Avaluació de la ZBE rondes Barcelona en la qualitat de l'aire

1r Informe 2020

CSB Consorci Sanitari de Barcelona
ASPB Agència de Salut Pública
Salut ambiental

©2021 Agència de Salut Pública de Barcelona
Tots els drets reservats. No es permet la reproducció total ni parcial
de las imatges o textos d'aquesta publicació sense prèvia autorització.
https://www.aspb.cat/

Aquesta publicació està sota una llicència
Creative Commons Reconeixement – NO Comercial – No derivades (BY-NC-ND)
https://creativecommons.org/

Aquest informe ha estat elaborat pel Grup de treball d'avaluació de la ZBE Rondes Barcelona i coordinat per l'Agència de Salut Pública de Barcelona. El grup està compost pels membres i institucions següents:

Agència de Salut Pública de Barcelona
Laia Font, Marc Rico, Anna Gómez, Elisenda Realp, Carme Borrell

Agència de Salut Pública de Catalunya
Xavier Llebaria, Irene Corbella

Àrea Metropolitana de Barcelona
Marc Iglesias, Carles Conill

Departament d'Avaluació i Gestió Ambiental. Direcció de Serveis d'Energia i Qualitat Ambiental - Ajuntament de Barcelona
Jordi Remírez, Arantxa Millás, Cristina Castells

Institut de Diagnòstic Ambiental i Estudis de l'Aigua – Consell Superior d'Investigacions Científiques
Xavier Querol, Jordi Massagué, Fulvio Amato

Institut de Salut Global de Barcelona
Xavier Basagaña, Guillem Vich, Jordi Sunyer

Mobilitat i Infraestructures -Ecologia Urbana - Ajuntament de Barcelona
Maíta Fernández, Josep Fontova, Adrià Gomila

Qualitat de l'aire. Departament de Territori i Sostenibilitat. Generalitat de Catalunya
Núria Nebra, Eva Pérez, Isabel Hernández

Universitat Politècnica de Catalunya
Francesc Robusté

Índex

Introducció 5
Resultats 8
Conclusions 20
Properes avaluacions 22
Referències 23

Avaluació de la ZBE rondes Barcelona en la qualitat de l'aire

1r Informe 2020

Introducció

La qualitat de l'aire a Barcelona

Barcelona i la seva àrea metropolitana tenen uns nivells elevats de partícules fines ($PM_{2,5}$) i de diòxid de nitrogen (NO_2), que superen sovint els llindars recomanats per l'Organització Mundial de la Salut. En les zones amb força trànsit de la ciutat també es supera el nivell de NO_2 que marca la normativa. El trànsit és la principal font de contaminació a l'àrea metropolitana, especialment per l'NO_2 per el que s'estima que un 60% del NO_2 que respira la ciutadania és emès pel trànsit rodat [1]. Pel que fa a les $PM_{2.5}$, el trànsit rodat n'aporta un 30% [2], essent les fonts industrials, de generació elèctrica, agrícoles i ramaderes i portuaries, entre d'altres, també importants. Aquests nivells de NO_2 i de partícules tenen un fort impacte negatiu sobre la salut de la població i s'estima que la superació dels nivells recomanats per l'OMS és responsable de la mort del voltant de 1.000 persones cada any a la ciutat de Barcelona [3].

La concentració de NO_2, i especialment de partícules a l'aire segueix una certa tendència a la baixa des de fa anys a Barcelona i a tot el territori, principalment per la millora de la flota de vehicles que emeten menys contaminants, i per les reduccions d'emissions industrials i de generaciò elèctrica derivades de les directives europees d'emissions industrials i de grans instal·lacions de combustió, entre d'altres. Els nivells de contaminació varien al llarg del dia, al llarg d'una setmana i al llarg de l'any, pels diferents patrons de mobilitat i per variacions meteorològiques. De fet, la meteorologia, i en especial el vent i les precipitacions, és un altre determinant clau dels nivells de contaminació durant un període curt de temps i és la principal responsable de les variacions anuals en els nivells de contaminants a l'aire.

La ZBE Rondes Barcelona

Amb l'objectiu de vetllar per la qualitat de l'aire i la salut pública, des de l'1 de gener del 2020, es restringeix permanentment la circulació dins la zona de baixes emissions (ZBE) de les motos, ciclomotors i turismes als quals no els correspon cap distintiu ambiental de la Direcció General de Trànsit (DGT). Les sancions dels vehicles infractors s'havien d'aplicar a partir de l'abril, però per la pandèmia de COVID-19 es van començar a aplicar al 15 de setembre de 2020. L'àmbit de la ZBE Rondes de Barcelona inclou Barcelona, l'Hospitalet de Llobregat, Sant Adrià de Besòs, i part d'Esplugues de Llobregat i Cornellà de Llobregat i funciona els dies laborables, de dilluns a divendres, de 7.00 a 20.00 h.

Figura 1. Mapa de la ZBE Rondes Barcelona.

En concret, els vehicles afectats per aquesta restricció durant el 2020 corresponen a:

- Turismes de benzina anteriors a la norma Euro 3 (habitualment matriculats abans del 2000) i els dièsel anteriors a la norma Euro 4 (habitualment matriculats abans del 2005 o 2006).
- Motocicletes i ciclomotors anteriors a Euro 2 (habitualment matriculats abans del 2003).

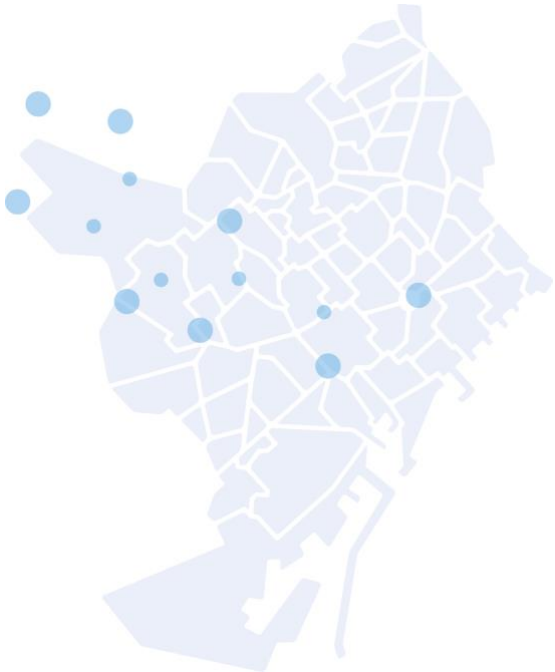
Progressivament també quedaran afectades les altres categories de vehicles sense etiqueta ambiental: les furgonetes (abril 2021), els camions i autocars petits (juliol 2021) i els autobusos i autocars grans de transport col·lectiu (gener 2022).

L'avaluació de la ZBE

Més enllà del seguiment habitual dels nivells de contaminació a la ciutat, és important avaluar si la mesura específica de la ZBE ha suposat una millora en la qualitat de l'aire i quin és l'impacte en salut atribuïble a aquesta millora. L'avaluació de l'impacte d'una ZBE és una tasca complexa, ja que (i) l'efecte esperat en la qualitat de l'aire és modest quantitativament per NO_2 i $PM_{2.5}$ però important pel sutge dels vehicles (contaminant també qualificat com a cancerigen per l'OMS), (ii) la ZBE es va implementant per fases, (iii) hi ha altres factors que contribueixen a la millora de la qualitat de l'aire dins i fora de la ciutat i (iv) les variacions meteorològiques afecten de manera rellevant també a la qualitat de l'aire. A més, i de manera especialment rellevant en el cas de la ZBE Rondes Barcelona, la posada en marxa durant el 2020 ha coincidit amb la pandèmia del COVID-19 que ha suposat uns canvis en la mobilitat i la qualitat de l'aire d'un impacte sense precedents.

Un grup de treball format per experts en qualitat de l'aire i salut del món científic i de les administracions implicades s'encarrega de dur a terme una avaluació de l'impacte de la mesura sobre la qualitat de l'aire a curt i a mitjà termini 1. Aquesta avaluació requereix d'un disseny i anàlisis estadístic curós, que inclogui la comparació dels indicadors no només de forma temporal si no també entre la ZBE i zones control no afectades per la intervenció. Només així es pot diferenciar l'impacte de la ZBE de la variabilitat deguda a altres factors com la meteorologia o les tendències globals de mobilitat.

Aquest primer informe té l'objectiu de descriure el canvi en el parc circulant i la qualitat de l'aire a la ZBE durant el 2020, el primer any de la implementació de la ZBE (incloent 3 mesos i mig amb sancions). En aquest informe també s'analitza com la pandèmia interfereix en l'avaluació de l'impacte de la ZBE sobre la mobilitat i la qualitat de l'aire. Serà objectiu del proper informe estimar quin és l'impacte en la qualitat de l'aire atribuïble a la ZBE i quina és la millora en salut atribuïble.



Resultats

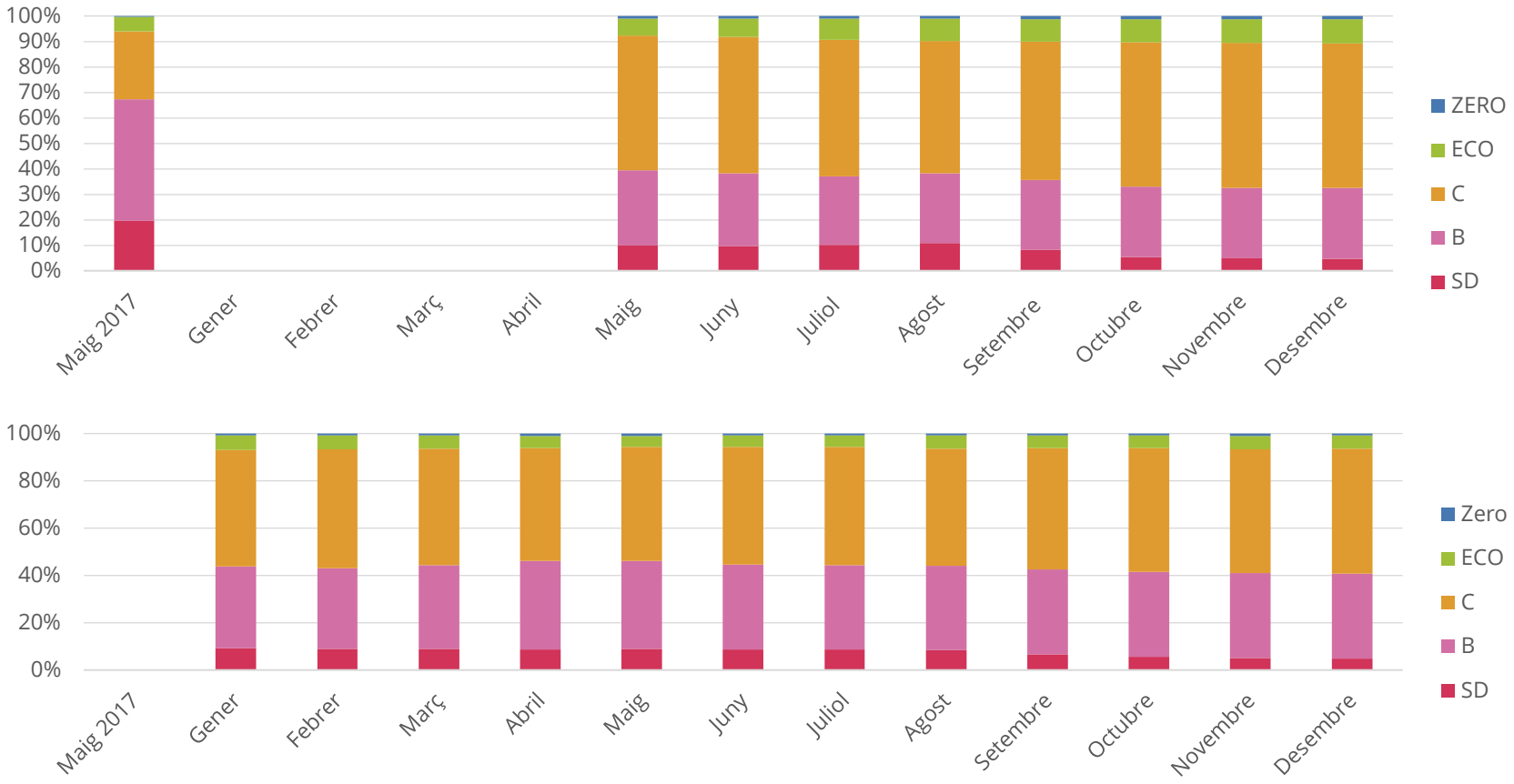
Mobilitat

El parc circulant (caracterització del parc de vehicles que circula a una zona) s'ha obtingut a través de les càmeres de control del compliment de les restriccions a la ZBE. Aquestes càmeres distribuïdes a diferents punts de la ciutat llegeixen en continu les matrícules dels vehicles que hi circulen i a través del creuament amb les dades de la DGT s'obté les característiques del parc circulant (tipus de vehicles i distintiu que els correspon). Els distintius ambientals permeten identificar les emissions de contaminació dels vehicles segons la classificació de la DGT (de més a menys emissions: sense distintiu, B, C, ECO i Zero [5]). El nombre de càmeres instal·lades ha estat de 28 càmeres de mitjana durant el 2020 a l'àrea metropolitana de Barcelona i de 66 a la ciutat de Barcelona.

A la figura 2 es mostra l'evolució del parc circulant a la ZBE durant l'any 2020. El distintiu més freqüent dels vehicles que circulen per la ZBE és el de tipus C, que correspon aproximadament a la meitat dels vehicles. Els vehicles amb distintiu ECO o Zero són encara força residuals, al voltant del 10% a Barcelona ciutat i una mica menys a la resta de la ZBE (Figura 2). Els vehicles sense distintiu ambiental eren al voltant del 9-10% durant la primera meitat del 2020, mentre que a finals de 2020 eren el 5% dels vehicles que circulaven, el que suposaria una reducció dels vehicles sense distintiu del voltant del 50% a Barcelona i del voltant del 40% a la resta (Figura 2).

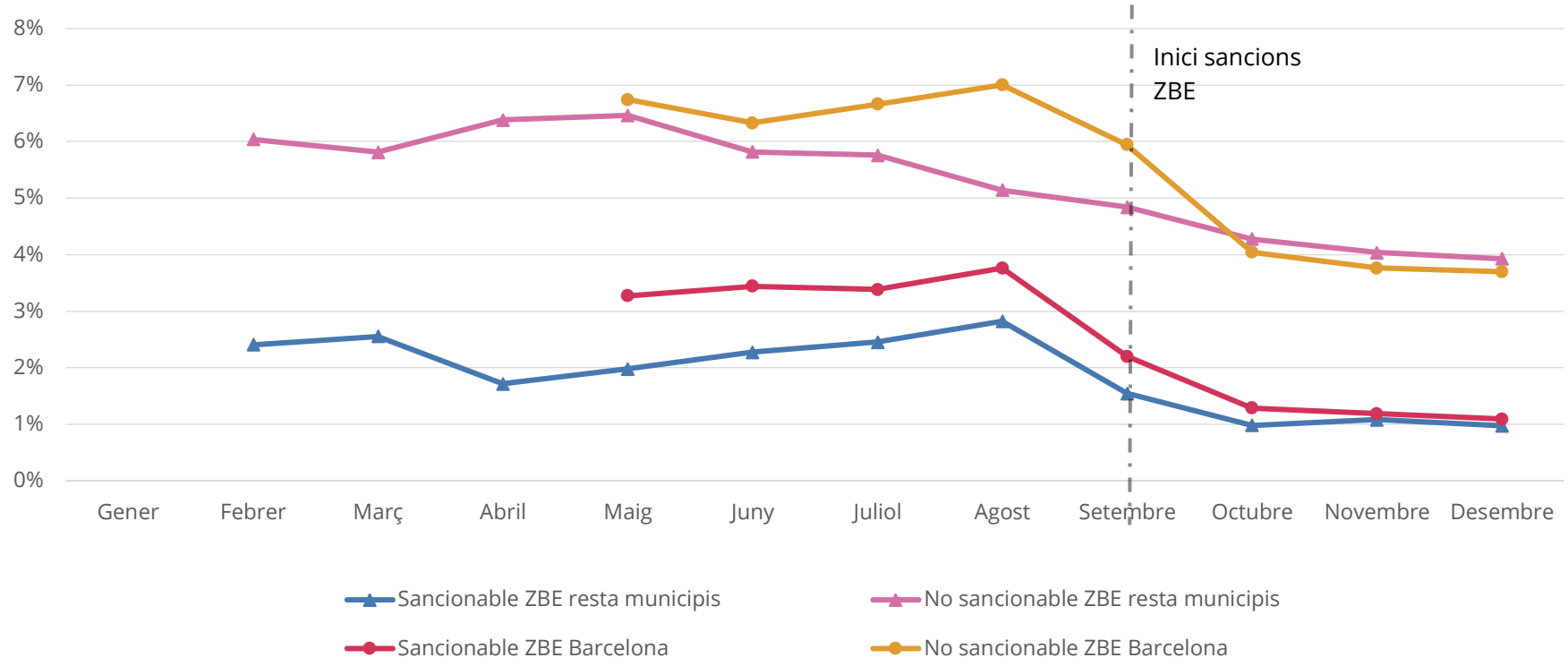
La restricció de la ZBE del 2020 no ha afectat a tots els tipus de vehicles, sinó només als turismes, motocicletes i ciclomotors, que representen al voltant del 70% del parc circulant [6]. A la figura 3 es mostra l'evolució per separat dels vehicles sense etiqueta sancionables per la ZBE del 2020 (turismes, motocicletes i ciclomotors) i dels vehicles sense etiqueta no sancionables per tenir moratòria durant el 2020 (furgonetes, autobusos, etc.).

Figura 2. Evolució del conjunt del parc circulant segons el distintiu ambiental durant l'any 2020 a Barcelona ciutat (dalt) i als altres municipis de la ZBE, L'Hospitalet de Llobregat, Sant Adrià del Besòs i part d'Esplugues de Llobregat i Cornellà de Llobregat (baix).



Les dades de maig de 2017 corresponen a un estudi previ [6]. SD=sense distintiu. Els distintius B, C, ECO i Zero distingeixen els vehicles segons les emissions, de més a menys emissions, respectivament [5].

Figura 3. Evolució del percentatge de vehicles sense distintiu ambiental (sancionables i no sancionables) entre el total del parc circulant durant el 2020 a la ZBE, separat per Barcelona ciutat (cercles) i la resta de municipis de la ZBE (triangles).



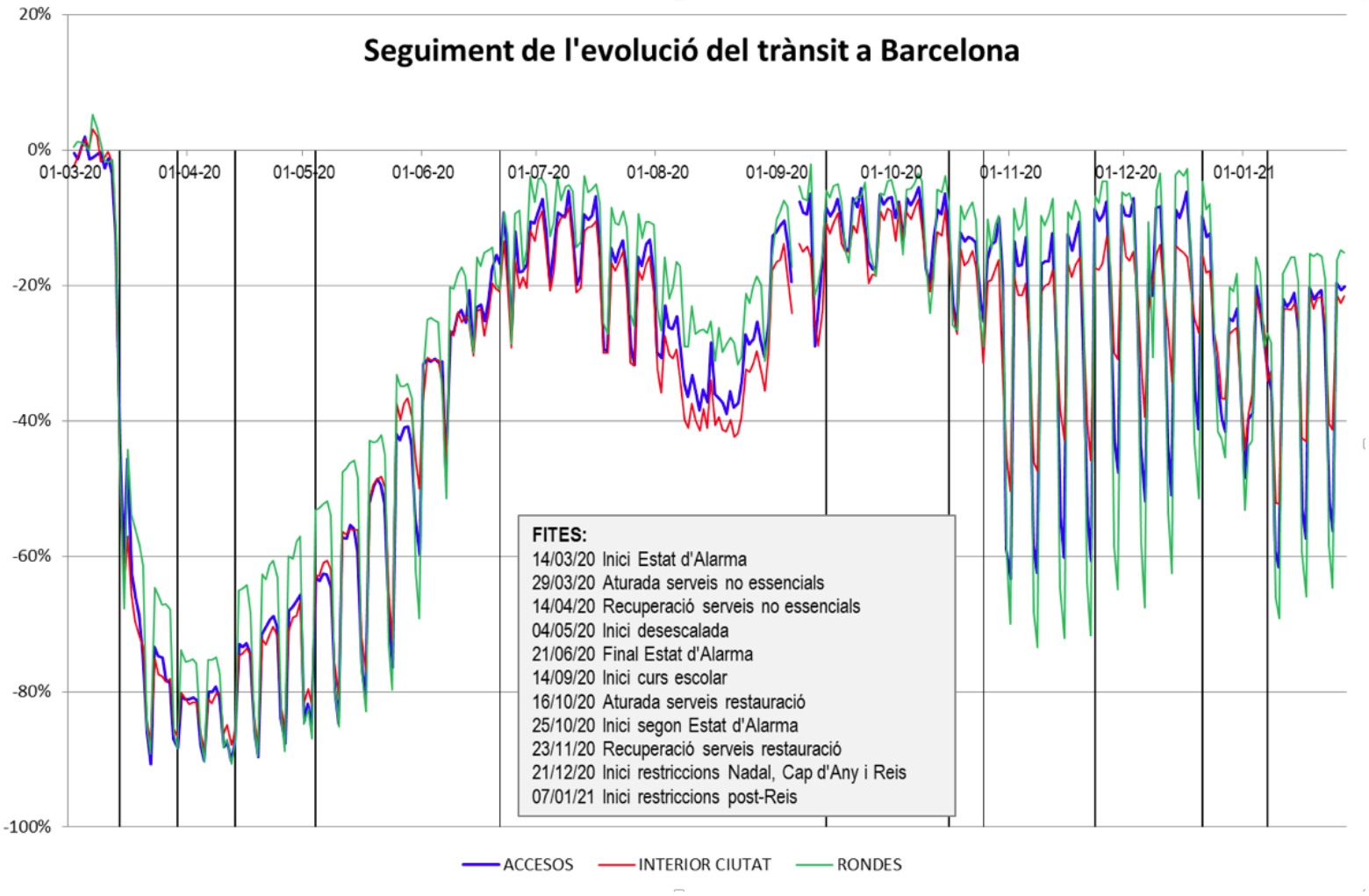
Durant el 2020 s'observa una forta reducció dels vehicles sense distintiu i sancionables a la ZBE (del voltant del 70% a Barcelona i del 60% a la resta de la ZBE), de forma especialment marcada a partir del setembre, coincidint amb l'entrada del període sancionador (Figura 3). A desembre de 2020, els vehicles sancionables suposen al voltant de l'1% dels vehicles circulants tan a Barcelona ciutat com a la resta de la ZBE.

La millora ambiental del parc circulant comporta una reducció en el factor d'emissió de NO_2 dels vehicles, és a dir en els grams de NO_2 que emet un vehicle en recórrer un km. Per tant, la millora descrita en el parc circulant des de l'entrada en vigor de les sancions a la ZBE ha suposat també una reducció en el factor mig d'emissió dels vehicles, tot i que en aquest informe no s'ha pogut quantificar l'impacte en les emissions totals per falta de dades.

Les restriccions en la mobilitat per la pandèmia durant el 2020 també han afectat al parc circulant, especialment durant el confinament estricte a la primavera, quan la reducció de mobilitat no va ser homogènia segons la tipologia de vehicle i va afectar més als turismes que no a les furgonetes de repartiment.

Una altra afectació de la pandèmia molt destacada ha estat en el volum de trànsit que s'ha vist fortament reduït durant el 2020 (figura 4). Si bé la reducció més forta va ser durant el confinament de la primavera, el volum de trànsit durant tot el 2020 ha estat menor que l'habitual. A la ciutat de Barcelona, la reducció total anual del trànsit (en vehicles x km recorregut) del 2020 respecte el 2019 ha estat del 26,7%. La reducció del trànsit en dia feiner ha estat del 24%, una reducció molt menor que la dels dissabtes (35%) i la dels diumenges o festius (37%). Aquestes dades s'expliquen pel fet que les restriccions a la mobilitat per la pandèmia han afectat menys la mobilitat laboral o per estudis (dies feiners) que la mobilitat no obligada (cap de setmana).

Figura 4. Evolució de la reducció del volum de trànsit a Barcelona ciutat des de l'inici de la pandèmia per COVID-19.



Qualitat de l'aire

Per descriure l'evolució en la qualitat de l'aire s'utilitzen les dades de la Xarxa de Vigilància i Previsió de la Contaminació de l'Aire. En aquest informe s'utilitzen les mitjanes diàries de NO_2 dels mesuradors automàtics tant de les estacions de trànsit (fortament influenciades per la contaminació local del trànsit) i de les estacions de fons (allunyades de la influencia directa del trànsit i més representatives d'altres fonts d'emissió més regionals).

Per tal de tenir en compte les tendències externes a la ZBE (principalment canvis meteorològics i canvis de mobilitat per altres causes, com les restriccions per la pandèmia), s'han analitzat les dades dels municipis inclosos a la ZBE i de dues zones control (Figura 5).

Figura 5. Mapa de les 3 zones d'estudi per avaluar canvis en la qualitat de l'aire.

S'inclouen 24 estacions de mesurament, 8 a la ZBE, 9 a la zona control propera i 7 a la zona control llunyana (Taula 1).

Taula 1. Estacions de mesurament de NO_2 incloses en cadascuna de les 3 zones d'estudi.

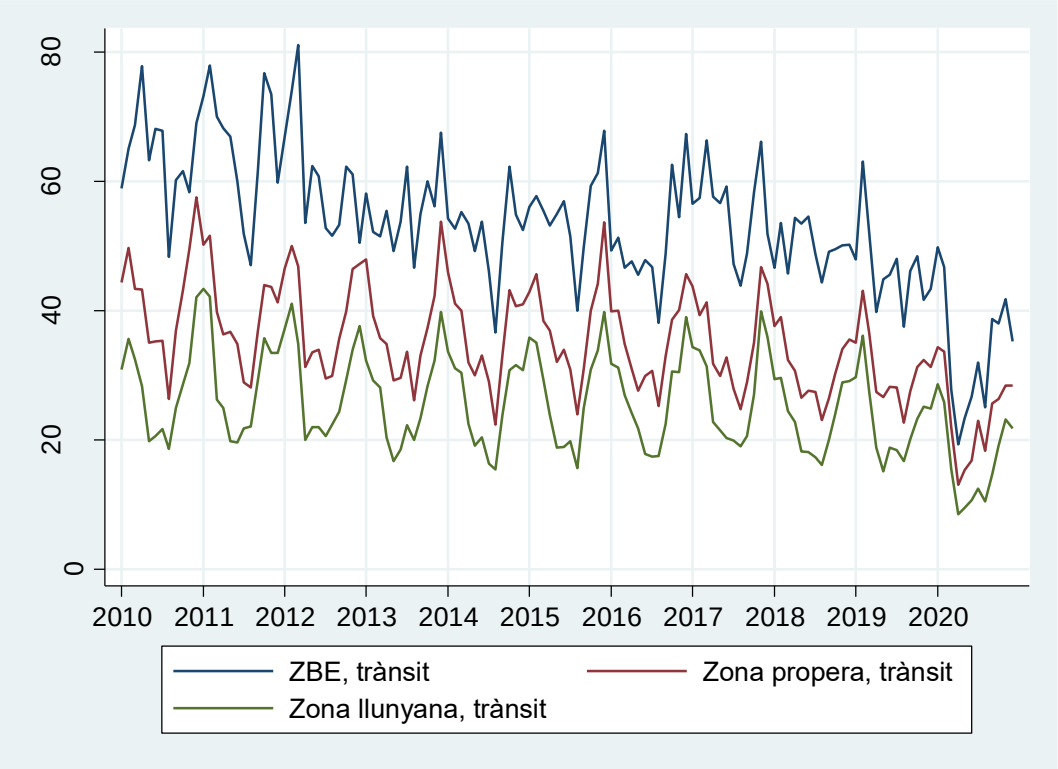
Zona d'estudi	Tipus d'estació	N estacions	Localització de l'estació
ZBE	trànsit	2	Gràcia, Eixample
	fons	6	Ciutadella, Palau Reial, Poblenou, Vall d'Hebron, Sants, Hospitalet
Control propera	trànsit	5	Granollers, Sabadell, Vilanova, Mollet, Terrassa
	fons	4	Rubí, Mataró, Martorell, Vilafranca
Control llunyana	trànsit	4	Lleida, Manresa, Girona, Reus
	fons	3	Berga, Manlleu, Vila-seca
Total		24	

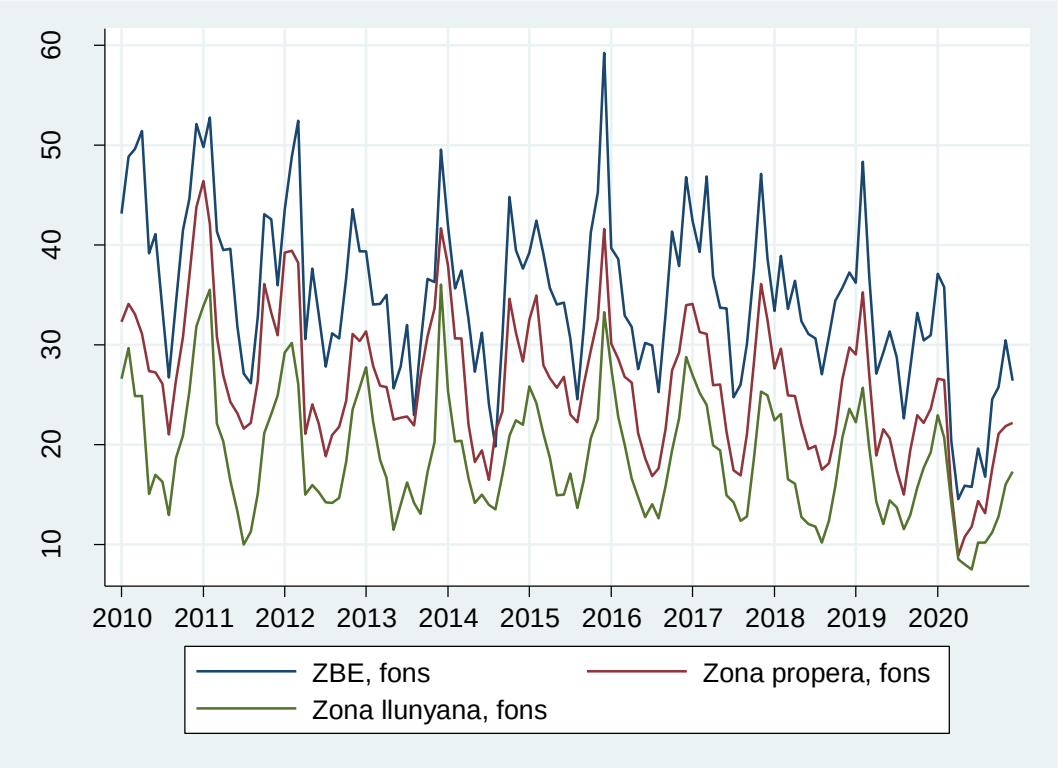
A més, per analitzar les comparacions entre zones dels nivells de NO_2, s'ha corregit per la meteorologia. En concret, la comparació entre els nivells de NO_2 s'ha ajustat estadísticament amb les dades diàries per cada municipi de temperatura, humitat relativa, pressió atmosfèrica, precipitació, radiació solar i velocitat i direcció del vent. D'aquesta manera s'eliminen les diferències entre zones en els nivells de NO_2 atribuïbles a la meteorologia.

A la figura 6 es mostra l'evolució dels nivells de NO_2 des de l'any 2010 a les estacions de trànsit i de fons de la ZBE i de les zones control. Tal i com mostra la figura, els nivells de NO_2 són més elevats en les estacions de trànsit que en les de fons i també són més elevats a la ZBE, seguit de la zona control propera i són més baixos a la zona control llunyana. Els nivells de NO_2 tendeixen a un lleuger descens durant els últims anys en les estacions de fons de les tres zones (mitjana de -0,8 µg/m³ anual). En les estacions de trànsit, el descens anual entre 2010-2019 ha estat més marcat dins la ZBE (mitjana de -1,8 µg/m³) que en la zona control propera (-1,1 µg/m³) o la zona control llunyana (-0,6 µg/m³) (p-valors<0,05).

Aquestes dades poden reflectir que les estacions de trànsit dins la ZBE estan més influenciades pel trànsit que no pas les estacions de trànsit de les zones més allunyades de la capital. En aquest sentit, els canvis en el trànsit s'espera que influenciïn més els nivells de qualitat de l'aire a la ZBE que no pas a les zones control.

Figura 6. Evolució dels nivells de NO_2 (µg/m³) a les estacions de trànsit (dalt) i de fons (baix) de la ZBE, la zona control propera i la zona control llunyana.





A continuació l'anàlisi es centra en la descripció de la qualitat de l'aire durant l'any 2020, quan s'ha implantat la ZBE permanent (inici 1 de gener, sancions des del 15 de setembre) i que ha coincidit amb les restriccions per la pandèmia del COVID-19 que han tingut un impacte molt gran a la qualitat de l'aire (Figura 7).

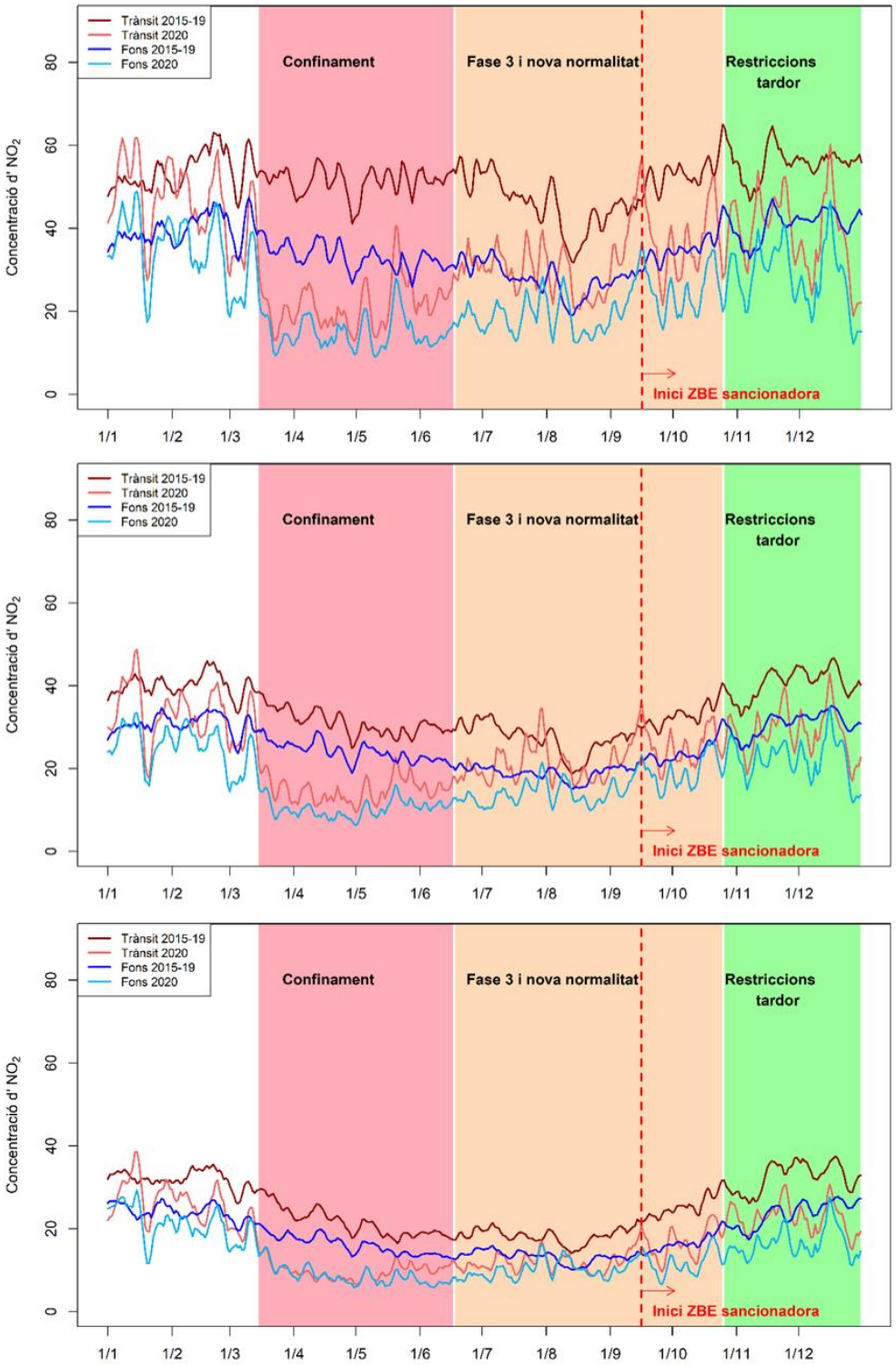
Figura 7. Calendari de la implantació de la ZBE durant el 2020 i de les restriccions per la pandèmia de COVID-19.

	2018, 2019	Gener 2020	Primavera	Estiu	15 Setembre	Tardor
ZBE	ZBE en episodis NO_2	ZBE permanent			Inici sancions	
COVID-19			Confina-ment	Nova normalitat		Restriccions (restauració, comerç, toc de queda...)

A la figura 8 es compara com han evolucionat els nivells durant diferents períodes de l'any 2020 en relació als anys anteriors (2015-2019) tant en la ZBE com en les zones controls. Les figures mostren com per les tres zones d'estudi, els nivells diaris o setmanals de NO_2 sembla que varien de forma força paral·lela tant en les estacions de trànsit com de fons degut a la mateixa influencia meteorològica, el que indica que les zones propera i llunyana podrien ser bons controls per estudiar canvis temporals en la ZBE.

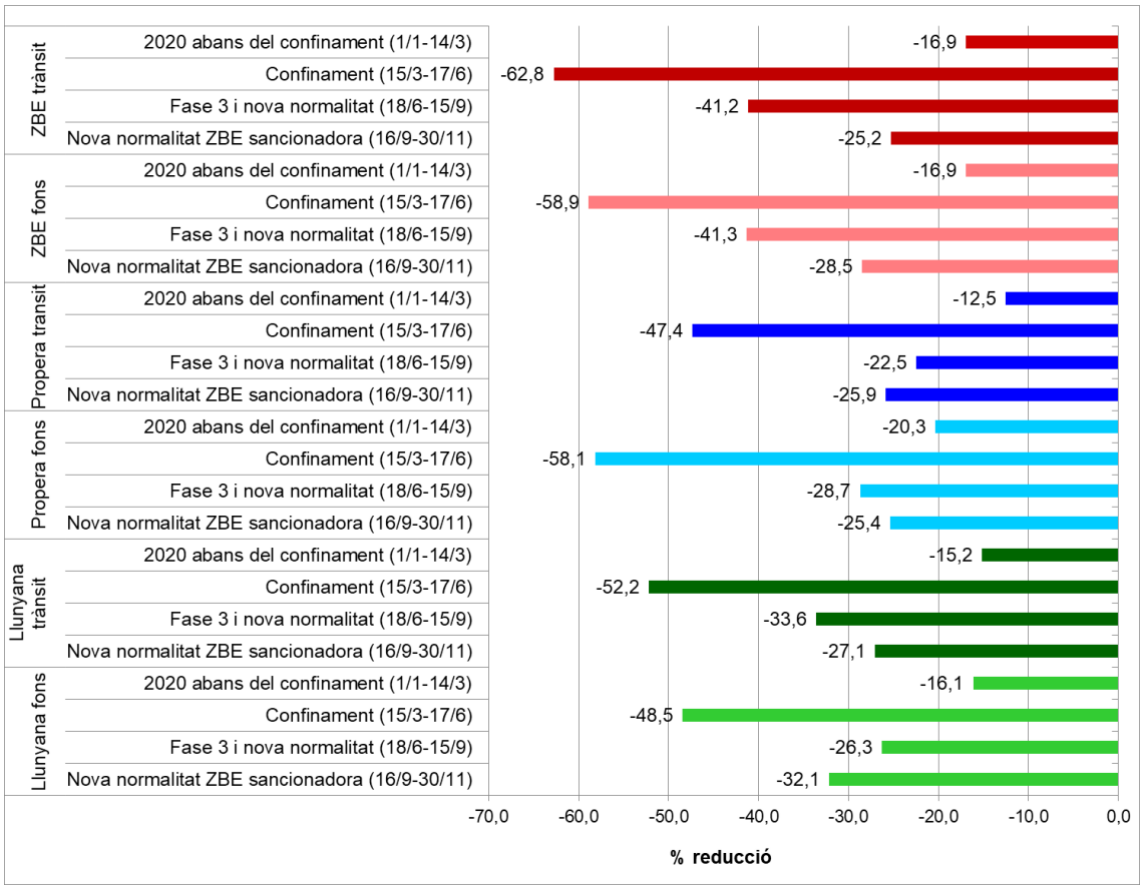
Les dades dels anys 2015-2019 mostren la variació estacional habitual, en que els nivells de NO_2 són més elevats durant la tardor i l'hivern que durant la primavera i estiu. El descens habitual de la primavera és molt més acusat durant la primavera del 2020 pel confinament per la COVID-19. L'inici de la ZBE sancionadora el 15 de setembre coincideix amb un descens del NO_2 per canvi meteorològic tant a la ZBE com a les dues zones control. Durant la tardor de 2020 els nivells de NO_2 van recuperant-se, tal i com passava en aquests mesos dels anys anteriors.

Figura 8. Evolució de la concentració de NO_2 al llarg del 2020 i dels anys de comparació a les estacions de trànsit i de fons a la ZBE (dalt), zona control propera (mig) i zona control llunyana (baix).



En la següent figura s'ha calculat quina ha estat la variació relativa en la concentració mitjana de NO_2 en el 2020 respecte els anys anteriors per les diferents zones i períodes, aplicant la correcció meteorològica (figura 9).

Figura 9. Variació relativa (%) en la concentració mitjana de NO_2 al 2020 respecte els anys anteriors (2015-2019) per cadascuna de les zones d'estudi i per diferents períodes de l'any, aplicant correcció per meteorologia.



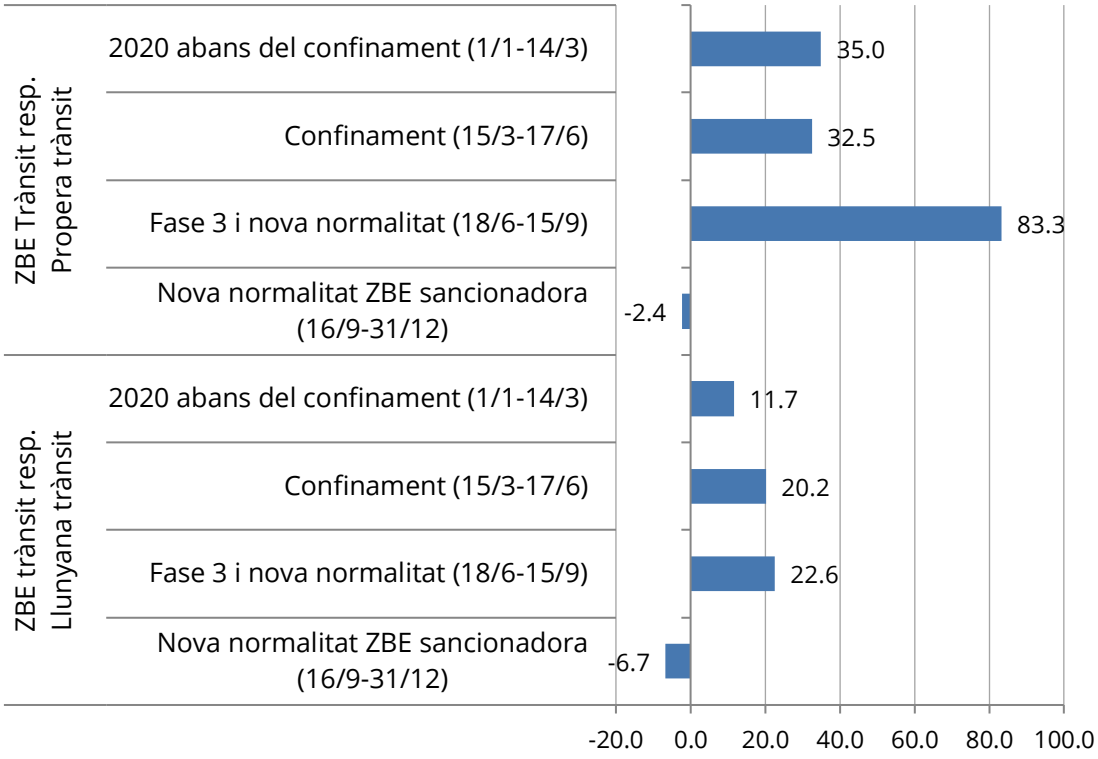
La figura mostra com el 2020 ha tingut nivells més baixos de NO_2 que l'habitual a tot el territori, també abans de l'arribada de la pandèmia. Durant el confinament de la primavera amb fortes restriccions de la mobilitat és quan la reducció del NO_2 en comparació amb els anys anteriors va ser més forta. Durant el confinament, la reducció relativa de NO_2 va estar al voltant del 50%, amb variacions segons la zona (la màxima reducció a la ZBE trànsit amb un 63% i la mínima a la zona propera de trànsit, amb 47%). Durant la resta de l'any després del confinament, la reducció respecte a anys anteriors s'ha mantingut entre un 41% i un 25% depenent de la zona.

La següent figura compara si la reducció dels nivells de NO_2 ha estat més forta a la ZBE que a la zona control propera o la zona control llunyana pels diferents períodes de l'any 2020 (figura 10). Durant el confinament de la primavera, la ZBE va tenir una reducció un 32% més alta que a la zona control propera i un 20% més

alta que a la zona control llunyana. Aquesta dada és coherent amb el que s'ha vist en altres estudis, on les ciutats més grans van patir una reducció més forta de la mobilitat i més millora de la qualitat de l'aire que les ciutats més petites. En canvi, durant la tardor amb la ZBE sancionadora en funcionament, l'NO_2 es va reduir menys a la ZBE que a les zones control propera i llunyana (un -2% i -7%, respectivament).

Per tant, les dades de NO_2 disponibles no indiquen un canvi substancial en el nivell de l'NO_2 en la ZBE respecte de les zones control des de l'entrada en funcionament de les sancions al setembre de 2020.

Figura 10. Percentatge de reducció en els nivells de NO_2 a la ZBE en comparació amb la reducció a les zones de control durant diferents períodes del 2020 respecte els anys anteriors (2015-2019).



La figura mostra el percentatge de canvi en NO_2 a les estacions de trànsit de la ZBE respecte al canvi a les estacions de trànsit de la Zona control propera (a dalt) i respecte al canvi a les estacions de trànsit de la Zona control llunyana (a baix). Les estacions de trànsit incloses a la zona control propera es troben als municipis de Granollers, Sabadell, Vilanova, Mollet, Rubí, Terrassa. Les estacions de trànsit incloses a la zona control llunyana es troben als municipis de Lleida, Manresa, Girona i Reus.

Conclusions

- La proporció de **vehicles que circulaven sense distintiu** ambiental a la ZBE ha passat del 9-10% durant la primera meitat del 2020 al voltant del 5% al desembre de 2020, el que suposa una reducció al voltant del 50% a la ciutat de Barcelona; aquesta reducció seria del voltant del 40% a la resta de la ZBE.

- Si es tenen en compte els **vehicles sense distintiu sancionables**, la reducció durant el 2020 ha estat del voltant del 70% a Barcelona i del voltant del 60% a la resta de la ZBE. A desembre de 2020, aquests vehicles sense distintiu sancionables representaven al voltant del l'1% dels vehicles circulants tant a Barcelona ciutat com a la resta de la ZBE. La reducció ha estat clarament marcada a partir del setembre de 2020, coincidint amb l'entrada en vigor de les sancions.

- En comparació amb els anys anteriors (2015-2019), el 2020 ha tingut uns **nivells de NO_2** més baixos que els habituals per les dràstiques reduccions de mobilitat per la pandèmia del COVID-19, tant a l'àrea de la ZBE com també a les ciutats catalanes més allunyades que s'han utilitzat com a zones control.

- Durant el **confinament de la primavera**, la reducció del NO_2 respecte els anys anteriors va ser més forta a l'àrea de la ZBE que a les zones control (entre un 20 i un 32%). Aquest fet és consistent amb el descrit en altres estudis, on les ciutats més grans van patir un impacte més gran del confinament en la reducció de la mobilitat i la contaminació comparat amb les ciutats més petites.

- Durant la **tardor de 2020** amb certa recuperació de la mobilitat i la ZBE sancionadora en funcionament, la reducció de l'NO_2 respecte els anys anteriors va ser similar a l'àrea de la ZBE i a les zones control (entre un -2% i un -7%). Així doncs, l'entrada en vigor de la ZBE sancionadora no hauria suposat un canvi mesurable en les concentracions de NO_2 a la ZBE.

- **Les dades d'evolució del parc circulant indiquen que l'entrada en vigor de les sancions al setembre de 2020 va suposar una millora ambiental del parc circulant a la ZBE i la reducció en el factor mig d'emissió de NO_2 dels vehicles circulants. Tot i així, les dades no indiquen un canvi apreciable en el nivell de l'NO_2 a l'aire.** Els canvis en la qualitat de l'aire induïts per la reducció de mobilitat associada a la pandèmia són molts més marcats que els esperats per la ZBE.

- **Calen dades a més llarg termini** per poder analitzar la influència de la ZBE sobre la qualitat de l'aire, especialment en un context excepcional per la COVID-19 on els patrons de mobilitat no són els habituals. A més, durant el 2021 s'ampliarà els vehicles sancionables dins la ZBE (en moratòria durant el 2020), pel que l'impacte esperat de la intervenció també serà major durant el 2021.

Properes avaluacions

L'avaluació de l'efectivitat de la ZBE en la millora del parc circulant, les emissions procedents del trànsit i la qualitat de l'aire continuarà durant els propers mesos, quan es disposi de més dades des de l'entrada en funcionament de la ZBE sancionadora.

Cal tenir en compte també que l'avaluació no es pot fer a temps real, ja que hi ha un decalatge pel tractament i anàlisi de les dades (tan al laboratori com estadístic), així com per la interpretació dels resultats en el sí del grup de treball.
El proper informe d'avaluació de la ZBE inclourà les dades disponibles fins a setembre de 2021, un any després de l'inici de la ZBE sancionadora en turismes i motocicletes. Aquest informe s'ampliarà de la següent manera:

- S'estimarà la reducció en emissions del parc circulant
- S'ampliarà l'anàlisi de l'evolució dels nivells de NO_2 mitjançant noves dades amb captadors passius de NO_2 dins i fora de la ZBE
- La descripció de les dades de contaminació atmosfèrica de la xarxa inclourà, a més del NO_2, les partícules $PM_{2,5}$ i PM_{10}. S'analitzarà també l'evolució del *Black carbon* en tres estacions de la ciutat.
- S'estimarà el canvi en la qualitat de l'aire atribuïble a la ZBE i s'estimarà l'impacte en salut atribuïble a la potencial millora de NO_2 i $PM_{2,5}$

Referències

1. Ajuntament de Barcelona, 2015. Pla de millora de la qualitat de l'aire de Barcelona 2015-2018. Disponible a: https://bcnroc.ajuntament.barcelona.cat/jspui/handle/11703/83944

2. Amato, F., Alastuey, A., Karanasiou, A., Lucarelli, F., Nava, S., Calzolai, G., Severi, M., Becagli, S., Gianelle, V. L., Colombi, C., Alves, C., Custódio, D., Nunes, T., Cerqueira, M., Pio, C., Eleftheriadis, K., Diapouli, E., Reche, C., Minguillón, M. C., Manousakas, M.-I., Maggos, T., Vratolis, S., Harrison, R. M., and Querol, X., 2016. AIRUSE-LIFE+: a harmonized PM speciation and source apportionment in five southern European cities, Atmos. Chem. Phys., 16, 3289–3309.

3. Rico,M, Font,L, Arimon,J, Marí,M, Gómez;A, Realp;E. Informe qualitat de l'aire de Barcelona, 2019. Agència de Salut Pública de Barcelona 2020. Disponible a: http://www.aspb.cat/wp-content/uploads/2020/10/Informe_qualitat-aire-2019.pdf

4. Grup de treball per l'avaluació de la ZBE. L'impacte esperat de la ZBE Rondes Barcelona. Disponible a: https://www.aspb.cat/wp-content/uploads/2020/05/ASPB_impacte-ZBE-rondes-barcelona.pdf

5. Etiquetes ambientals. Àrea Metropolitana de Barcelona. https://www.amb.cat/s/web/mobilitat/mobilitat-sostenible/contaminacio-atmosferica/etiquetes-ambientals.html

6. Caracterització dels vehicles i les seves emissions a l'àrea metropolitana de Barcelona. Ajuntament de Barcelona, Àrea Metropolitana de Barcelona, RACC. Disponible a: https://ajuntament.barcelona.cat/premsa/wp-content/uploads/2017/09/Dossier_estudi_RSD_lowres2.pdf

CSB Consorci Sanitari de Barcelona

Agència de Salut Pública

Salut ambiental

Connectem

www.aspb.cat