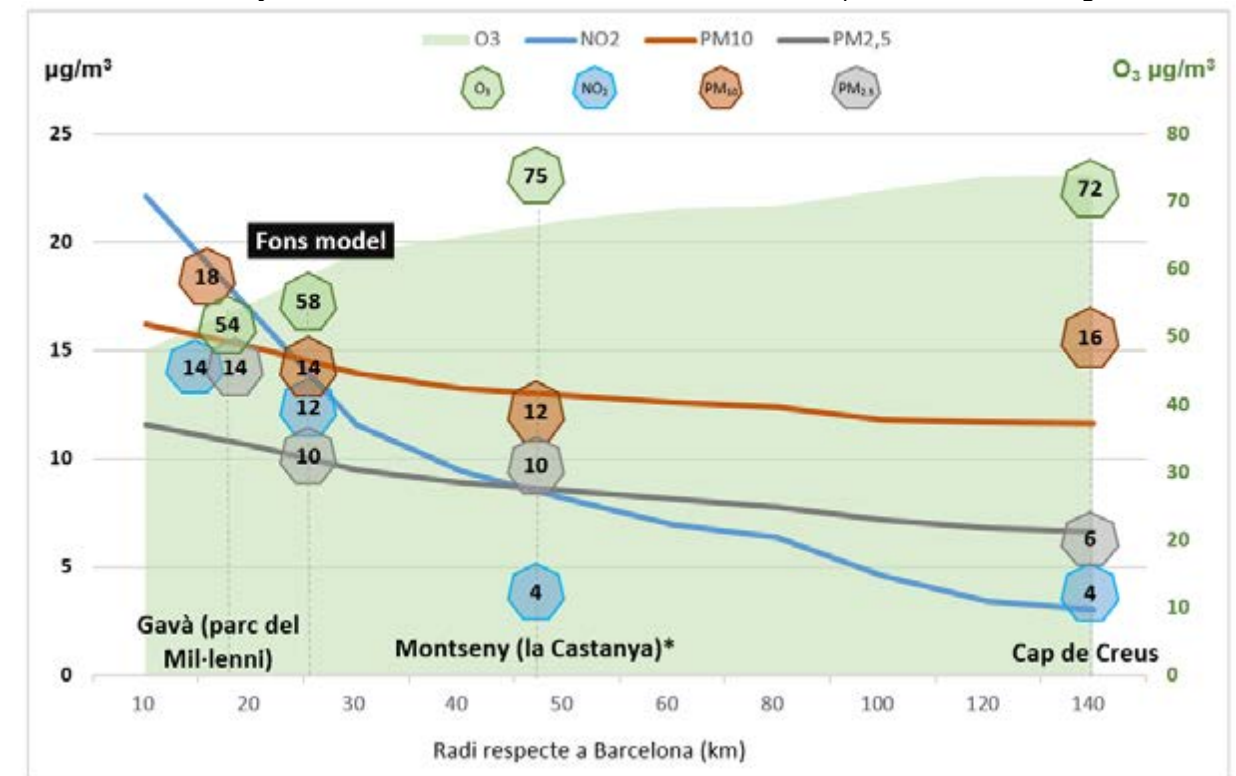


Font: Barcelona Regional a partir de CAMS Information 2017

A la gràfica següent es mostren els valors mitjans de concentració en superfície extrets del model variant la distància radial respecte Barcelona, juntament amb els valors mitjans anuals de concentració d'algunes estacions de fons representatives de la contaminació de fons suburbà com la de Gavà – Parc del Mil·lenni. Estacions representatives de la contaminació de fons rural com la de Montseny (la Castanya) i Cap de Creus. En aquesta gràfica els valors del NO₂, PM₁₀ i PM_{2,5} es mostren amb línies, mentre que l'O₃ amb àrea ombrejada i en escala secundària per facilitar-ne lectura. També es mostren els valors de fons considerats al model (marcats com a "Fons model").

Respecte a les dades de l'estació de Montseny (la Castanya) és important destacar que aquesta estació es troba ubicada a 693 metres sobre el nivell del mar, fet que incideix en la concentració d'O₃, ja que els nivells d'aquest contaminant s'incrementen amb l'alçada. De fet, l'ozó augmenta la seva concentració consumint (reduint) la de NO₂ (necessari per la seva formació).

Gràfic 197: Valors mitjans de concentració variant la distància radial respecte a Barcelona [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]



Font: Barcelona Regional a partir de CAMS Information 2017 i XVPCA

A la gràfica anterior es pot observar com la concentració de NO₂ decreix ràpidament amb la distància respecte a Barcelona, al mateix temps que la concentració d'O₃ augmenta, assolint cert règim estacionari cap als 100-120 km de Barcelona. En el cas de les partícules (PM₁₀ i PM_{2,5}) la corba decreix més lentament i s'estabilitza cap als 40-50 km de Barcelona.

Pel que fa a la relació entre les dades del model (valors mitjans amb la mateixa distància) i les estacions de la XVPCA mostrades, es pot observar que per Gavà-Parc del Mil·lenni (estació de fons suburbà ubicada a la perifèria de l'àrea urbana de Gavà), les dades mitjanes del model, sobreestimen la concentració de NO₂ i subestimen les partícules a una distància equivalent respecte a Barcelona. En el cas de l'ozó (O₃), els valors s'ajusten bé, la qual cosa indica que la contribució de les emissions locals són molt importants.

En el cas de l'estació de Montseny (la Castanya), el model s'ajusta relativament bé per les partícules, però subestima l'ozó. El NO₂ és sobreestimat, fet que pot ser degut, tal i com s'ha dit abans, a l'alçada d'aquesta estació. Per altra banda, els valors de NO₂ i O₃ del model són semblants als de l'estació de Cap de Creus a la seva localització. Tot i així, l'estació reporta valors de PM₁₀ més elevats que els del model a aquella distància respecte Barcelona. Això pot ser degut a la contribució dels

aerosols marins creats per la polvorització de les sals marines causades pel fort vent que predomina en aquella zona i que precipiten ràpidament.

En aquest sentit, els valors utilitzats com a concentració de fons pel model semblen coherents tenint en compte seva la variació de concentració mitjana amb la distància i respecte a les estacions de fons de la XVPCA analitzades. De fet, si es representen les concentracions de fons introduïdes al model a cadascuna de les corbes de concentració de l'anterior gràfic, s'observa que totes les concentracions correspondrien a un distància d'uns 25 km de Barcelona, fet que posa de manifest una concepció coherent de la contaminació de fons, ja que l'àmbit de l'inventari del model ja contempla uns 25 km d'extensió al voltant de Barcelona.

A més, si es comparen les dades mitjanes anuals obtingudes com a fons del model del 2017 amb les dades de la nova estació de qualitat de l'aire instal·lada a l'Observatori Fabra l'any 2018, s'observa una gran semblança, especialment per NO_2 i PM_{10} ($12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivament registrats a l'estació) respecte a $12,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de NO_2 i $14,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} pel fons del model al 2017. Tot i que les dades no són referents al mateix any i que la sèrie de dades no és completa, la ubicació en altura (415 m.s.n.m) de l'estació fa que els seus valors siguin representatius del fons urbà de Barcelona, ja que està prou allunyada de la influència directa dels focus d'emissió locals.

FACTORS D'EMISSIÓ UTILITZATS

A continuació es llisten els factors d'emissió utilitzats per a la modelització:

Taula 41: Factors d'emissió utilitzats

	Font	Valor
Sector transport viari		
Vehicles	COPERT 5 + RSD + DFRA graf viari AMB	Variable en funció de tipologia, antiguitat i velocitat de circulació
Sector Domèstic		
Gas natural	EMEP/EEA 2016	Cuina a gas: 60 g NO _x /GJ, 2,2 g de PM ₁₀ i PM _{2,5} , 2,0 de NMCOVs g/GJ. 0,3 de SO _x g/GJ Caldera: 42 g NO _x /GJ i 0,2 g de PM ₁₀ i PM _{2,5} , 1,8 de NMCOVs g/GJ, 0,3 de SO _x g/GJ
GLP	EMEP/EEA 2016	50 g NO _x /GJ i 5 g de PM ₁₀ , 2,0 de NMCOVs g/GJ, 0,22 de SO _x g/GJ
Gasoil C	EMEP/EEA 2016	69 g NO _x /GJ i 1,5 g de PM ₁₀ i PM _{2,5} , 0,17 de NMCOVs g/GJ, 79 de SO _x g/GJ
Sector comercial		
Gas natural	EMEP/EEA 2016	73 g NO _x /GJ i 0,45 g de PM ₁₀ i PM _{2,5} , 0,36 de NMCOVs g/GJ. 1,4 de SO _x g/GJ
Sector industrial		
Grans focus industrials i generació energia	Mesures Reals	Variable en funció de lectures reals registrades
Gas natural: resta de sector industrial	EMEP/EEA 2016	73 g NO _x /GJ i 0,45 g de PM ₁₀ i PM _{2,5} , 2,0 de NMCOVs g/GJ. 0,3 de SO _x g/GJ
Aeroport de Barcelona - El Prat		
Aeronaus i sistemes auxiliars	EMEP/EEA 2016	Variable en funció de tipologia i potència
Port de Barcelona		
Vaixells i auxiliars	EMEP/EEA 2009 Mesures Reals	Variable en funció de tipologia i potència

Les temperatures introduïdes a COPERT per calcular les emissions HOT + COLD són les següents:

Taula 42. Paràmetres utilitzats en relació a la meteorologia (2017)

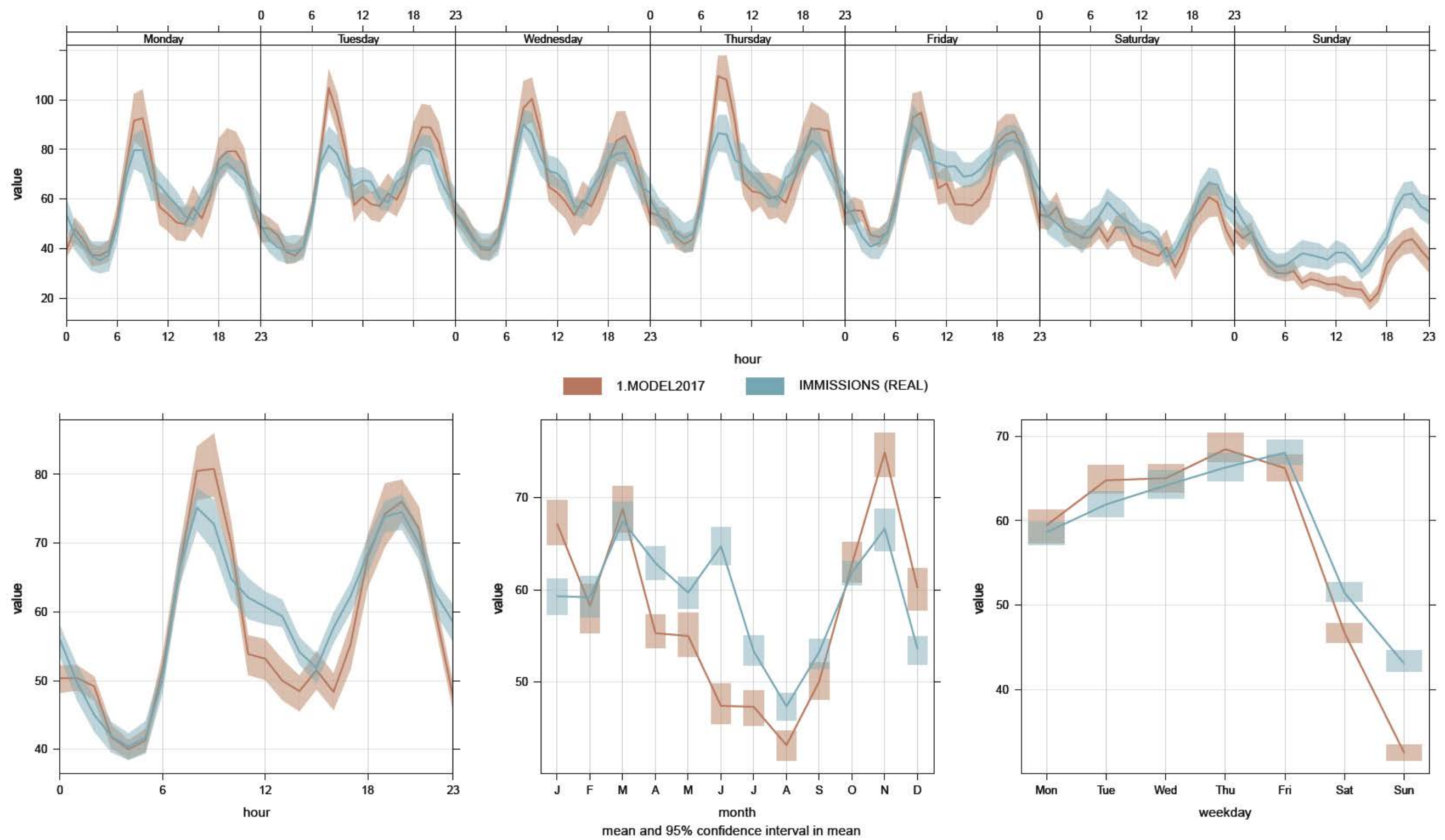
	Temperatura (mínima (°C))	Temperatura màxima (°C)	Pressió atmosfèrica (kPa)	Humitat relativa (%)	Beta (β)
Gener	7,5	13,4	101,59	59	0,288496
Febrer	10,5	16,5	101,41	67	0,27288
Març	11,3	18,7	101,42	64	0,2652
Abril	12,5	19,4	101,44	62	0,260336
Maig	16,8	23,2	101,26	63	0,2396
Juny	22	28,8	101,15	60	0,211952
Juliol	22,9	28,5	101,2	67	0,210416
Agost	23,5	29,4	101,27	65	0,206576
Setembre	18,7	24,9	101,32	66	0,230384
Octubre	17,7	23,4	101,74	70	0,236784
Novembre	11	18,2	101,38	54	0,267248
Desembre	8,1	14,6	101,67	55	0,283888

Font: Servei Meteorològic de Catalunya; el valor de beta calculat mitjançant COPERT5. (β) és un factor relatiu a les emissions en fred dels vehicles.

ESTADÍSTICS DE LES ESTACIONS DE LA XVPCA

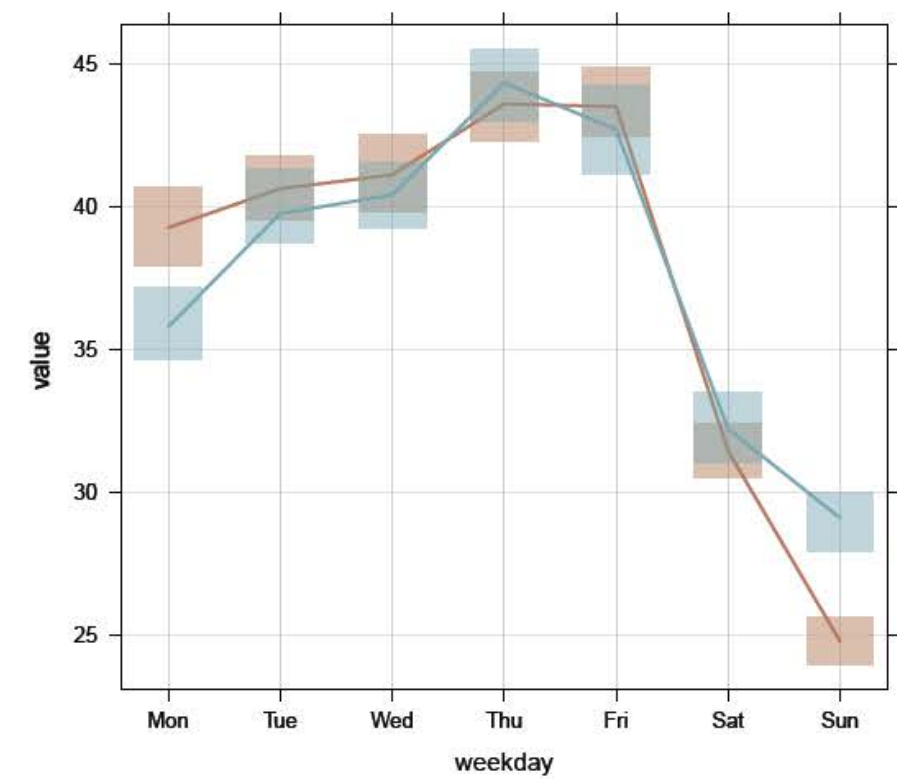
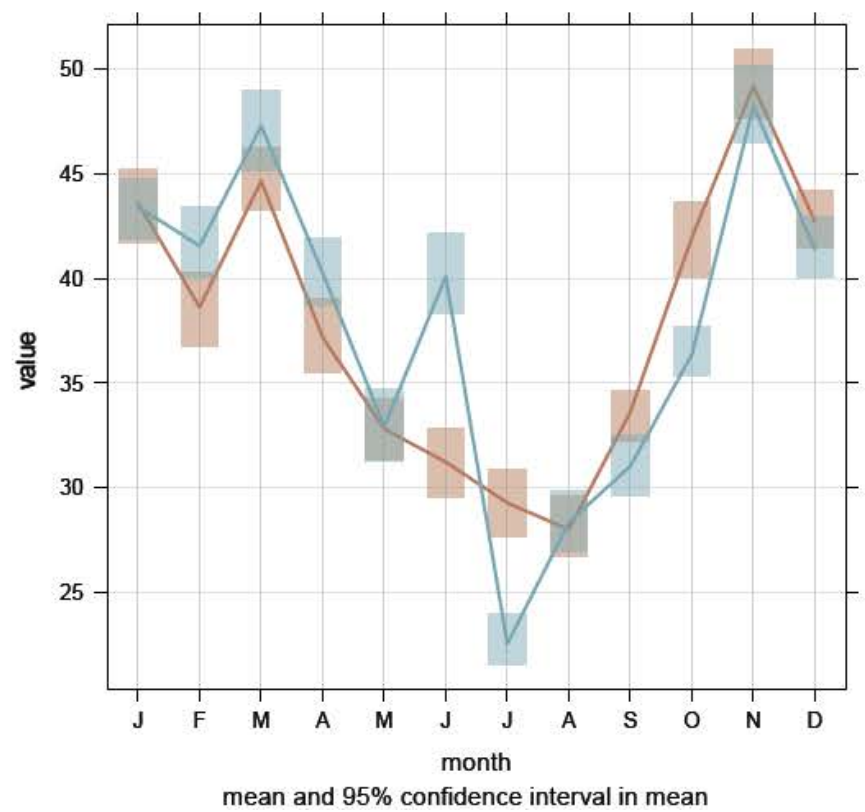
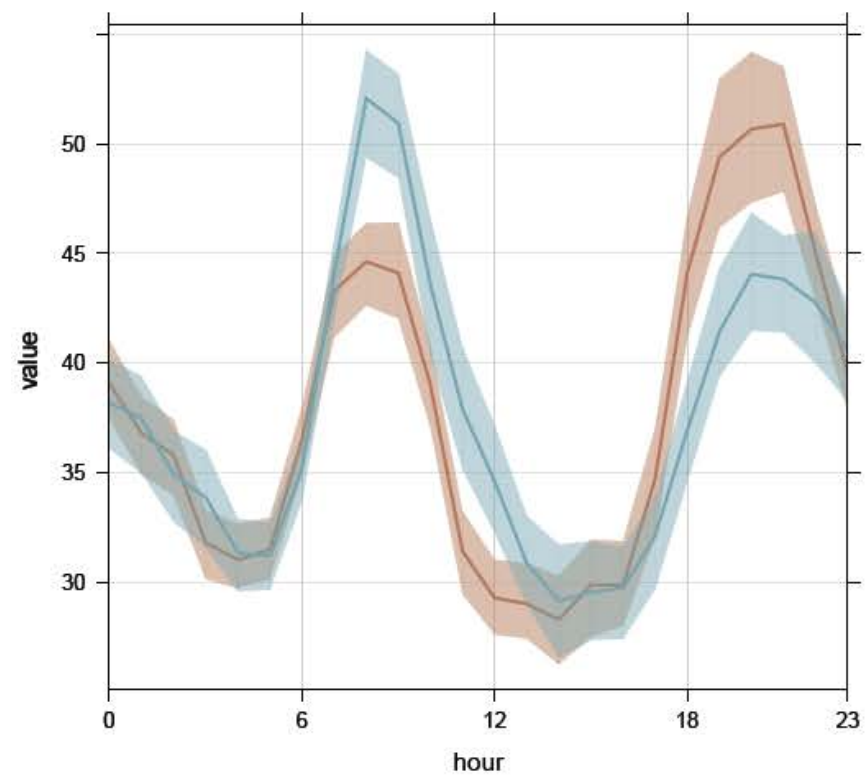
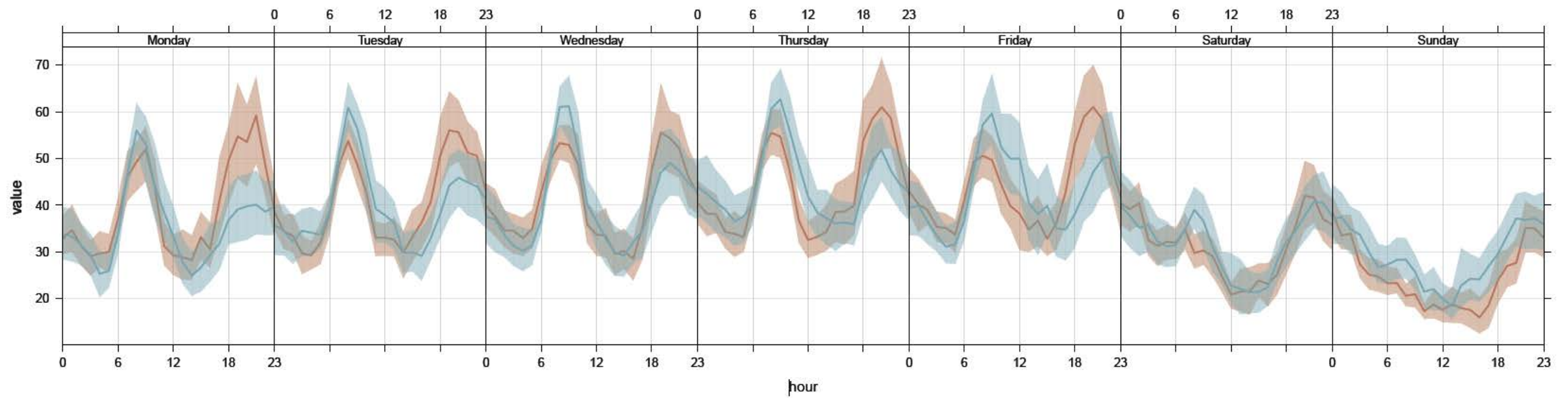
ANÀLISI NO₂ - ESTACIÓ BARCELONA - EIXAMPLE

BCN_EIXAMPLE: TOTAL ANUAL - Comparativa Anual de Perfils [NO₂]



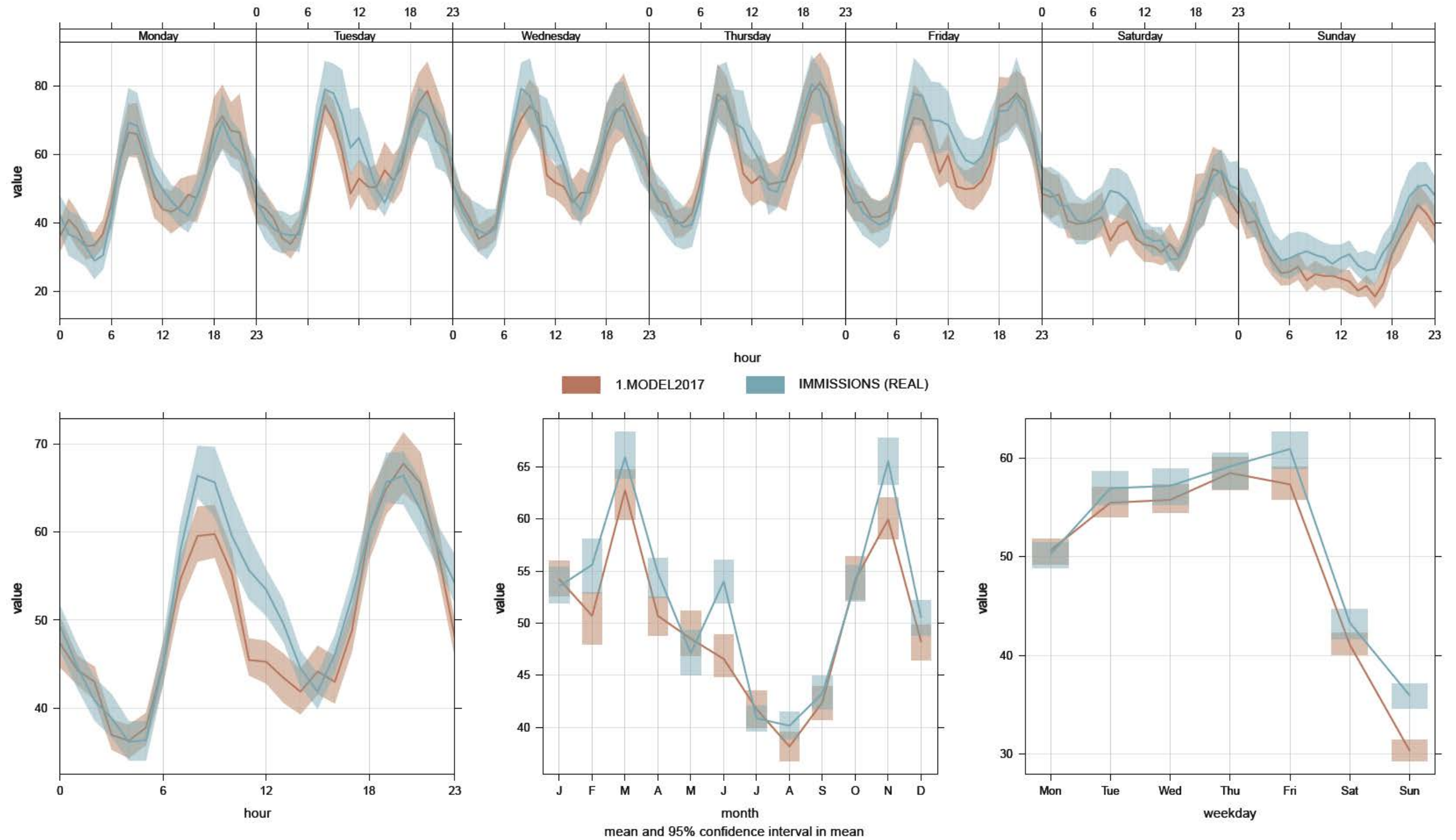
ANÀLISI NO₂ - ESTACIÓ BARCELONA CIUTADELLA

BCN_CIUTADELLA: TOTAL ANUAL - Comparativa Anual de Perfils [NO₂]



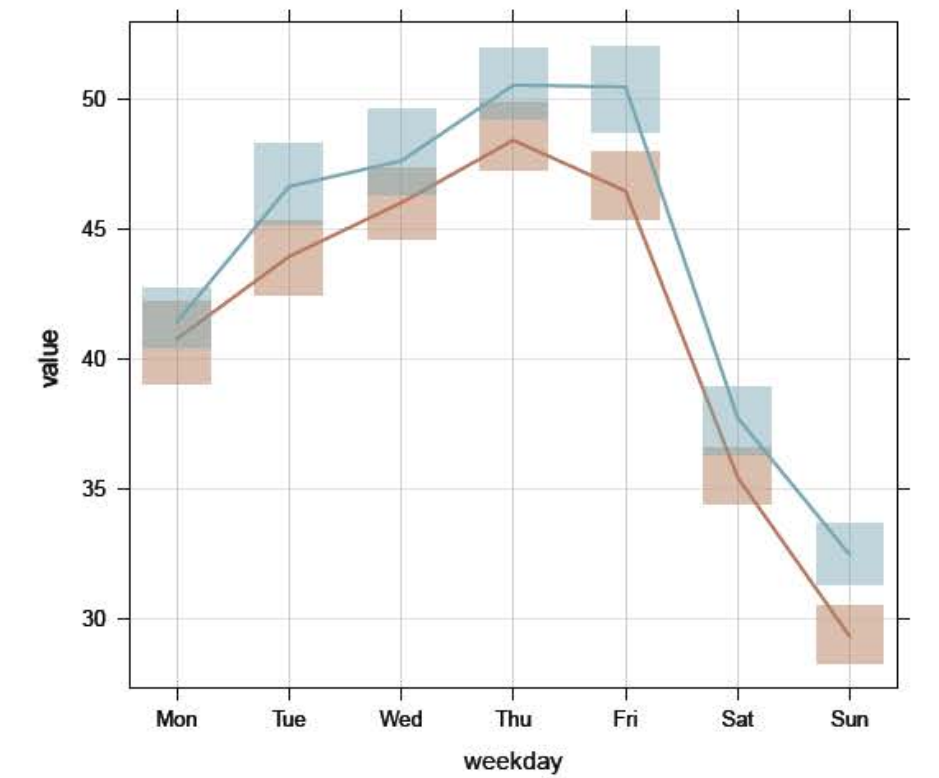
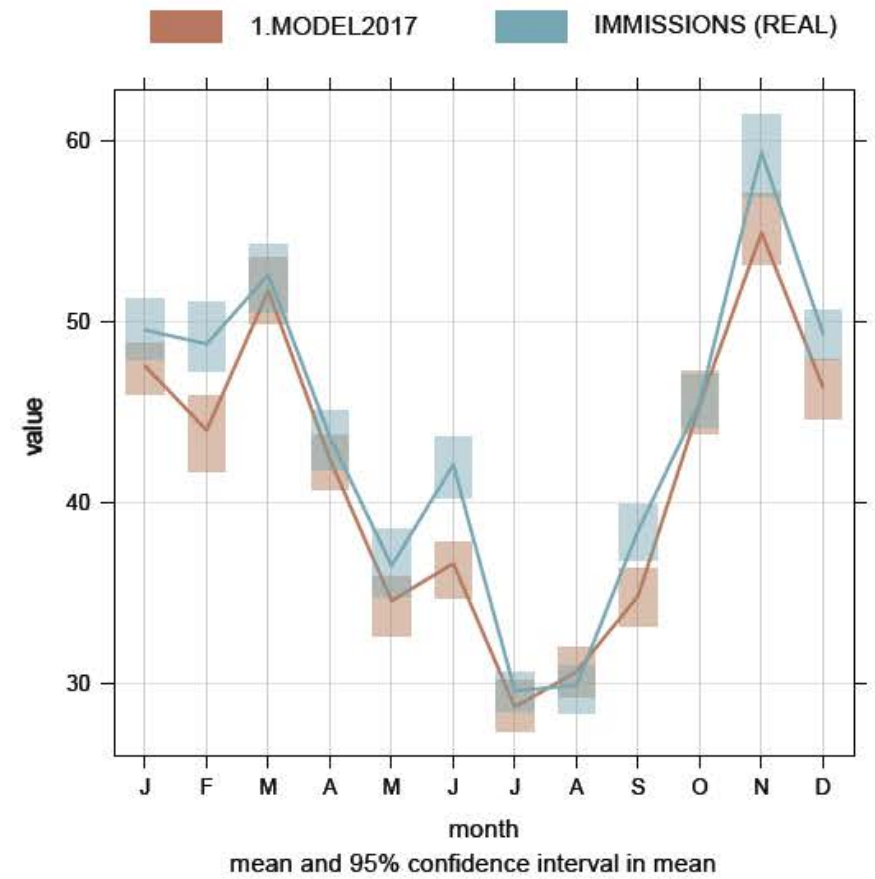
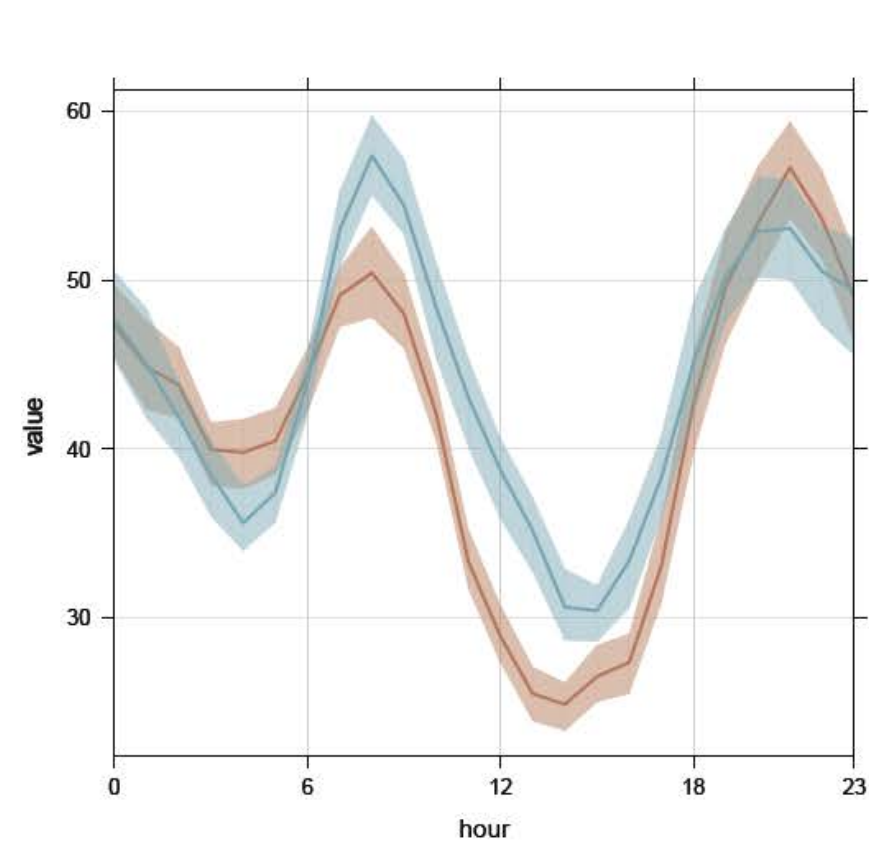
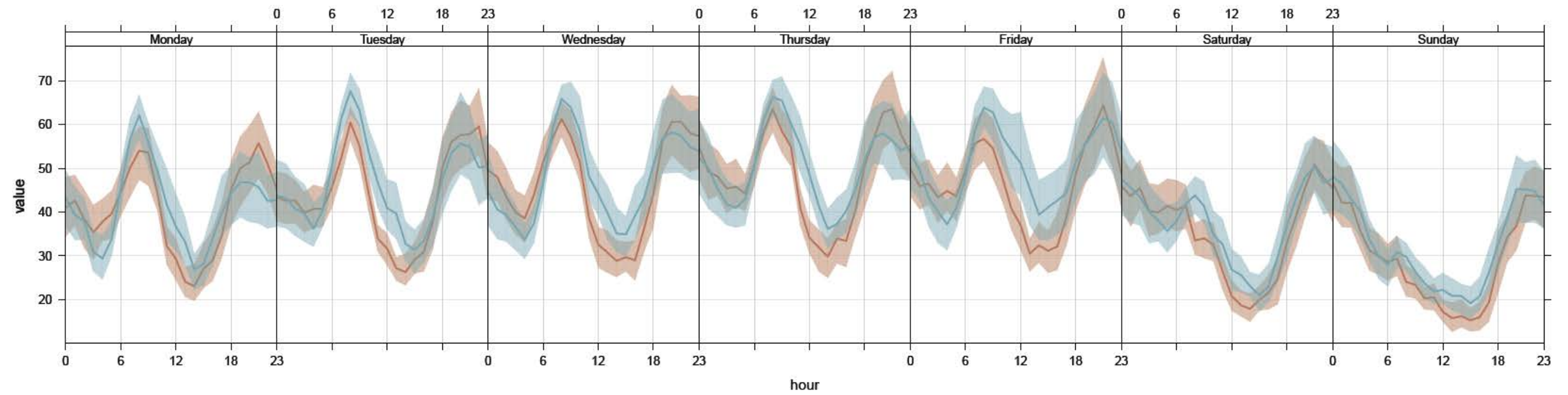
ANÀLISI NO₂ - ESTACIÓ BARCELONA GRÀCIA-SANT GERVASI

BCN_GRACIA: TOTAL ANUAL - Comparativa Anual de Perfils [NO₂]



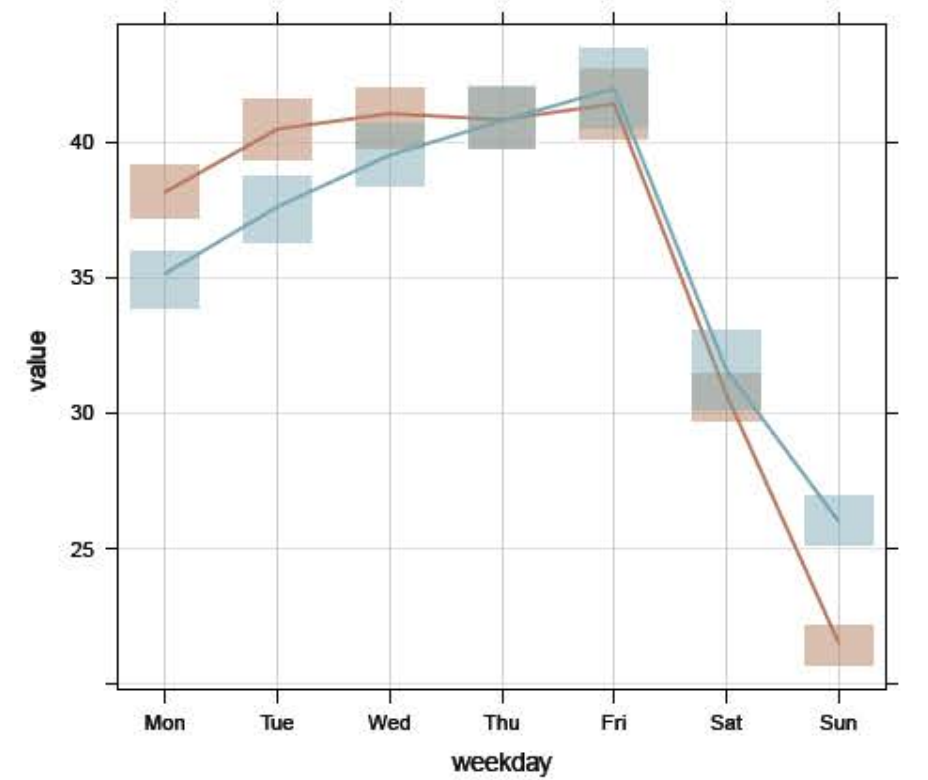
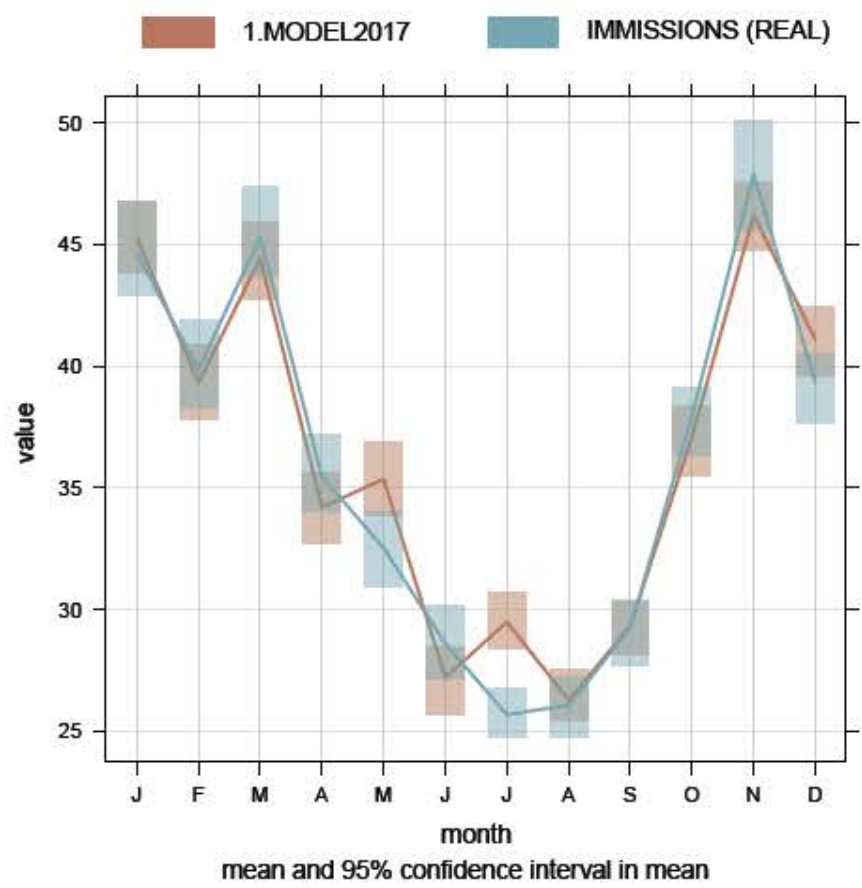
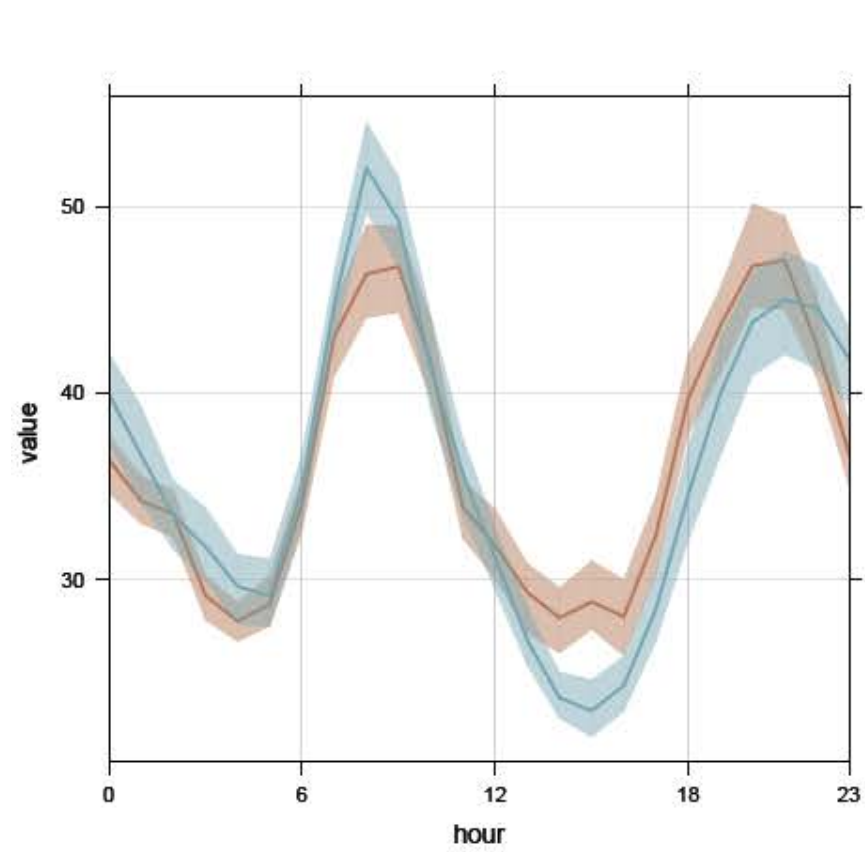
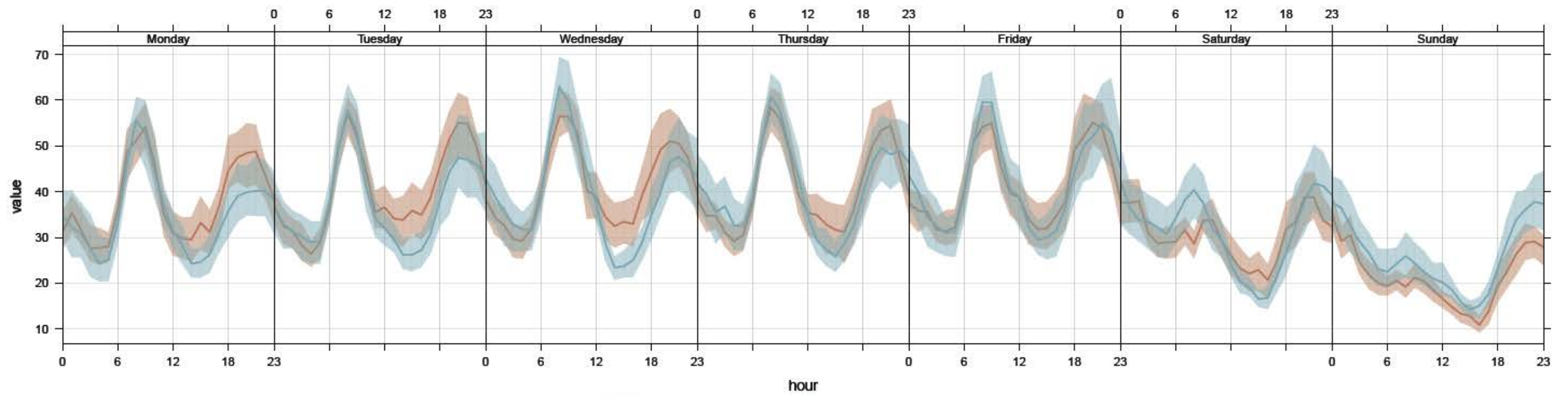
ANÀLISI NO₂ - ESTACIÓ BARCELONA EL POBLENOU

BCN_POBLENOU: TOTAL ANUAL - Comparativa Anual de Perfils [NO₂]



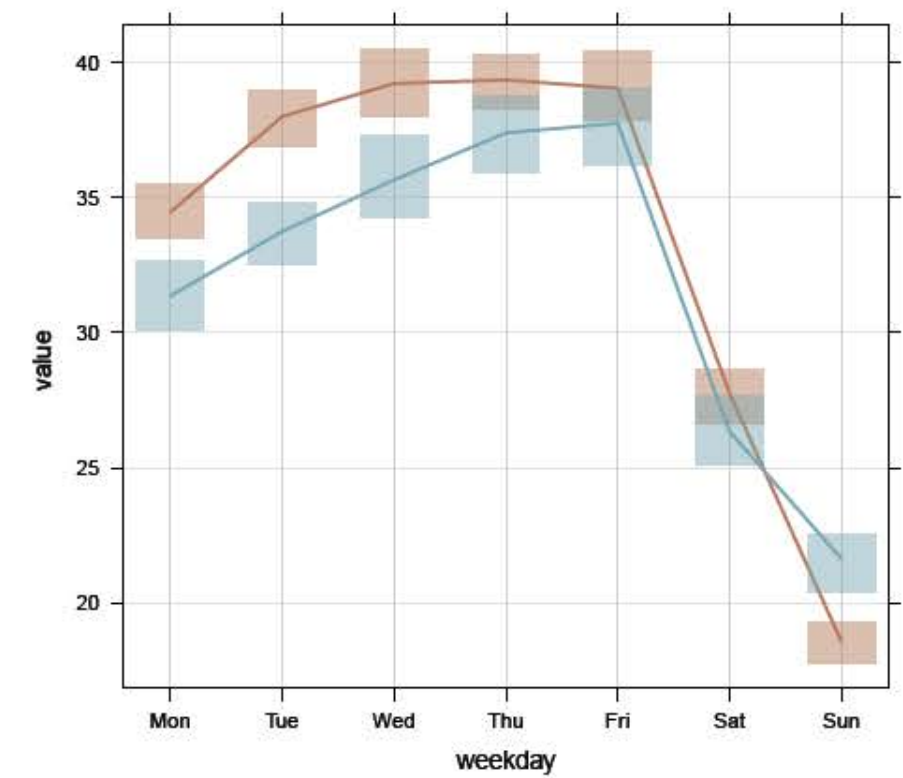
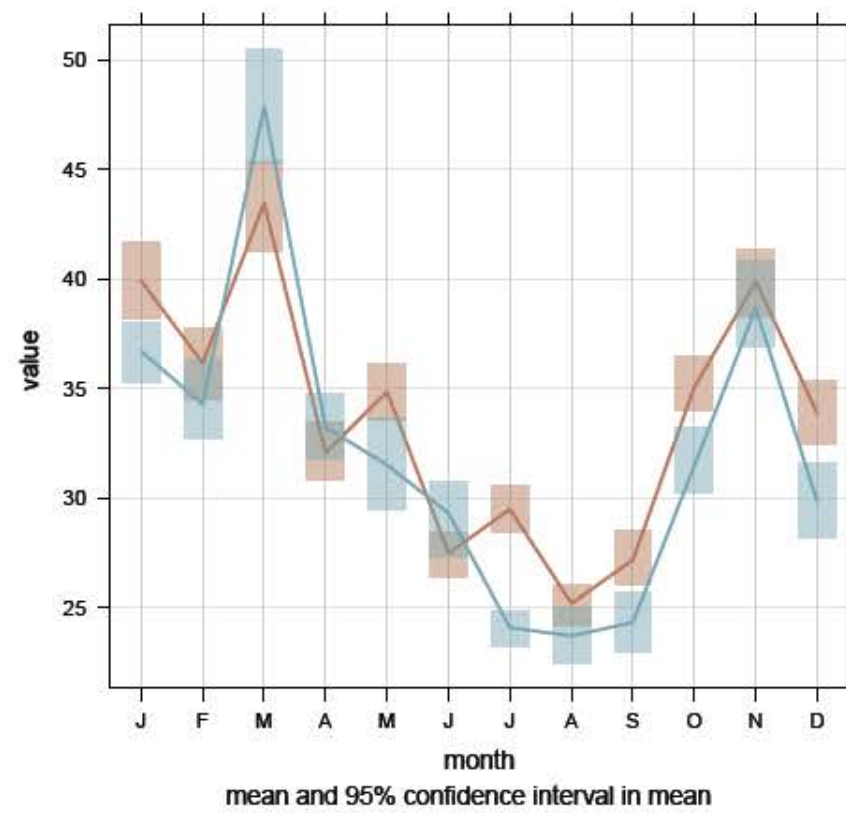
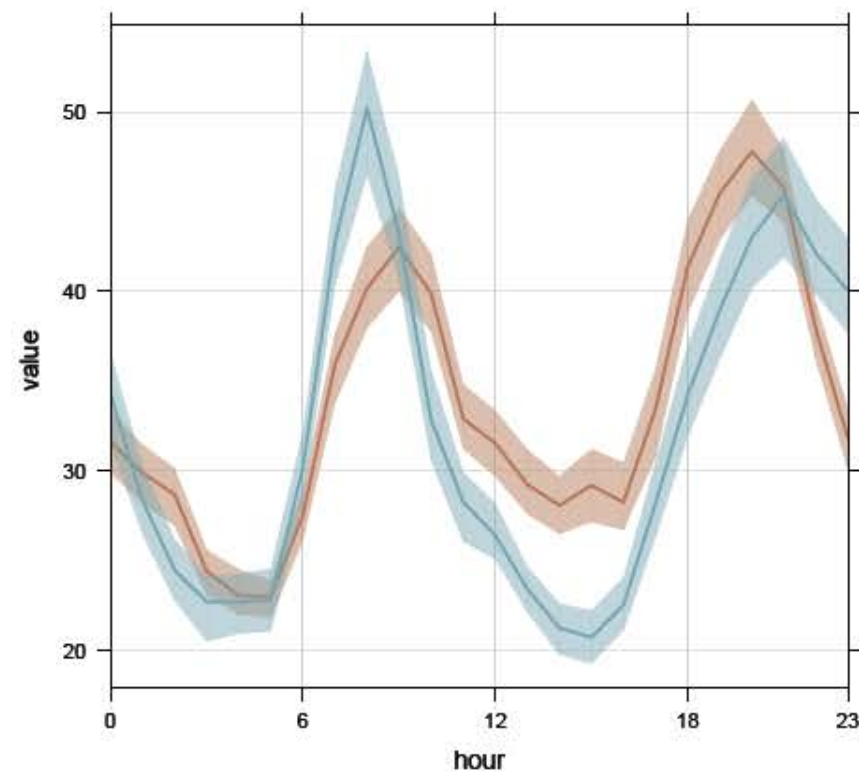
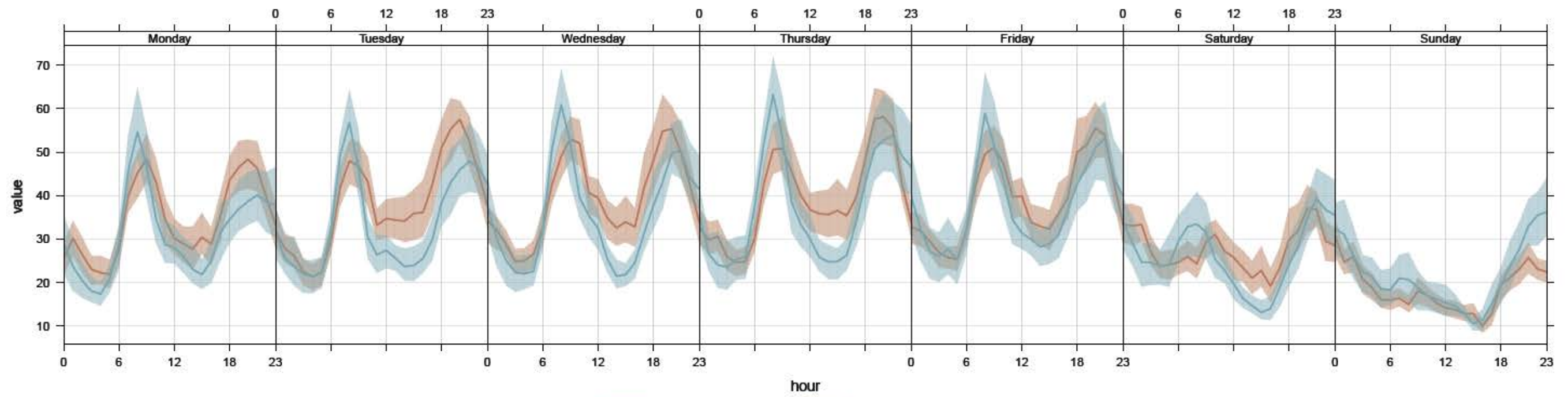
ANÀLISI NO₂ - ESTACIÓ BARCELONA SANTS

BCN_SANTS: TOTAL ANUAL – Comparativa Anual de Perfils [NO₂]



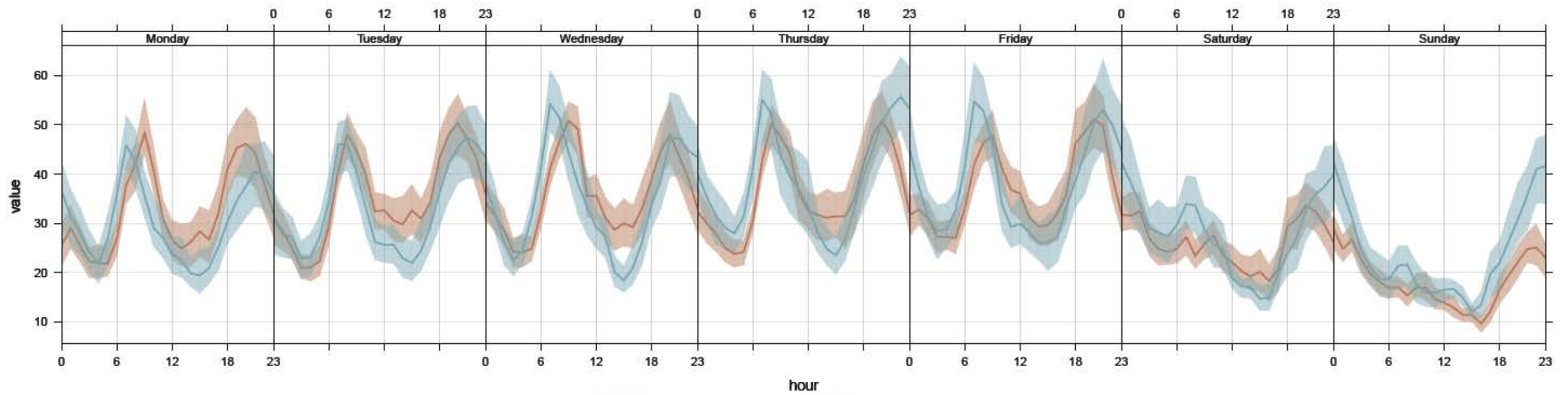
ANÀLISI NO₂ - ESTACIÓ BARCELONA PALAU REIAL

BCN_PALAU_REIAL: TOTAL ANUAL – Comparativa Anual de Perfils [NO₂]

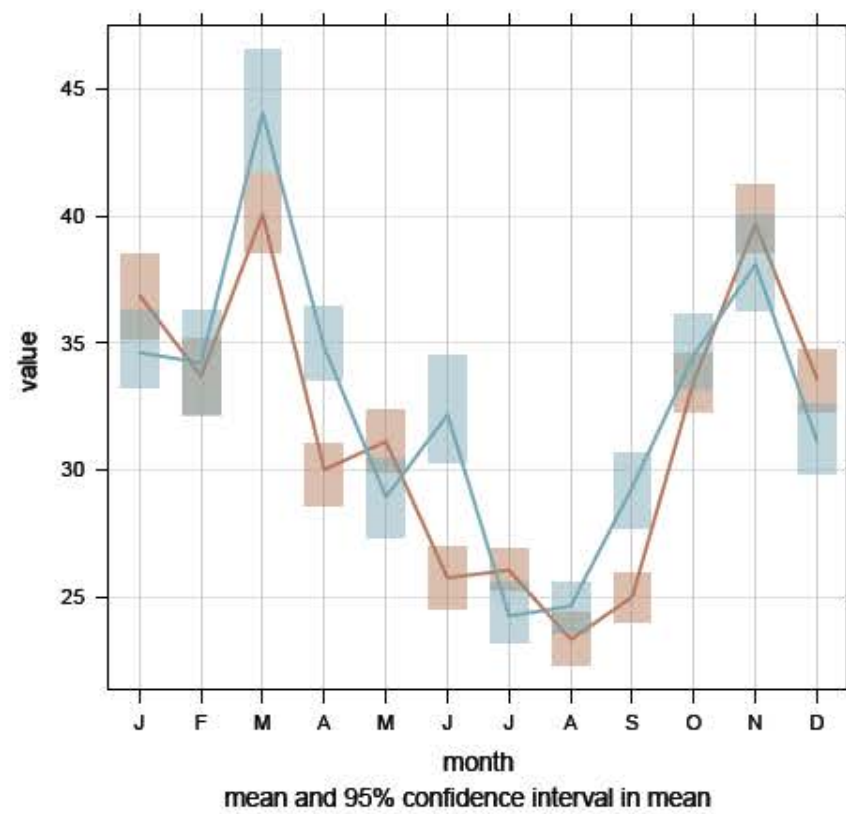
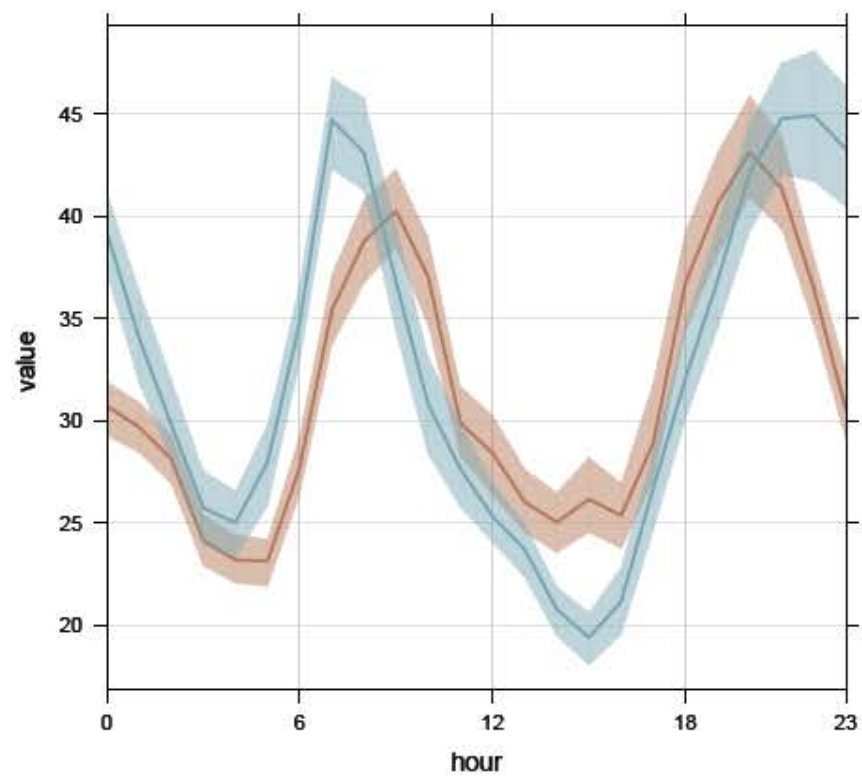


ANÀLISI NO₂ - ESTACIÓ BARCELONA PARC DE LA VALL D'HEBRON

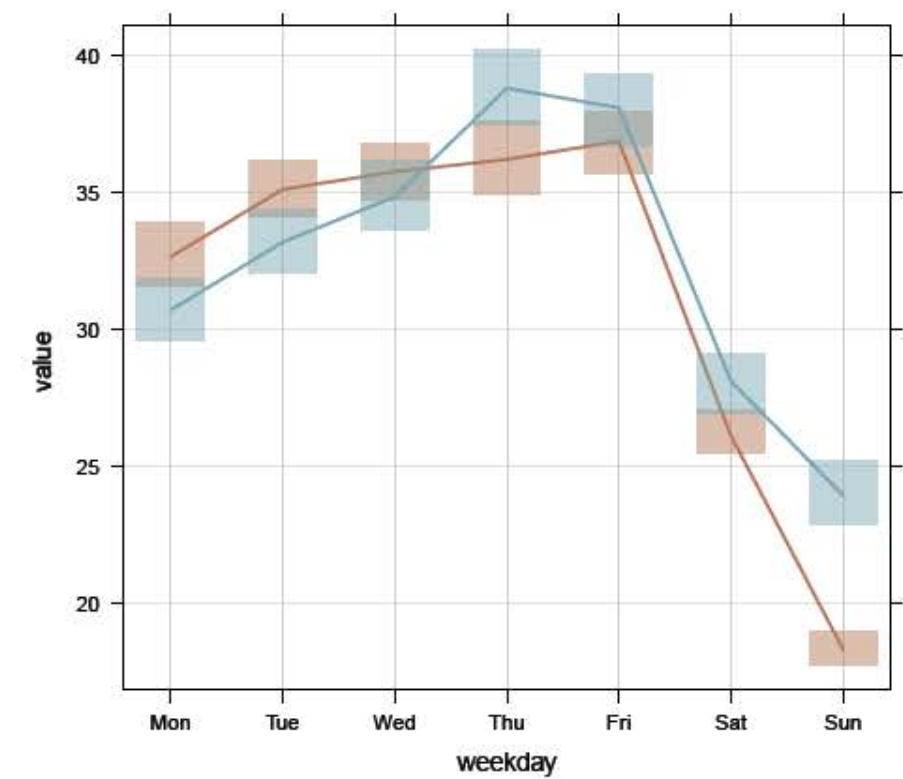
BCN_VALL_HEBRON: TOTAL ANUAL – Comparativa Anual de Perfils [NO₂]



1.MODEL2017 IMMISSIONS (REAL)

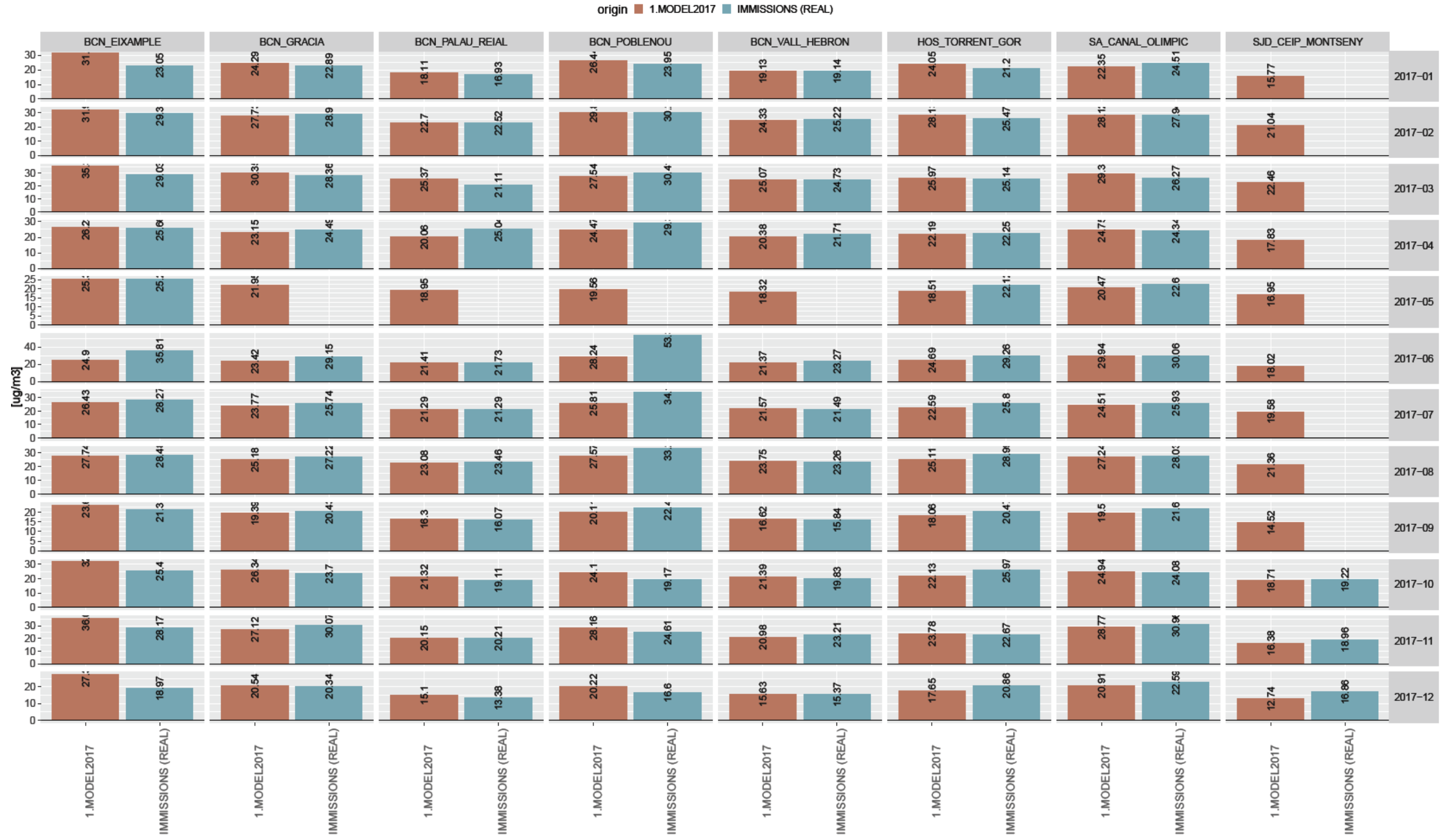


mean and 95% confidence interval in mean



ANÀLISI ESTADÍSTIC PARTÍCULES EN SUSPENSÍO (PM₁₀)

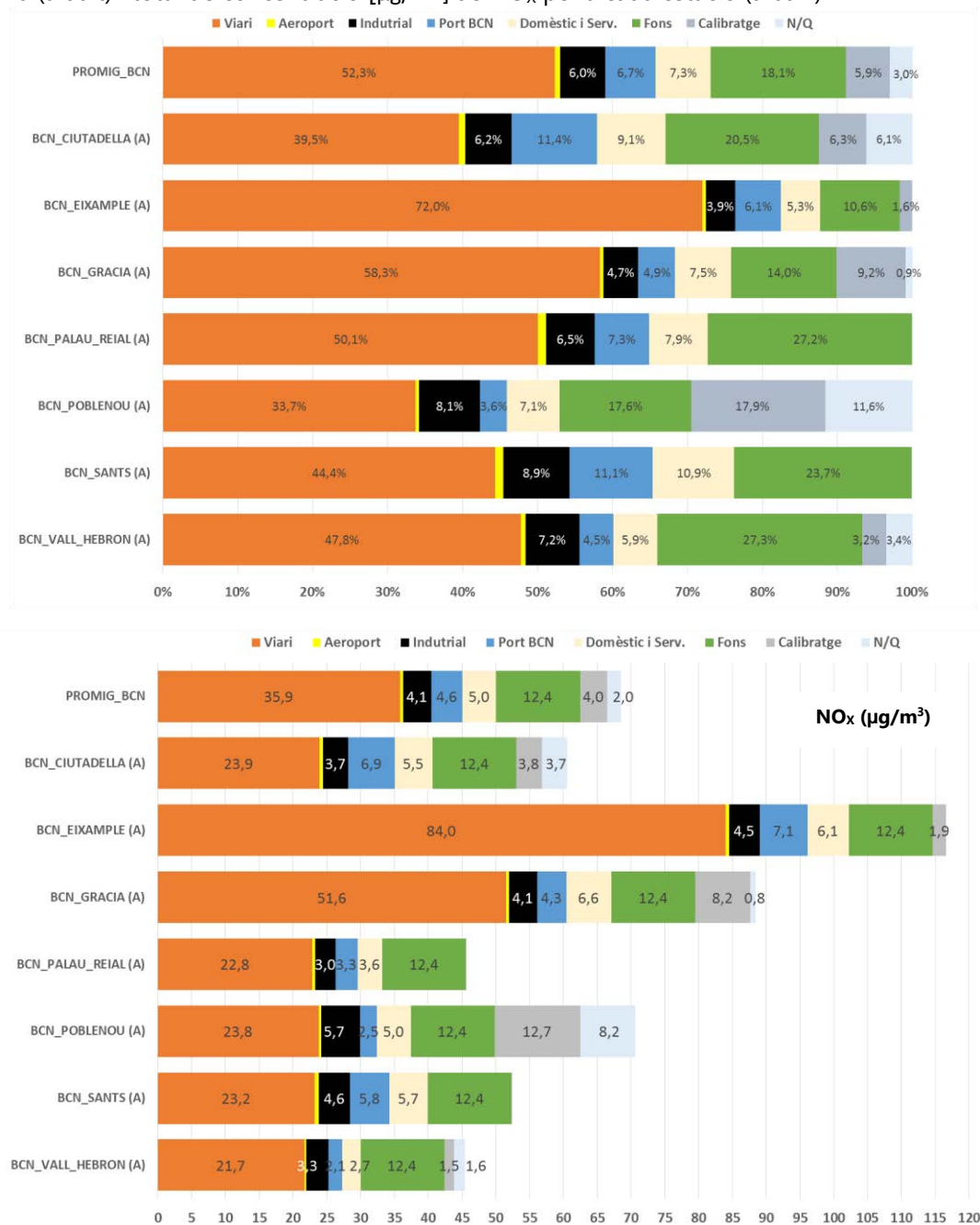
Comparació de la mitjana anual de pm10.



Contribució Considerant N/Q

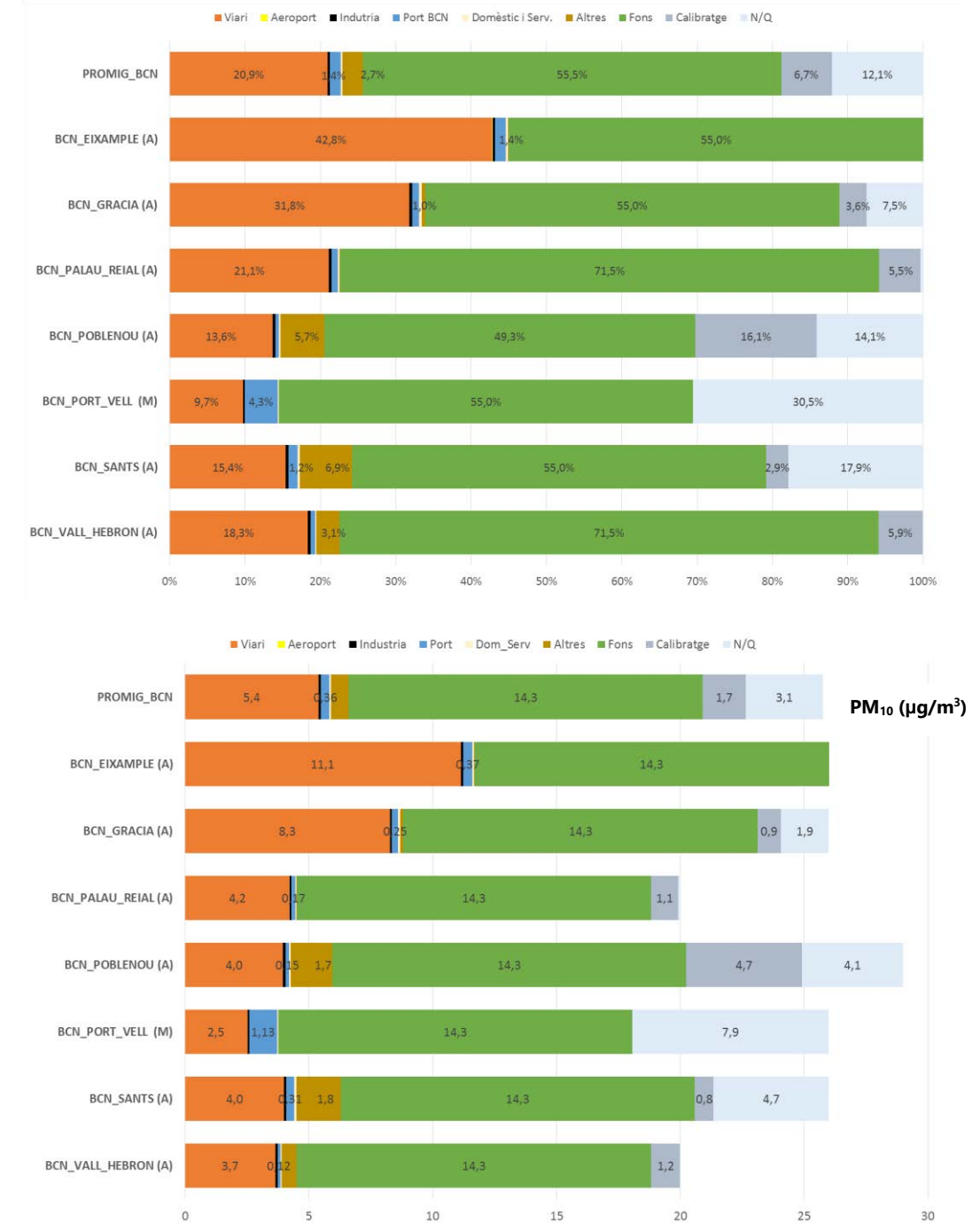
La contribució del sector "N/Q" (No Quantificat) fa referència a la quantitat que li falta al model per arribar al valor mesurat per l'estació i es troba relacionat amb la incertesa de la modelització (meteorologia, inventari d'emissions i model de dispersió). En el capítol 6, per mantenir la metodologia d'anteriors inventaris i per simplificació, es distribueix la contribució N/Q de manera proporcional als sectors coneguts, d'aquesta manera es suposa que N/Q segueix la mateixa distribució que els sectors coneguts. Tot i això, com sabem que no té per què ser així, es mostra aquí el N/Q desagregat per possibles anàlisis més detallats.

Gràfic 198: Contribució [%] de la immissió de NO_x segons l'origen a les estacions de la XVPCA a Barcelona (a dalt) i total de concentració [µg/m³] de NO_x per a cada estació (a baix)



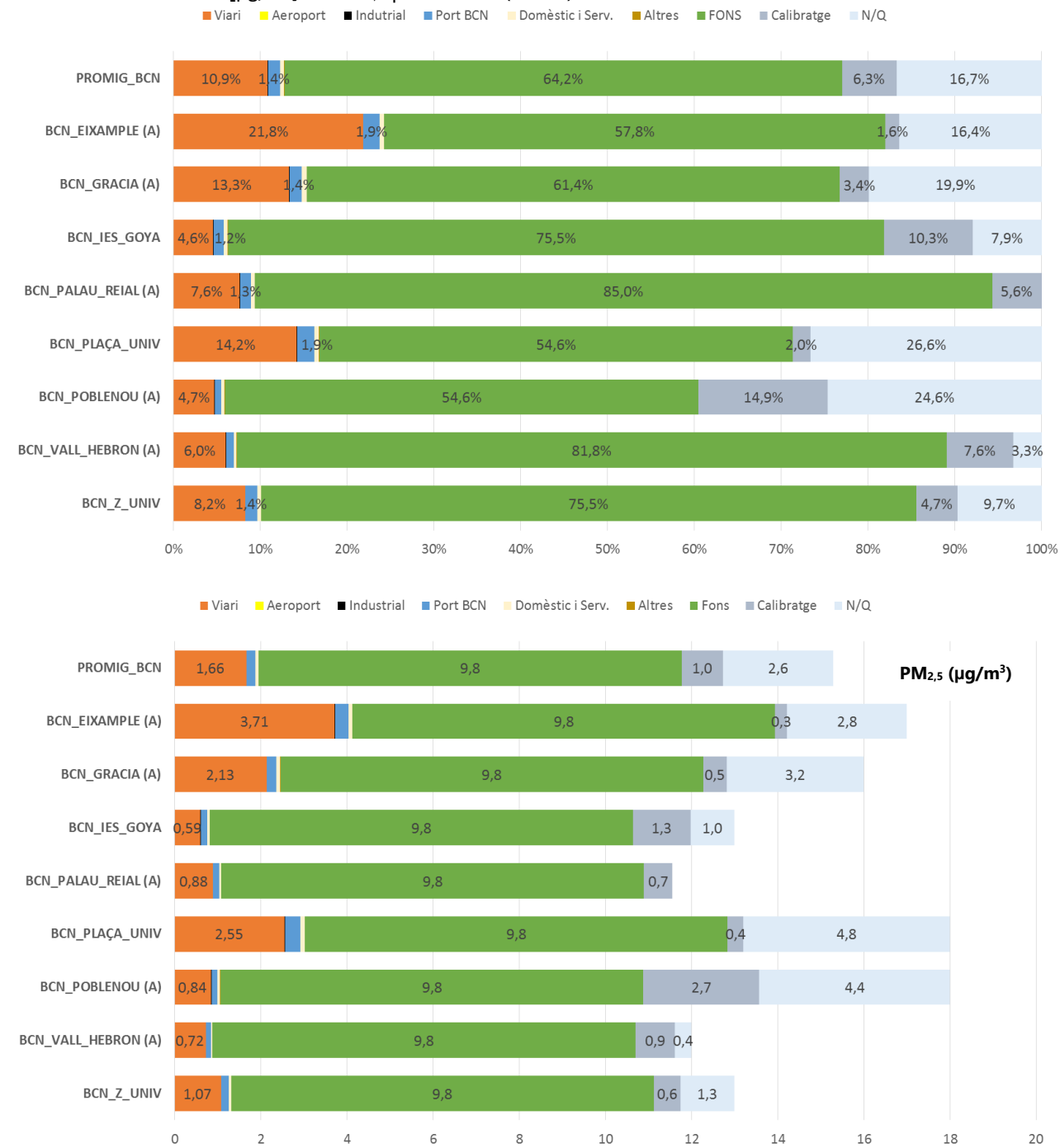
Font: Barcelona Regional. NOTA: (A) es refereix a les estacions automàtiques. N/Q: No Quantificat

Gràfic 199 Contribució [%] de PM₁₀ segons l'origen a les estacions de la XVPCA a Barcelona (a dalt) i total de concentració [µg/m³] de PM₁₀ per estació (a baix)



Font: Barcelona Regional. NOTA: (A) es refereix a les estacions automàtiques de la XVPCA, : N/Q: No Quantificat, Altres: activitats intenses en emissió de pols (obres i parcs)..

Gràfic 200: Contribució [%] de PM_{2,5} segons l'origen a les estacions de la XVPCA a Barcelona (a dalt) i total de concentració [µg/m³] de PM_{2,5} per estació (a baix)



Font: Barcelona Regional. NOTA: (A) es refereix a les estacions automàtiques de la XVPCA. N/Q: No Quantificat, Altres: Espais oberts de sorra i grans obres a la ciutat.

9. REFERÈNCIES

1. Aeropuertos Españoles y Navegación Aérea (AENA): Estadísticas tráfico de pasajeros, operaciones y carga en los aeropuertos españoles 2017 (http://www.aena.es/csee/Satellite?Language=ES_ES&c=Page&cid=1113582476721&pagina me=Estadísticas%2FEstadísticas&periodoInforme=Anual, febrer del 2019).
2. Agencia Estatal de Meteorología. Resumen anual climatológico 2017 (http://www.aemet.es/documentos/es/serviciosclimaticos/vigilancia_clima/resumenes_climat/anuales/res_anual_clim_2017.pdf, gener del 2019).
3. Agencia Estatal de Meteorología. Resumen anual climatológico 2018 (http://www.aemet.es/documentos/es/serviciosclimaticos/vigilancia_clima/resumenes_climat/anuales/res_anual_clim_2018.pdf, gener del 2019).
4. Ajuntament de Barcelona, Aranya de trànsit de Barcelona, 2017. Departament de Mobilitat i transports | Ajuntament de Barcelona, comunicació personal, 2017.
5. AMATO et. al, F. A comprehensive assessment of PM emissions from paved roads: Real-world Emission Factors and intense street cleaning trials. F. Amato, S. Nava, F. Lucarelli, X. Querol, A. Alastuey, J.M. Baldasano, M. Pandolfi. Science of The Total Environment Volume 408, Issue 20, 15 September 2010, Pages 4309-4318. (<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2010.06.008>, desembre del 2017).
6. Arévalo G. & Baldasano JM., Barcelona Supercomputing Center (BSC-CNS). Informe de evaluación del sistema de pronóstico de la calidad del aire CALIOPE en España, 2013 (<http://www.bsc.es/caliope/es/evaluacion>, 2016)
7. Baldasano, J.M., P. Jiménez P., O. Jorba, E. López, R. Parra and C. Pérez (2006) Dynamics of air pollution in the North-Western Mediterranean Basin (Catalonia) in summer by using high-resolution air quality modeling. Contribution to Science 3 (2):167-180.
8. Barcelona Regional, 2013. "Balanz de contaminació local de Barcelona, febrer del 2015.
9. Barcelona Regional i Àrea Metropolitana de Barcelona 2019 , Model de Qualitat de l'Aire de l'AMB 2016
10. Barcelona Regional, 2011. "Modelización de la dispersión de NO₂ en 5 municipios de la Región Metropolitana de Barcelona",.
11. Barcelona Regional, 2017. "Estudi dels impactes del canvi climàtic a Barcelona", Capítol VII – qualitat de l'aire,
12. Barcelona Regional, 2020. "Model d'emissions i immissions del Port de Barcelona a l'any 2017 i escenaris de futur",
13. Barcelona Regional, RACC, Àrea Metropolitana de Barcelona i Ajuntament de Barcelona, 2017. "Caracterització dels vehicles i les seves emissions a Barcelona i l'AMB", Barcelona Regional, 2017.
14. Brines, M., Dall'Osto M., Amato, F., Minguillón, M.C., Karanasiou A., Alastuey A., and Querol X. Vertical and horizontal variability of PM₁₀ source contributions in Barcelona during SAPUSS Atmos. Chem. Phys., 16, 6785–6804, 2016. www.atmos-chem-phys.net/16/6785/2016/doi:10.5194/acp-16-6785-2
15. Cambridge Environmental Research Consultants CERC (<http://www.cerc.co.uk/>, setembre del 2019).
16. Cambridge Environmental Research Consultants CERC Note 72: Source Apportionment Studies using ADMS Urban r ADMS Roads, juny del 2017.
17. CAMS Information 2017 (Copernicus Atmosphere Monitoring Service) ensemble reanalysis model, (<https://www.regional.atmosphere.copernicus.eu/>, 2019).
18. Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia CNMC Estadísticas 2017 (<http://data.cnmc.es/datagraph/>, Gener de 2019)
19. Copernicus Atmosphere Monitoring Service - REANALYSIS DATA, 2017b. http://macq-raq.copernicus-atmosphere.eu/index.php?category=ensemble&subensemble=hourly_ensemble&date=LAST&calculation-model=ENSEMBLE&species=o3&level=SFC&offset=000 (Gener de 2019)
20. Copernicus Atmosphere Monitoring Service CAMS, 2017a. (<http://atmosphere.copernicus.eu/>, setembre del 2018).
21. COPERT5.0. <https://www.emisia.com/utilities/copert/>, setembre del 2017.
22. Corporación de Reservas Estratégicas de Productos Petrolíferos CORES, 2017. Boletín Estadístico de Hidrocarburos mensual (Enero - Diciembre del 2017).
23. CSIC, CIEMAT i MITECO. "Episodios naturales de partículas 2017". (<https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/evaluacion-datos/fuentes-naturales/anuales.aspx>, setembre del 2018).
24. David A. Sullivan & Husein A. Ajwa. Evaluation of Wind Erosion Emissions Factors for Air Quality Modeling doi:10.2136/sssaj2010:0132 (<https://pubag.nal.usda.gov/catalog/300354>, octubre del 2018).
25. DEFRA (Department for Environment, Food & Rural Affairs of UK). <https://www.gov.uk/government/organisations/department-for-environment-food-rural-affairs>, 2019).
26. Denby et. al 2010. "Guidance document for modelling ETC/ACC deliverable, Forum for Air Quality Modelling in Europe 11/10/2010". <http://www.ua.pt/ReadObject.aspx?obj=29696>
27. Dirección General del Catastro, 2017. Dades del cadastre municipal (<http://www.catastro.meh.es/esp/sede.asp>, juliol del 2018)
28. Departament de Territori i Sostenibilitat. DTS Dades de qualitat de l'aire (http://mediambient.gencat.cat/ca/05_ambits_dactuacio/atmosfera/qualitat_de_laire/vols-saber-que-respires/)
29. Departament de Territori i Sostenibilitat, DTS Mapa de Cobertes del Sòl de Catalunya, (http://territori.gencat.cat/es/01_departament/12_cartografia_i_toponimia/bases_cartografiques/medi_ambient_i_sostenibilitat/bases_miramonterritori/mapa-dusos-i-cobertes-del-sol/, gener del 2017).
30. DIRECTIVA (UE) 2015/1480 DE LA COMISIÓN de 28 de agosto de 2015 por la que se modifican varios anexos de las Directivas 2004/107/CE y 2008/50/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en los que se establecen las normas relativas a los métodos de referencia, la validación

- de datos y la ubicación de los puntos de muestreo para la evaluación de la calidad del aire ambiente, Diario Oficial de la Unión Europea 29.8.2015.
31. DIRECTIVA 2003/17/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 3 de marzo de 2003 por la que se modifica la Directiva 98/70/CE relativa a la calidad de la gasolina y el gasóleo. Diario Oficial de la Unión Europea ES 22.3.2003.
 32. DIRECTIVA 2004/107/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 15 de diciembre de 2004 relativa al arsénico, el cadmio, el mercurio, el níquel y los hidrocarburos aromáticos policíclicos en el aire ambiente. Diario Oficial de la Unión Europea 26.1.2005.
 33. DIRECTIVA 2008/50/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO, de 21 de mayo de 2008 , relativa a la calidad del aire ambiente y a una atmósfera más limpia en Europa. Diario Oficial de la Unión Europea 11.6.2008.
 34. DIRECTIVA 2010/75/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 24 de noviembre de 2010 sobre las emisiones industriales (prevención y control integrados de la contaminación. Diario Oficial de la Unión Europea ES 17.12.2010.
 35. European Environment Agency 2011 The application of models under the European Union's Air Quality Directive: "A technical reference guide: EEA Technical report No 10/2011".
 36. European Environment Agency 2016. EMEP/EEA air pollutant emission guidebook 2016 (<https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2016>, setembre, 2019).
 37. Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya ICGC 2017. Guia metodològica per a la redacció dels projectes de cartografia de sòls escala, (<https://www.icgc.cat/>, febrer del 2019).
 38. Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya – ICGC 2009. Model Digital de terreny (<https://www.icgc.cat/>, febrer del 2019). Representació de les alçades de les edificacions urbanes a la ciutat de Barcelona, 2009.
 39. Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya – ICGC. Mapa geològic de Catalunya 2006 (<https://www.icgc.cat/>, febrer del 2019).
 40. Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya – ICGC. Model Digital de terreny (<https://www.icgc.cat/>, febrer del 2019).
 41. Institut Català d'Energia, ICAEN, 2017. Estadístiques municipals del consum de gas natural (comunicació personal, gener del 2019).
 42. Instituto de Estadística de Cataluña, Idescat (<https://www.idescat.cat/pub/?id=aec&tema=indus&n=110&lang=es>, gener del 2019)
 43. Millán M, Salvador R, Mantilla E, Kallos G. 1997. Photooxidant dynamics in the Mediterranean basin in summer: results from European research projects. J. Geophys. Res. 102: 8811-8823, doi: 10.1029/96JD03610.
 44. MITECO. Medio Ambiente Industrial del Ministerio para la Transición Ecológica. Informe de evaluación de la calidad del aire en España 2017 https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/informeevaluacioncalidadaireespana2017_tcm30-481655.pdf)
 45. MITECO. Medio Ambiente Industrial del Ministerio para la Transición Ecológica. Informe de evaluación de la calidad del aire en España 2018 https://www.miteco.gob.es/images/es/informeevaluacioncalidadaireespana2018_tcm30-498764.pdf)
 46. Organización Mundial de la Salud. Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre, 2005 (https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/69478/WHO_SDE_PHE_OEH_06.02_spa.pdf;jsessionid=2051EF47CCF240CC3A1FD99FF3CE49AD?sequence=1, gener del 2020)
 47. Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire. «BOE» núm. 25, de 29 de enero del 2011.
 48. Real Decreto 39/2017, de 27 de enero, por el que se modifica el Real Decreto 102/2011, de 28 de enero, relativo a la mejora de la calidad del aire. «BOE» núm. 24, de 28 de enero de 2017.
 49. Real Decreto 61/2006, de 31 de enero, por el que se determinan las especificaciones de gasolinas, gasóleos, fuelóleos y gases licuados del petróleo y se regula el uso de determinados biocarburantes.
 50. Servei Meteorològic de Catalunya, SMC. dades de l'estació del Raval de l'any 2017, (<https://www.meteo.cat/wpweb/climatologia/serveis-i-dades-climatiques/anuaris-de-dades-meteorologiques/xarxa-destacions-meteorologiques-automatiques/>, gener del 2019).
 51. Transport Metropolità de Barcelona (TMB). Informe de gestió 2017 https://www.tmb.cat/documents/20182/111197/Informe+anual+2017_es/a0c3e5ab-a991-4867-a25f-75e71e9955fd–
 52. Tsyro, S.G. 2001: Description of the Lagrangian Acid Deposition Model. (http://www.emep.int/mscw/eudm_acid_model.pdf, gener del 2018).
 53. Venkatram, A., Karamchandani, P., Pai, P. And Goldstein, R., 1994. The Development and Application of a Simplified Ozone Modelling System (SOMS). Atmos. Environ, 28 pp. 335-3678. Amato, F et al., "A comprehensive assessment of PM emissions from paved roads: Real-world Emission Factors and intense street cleaning trials". F. Amato, S. Nava, F. Lucarelli, X. Querol, A. Alastuey, J.M. Baldasano, M. Pandolfi (The PM₁₀ resuspension EF, averaged)