



UNIVERSITAT^{DE}
BARCELONA

Comportament de les immissions contaminats a la ciutat de Barcelona durant l'Estat d'Alarma amb motiu de la COVID-19

Treball Final de Grau de Geografia
Departament de Geografia
Universitat de Barcelona

Alumne: Alberto Zayas Fernández
Tutor: Ferran Salvador Franch

Setembre, 2020

ÍNDEX

| | |
|---|----|
| 1. Resum | 2 |
| 2. Introducció | 3 |
| 3. Objectius | 4 |
| 4. Hipòtesis | 4 |
| 5. Metodologia | 5 |
| 6. Estat de la qüestió | 8 |
| 6.1. Els contaminants estudiats. Origen i efectes | 8 |
| 6.2. Les normatives | 11 |
| 6.3. La Xarxa de Vigilància i Previsió de la Contaminació Atmosfèrica (XVPCA) | 12 |
| 6.4. Distribució de les estacions de la XVPCA a la ciutat de Barcelona | 14 |
| 6.5. Els valors de la normativa ambiental | 15 |
| 6.6. Diferència entre emissions i immissions | 17 |
| 6.7. Estudis sobre l'afectació de la COVID-19 en la contaminació atmosfèrica | 17 |
| 7. Àrea d'estudi | 20 |
| 8. Anàlisi de les dades | 23 |
| 8.1. Condicionants meteorològics en les immissions de contaminants | 23 |
| 8.2. Anàlisi de l'Òxid de carboni (CO) | 29 |
| 8.3. Anàlisi del Diòxid de sofre (SO ₂) | 31 |
| 8.4. Anàlisi de l'Òxid de nitrogen (NO) | 33 |
| 8.5. Anàlisi del Diòxid de nitrogen (NO ₂) | 35 |
| 8.6. Anàlisi dels Òxids de nitrogen (NO _x) | 37 |
| 8.7. Anàlisi de les Partícules en Suspensió (PM10) | 39 |
| 8.8. Anàlisi de l'Ozó (O ₃) | 41 |
| 8.9. Visualització conjunta de les immissions | 43 |
| 9. Conclusions | 46 |
| 10. Discussió i perspectives | 47 |
| Bibliografia i Webgrafia | 49 |

1.- RESUM

Aquest treball estudia el comportament de les immissions de contaminants a Barcelona durant l'Estat d'Alarma amb motiu de la COVID-19. En aquest període que ja forma part de la història de tots i totes, s'han arribat a aturar les activitats econòmiques i industrials i també s'ha reduït al mínim la mobilitat. El nostre objectiu és saber si aquests fets han transcendit en la contaminació de l'aire a la nostra ciutat.

Per saber-ho, hem analitzat les immissions de set contaminants a quatre estacions de mesurament durant un període de temps. Les estacions han estat, la de l'Eixample, la de Gràcia -Sant Gervasi, la de Parc Vall d'Hebron i la de Palau Reial. Aquestes són les estacions de la Xarxa de Vigilància i Previsió de Contaminació Atmosfèrica (XVPCA) que més contaminants mesuren a la ciutat. En concret hem analitzat les immissions d'òxid de carboni (CO), diòxid de sofre (SO₂), òxid de nitrogen (NO), òxids de nitrògens (NO_x), diòxid de nitrogen (NO₂), partícules en suspensió (PM₁₀) i ozó (O₃). El treball s'ha basat en la comparació de les immissions del període gener-juny de l'any 2020, amb el mateix període del 2019. Hem posat major èmfasi i ens hem centrat més en comparar les setmanes de l'Estat d'Alarma amb motiu de la COVID-19 amb les setmanes equivalents de l'any anterior. Per altra banda, en aquest treball no hem tingut en compte només el comportament de les immissions. Hem fet també una descripció de l'entorn ambiental tenint en compte les situacions atmosfèriques trobades. Per això hem treballat amb les dades meteorològiques que es donaven en aquells moments i que podien influir en les immissions dels contaminants. Hem treballat monitorant la precipitació diària, la pressió atmosfèrica mínima i la velocitat mitjana del vent.

En termes generals hem comprovat que durant l'Estat d'Alarma amb motiu de la COVID-19 les immissions han tingut una reducció, que depenent de la setmana analitzada, del contaminant i de l'estació, han sigut molt marcades i importants, tot i que també hi han hagut altres comportaments més moderats, i hem vist alguna situació concreta d'algun contaminant específic que no ha seguit aquestes tendències.

2.- INTRODUCCIÓ

La introducció d'aquest treball és una mica diferent a la d'altres treballs d'altres anys. No era aquesta la introducció que vaig escriure inicialment perquè no era aquest el treball que vaig començar a fer. La motivació dels dos treballs, però, és molt semblant per no dir la mateixa: **els contaminants a la ciutat de Barcelona**. Així, en un principi la Definició temàtica i Pla de treball presentats al Dr. Martí Cors el dia cinc de desembre passat versava sobre la Zona de Baixes Emissions de Barcelona (BZE) i la seva repercussió sobre la contaminació viària de la ciutat. Un tema del meu interès per la incidència que té a la nostra salut, els interessos de les indústries contaminants i la legislació vigent en la matèria. Vaig investigar els contaminants, les seves fonts, vaig buscar informació d'altres estudis i vaig fixar-me en els casos d'altres ciutats europees que feia ja temps que tenien actuacions similars i que van influir en voler estudiar les conseqüències de la ZBE de la meua ciutat. Així em vaig interessar per Londres i la seva *Low Emission Zone*, Paris amb la *Zone a Circulation Restreinte*, Berlin i la *Umweltzone* o Brussel·les i la *Low Emission Zone*.

En aquest punt va arribar el Reial Decret 463/2020 del 14 de març, just després que el dia 11 de març la Organització Mundial de la Salut (OMS) va declarar el coronavirus COVID-19 com a pandèmia i tot es va aturar. La ZBE va deixar de ser el focus del meu treball perquè es restringia la mobilitat, ja no es podia comparar un abans i un després de la implantació de la ZBE. Al mateix temps va venir el teletreball, el teletreball de la meua dona, el *telestudi* meu i del meu fill, tot un caos de conciliació telemàtica a casa que va fer aparcar el TFG unes setmanes, fins que un missatge del meu tutor va obrir la porta a realitzar un nou treball amb un fons similar però una temàtica diferent.

Ara es tractava de veure com la COVID-19 ha variat la contaminació a Barcelona. He passat de voler saber com podria ser l'impacte de la ZBE sobre els contaminants a Barcelona, a voler analitzar l'impacte de la COVID-19 a la mateixa ciutat. Són nous temps i tothom ens hi hem adaptat en major o menor mesura, el TFG també s'ha adaptat per poder seguir endavant. Estic convençut que aquest any haurien de sortir TFG's molt bons, fruit de la dedicació quasi exclusiva pel confinament, també en sortiran d'altres fruit d'un esforç extra per poder-los fer. Aquest que esteu llegint ha fet un canvi de rumb però segueix amb les motivacions del primer, voler saber i aprendre coses de l'aire que ens envolta a la meua ciutat, l'aire que respirem, veure com els condicionants antròpics influeixen en el medi, veure canvis a petita escala, però que aquests dies són a nivell global.

3.- OBJECTIUS

L'objectiu del treball és constatar i avaluar com les mesures restrictives a les activitats econòmiques i a la mobilitat introduïdes pel Reial Decret 420/20 a causa de la COVID-19, han pogut provocar una variació en les immissions de contaminants registrades a diferents punts de la ciutat de Barcelona.

En aquest sentit, volem analitzar les immissions de contaminants a les quatre estacions de mesurament de la Xarxa de Vigilància i Previsió de la Contaminació (XVPCA), que més nombre contaminants analitzen a la ciutat de Barcelona, el període temporal son els sis primers mesos de l'any 2020 i del 2019, posant especial interès entre el 14 de març i el 19 de juny.

4.- HIPÒTESIS

La hipòtesi que plantegem és que la caiguda de l'activitat econòmica, industrial i productiva, juntament amb el descens de la mobilitat tant en el transport públic com privat (marí, terrestre i aeri) a causa de la COVID-19, ha provocat una caiguda de les immissions de contaminants a Barcelona durant l'Estat d'Alarma.

5.- METODOLOGIA

Per realitzar aquest treball hem fet servir dades d'estacions de mesurament de la contaminació de Barcelona, concretament els punts de mostreig són les quatre estacions de la *Xarxa de Vigilància i Previsió de la Contaminació Atmosfèrica (XVPCA)* que més contaminants analitzen a la ciutat de Barcelona. En concret són les estacions de l'Eixample, de Gràcia-St. Gervasi, del Parc de la Vall d'Hebron i de Palau Reial. També s'han fet servir dades procedents de l'*Agència Estatal de Meteorologia (AEMET)* i del *Servei Meteorològic de Catalunya (METEOCAT)*

Pel que es refereix a les estacions de la Xarxa (XVPCA), un cop escollides, vam buscar dades de les immissions al full web Barcelona Open Data BCN pertanyent a l'Ajuntament de Barcelona. Durant un temps vam descarregar les dades en format CSV que més tard passàvem a Excel per treballar amb aquest darrer programari. Aquests Excels eren excessivament grans. El motiu era que hi havia més de 70 columnes d'informació i aquestes s'havien de multiplicar pels 340 dies als que fa referència el treball, per les quatre estacions i pels 7 contaminants de cada estació. Això doblava uns llençols d'Excel de gairebé 600.000 cel·les. Aquesta és una aproximació a priori, ja que en realitat es van eliminar moltes de les columnes fins deixar només aquelles que donaven les dades més útils, com els diferents identificadors, les dates, i els valors mesurats. Aquests valors es donen per franges horàries, és a dir, per cada contaminant hi han 24 mesures diàries, una per cada hora. A més a més, cada una de elles té una anotació amb les lletres V o N, que vol dir dada verificada o bé, dada no verificada. Segons el cas es pot arribar a trigar fins a sis mesos en verificar les dades, però el cert és que totes les dades d'immissions amb les que hem treballat ja eren verificades. Només han estat catalogades com no verificades les dades que sortien en blanc, que són poques, però que també ens hi hem trobat. Precisament per aquest tema de dades que sortien en blanc al web *Open Data BCN*, hem trobat una altre web, la de dades obertes del govern de la Generalitat de Catalunya. Amb aquesta darrera web la preparació de les dades, sobretot per descarregar dades més acotades en el temps, o bé dades d'un contaminat específic d'una estació concreta, ha millorat molt. En comptes de descarregar excels infinits, ara amb els filtres disponibles les dades que descarregaven eren molt més específiques. Fins i tot podíem fer ús d'un visor per tal de comprovar-les abans de generar la descàrrega.

Amb aquesta nova web de la Generalitat però, també ens trobàvem, al igual que amb la primera amb dades repetides. Molts dies estaven duplicats i fins i tot triplicats. Aquest fet ha suposat una gran feina per repassar totes les descarregues, perquè al fer els primers gràfics a vegades sortien coses estranyes que feien sospitar que hi havia dades errònies. Les dades repetides són totes del 2019, hi ha mesos correctes i mesos què, fins i tot, tots els dies d'alguns contaminant estaven tots repetits.

Gairebé al final del tractament de les dades hem descobert causes i les possibles correccions d'alguns duplicats. Al baixar dades concretes per comprovar alguna dada que a priori semblava incerta hem comprovat que per veure un contaminat d'un dia donat, en una

estació donada ens ha baixat un Excel amb 71 columnes i dues files, quan hauria d'haver estat un de 71 columnes i una sola fila. Així, buscant perquè, hem vist diferents causes de aquestes duplicitats. Una d'elles, és que a la columna de geolocalització una fila tenia un nombre de decimals i l'altra fila tenia en un altre, també el Codi de Mesurament que dona l'estació per a cada presa de cada contaminant era un altre factor de repetició de dades. Malauradament aquestes explicacions les vam descobrir a la recta final del processament de dades, i a més a més, en algun cas havíem eliminat la columna on es podria arranjar l'error mitjançant filtres, per la qual cosa l'eliminació de dades duplicades ha estat una constant i s'ha realitzat de manera manual. Errors que si van ser detectats de forma ràpida van ser aquells relacionats amb l'ortografia, com en el cas de l'estació de Gràcia-St. Gervasi que tenia moltes dades duplicades al sortir també com "Gracia" sense accentuació gràfica. En propers contactes amb bases de dades, l'experiència d'aquest TFG farà que el tractament de les mateixes pel seu anàlisi sigui realitzat d'una manera més eficient des del principi.

Un cop hem tingut les dades a l'abast, el següent pas del tractament ha estat treure la mitjana diària per realitzar els gràfics dels diferents contaminants de les quatre estacions. En aquest sentit hem passat de tenir 24 columnes amb les xifres hora per hora, a una sola columna on s'ha realitzat la mitjana diària. Aquest és el valor que reflecteixen els gràfics. A mode de exemple, per calcular el valor que figura en el gràfic de l'estació d'Eixample del 20 de juny, hem sumat els 24 valors d'aquest dia i els hem dividit entre 24. Aquesta operació s'ha agut de repetir per tots els dies entre l'1 de gener i el 19 de juny, tant de l'any 2019 com de l'any 2020. L'única diferència entre els anys és que l'any 2020 té una operació més ja que al ser any de traspàs té operacions amb el 29 de febrer. Al realitzar aquestes operacions, ha sorgit una altra dificultat tècnica, ja que hem trobat nombres decimals que feien servir el punt (.) com a mesura de separació entre la part sencera i la decimal del nombre, i altres feien servir la coma (,). Aquest fet que s'ha posat de manifest a l'hora de realitzar els gràfics i veure les alteracions, s'ha pogut solucionar mitjançant les eines del full de càlcul.

Amb les 341 operacions anteriors s'obtenen les dades d'un sol contaminat d'una única estació. Aquest procés l'hem repetit pels 6 contaminants restants i per a totes les estacions, en total han estat gairebé 10.000 dades que han servit per poder construir tots els gràfics. Aquest punt, el dels gràfics, ha estat valorat de forma especial. Els gràfics han de ser entenedors i després de fer diferents proves hem optat pel format reflectit en el treball. La dificultat era, per una banda encabir els 171 dies de l'eix de les abscisses, i per l'altra reflectir a l'eix d'ordenades valors molt dispersos d'un contaminant a les diferents estacions, sobretot aquest fet es dona als primers mesos de l'any 2019. En el primer cas es va valorar fer gràfics només del temps de l'estat d'alarma, però veure els antecedents i veure d'on veníem finalment va guanyar pes i es vam fer els gràfics des de l'1 de gener. Sobre l'eix d'ordenades, els alts valors referits anteriorment de principis de 2019 minven la comprensió visual, però no minven la compressió per seguir els comentaris i l'anàlisi dels gràfics.

Fins aquí, tot correcte, però sembla un treball més aviat estadístic, falta una dimensió, falta allò que han de fer els i les geògrafs/es per a reivindicar el seu lloc per a millorar el món. Falta quelcom que serveixi per explicar i interpretar la realitat des d'una vessant geogràfica. Així doncs, per fer els comentaris dels gràfics que anteriorment hem mencionat, hem tingut en compte també les situacions meteorològiques que es donen durant les immissions. Per una

banda la velocitat mitjana diària del vent i la pressió mínima mitjana diària atmosfèrica i per altra banda, els *Informes mensuals climatològics* dels mesos de l'estudi, dades trobades a l'*Agencia Estatal de Meteorologia (AEMET)*. Així mateix, també vam fer servir els *Butlletins mensuals* i la cartografia climàtica de precipitació acumulada del *Servei Meteorològic de Catalunya*.

6.- ESTAT DE LA QÜESTIÓ

6.1. Els contaminants estudiats. Origen i efectes

El diòxid de sofre (SO₂)

L'origen del SO₂ és principalment antropogènic. És un gas que s'origina sobretot durant la combustió de carburants fòssils que contenen sofre (petroli, combustibles sòlids), duta a terme sobretot en els processos industrials d'alta temperatura i de generació elèctrica. El principal emissor de SO₂ és el sector industrial, amb la qual cosa la distribució temporal dels nivells de SO₂ sol venir determinada pels períodes en els quals la indústria emissora que afecta l'estació està en funcionament.

Aquest contaminant pot produir, fins i tot a grans distàncies del focus emissor, efectes adversos sobre la salut (com ara irritació i inflamació del sistema respiratori, afeccions i insuficiències pulmonars, alteració del metabolisme de les proteïnes, mal de cap o ansietat), sobre la biodiversitat, els sòls i els ecosistemes aquàtics i forestals (pot ocasionar danys a la vegetació, degradació de la clorofil·la, reducció de la fotosíntesi i la consegüent pèrdua d'espècies) i fins i tot sobre les edificacions, a través de processos d'acidificació, perquè una vegada emès, reacciona amb el vapor d'aigua i amb altres elements presents en l'atmosfera, de manera que la seva oxidació en l'aire dóna lloc a la formació d'àcid sulfúric. A més, també actua com a precursor de la formació de sulfat amònic, la qual cosa incrementa els nivells de PM₁₀ i PM_{2,5}, amb greus conseqüències igualment sobre la salut (MITECO, 2020).

El monòxid de carboni (CO)

En general, qualsevol combustible que contingui carboni (gas, petroli, carbó, fusta, ...) i que sigui cremat sense suficient oxigen com per a formar CO₂ és una font potencial de CO. Les principals fonts d'emissió de CO són els processos de combustió en sectors no industrials, seguits per les activitats del sector agropecuari i pels processos industrials sense combustió. El transport per carretera (trànsit) ha contribuït encara a que les seves potencials conseqüències probablement s'han vist minorades per la utilització de convertidors catalítics.

El CO penetra en l'organisme a través dels pulmons, i pot provocar una disminució de la capacitat de transport d'oxigen de la sang, amb el consegüent detriment d'oxigenació d'òrgans i teixits, així com disfuncions cardíaques, danys en el sistema nerviós, mal de cap, marejos i fatiga; aquests efectes poden produir-se tant sobre l'ésser humà com sobre la fauna silvestre. També posseeix conseqüències sobre el clima, ja que contribueix a la formació de gasos d'efecte d'hivernacle: la seva vida mitjana en l'atmosfera és d'uns tres mesos, la qual cosa permet la seva lenta oxidació per a formar CO₂, procés durant el qual també es genera O₃ (MITECO, 2020).

Els òxids de nitrogen (NO, NO_x, NO₂)

El NO₂ i el NO_x (NO+NO₂) tenen també un origen principalment antròpic. Com a contaminants, són gasos que s'emeten en els processos de combustió que es duen a terme en relació amb el trànsit (sobretot vehicles automòbils, i especialment de motors dièsel) i amb el transport en general, així com en instal·lacions industrials d'alta temperatura i de generació elèctrica. La seva formació es deu a l'oxidació que sofreix el nitrogen atmosfèric (N₂, principal component de l'aire) a altes temperatures.

Els focus emissors emeten generalment NO i NO₂, als quals denominem primaris. Amb el temps el NO s'oxida i genera NO₂ secundari. Així doncs, prop de les fonts emissores, el ràtio NO/NO₂ és molt més alt que en les zones de fons regional.

En ambient urbà, generalment més del 75% del NO₂ en aire ambient, és aportat pel trànsit rodat. Aquesta contribució és major que la que s'indica a l'Inventari Nacional d'Emissions¹ pel fet que els ciutadans viuen molt pròxims al trànsit rodat, i encara que en tonatge les emissions són inferiors a les d'altres fonts, la seva contribució a l'exposició humana en ciutats és molt superior.

Al llarg dels anys s'ha produït global i gradualment una disminució de les emissions d'aquests contaminants, que resulta més marcada si s'atén a focus individuals com el trànsit (que continua sent el principal contribuent) o a la combustió en les indústries energètiques, que han experimentat una caiguda important a partir de l'any 2008. Els nivells més alts de NO_x s'aconsegueixen en les grans aglomeracions urbanes i en les seves zones metropolitanes, així com a l'entorn de les vies de comunicació amb trànsit més dens. (MITECO, 2020).

Les partícules en suspensió (PM₁₀, PM_{2,5})

L'origen pot ser primari o secundari:

- Primari. Quan les PM s'emeten directament a l'atmosfera, ja sigui de manera natural (pols i partícules del sòl, partícules salines marines, espores i pòl·lens, ...) o a conseqüència de l'activitat humana, que en ambients urbans s'associa sobretot al trànsit rodat i a la circulació de vehicles (el que inclou tant les emissions de combustió del motor com el desgast de frens i pneumàtics), a altres processos de combustió (especialment industrials, però també relacionats amb la calefacció d'edificis i habitatges), a altres fonts d'emissió industrials i a la construcció.
- Secundari. Quan es produeixen en l'atmosfera com a resultat de reaccions químiques a partir de gasos precursors (SO₂, NO_x, NH₃ i compostos orgànics volàtils, principalment).

Aquests precursors permeten resumir l'origen de les partícules secundàries en dos grans blocs:

¹Inventari elaborat anualment el Ministeri per a la Transició Ecològica segons Reglament (UE) 525/2013 i Directiva (UE) 2016/2284.

- Els components inorgànics secundaris, com el sulfat i nitrat amònic ((NH₄)₂SO₄ i NH₄NO₃), que generalment constitueixen el 30-40% de les partícules PM_{2,5}. S'originen per l'oxidació en l'atmosfera de SO₂ i NO₂ i la seva interacció amb l'amoniac (NH₃). Aquesta reacció és més ràpida en condicions d'alta temperatura i humitat i elevada insolació, i l'origen dels gasos precursors és antropogènic en la seva gran majoria.
- Els compostos secundaris orgànics s'originen a partir de COV's², tant naturals com antròpics. Entre els gasos orgànics antròpics destaquen els hidrocarburs emesos per evaporació de combustibles o per emissions de combustió, així com un gran nombre de focus industrials (pintures, vernissos, entre altres). Entre els naturals destaquen els COV's biogènics procedents de les emissions vegetals, com els isoprens, típics dels boscos caducifolis i els terpens dels de coníferes. Aquests COV's reaccionen en l'atmosfera amb O₃, NO_x i altres components i generen composts carbonosos sòlids i/o líquids que constitueixen al voltant del 25-30% del PM₁₀ i PM_{2,5}. La velocitat de formació d'aquest PM₁₀ i PM_{2,5} carbonós és major a les ciutats per presentar alts nivells de NO_x, al seu torn, la reacció entre NO₂ i COV's genera O₃.

En general, la fracció antropogènica domina sobre la natural, tant en zones rurals com en punts de trànsit rodats o industrials. A més la fracció secundària representa entre el 40 i el 70% de la massa de PM.

Segons l'Inventari Nacional d'Emissions Contaminants a l'atmosfera, el focus més influent és la combustió en sectors no industrials, tant per a les PM₁₀ com per a les PM_{2,5}, seguida pel trànsit rodats (en el cas de les PM₁₀) o per l'agricultura (en el de les PM_{2,5}).

A Espanya es registren nivells alts de PM₁₀ en zones de tipologia molt diversa, en ciutats, en algunes zones industrials i fins i tot zones rurals, pel fet que la distribució de fonts d'emissió de partícules en molt complexa, ja que poden procedir del trànsit rodats (tant de l'emissió del motor, com del desgast de frens com de l'erosió del ferm de rodament), de la mineria, de la indústria, de les emissions domèstiques i residencials, de la pols mineral d'origen africà, o de l'aerosol marí, entre altres.

Les "partícules" (PM) estan integrades per una mescla heterogènia i complexa de substàncies orgàniques i inorgàniques de grandària i composició química molt variable; sòlides i/o líquides, d'origen tant natural com antropogènic.

Són els contaminants de l'aire més importants en termes de perillositat per a la salut humana (aquelles d'un diàmetre aerodinàmic igual a les 10 micres, o inferior, conegudes com PM₁₀), ja que poden ser inhalades i penetrar així en el sistema respiratori; les de menor grandària (de 2,5 micres de diàmetre, o inferior -PM_{2,5}-) poden fins i tot aconseguir els alvèols pulmonars, la qual cosa els permet d'aquesta manera portar substàncies nocives a zones molt sensibles i agreujar patologies que poden conduir fins i tot a una mort prematura. D'aquesta manera, les partícules (especialment les PM_{2,5}) poden estar implicades en l'increment de la mortalitat i de la morbiditat per causes respiratòries i cardiovasculars. A més de PM₁₀ i PM_{2,5}, les partícules ultrafines (inferiors a 0,1 micres, UFP) poden fins i tot aconseguir el flux sanguini

² Els COV's són Compostos Orgànics Volàtils.

i afectar per tant a diversos òrgans, i afectar el sistema nerviós central i al sistema reproductor, entre altres.

D'altra banda, les partícules ultrafines en suspensió també poden tenir efectes molt diversos sobre el medi ambient i el clima, depenent de la seva grandària i composició; en línies generals poden afectar el creixement vegetal, a la fauna (de manera similar al ja vist per al cas humà), redueixen la visibilitat, influeixen en els canvis de temperatura nets (ja sigui incrementant-la o disminuint-la) i fins i tot poden alterar els patrons de precipitació i la relació entre la radiació reflectida i la incident (albedo superficial); i a més ocasionar danys en les edificacions (MITECO, 2020).

L'ozó (O₃)

En la troposfera, l'O₃ es forma de manera secundària a partir de reaccions químiques complexes des de la proximitat de les fonts d'emissió dels seus gasos precursors fins a les zones receptores de la contaminació, reaccions en les quals participen altres gasos contaminants que actuen com a precursors, principalment òxids de nitrogen i COV's, tant antròpics com biogènics procedents de la vegetació. La velocitat i el grau de formació d'O₃ es veuen molt incrementats amb l'augment de la radiació solar, les emissions antropogèniques de precursors i el cicle biològic d'emissions biogèniques de COV's. Per això els seus nivells són més elevats en el sud d'Europa i a la primavera i l'estiu. A més, els seus nivells són superiors en les perifèries de les grans urbs i en les zones rurals perquè la reacció fotoquímica necessita una certa distància per a generar O₃ a partir dels seus precursors. Una vegada format i en entorns urbans amb alts nivells de NO, l'O₃ es consumeix ràpidament mitjançant l'oxidació de NO a NO₂. És per això que en zones urbanes de trànsit els nivells d'O₃ solen ser molt baixos, molt més baixos que en entorns poc contaminats, on es rep l'O₃ generat durant el transport de masses d'aire des de zones contaminades urbanes i industrials, i no existeix NO local que ho pugui consumir. Setmanalment, els nivells d'O₃ més elevats es registren els caps de setmana i, sobretot, el diumenge, en coherència amb la disminució dels nivells de precursors que es registra en tals dies (sobretot NO_x).

El gas O₃ té un efecte positiu en l'estratosfera (a uns 10-50 km de la superfície terrestre), ja que protegeix de la radiació ultraviolada. No obstant això, a cotes inferiors, en la troposfera (la capa de l'atmosfera en contacte amb la terra), es converteix en un contaminant que actua com un potent i agressiu agent oxidant. L'exposició a elevats nivells del mateix origina problemes respiratoris sobre la salut humana (irritació, inflamació, insuficiències respiratòries, asma) i pot contribuir a incrementar la mortalitat prematura; també pot danyar la vegetació, afectar el creixement de cultius i boscos, reduir l'absorció de CO₂ per les plantes, alterar l'estructura dels ecosistemes i reduir la biodiversitat. A més, és un gas d'efecte d'hivernacle, que contribueix a l'escalfament de l'atmosfera (MITECO, 2020).

6.2. Les normatives

Les normatives aplicables a l'anàlisi i valoració de la qualitat de l'aire es poden veure en aquest resum de legislació elaborat per la Direcció General de Qualitat Ambiental i Canvi Climàtic del Departament de Territori Sostenibilitat de la Generalitat de Catalunya.

La normativa europea:

- Directiva 2004/107/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 15 de desembre de 2004, relativa a l'arsènic, el cadmi, el mercuri, el níquel i els hidrocarburs aromàtics policíclics de l'aire ambient.
- Directiva 2008/50/CE del Parlament Europeu i del Consell, de 21 de maig de 2008, relativa a la qualitat de l'aire ambient i a una atmosfera més neta a Europa.
- Directiva 2015/1480 de la Comissió, de 28 d'agost de 2015, per la que es modifiquen diversos annexos de les Directives 2004/107/CE i 2008/50/CE del Parlament Europeu i del Consell.

La normativa estatal:

- Llei 34/2007, de 15 de novembre, de qualitat de l'aire i protecció de l'atmosfera.
- Reial decret 102/2011, de 28 de gener, relatiu a la millora de la qualitat de l'aire.
- Reial decret 678/2014, d'1 d'agost, pel qual es modifica el Reial decret 102/2011, de 28 de gener, relatiu a la millora de la qualitat de l'aire.
- Reial decret 39/2017, de 27 de gener, pel qual es modifica el Reial decret 102/2011, de 28 de gener, relatiu a la millora de la qualitat de l'aire.
- Correcció d'errors del Reial decret 39/2017, de 27 de gener, pel qual es modifica el Reial decret 102/2011, de 28 de gener, relatiu a la millora de la qualitat del aire.

Per últim, la normativa de la Generalitat de Catalunya:

- Llei 22/1983, de 21 de novembre, de Protecció de l'ambient Atmosfèric.
- Decret 322/1987, de 23 de setembre, de desplegament de la Llei 22/1983.

6.3. La Xarxa de Vigilància i Previsió de la Contaminació Atmosfèrica (XVPCA)

És precisament aquesta darrera llei, la Llei 22/1983, la que va crear a Catalunya la Xarxa de Vigilància i Previsió de la Contaminació Atmosfèrica (XVPCA), tot i què va ser definida per l'Ordre de 20 de juny de 1986. Aquesta Xarxa, que com hem dit anteriorment pertany al Departament de Territori i Sostenibilitat de la Generalitat de Catalunya, fa el mostreig i anàlisi dels contaminants en els punts de mesurament. Aquest punts envien les dades de la qualitat de l'aire al Centre Receptor i Coordinador de Dades que pertany al Servei de Vigilància i Control de l'Aire, òrgan responsable d'avaluar la qualitat atmosfèrica. A partir d'aquí les dades són enviades a l'Administració de l'Estat i a la Comissió Europea.

En total a la Xarxa hi ha definides actualment 15 zones de Qualitat de l'Aire (ZQA) amb 128 punts de mesurament (figura 1). Cadascuna de les zones ve delimitada per condicionants climatològics i orogràfics que condicionen la dispersió dels gasos contaminants i altres factors com són el focus d'emissions o l'ocupació del sòl. Així doncs, segons el focus, els punts de mesurament o estacions poden ser categoritzades en, estacions de Transit, estacions Industrials o estacions de Fons. Segons l'ocupació del sòl, poden ser classificades en estacions Urbanes, Suburbanes o Rurals.



FIGURA 1: Xarxa de Vigilància i Previsió de la Contaminació Atmosfèrica a Catalunya (XVCPA). Distribució de les 15 Zones de Qualitat de l'Aire. **FONT:** web XVCPA.

En el cas de les estacions ubicades a Barcelona i més concretament, les estacions de la Xarxa que hem utilitzat per realitzar aquest estudi, a banda de la Generalitat de Catalunya també tenen a veure en el control i difusió de les dades, l'Ajuntament de Barcelona, l'Agència de Salut Pública de Barcelona i el Consorci Sanitari de Barcelona.

L'avaluació de la qualitat de l'aire es fa d'acord amb la legislació vigent (Directiva 2008/50/CE, Reial Decret 102/2011, etc.). Aquesta legislació requereix, en primer lloc, avaluar la qualitat de l'aire per zones. Per això s'ha dividit Catalunya les 15 zones ZQA anteriorment citades segons les emissions i les condicions de dispersió.

Segons dades de la Xarxa XVCPA aquests són els mètodes de mesura pels diferents contaminants.

TAULA 1: Contaminats que mesuren i mètodes utilitzats per la Xarxa XVCPA a Barcelona. **FONT:** Elaboració pròpia, amb dades Departament de Territori i Sostenibilitat.

| SO ₂ | NO ₂ i NO _x | PM ₁₀ | CO | O ₃ |
|----------------------------|-----------------------------------|---------------------------|--|----------------|
| fluorescència ultraviolada | quimioluminiscència | atenuació d'absorció beta | espectrometria infraroja no dispersiva | fotometria UV |

6.4. Distribució de les estacions de la XVPCA a la ciutat de Barcelona

Actualment hi ha 8 estacions de mesurament de la Xarxa en superfície a la ciutat (figura 2). Aquestes es divideixen en estacions Urbanes o Suburbanes, i de Transit o de Fons.



FIGURA 2: Ortofoto de l'àrea de Barcelona amb les estacions de superfície de la Xarxa XVPCA utilitzades en el treball. **FONT:** Elaboració pròpia, sobre imatge de l'ICGC.

TAULA 2: Estacions de la Xarxa XVPCA a Barcelona i els contaminats que mesuren. **FONT:** Elaboració pròpia, amb dades XVPCA.

| Estació | Àrea ³ | Tipus ⁴ | CO | O ₃ | SO ₂ | HCL | PM ₁₀ | NO | NO ₂ | NO _x |
|---------------------------|-------------------|--------------------|----|----------------|-----------------|-----|------------------|----|-----------------|-----------------|
| Eixample | urbana | transit | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Gràcia-St. Gervasi | urbana | transit | X | X | X | -- | X | X | X | X |
| Ciudadella | urbana | fons | -- | X | -- | -- | -- | X | X | X |
| Poblenou | urbana | fons | -- | X | -- | -- | -- | X | X | X |
| Parc Vall d'Hebron | urbana | fons | X | X | X | -- | X | X | X | X |
| Sans | urbana | fons | -- | -- | -- | -- | -- | X | X | X |
| Palau Reial | urbana | fons | X | X | X | -- | X | X | X | X |
| Observatori Fabra | suburbana | fons | -- | X | -- | -- | X | X | X | X |

³ Segons l'Agència de Salut Pública de l'Ajuntament de Barcelona, les *estacions de Transit*, mesuren els nivells de contaminació relacionats amb la influència propera de les emissions del trànsit d'un o diversos carrers de la ciutat.

⁴ Segons l'Agència de Salut Pública de l'Ajuntament de Barcelona, les *estacions de Fons* són les que mesuren els nivells de contaminació de la ciutat produïts per les emissions de diversos orígens una vegada s'han barrejat, i que en la mesura del possible, no es veuen afectades per cap via principal (>10.000 vehicles/dia) en un radi de 300 metres ni per cap altra font puntual d'emissió propera.

6.5. Els valors de la normativa ambiental

En aquest punt veurem com estan regulats per normativa vigent, segons la normativa Europea 2008/50/CE, els valors límit⁵ de les immissions dels gasos contaminants estudiats en aquest treball, per altra banda reflectim també els valors màxims recomanats per l'Organització Mundial de la Salut (OMS).

TAULA 3. Valors màxims pel diòxid de sofre (SO₂). **FONT:** Elaboració pròpia, amb dades CE i OMS.

| Valor legislat | Valor límit | Període |
|--|-----------------------|--|
| segons Directiva 2008/50/CE | | |
| valor límit horari (VLH) per a la protecció de la salut humana | 350 µg/m ³ | valor mitjà en 1 h no ha de superar-se en més de 24 ocasions per any civil |
| valor límit horari (VLH) per a la protecció de la salut humana | 125 µg/m ³ | valor mitjà en 24 h no ha de superar-se en més de 3 ocasions per any civil |
| valor límit per a la protecció dels ecosistemes (nou nivell crític per a la protecció de la vegetació, segons la Directiva 2008/50/CE i l'RD 102/2011) | 20 µg/m ³ | any civil i període hivernal (1 d'octubre de l'any anterior a 31 de març de l'any en curs) |
| segons Directrius de l'OMS | | |
| | 20 µg/m ³ | valor mitjà en 24 h |
| | 500 µg/m ³ | valor mitjà en 10 minuts |

TAULA 4. Valors màxims per al monòxid de carboni (CO). **FONT:** Elaboració pròpia, amb dades CE i OMS

| Valor legislat | Valor límit | Període |
|--|----------------------|------------------------------|
| segons Directiva 2008/50/CE | | |
| valor límit horari (VLH) per a la protecció de la salut humana | 10 mg/m ³ | màxim diari octohorari anual |
| segons Directrius de l'OMS | | |
| | 10 mg/m ³ | valor mitjà en 24 h |

⁵ Els valors màxims són referits a una temperatura de 293 K (19,5 °C) y a una pressió atmosfèrica de 1.013 Pa. tal com està publicat al Real Decreto 102/2011, relatiu a la millora de la qualitat de l'aire. «BOE» núm. 25, de 29/01/2011.

Taula 5. Valors màxims per als òxids de nitrogen (NO₂, NO_x). **FONT:** Elaboració pròpia, amb dades CE i OMS.

| Valor legislat | Valor límit | Període |
|--|-----------------------|--|
| segons Directiva 2008/50/CE | | |
| valor límit horari (VLH) per a la protecció de la salut humana | 200 mg/m ³ | valor mitjà en 1 h no ha de superar-se en més de 18 ocasions per any civil |
| valor límit anual (VLA) per a la protecció de la salut humana | 40 mg/m ³ | any civil |
| valor límit (nivell crític par a la protecció de la vegetació, Directiva 2008/50/CE y el RD 102/2011) de NO _x | 30 mg/m ³ | any civil |
| segons Directrius de l'OMS | | |
| | 40 mg/m ³ | mitjana anual |
| | 200 mg/m ³ | mitjana d'1 hora |

TAULA 6. Valors màxims per a les PM₁₀. **FONT:** Elaboració pròpia, amb dades CE i OMS.

| Valor legislat | Valor límit | Període |
|---|----------------------|---|
| segons Directiva 2008/50/CE | | |
| valor límit diari (VLD) de PM10 per a la protecció de la salut humana | 50 mg/m ³ | valor mitjà en 24 h no ha de superar-se en més de 35 ocasions per any civil |
| valor límit anual (VLA) per a la protecció de la salut humana | 40 mg/m ³ | any civil |
| segons Directrius de l'OMS | | |
| | 20 mg/m ³ | mitjana anual |
| | 50 mg/m ³ | mitjana diària |

TAULA 7. Valors màxims per a l'ozó (O₃). **FONT:** Elaboració pròpia, amb dades CE i OMS.

| Valor legislat / Llindars | Valor límit | Període |
|--|--------------------------|---|
| segons Directiva 2008/50/CE | | |
| valor objectiu per a la protecció de la salut humana | 120 µg/m ³ | màxima diària de les mitjanes octohoràries. No es pot superar en mes de 5 ocasions en tres anys |
| valor objectiu per a la protecció de la vegetació | 18.000 µg/m ³ | valor acumulat de maig a juliol de mitjana en un període de 5 anys |
| llindar d'informació | 180 µg/m ³ | |
| llindar d'alerta | 240 µg/m ³ | |
| segons Directrius de l'OMS | 100 µg/m ³ | mitjana de vuit hores |

6.6. Diferencia entre emissions i immissions

Hem cregut oportú diferenciar el significat d'aquestes dues paraules ja que en aquest treball es parla de manera recurrent d'immissions de contaminants, tant de gasos com de partícules i, en canvi a la nostra vida diària estem més acostumats a fer servir i a escoltar la paraula emissió. Tanmateix, a la part final del treball, serà important tenir clar les diferències a l'hora de descriure i més tard d'avaluar els comportaments dels gasos i les partícules contaminants.

Pel que fa a la diferenciació dels dos termes:

En primer lloc es produeix l'**emissió**, que és el acte pel qual una quantitat de contaminant entra a l'atmosfera, tant sigui d'una font fixa com poden ser un complex industrial, una fabrica, o qualsevol punt que emeti contaminants des d'un lloc concret. També pot haver un emissor mòbil, com son els vehicles de motor tèrmic.

La **immissió** per la seva part, és la concentració dels contaminants en punt determinat. En aquest sentit, el contaminat ha pogut estar transportat amb influència de les condicions meteorològiques i orogràfiques, i fins i tot pot haver sofert reaccions químiques que l'han transformat en un altre contaminat des de la seva emissió original fins al lloc on es mesura. Aquest cas es veu bé amb l'O₃ (ozó) que es crea a partir de les emissions d'òxids de nitrogen (NO_x), d'entre d'altres llocs, a Barcelona i apareix a la plana d'Osona o al Montseny. En l'atmosfera no hi ha compartimentacions ni fronteres (Albentosa, 1977).

6.7. Estudis sobre l'afectació de la COVID-19 en la contaminació atmosfèrica

Ha passat relativament poc temps des del plantejament de la COVID-19 com a modificador de la contaminació de l'aire, però la comunitat científica ja ha realitzat estudis sobre aquest efecte de la COVID-19 tant a nivell local, estatal i mundial.

A nivell local hem analitzat l'estudi fet per José M. Baldasano, Catedràtic d'Enginyeria Ambiental de la Universitat Politècnica de Catalunya, centrat en la qualitat de l'aire a Barcelona i Madrid durant el COVID-19 (Baldasano, 2020). En aquest estudi, l'autor afirma que la pandèmia mundial és un escenari únic per experimentar sobre la qualitat de l'aire a les ciutats. En aquest sentit treballa amb dades de tres vessants ben diferenciades. Per una banda, utilitza les dades de les immissions de diòxid de nitrogen (NO₂) obtingudes per les 24 estacions del Sistema de Vigilància de la ciutat de Madrid i per 9 de la Xarxa de Vigilància i Previsió de la Contaminació (XVPCA) de l'Àrea Metropolitana de Barcelona. Per altra banda, fa servir els informes mensuals i diaris climatològics de l'*Agencia Estatal de Meteorología (AEMET)* i treballa també amb dades d'intensitat de transit de la *Dirección General de Tráfico (DGT)*.

El resultat del seu anàlisi és que el període de *lockdown*⁶ significa una reducció del diòxid de nitrogen del 62% a Madrid i del 50% a Barcelona, i a més planteja que aquests resultats

⁶ Lockdown, tancament d'emergència, quarantena, o confinament. L'autor fa referència amb aquesta paraula a l'inici de l'Estat d'Alarma recollit en el Real Decret 463/2020 del 14 de març de 2020.

haurien de motivar nous sistemes i polítiques de mobilitat a les zones urbanes d'una manera proactiva. En aquest sentit proposa la implementació de les Zones de Baixes Emissions.

A nivell estatal, destaquem l'*Informe d'Indicadors de Qualitat de l'Aire durant l'Estat d'Alarma a causa de la COVID-19* que ha estat elaborat pel Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, a través de la Subdirección General del Aire Limpio i Sostenibilitat Industrial (MITECO, 2020). Amb la premissa dels incompliments dels valors legistats a nivell Europeu sobre de diòxid de nitrogen (NO_2) i sobre les partícules en suspensió inferiors a $10\mu\text{m}$ (PM_{10}), es va dur a terme l'estudi sobre aquests contaminants. Es van analitzar les estacions urbanes o suburbanes de les poblacions espanyoles de més de 200.000 habitants. En total 54 poblacions, entre elles Sabadell (211.734 hab), Terrassa (218.534 hab) i Barcelona (1.636.762 hab). L'estudi també va tenir en compte les dades de la *Direcció General de Tráfico (DGT)*, on és constata una reducció mitjana del 53 % del transit a les poblacions estudiades.

Aquest estudi del MITECO conclou que l'Estat d'Alarma amb motiu de la COVID-19 va alterar la mobilitat dels ciutadans i que aquest fet es va traduir en una millora sense precedents als nivells de la qualitat de l'aire a les grans ciutats, especialment a les immissions de NO_2 . Sobre les partícules PM_{10} s'afirma que s'ha obtingut un resultat desigual a les poblacions avaluades per la influència de fenòmens naturals.

Aquestes afirmacions del *Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO)*, com les del catedràtic José M. Baldasano es poden corroborar en aquestes dues imatges del satèl·lit Sentinel (ECMWF, 2020) on es comprova la disminució del contaminant NO_2 a tota la Península Ibèrica el període 14-25 de març de 2020 respecte al mes de març de 2019 (figura 3).

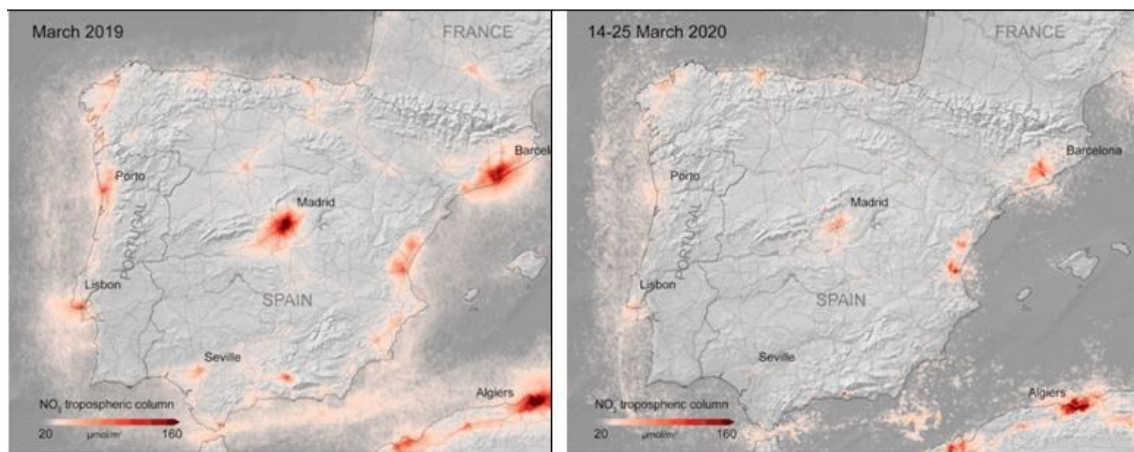


FIGURA 3: Imatges del satèl·lit Sentinel tractades per Copernicus on es mostra la diferencia de nivells de diòxid de nitrogen a la Península Ibèrica entre el mes de març del 2019 i el 14-25 de març del 2020. **FONT:** ECMWF (2020).

Tanmateix a nivell internacional aquesta situació de disminució de diòxid de nitrogen (NO_2) s'ha donat de manera generalitzada en altres països tal com es pot observar a les figures 4 i 5.

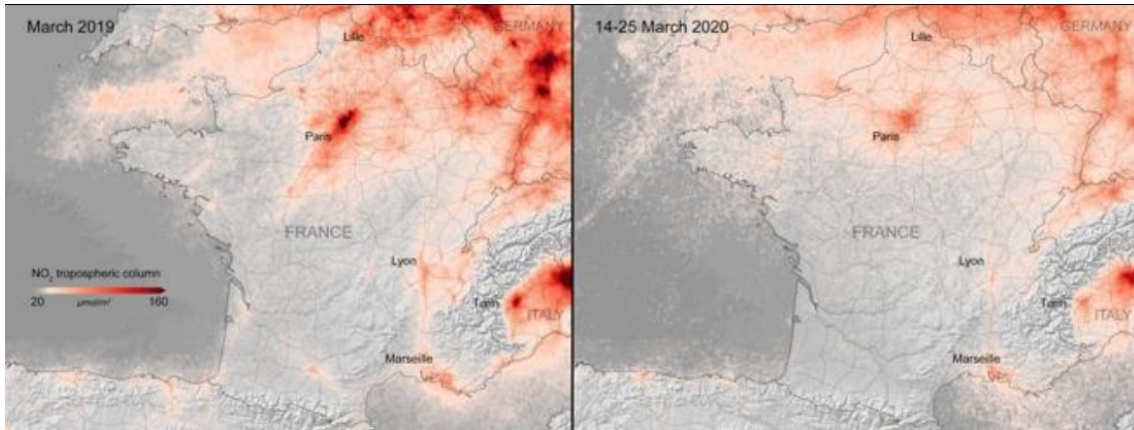


FIGURA 4: Imatges del satèl·lit Sentinel tractades per Copernicus on es mostra la diferència de nivells de diòxid de nitrogen a França entre el mes de març del 2019 i el 14-25 de març del 2020. **FONT:** ECMWF (2020).

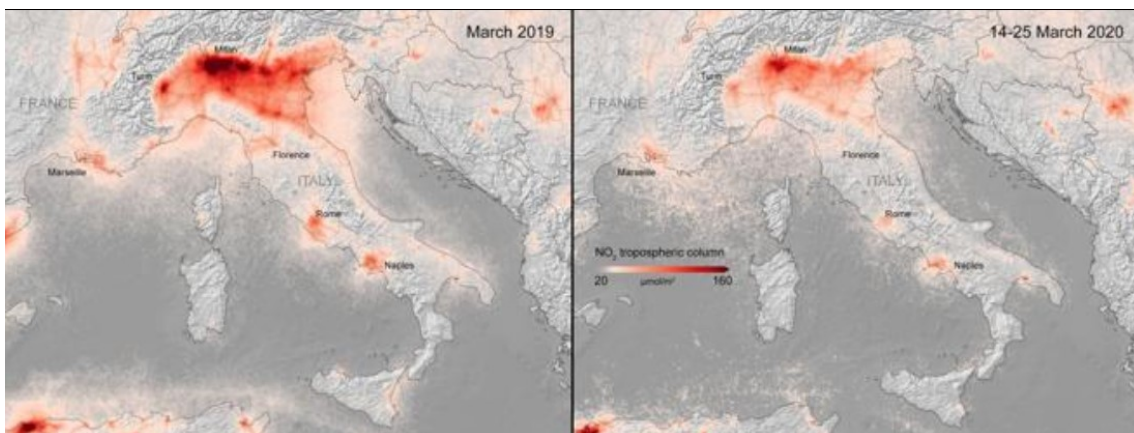


FIGURA 5: Imatges del satèl·lit Sentinel tractades per Copernicus on es mostra la diferència de nivells de diòxid de nitrogen a Itàlia entre el mes de març del 2019 i el 14-25 de març del 2020. **FONT:** ECMWF (2020).

7.- ÀREA D'ESTUDI

Reprenem el fil anterior del punts 6.3 i 6.4 sobre la Xarxa de Vigilància i Previsió de la Contaminació Atmosfèrica (XVPCA) per a centrar-nos i tancar el focus sobre les estacions i l'àrea del treball que hem triat.

Tots els punts de mesurament de Catalunya estan dividits en quinze Zones de Qualitat d'Aire (ZQA) que abasten la totalitat del territori (figura 1). Els quatre punts que hem escollit pertanyen a la Zona 1, Àrea de Barcelona, municipi de Barcelona. En aquesta ciutat hi han distribuïts quatre punts més de manera heterogènia, que cobreixen des de Poblenou a cota 3 metres fins a l'Observatori Fabra, a cota 415 metres. Aquesta Àrea de Barcelona està considerada com a zona d'aglomeració amb un total de 19 municipis, 343 km², una població de 2.866.117 habitants, una densitat de 8.356 h/km² i disposa de 30 punts de mostreig.

Per la realització d'aquest treball els punts escollits són els que es detallen a continuació:

Punt de mostreig de **l'Estació de l'Eixample** (figura 6), situada a l'Avinguda de Roma amb el carrer d'Urgell, coordenades UTM (m) 41.385315,2.1537998, altitud 26 metres. És una estació de Trànsit i resta operativa des del primer dia de l'any 1984. Mesura les immissions dels contaminants: NO₂, CO, O₃, SO₂, PM₁₀, NO i NO_x.



FIGURES 6 i 7: Imatges de les estacions de mesurament de l'Eixample (esquerra) i de Gràcia-Sant Gervasi (dreta).
FONT: Autor.

Punt de mostreig **Estació Gràcia-St. Gervasi** (figura 7). Situada a la plaça de Gal·la Placídia de la ciutat de Barcelona, Coordenades UTM (m) 41.398724,2.1533988, altitud 57 metres. És una estació catalogada com de Transit i està operativa des del quatre de novembre de l'any 1997. Analitza immissions de NO₂, CO, O₃, SO₂, PM₁₀, NO i NO_x.

Punt de mostreig **Estació Parc Vall d'Hebron** (figura 8). Situada a l'Avinguda de Martí de Codolar de la ciutat de Barcelona, coordenades UTM (m) 41.42611,2.1480017, altitud 136

metres. És una estació catalogada com de Transit i està operativa des del quatre de novembre de l'any 1997. Analitza immissions de NO₂, CO, O₃, SO₂, PM₁₀, NO i NO_x.



FIGURES 8 i 9: Imatge de l'Estació de Vall d'Hebron i dels aparells de mesura utilitzats a la Xarxa. FONT: Autor.

Punt de mostreig **Estació de Palau Reial**. Situada al carrer de Jordi Girona amb el carrer del Tinent Coronel Valenzuela, coordenades UTM (m) 41.38749,2.1151996, altitud 81metres. És una estació de Fons i està operativa des del mes de març de 2011. Enregistra mesuraments de NO₂, CO, O₃, SO₂, PM₁₀, NO i NO_x.

Com hem mencionat amb anterioritat, vam escollir aquestes 4 estacions de mesurament perquè són les que major nombre de contaminants analitzen a la ciutat de Barcelona (taula 8). D'aquestes, les tres primeres són de Transit (Eixample, Gràcia-Sant Gervasi i Parc Vall d'Hebron) i la darrera és una estació de Fons (Palau Reial).

TAULA 8: Estacions de mesurament d'immissions utilitzades al treball. FONT: Elaboració pròpia, amb dades XVCPA.

| Estació | Àrea | Tipus | CO | O ₃ | SO ₂ | HCL | PM ₁₀ | NO | NO ₂ | NO _x |
|---------------------------|--------|---------|----|----------------|-----------------|-----|------------------|----|-----------------|-----------------|
| Eixample | urbana | transit | X | X | X | X | X | X | X | X |
| Gràcia-St. Gervasi | urbana | transit | X | X | X | -- | X | X | X | X |
| Parc Vall d'Hebron | urbana | transit | X | X | X | -- | X | X | X | X |
| Palau Reial | urbana | fons | X | X | X | -- | X | X | X | X |



FIGURA 10: Ortofoto de l'àrea de Barcelona amb la distribució de les quatre estacions de la Xarxa XVCPA i l'Estació d'AEMET utilitzades en el treball. **FONT:** Elaboració pròpia, sobre imatge de l'ICGC.

8.- ANÀLISI DE LES DADES

8.1. Condicionants meteorològics en les immissions de contaminants

Per tenir una visió més clara a l'hora de veure la variació de les immissions de contaminants a la ciutat de Barcelona amb motiu de l'Estat d'Alarma, hem volgut comprovar les condicions meteorològiques que es van donar en aquest període i comparar-les amb el mateix període de referència de l'any anterior. L'anàlisi de les dades de precipitació, pressió atmosfèrica i velocitat del vent creiem que són prou importants per tenir-les en compte a l'hora de comparar els valors dels contaminants abans i durant l'Estat d'Alarma. Per una banda, la reducció de la mobilitat i el fre de l'activitat industrial influeixen sobre les emissions de contaminants, però també és cert que els fenòmens que comparem a continuació tenen a veure amb les immissions.

Tot i que el Reial Decret 462/20 i les seves prorrogues van acotar l'Estat d'Alarma del 14 de març al 19 juny de 2020, per fer la valoració de les dades climàtiques hem triat el mateix període, però començant l'1 de març. Per veure les caracterització d'aquests mesos hem consultat dues fonts. Una d'elles, són els *Avenços Meteorològics Mensuals* dels mesos de març, abril, maig i juny dels anys 2019 i 2020, tots ells elaborats per la *Delegació de Catalunya de l'Agència Estatal de Meteorologia (AEMET)*. L'altra font són els *Butlletins Climàtics Mensuals* del *Servei Meteorològic de Catalunya* que fan referència a les mateixes dates.

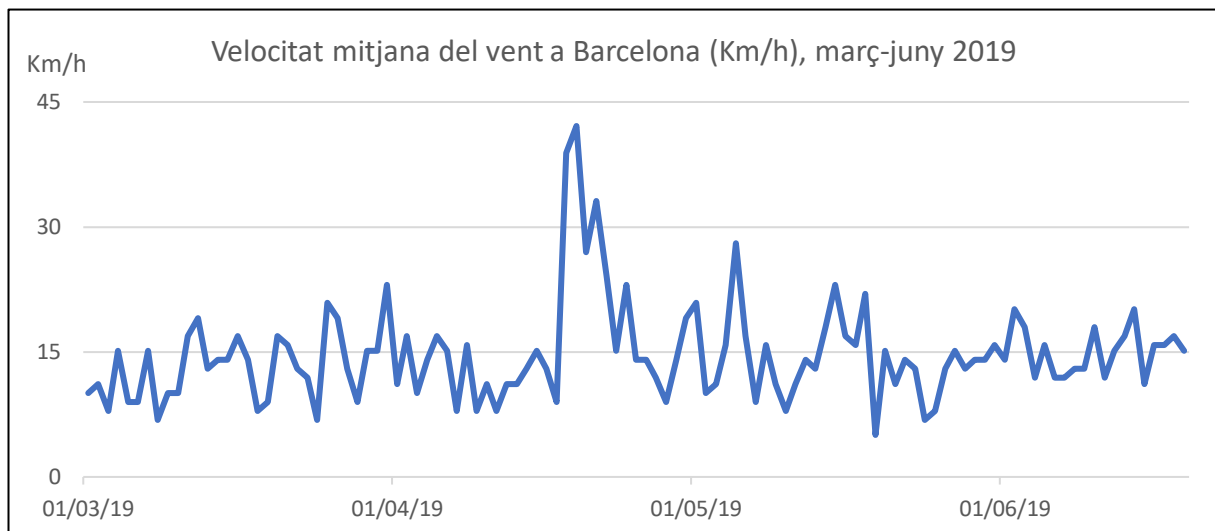


FIGURA 11: Gràfic de la Velocitat mitjana del vent a Barcelona 2019 **FONT:** Elaboració pròpia, amb dades d'AEMET.

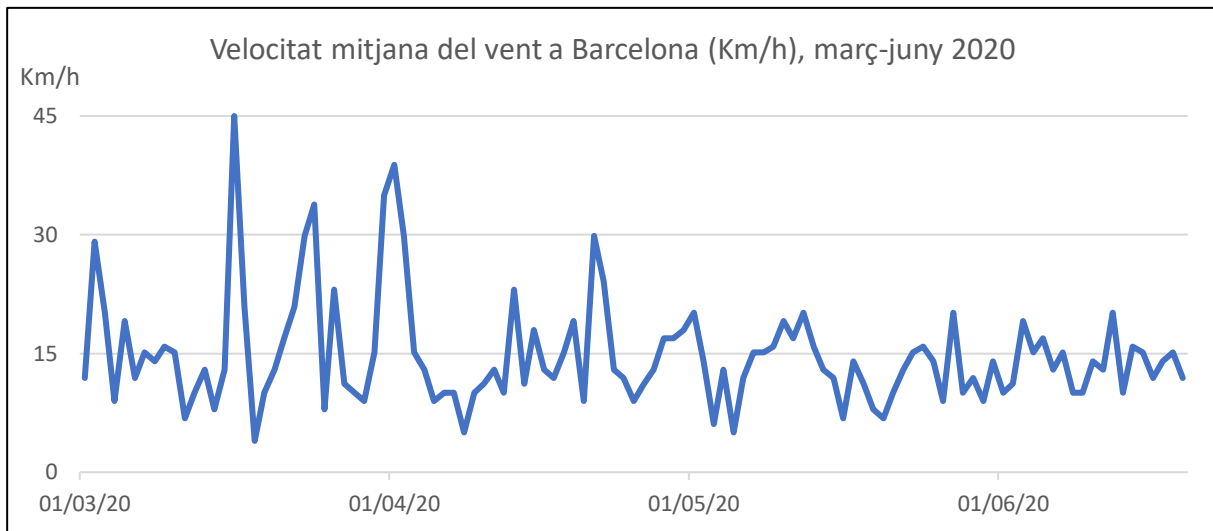


FIGURA 12: Gràfic de la Velocitat mitjana del vent a Barcelona 2020 **FONT:** Elaboració pròpia, amb dades d'AEMET.

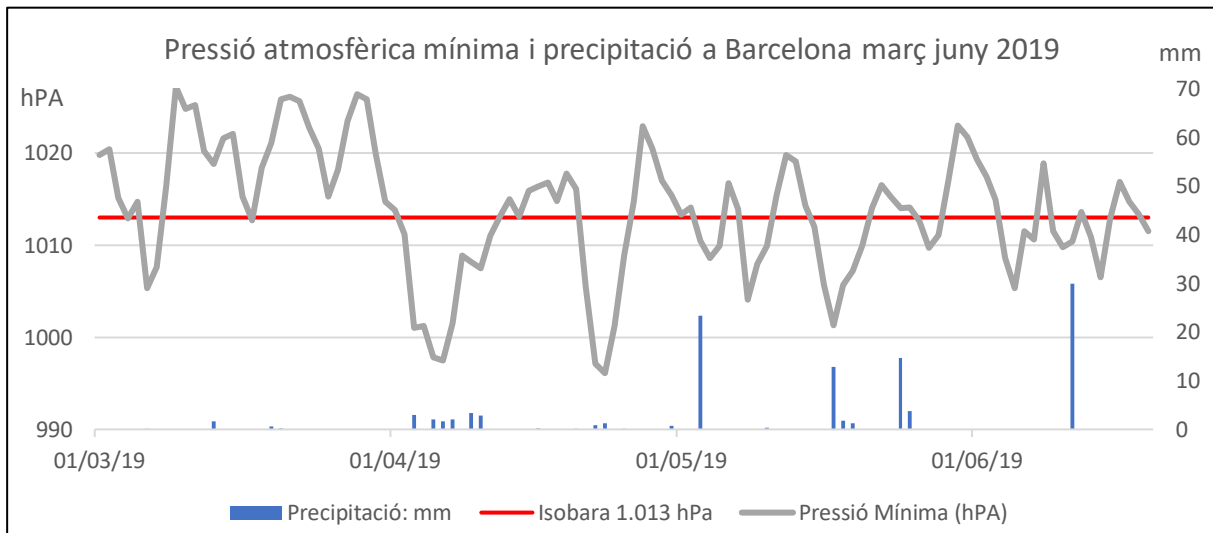


FIGURA 13: Gràfic de la pressió atmosfèrica i precipitació a Barcelona, març-juny 2019. **FONT:** Elaboració pròpia, amb dades d'AEMET.

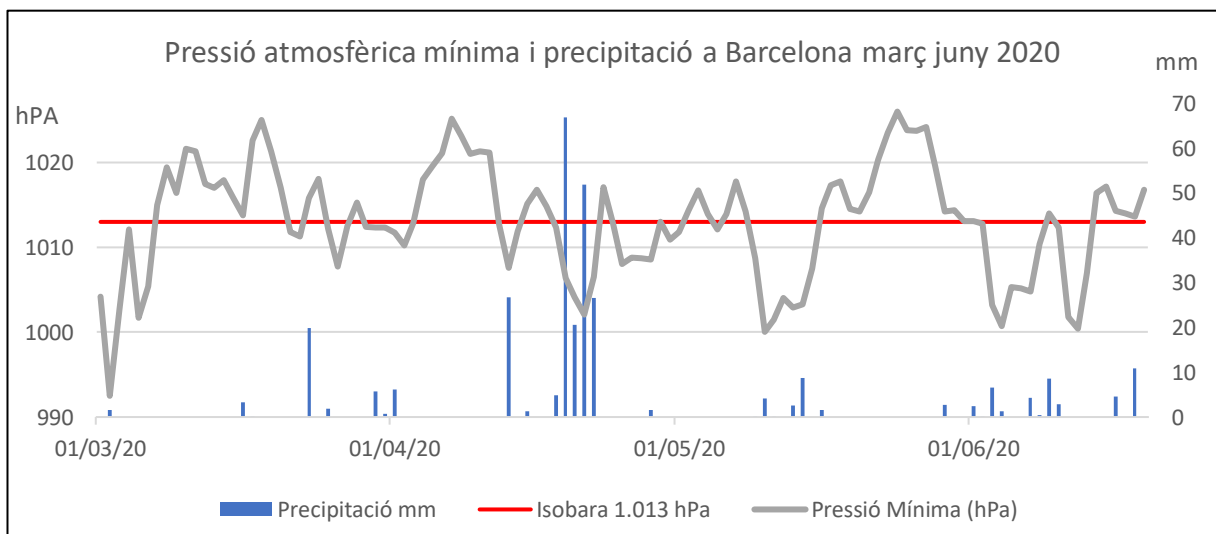


FIGURA 14: Gràfic de la pressió atmosfèrica i precipitació a Barcelona, març-juny 2020. **FONT:** Elaboració pròpia, amb dades d'AEMET.

Presentem a continuació una descripció de les condicions climàtiques que es van donar durant els mesos de l'estudi. Les descripcions estan secundades per mapes elaborats pel Servei Meteorològic de Catalunya que quantifiquen la precipitació acumulada mensual.

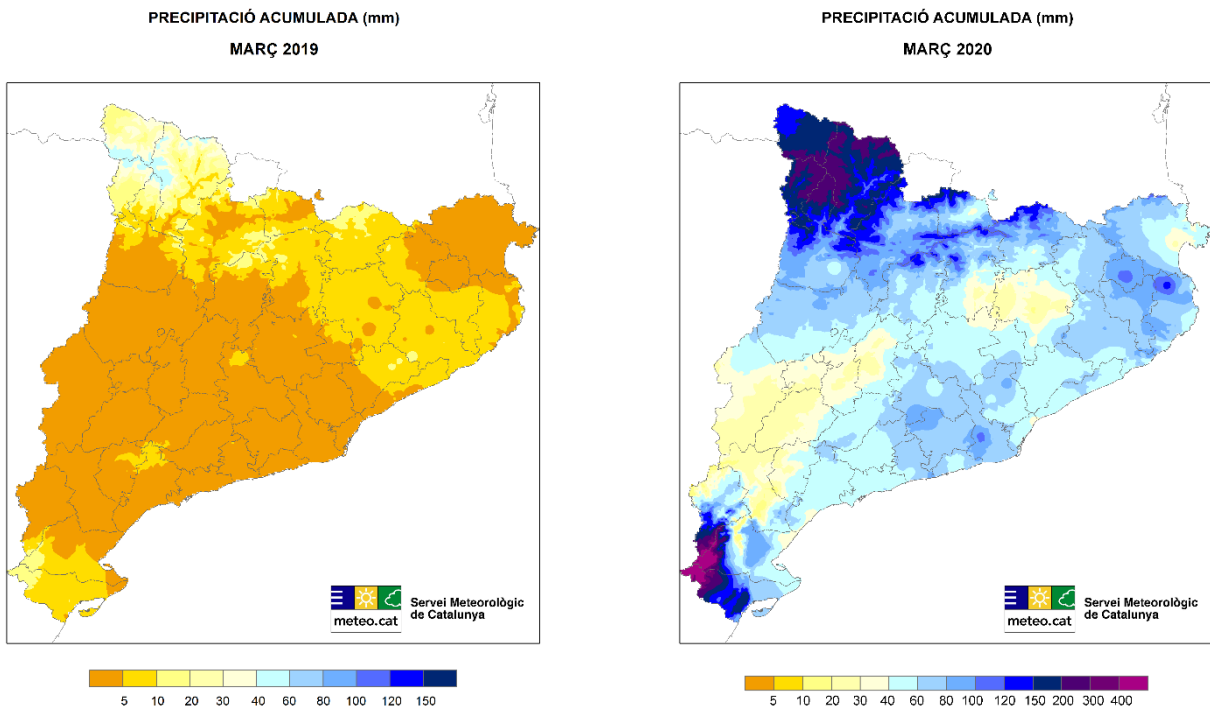


FIGURA 15: Mapa precipitació acumulada a Catalunya març 2019 (esquerra) i 2020 (dreta). FONT: Meteocat.

El mes de **març de 2019** (figures 11 i 13) va ser calorós i sec, amb vents molt suaus. A Catalunya van haver-hi quatre episodis de precipitacions, tot i que cap d'ells va afectar a la ciutat de Barcelona on van predominar les jornades amb altes pressions. A l'estació de Can Bruixa es van recollir 0,1 mm de precipitació, al l'Observatori Fabra 0,3 mm i al Raval 0,7 mm. Per la seva banda el mes de **març de 2020** (figures 12 i 14), va ser també càlid, però pel contrari va ser humit i ventós, on destaquen els dies 2, 17 i 31 amb velocitats mitjanes del vent de 30, 45, i 34 km/h respectivament. A més van haver tres episodis de precipitacions, que van afectar la costa del Barcelonès, el més rellevant es va produir el 23 de març amb una precipitació diàries al voltant dels 20 mm a Barcelona i acumulades mensuals a la ciutat de prop de 60 mm.

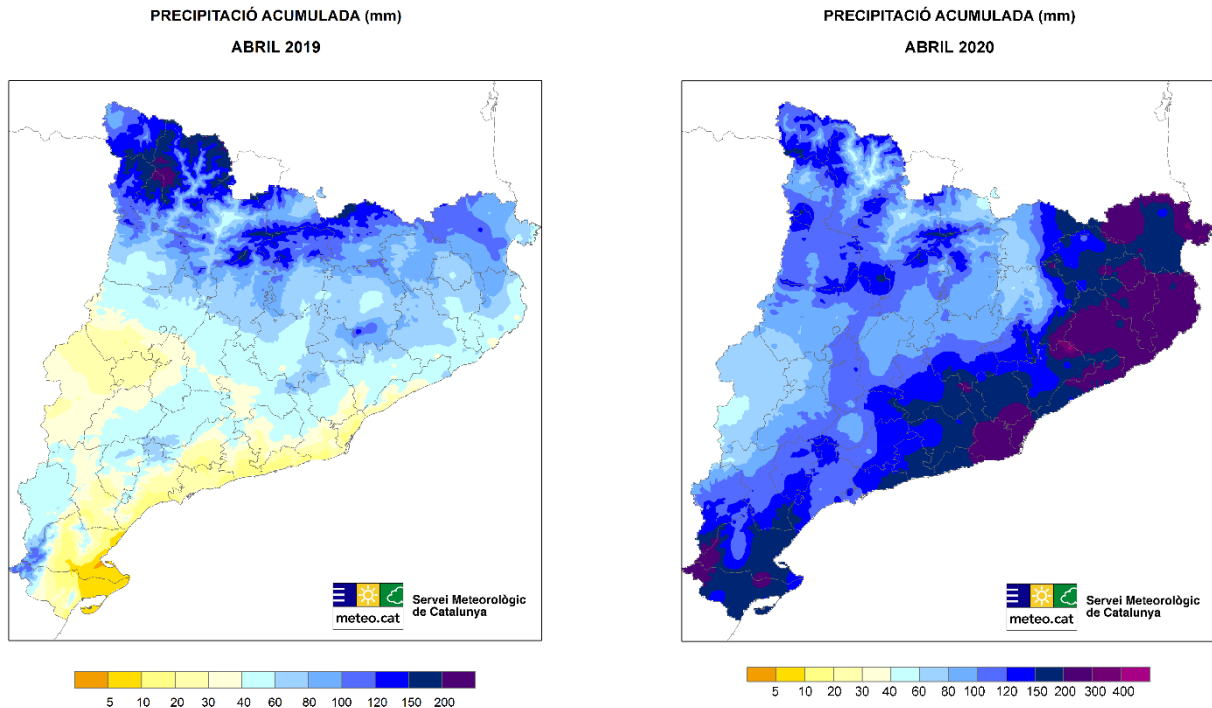


FIGURA 16: Mapa precipitació acumulada a Catalunya abril 2019 i 2020. FONT: Meteocat.

L'abril de 2019 va ser globalment un mes normal pel que fa a les temperatures i les precipitacions, tot i que aquestes últimes van estar distribuïdes de manera heterogènia. La zona nord de Catalunya (figura 16) va rebre la major part i a zones com la de la ciutat de Barcelona va ser escassa. Amb tot a la ciutat es van registrar precipitacions 9 dies amb uns valors diaris de entre 3 i 7mm, i acumulat al voltant dels 20 mm, excepte a l'Observatori Fabra, on gairebé es va doblar aquesta xifra. Pel que fa al vent (figura 11), entre el 18 i el 21 d'abril, coincidint amb descens de la pressió atmosfèrica, es van registrar valors que van sobrepassar els 40 km/h de mitjana diària. Per la seva part el mes d'abril de 2020 va ser el més humit a Catalunya (figura 16) després dels de 1942, 1969 i 1946. A l'aeroport Josep Tarradellas El Prat i a l'Observatori Fabra han batut els màxims de les seves sèries històriques de precipitació⁷, van superar els 263 i 250 mm respectivament. El dia 13 va ser de pluges generalitzades al litoral, amb valors de més de 50 mm. Entre els dies 18 i 21 va a tornar a haver precipitacions generalitzades i a l'àrea de Barcelona moltes localitats van batre els records màxims de les seves series històriques. Les pluges d'aquests dies van passar del 200 mm, com va ser el cas de l'Observatori Fabra amb 212 mm i Cerdanyola amb 213 mm. A Barcelona es donar precipitacions diàries molt considerables, Can Bruixa 78,5 mm, Aeroport Josep Tarradellas El Prat 78,5 mm, Drassanes 77,6 mm i Observatori Fabra 75,6 mm. Aquest episodi de baixes pressions va portar mitjanes de vent diari de prop de 30 km/h (figures 12 i 14).

⁷ Dades de l'Avenç Climatològic Mensual pendents de validar per l'Agència Estatal de Meteorologia (AEMET).

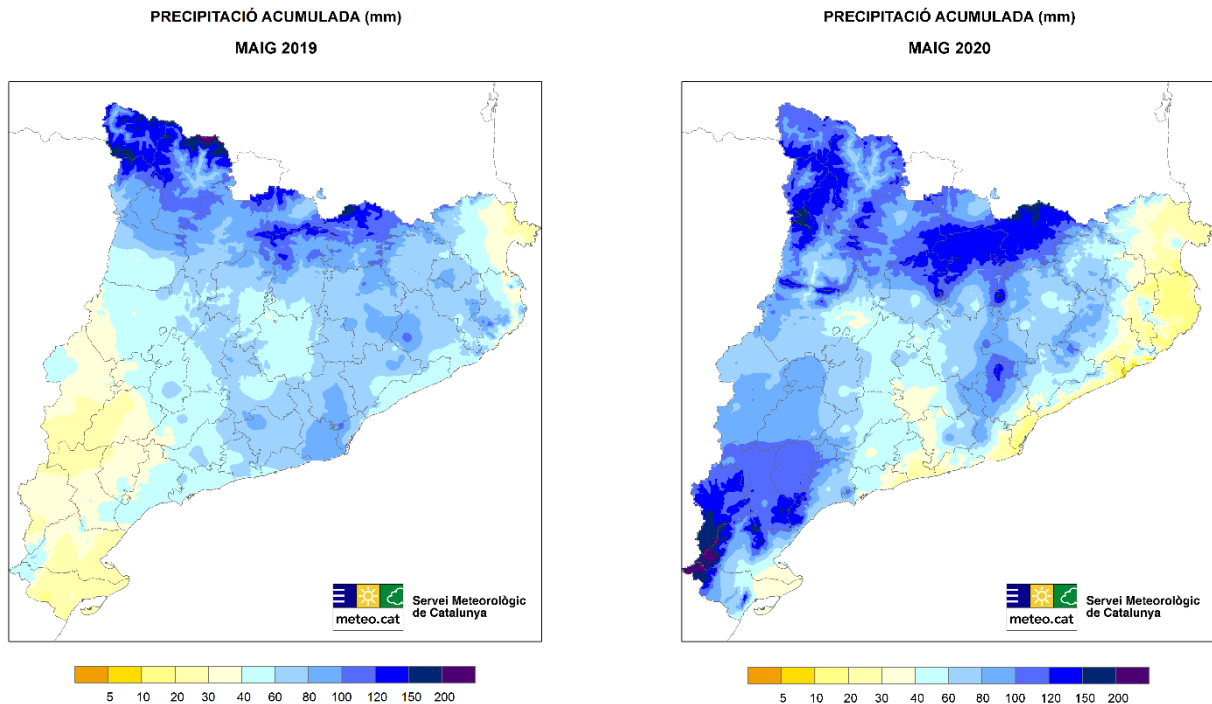


FIGURA 17: Mapa precipitació acumulada a Catalunya maig 2019 i 2020. FONT: Meteocat.

Per la seva banda el mes de **maig de 2019** va ser un mes humit, amb tres episodis de precipitacions destacables a la ciutat de Barcelona que van recollir una precipitació acumulada elevades, Raval 70,5 mm, Zona Universitària, 85,6 mm i Observatori Fabra 109,6 mm. El primer dels tres episodis es va donar a començaments del mes, amb precipitació diària superior als 20 mm, el segon va passar la tercera setmana del mes, es va prolongar tres dies i va coincidir amb els valors mínims mensuals de pressió atmosfèrica. Amb tot i això els dies amb més vent es van donar entre els dos episodis esmentats, en una altra baixada de pressió que no va aportar precipitacions i que va generar mitjanes de gairebé 30 km/h (figura 11). Replantant el tema de les precipitacions, el tercer i últim episodi es va donar a finals del mes, va ser semblant al segon però, més curt pel que fa a la seva durada. **Maig del 2020** va ser un mes molt càlid, AEMET fa referència a que va ser el mes de maig més càlid des de 1940 i Meteocat afirma que es va superar el mes de maig de 2015, el maig més càlid des de feia dècades i es van arribar a superar també les sèries centenàries de l'Observatori Fabra o l'Observatori de l'Ebre. Així, es va arribar fins a 30 graus de temperatura al litoral i 35,5 al Segrià. Pel que fa a la precipitació (figura 17), va estar distribuïda de manera desigual al territori. A Barcelona l'episodi més destacable es va donar del dia 10 al dia 16 on una baixa de pressió sostinguda durant aquestes dates va aportar uns 20 mm de precipitació i va encadenar els registres màxims de velocitat mitjana del vent del mes, al voltant dels 20 km/h (figures 12 i 14).

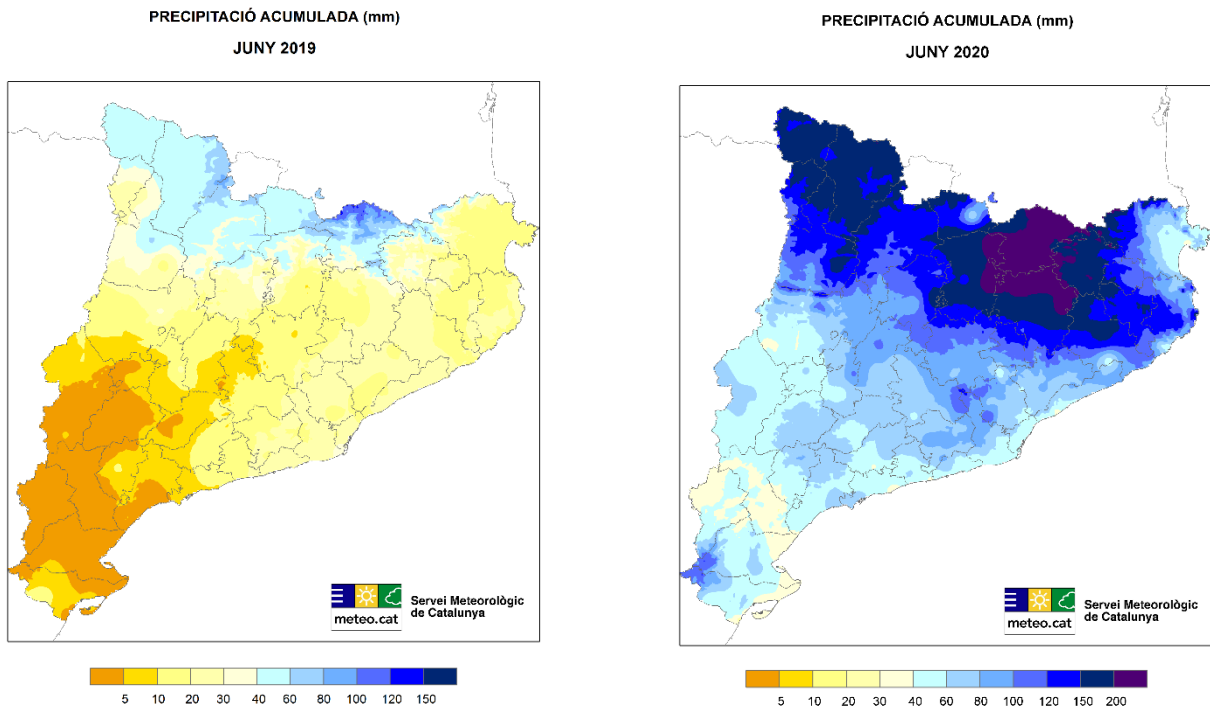


FIGURA 18: Mapa precipitació acumulada a Catalunya juny 2019 i 2020. FONT: Meteocat.

Finalment ens situem als mesos de juny 2019 i juny de 2020. Les dades d'aquests mesos arriben fins el dia 19, dia anterior a la fi de l'Estat d'Alarma a Barcelona, que va acabar a les 00:00 hores del 20 de juny. El **juny de 2019** (figura 13 i 18) va ser un mes calorós i sec, a Barcelona va ploure només el dia 11. La precipitació aquell dia va ser de 18,9 mm a l'estació de mesurament de Zona Universitària, 20,2 mm a l'Observatori Fabra i 24,1 mm al Raval. Per la seva banda, l'acció del vent va ser bastant moderada i va donar valors de velocitat mitjana diària d'entre 10 i 18km/h (figura 11). Per concloure aquesta enumeració i quantificació d'alguns dels fenòmens observats en el període anteriorment descrit de març a juny de 2019 i 2020, parlarem dels 19 dies de **juny del 2020** (figura 14). Un període de temps en el que a la ciutat de Barcelona van precipitar al voltant de 40 mm repartits al llarg de 9 dies. Pel que fa al moviment de l'aire en superfície, els valors son molt similars al mes anterior i al mateix mes del 2019, es mouen entre els 10 i els 20 km/h (figura 12).

8.2. Anàlisi de les immissions de monòxid de carboni (CO), gener-juny 2019 i 2020

A les quatre estacions, les immissions de monòxid de carboni (CO) presenten valors més elevats als mesos de gener i febrer de 2019 i 2020 amb una tendència a disminuir a mida que avancem per l'eix d'abscisses cap els mesos de març i maig. També és en aquests primers mesos on hi ha el rang de valors més gran, com es pot comprovar als gràfics i a la desviació estàndard de la Taula 10. Tant aquest rang ample, com els valors més elevats es donen a les estacions de Eixample i de Gràcia–St. Gervasi, amb màxims propers a 1,5 mg/m³. Per la seva banda, les immissions de Parc Vall Hebron i Palau Reial presenten valors més continguts, sobretot en aquesta última. A partir de març a totes quatre estacions disminueix el valor de les immissions, tant a la sèries de l'any 2019 com a les del 2020. Els valors del 2020, de manera genèrica estan per sota dels del 2019 i aquest fet es dona gairebé a tots el períodes, de fet l'any 2020 ja presentava reducció d'immissions respecte el 2019 des de gener. Les reduccions d'immissions del 2020 respecte el 2019 més grans es donen a l'Estació de l'Eixample durant el primer període de l'Estat d'alarma (55%) i durant el de paralització de les activitats no essencials (45%). De forma oposada, destaquem que a l'estació Parc Vall d'Hebron les immissions de monòxid de carboni (CO) van augmentar un 17% durant el període el 30 de març al 9 d'abril.

TAULA 9: Variació immissions monòxid de carboni (CO) 2020 respecte 2019, en %. **FONT:** Elaboració pròpia, amb dades XVCPA.

| Períodes | Eixample | Gràcia-St. Ger. | Vall d'Hebron | Palau Reial |
|-----------------------------------|----------|-----------------|---------------|-------------|
| 1 Gen a 13 Març | -38,79 | -7,26 | 7,24 | -30,00 |
| 14 Març a 19 Juny | -42,08 | -30,90 | -11,16 | -9,12 |
| Subperíodes Estat d'Alarma | | | | |
| 14 Març a 29 Març | -55,69 | -43,65 | -37,91 | -19,76 |
| 30 Març a 9 Abril | -45,77 | -27,80 | 17,06 | -0,81 |
| 10 abril a 19 Juny | -37,49 | -27,93 | -6,15 | -7,55 |

TAULA 10: Dades estadístiques immissions monòxid de carboni (CO). **FONT:** Elaboració pròpia, amb dades XVCPA.

| Períodes | Eixample | | | Gràcia-St. Ger. | | | Vall d'Hebron | | | Palau Reial | | |
|---|----------------|--------|---------------|-----------------|-------|---------------|----------------|-------|---------------|----------------|-------|---------------|
| | M(\bar{X}) | V(s) | D(σ) | M(\bar{X}) | V(s) | D(σ) | M(\bar{X}) | V(s) | D(σ) | M(\bar{X}) | V(s) | D(σ) |
| 2019 1 Gen a 13 Març | 0,50 | 0,04 | 0,20 | 0,52 | 0,04 | 0,20 | 0,37 | 0,02 | 0,14 | 0,45 | 0,04 | 0,20 |
| 2020 1 Gen a 13 Març | 0,31 | 0,01 | 0,11 | 0,48 | 0,03 | 0,18 | 0,39 | 0,01 | 0,08 | 0,32 | 0,01 | 0,11 |
| 2019 14 Març a 19 Juny | 0,37 | 0,01 | 0,12 | 0,35 | 0,01 | 0,08 | 0,27 | 0,01 | 0,07 | 0,25 | 0,003 | 0,05 |
| 2020 14 Març a 19 Juny | 0,22 | 0,0005 | 0,02 | 0,24 | 0,001 | 0,04 | 0,24 | 0,002 | 0,05 | 0,23 | 0,002 | 0,05 |
| <i>M-Mitjana V-Variància D-Desviació Standard</i> | | | | | | | | | | | | |

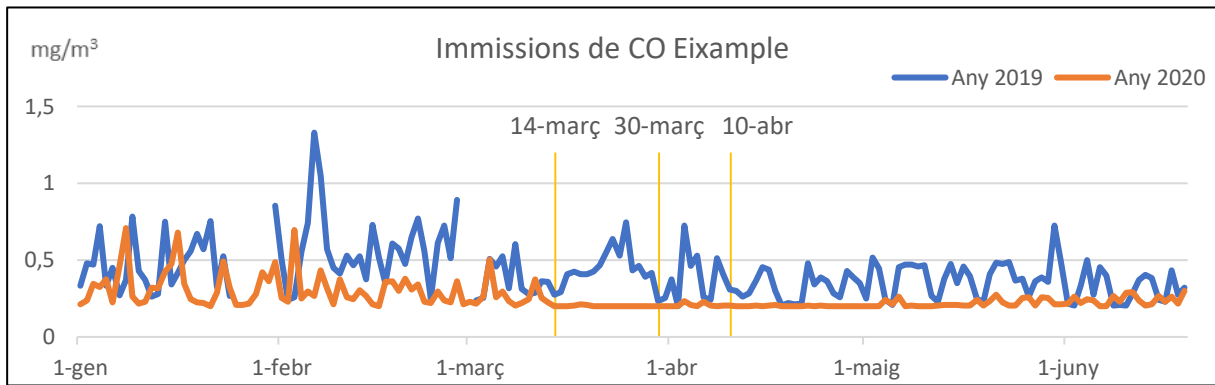


FIGURA 19.a: Gràfic d'immissions de monòxid de carboni (CO) a l'estació Eixample. FONT: Elaboració pròpia amb dades de la Xarxa de Vigilància i Previsió de la Contaminació (XVPCA).

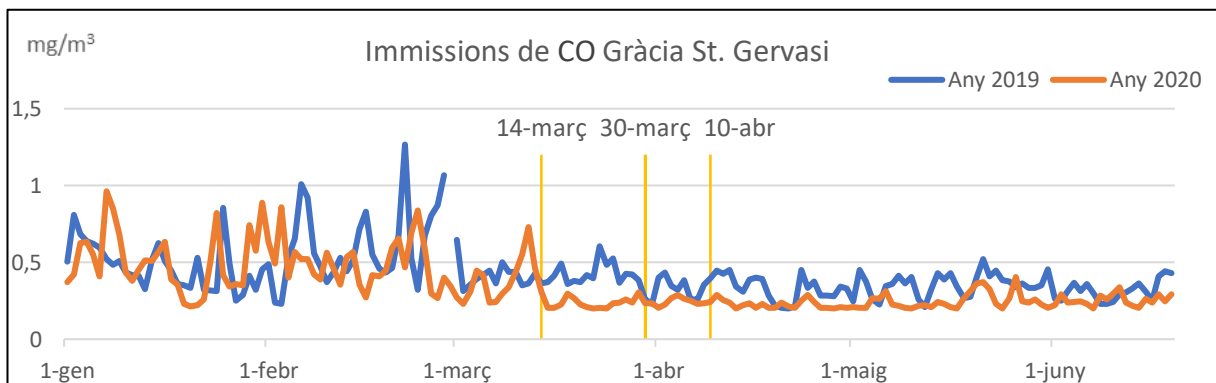


FIGURA 19.b: Gràfic d'immissions de monòxid de carboni (CO) a l'estació Gràcia-St.Gervasi. FONT: Elaboració pròpia amb dades de la Xarxa de Vigilància i Previsió de la Contaminació (XVPCA).

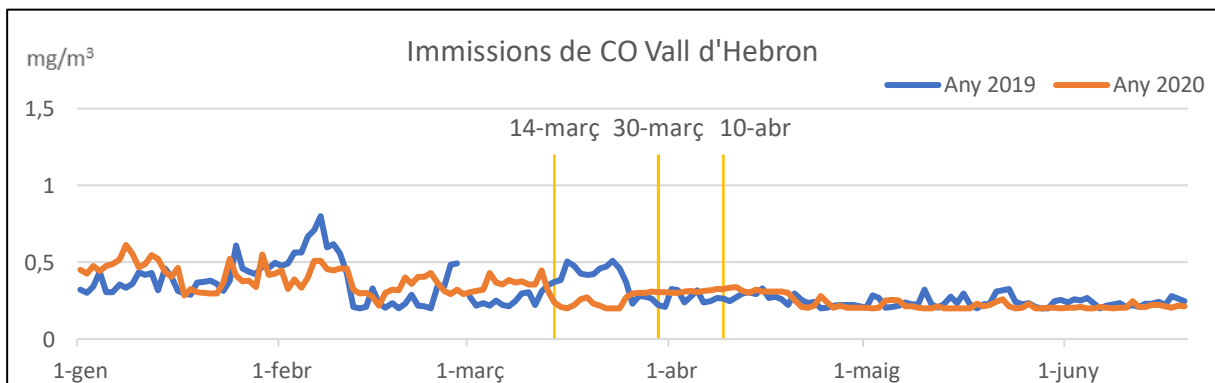


FIGURA 19.c: Gràfic d'immissions de monòxid de carboni (CO) a l'estació Vall d'Hebron. FONT: Elaboració pròpia amb dades de la Xarxa de Vigilància i Previsió de la Contaminació (XVPCA).

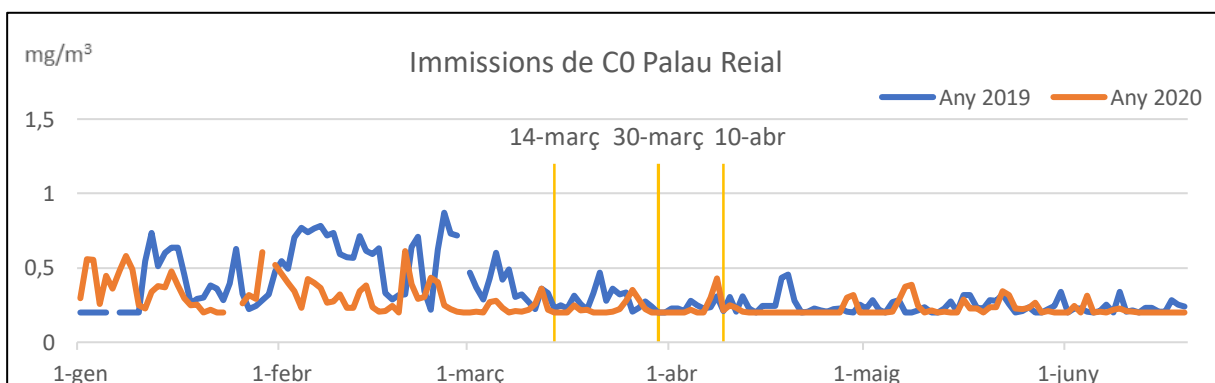


FIGURA 19.d: Gràfic d'immissions de monòxid de carboni (CO) a l'estació Palau Reial. FONT: Elaboració pròpia amb dades de la Xarxa de Vigilància i Previsió de la Contaminació (XVPCA).

8.3. Anàlisi de les immissions de diòxid de sofre (SO₂), gener-juny 2019 i 2020

Les immissions de diòxid de sofre (SO₂) presenten dos patrons diferenciats. A les estacions de l'Eixample i Gràcia–St. Gervasi el rang és més ampli i els valors són més elevats. En aquesta última els valors tenen un pic màxim de 5µg/m³, tant a 2019 com a 2020, un factor destacable i del que deixem constància, tot i que no és objecte d'aquest treball veure les causes. Per altra banda les estacions de Vall d'Hebron i Palau Reial presenten uns valors més continguts al llarg de tots el mesos. Els de l'any 2020, són en general inferiors al mateix període de l'any anterior.

A l'estació de l'Eixample, la reducció més gran dels valors de l'any 2020 respecte al 2019 es dona al període posterior a la paralització de les activitats no essencials (-28,56%). En canvi, a les estacions de Vall d'Hebron i Palau Reial és al principi de l'estat d' alarma, del 14 al 29 de març, quan més es redueixen els valors de les immissions, amb un -28,71% i un -17,03% respectivament. En sentit contrari, destaquem els valors de obtinguts a l'estació de Gràcia-St. Gervasi, on després de decretar l'Estat d'Alarma les seves immissions de diòxid de Sofre (SO₂) augmenten un 74,57% respecte al període equivalent de l'any anterior. A més a més, durant els dies de paralització d'activitats no essencials les immissions es van més que duplicar, van augmentar un 108,46% i d'aquí fins el final de l'Estat d'Alarma van pujar un 53,49% respecte als mateixos dies del 2019. Es tracta doncs, d'un altre fet destacable en el que no entrem a buscar les causes.

Els mesos previs a la Pandèmia, totes les estacions menys Vall d'Hebron reduïen les seves immissions respecte els mateixos mesos de l'any 2019.

TAULA 11 Variació immissions diòxid de sofre (SO₂) 2020 respecte 2019, en %. **FONT:** Elaboració pròpia amb dades XVCPA.

| Períodes | Eixample | Gràcia-St. Ger. | Vall d'Hebron | Palau Reial |
|----------------------------|----------|-----------------|---------------|-------------|
| 1 Gen a 13 Març | -6,55 | -7,26 | 7,24 | -30,00 |
| 14 Març a 19 Juny | -22,83 | 62,70 | -8,70 | -15,96 |
| Subperíodes Estat d'Alarma | | | | |
| 14 Març a 29 Març | -7,43 | 74,57 | -28,71 | -17,03 |
| 30 Març a 9 Abril | -10,90 | 108,46 | -12,53 | -9,42 |
| 10 Abril a 19 Juny | -28,56 | 53,49 | -3,60 | -16,77 |

TAULA 12: Dades estadístiques immissions diòxid de sofre (SO₂). **FONT:** Elaboració pròpia dades XVCPA.

| Períodes | Eixample | | | Gràcia-St. Ger. | | | Vall d'Hebron | | | Palau Reial | | |
|---|----------------|------|---------------|-----------------|------|---------------|----------------|------|---------------|----------------|------|---------------|
| | M(\bar{X}) | V(s) | D(σ) | M(\bar{X}) | V(s) | D(σ) | M(\bar{X}) | V(s) | D(σ) | M(\bar{X}) | V(s) | D(σ) |
| 2019 1 Gen a 13 Març | 1,62 | 0,49 | 0,70 | 2,15 | 0,97 | 0,98 | 1,56 | 0,17 | 0,41 | 1,35 | 0,15 | 0,39 |
| 2020 1 Gen a 13 Març | 1,51 | 0,32 | 0,56 | 2,37 | 1,01 | 1,01 | 1,31 | 0,15 | 0,38 | 1,08 | 0,05 | 0,22 |
| 2019 14 Març a 19 Juny | 1,68 | 0,49 | 0,70 | 1,37 | 0,19 | 0,43 | 1,24 | 0,09 | 0,30 | 1,45 | 0,24 | 0,49 |
| 2020 14 Març a 19 Juny | 1,30 | 0,15 | 0,39 | 2,23 | 0,83 | 0,91 | 1,13 | 0,04 | 0,20 | 1,22 | 0,06 | 0,24 |
| <i>M-Mitjana V-Variància D-Desviació Standard</i> | | | | | | | | | | | | |

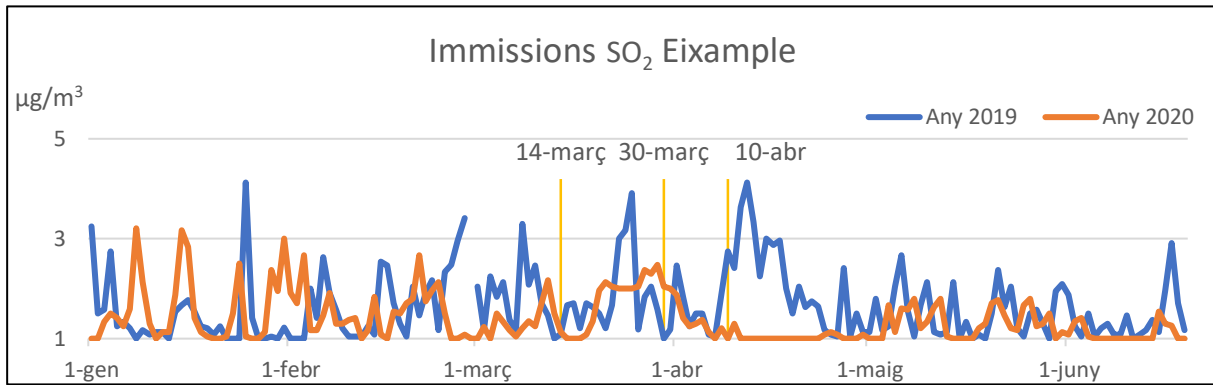


FIGURA 20.a Gràfic d'immissions de diòxid de sofre (SO₂) a l'estació Eixample. FONT: Elaboració pròpia amb dades de la Xarxa de Vigilància i Previsió de la Contaminació (XVPCA).

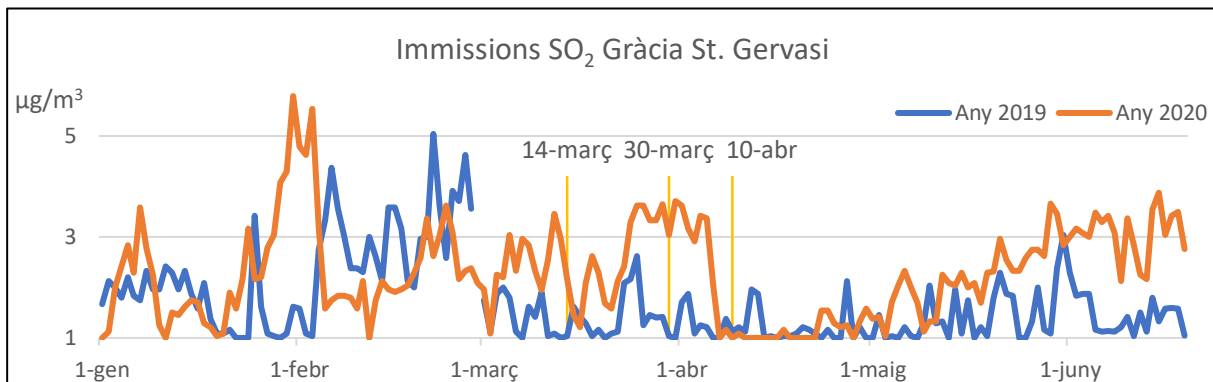


FIGURA 20.b Gràfic d'immissions de diòxid de sofre (SO₂) a l'estació Gràcia-St.Gervasi. FONT: Elaboració pròpia amb dades de la Xarxa de Vigilància i Previsió de la Contaminació (XVPCA).

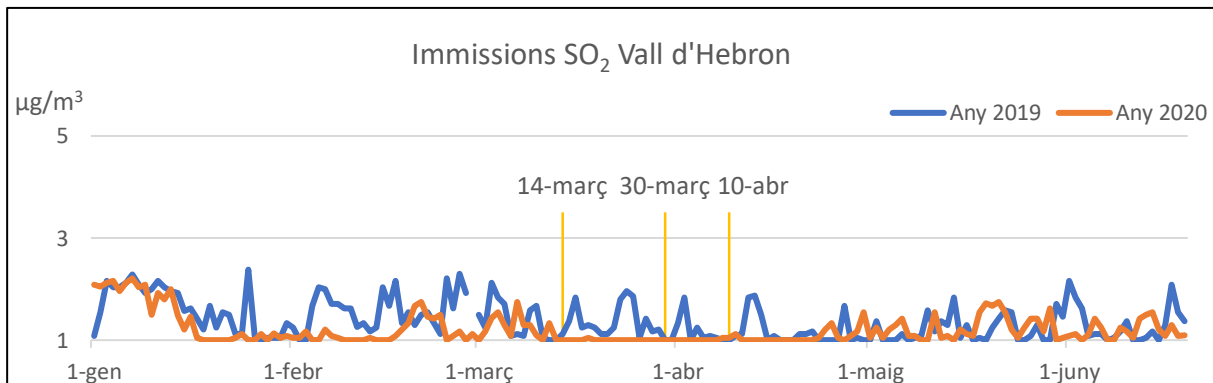


FIGURA 20.c Gràfic d'immissions de diòxid de sofre (SO₂) a l'estació Vall d'Hebron. FONT: Elaboració pròpia amb dades de la Xarxa de Vigilància i Previsió de la Contaminació (XVPCA).

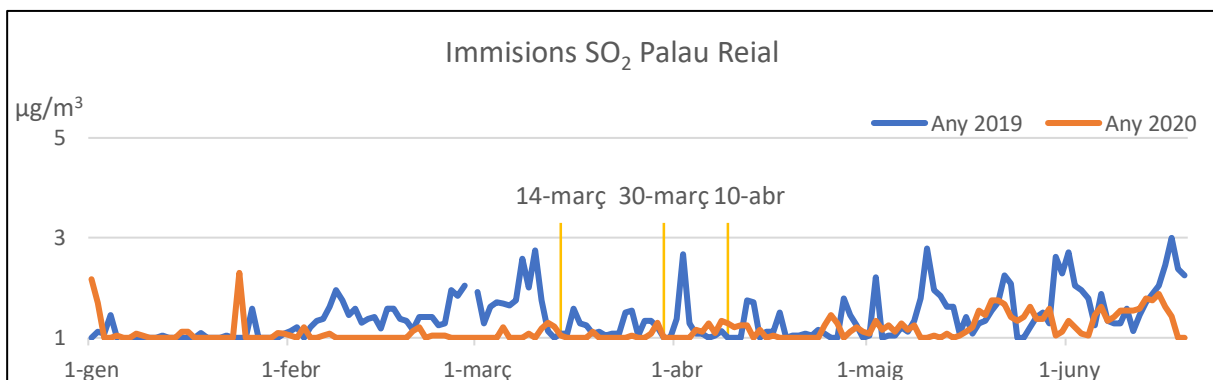


FIGURA 20.d Gràfic d'immissions de diòxid de sofre (SO₂) a l'estació Palau Reial. FONT: Elaboració pròpia amb dades de la Xarxa de Vigilància i Previsió de la Contaminació (XVPCA).

8.4. Anàlisi de les immissions d'òxid de nitrogen (NO), gener-juny 2019 i 2020

Les immissions d'òxid de nitrogen (NO) tornen a mostrar dos patrons diferenciats, les estacions de l'Eixample i de Gràcia – St. Gervasi tenen valors més dispersos com observem al gràfic i a la variància fins el mes de març. Totes les series d'aquestes estacions presenten màxims superiors als 100 µg/m³, amb pics de fins 120 µg/m³, tres cops el llindar màxim legislatiu. A partir de març, però encara sense haver entrat en l'Estat d'Alarma, les immissions són més homogènies, amb un rang més petit i es situen dintre del llindar màxim legislat, sobretot a la sèrie de l'any 2020. Per contra, les altres dues estacions, Vall d'Hebron i Palau Reial, presenten valors menys dispersos, amb rang més petit, sobretot a partir del mes de març, on disminueixen fins a valors mínims, presentant sempre la sèrie de l'any 2019 valors lleugerament més elevats que la del 2020.

Durant l'Estat d'Alarma, es van donar reduccions d'immissions d'òxid de nitrogen (NO) respecte el mateix període de l'any anterior a tots quatre punts de mesurament. Destaquen les donades entre el 14 i el 29 de març a l'Eixample, Gràcia – St. Gervasi i Palau Reial, totes entre el -71 i el -80 %, tal com es pot observar a la taula 13. Al període de paralització de tota activitat no essencial, les reduccions fluctuen entre el -55 i els -71 %, i d'aquí fins a la fi de l'Estat d'Alarma els valors de les immissions de l'any 2020 es redueixen entre els -35,69 que s'obtenen a l'estació de Vall d'Hebron i els -60,79 de l'Eixample.

Un comportament molt similar a aquest, el trobarem als gràfics i al comportament estadístic dels òxids de nitrogen (NO_x), tot i que amb valors absoluts diferents.

TAULA 13: Variació immissions òxid de nitrogen (NO) 2020 respecte 2019, en %. **FONT:** Elaboració pròpia amb dades XVCPA.

| Períodes | Eixample | Gràcia- St. Ger. | Vall d' Hebron | Palau Reial |
|-----------------------------------|----------|------------------|----------------|-------------|
| 1 Gen a 13 Març | -11,71 | -24,13 | -7,24 | 0,94 |
| 14 Març a 19 Juny | -62,18 | -43,97 | -43,96 | -49,49 |
| Subperíodes Estat d'Alarma | | | | |
| 14 Març a 29 Març | -80,26 | -72,76 | -31,68 | -71,37 |
| 30 Març a 9 Abril | -70,78 | -55,27 | -69,71 | -56,44 |
| 10 abril a 19 Juny | -60,79 | -46,82 | -35,69 | -45,48 |

TAULA 14: Dades estadístiques immissions òxid de nitrogen (NO). **FONT:** Elaboració pròpia amb dades XVCPA.

| Períodes | Eixample | | | Gràcia-St. Ger. | | | Vall d'Hebron | | | Palau Reial | | |
|------------------------|----------------|---------|---------------|-----------------|--------|---------------|----------------|--------|---------------|----------------|--------|---------------|
| | M(\bar{x}) | V(s) | D(σ) | M(\bar{x}) | V(s) | D(σ) | M(\bar{x}) | V(s) | D(σ) | M(\bar{x}) | V(s) | D(σ) |
| 2019 1 Gen a 13 Març | 41,95 | 1095,45 | 33,20 | 31,73 | 700,23 | 26,40 | 13,63 | 163,44 | 12,70 | 12,8 | 182,12 | 13,55 |
| 2020 1 Gen a 13 Març | 37,04 | 970,45 | 31,23 | 24,07 | 420,21 | 20,50 | 13,52 | 151,45 | 12,30 | 12,9 | 144,44 | 12,00 |
| 2019 14 Març a 19 Juny | 21,65 | 100,32 | 10,02 | 11,40 | 55,51 | 7,45 | 6,20 | 22,27 | 4,70 | 3,68 | 10,01 | 3,15 |
| 2020 14 Març a 19 Juny | 7,21 | 29,00 | 5,42 | 5,44 | 11,98 | 3,46 | 3,36 | 10,13 | 3,15 | 1,63 | 1,09 | 1,00 |

M-Mitjana V-Variància D-Desviació Standard

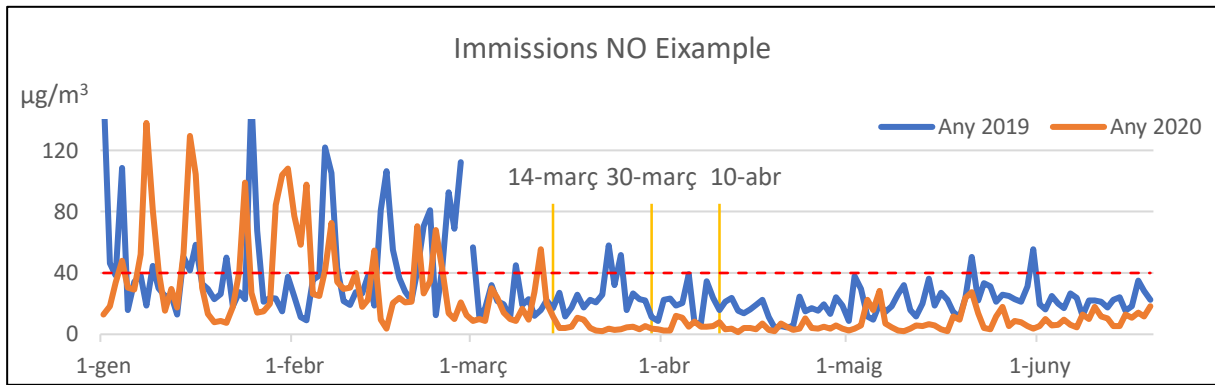


FIGURA 21.a Gràfic d'immissions d'òxid de nitrogen (NO) a l'estació Eixample. FONT: Elaboració pròpia amb dades de la Xarxa de Vigilància i Previsió de la Contaminació (XVPCA). --- Límit màxim establert per la UE.

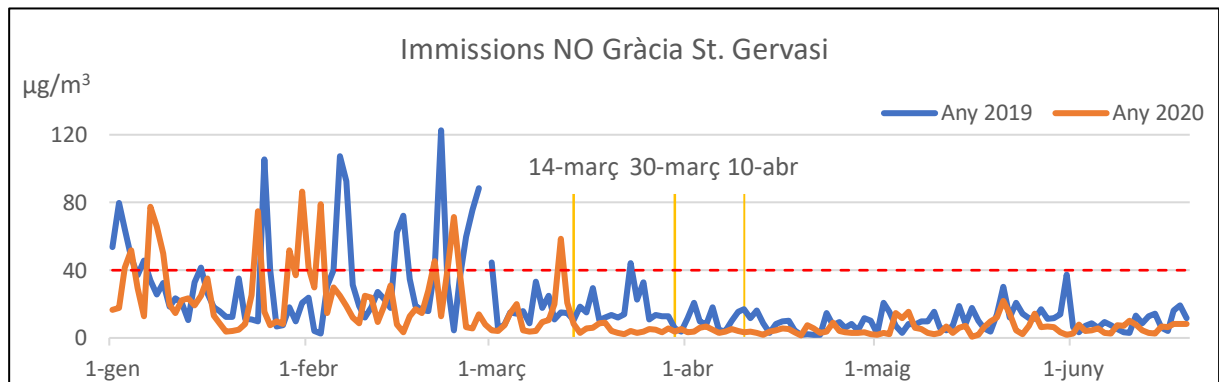


FIGURA 21.b Gràfic d'immissions d'òxid de nitrogen (NO) a l'estació Gràcia-St. Ger. FONT: Elaboració pròpia amb dades de la Xarxa de Vigilància i Previsió de la Contaminació (XVPCA). --- Límit màxim establert per la UE.

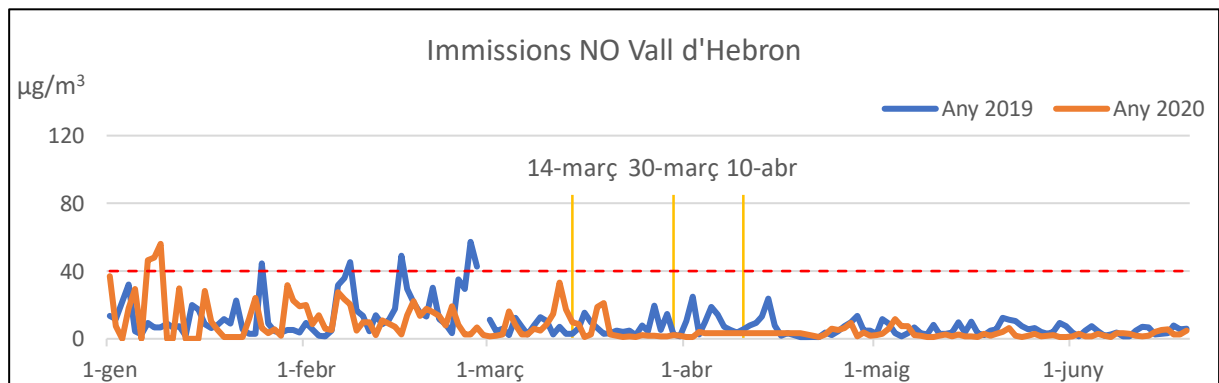


FIGURA 21.c Gràfic d'immissions d'òxid de nitrogen (NO) a l'estació Vall d'Hebron. FONT: Elaboració pròpia amb dades de la Xarxa de Vigilància i Previsió de la Contaminació (XVPCA). --- Límit màxim establert per la UE.

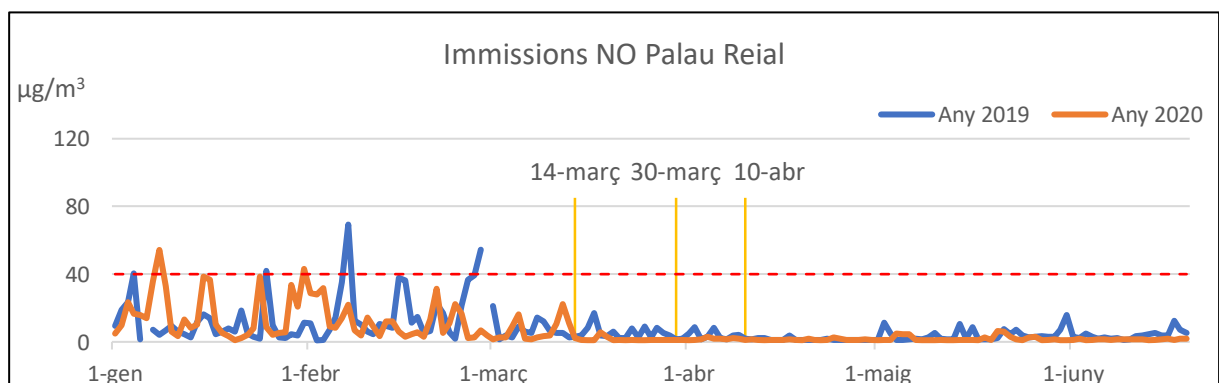


FIGURA 21.d Gràfic d'immissions d'òxid de nitrogen (NO) a l'estació Palau Reial. FONT: Elaboració pròpia amb dades de la Xarxa de Vigilància i Previsió de la Contaminació (XVPCA). --- Límit màxim establert per la UE.

8.5. Anàlisi de les immissions de diòxid de nitrogen (NO₂), gener-juny 2019 i 2020

Pel que es refereix al diòxid de nitrogen (NO₂), les quatre estacions tornen a presentar dos models diferenciats. Un primer torna a unir les de l'Eixample i Gràcia – St. Gervasi, que mostren unes dades representades als gràfics molt similars. Rang ampli, sobretot de gener fins a març, variàncies elevades, més al 2019 que al 2020, pics superiors al 90 µg/m³ i valors del per damunt del màxim legislat fins el començament de l'Estat d'Alarma. A partir d'aquest moment les dades de 2019 experimenten un lleuger detriment i les de 2020 un descens més visible. Les altres dues estacions, la de Vall d'Hebron i Palau Reial, presenten un comportament similar, però amb uns valors més continguts, sobretot a les series de l'any 2020 respecte a les del 2019.

A nivell percentual, les reduccions d'immissions han estat una constant des de principis de l'any 2020 respecte el 2019. Les variacions més acusades s'han produït durant l'Estat d'Alarma, a tots tres períodes, l'inicial, al de paralització de tota activitat no essencial i al final. Essent el primer d'aquests el que ha enregistrat descensos més pronunciats, superiors al -60% a les estacions de l'Eixample i de Gràcia–Sant Gervasi. Al segon i al tercer període de l'Estat d'Alarma, han hagut descensos d'entre -30,59% donat a l'estació de Vall d'Hebron i els -56% de Palau Reial.

TAULA 15: Variació immissions de diòxid de nitrogen (NO₂) 2020 respecte 2019, en %. **FONT:** Elaboració pròpia amb dades XVCPA.

| Períodes | Eixample | Gràcia- St. Ger. | Vall d' Hebron | Palau Reial |
|-----------------------------------|----------|------------------|----------------|-------------|
| 1 Gen a 13 Març | -10,97 | -16,92 | -18,76 | -11,86 |
| 14 Març a 19 Juny | -54,23 | -54,18 | -45,15 | -55,26 |
| Subperíodes Estat d'Alarma | | | | |
| 14 Març a 29 Març | -64,72 | -63,11 | -53,18 | -57,24 |
| 30 Març a 9 Abril | -52,56 | -45,57 | -30,59 | -46,17 |
| 10 abril a 19 Juny | -51,57 | -44,06 | -45,15 | -56,10 |

TAULA 16: Dades estadístiques immissions diòxid de nitrogen (NO₂). **FONT:** Elaboració pròpia amb dades XVCPA.

| Períodes | Eixample | | | Gràcia-St. Ger. | | | Vall d'Hebron | | | Palau Reial | | |
|------------------------|----------|--------|-------|-----------------|--------|-------|----------------|--------|-------|----------------|-------|-------|
| | V(s) | D(σ) | D(σ) | M(\bar{X}) | V(s) | D(σ) | M(\bar{X}) | V(s) | D(σ) | M(\bar{X}) | V(s) | D(σ) |
| 2019 1 Gen a 13 Març | 54,04 | 234,45 | 15,33 | 54,18 | 382,89 | 19,57 | 36,11 | 257,35 | 16,03 | 35,38 | 289 | 17,03 |
| 2020 1 Gen a 13 Març | 48,11 | 221,55 | 14,88 | 45,01 | 239,32 | 15,47 | 29,34 | 157,45 | 12,53 | 31,18 | 200 | 14,18 |
| 2019 14 Març a 19 Juny | 48,44 | 157,21 | 12,54 | 40,95 | 227,27 | 15,08 | 28,20 | 109,55 | 10,49 | 25,96 | 78,02 | 8,88 |
| 2020 14 Març a 19 Juny | 22,17 | 84,90 | 9,22 | 20,95 | 70,80 | 8,41 | 14,98 | 34,00 | 5,88 | 11,61 | 31,03 | 5,65 |

M-Mitjana V-Variància D-Desviació St.

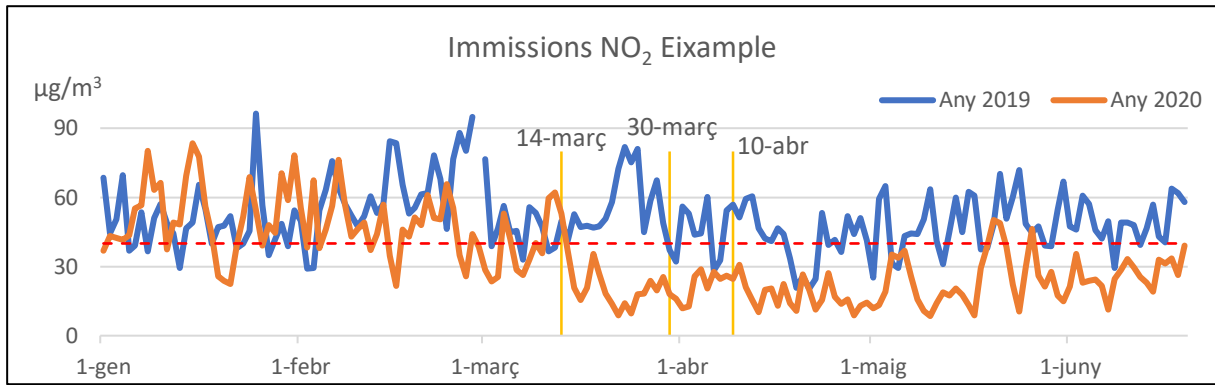


FIGURA 22.a Gràfic d'immissions de diòxid de nitrogen (NO_2) a l'estació Eixample. **FONT:** Elaboració pròpia amb dades de la Xarxa de Vigilància i Previsió de la Contaminació (XVPCA). --- Límit màxim establert per la UE.

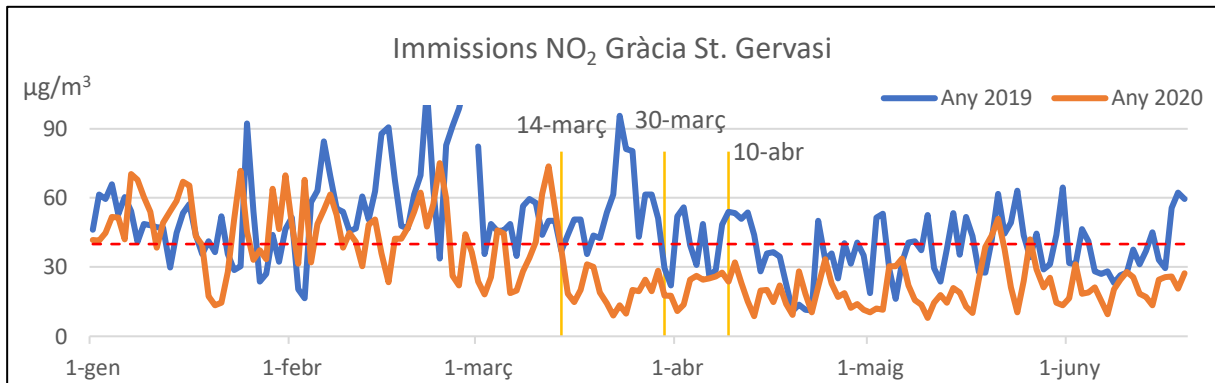


FIGURA 22.b Gràfic d'immissions de diòxid de nitrogen (NO_2) a l'estació Gràcia-St. Ger. **FONT:** Elaboració pròpia amb dades de la Xarxa de Vigilància i Previsió de la Contaminació (XVPCA). --- Límit màxim establert per la UE.

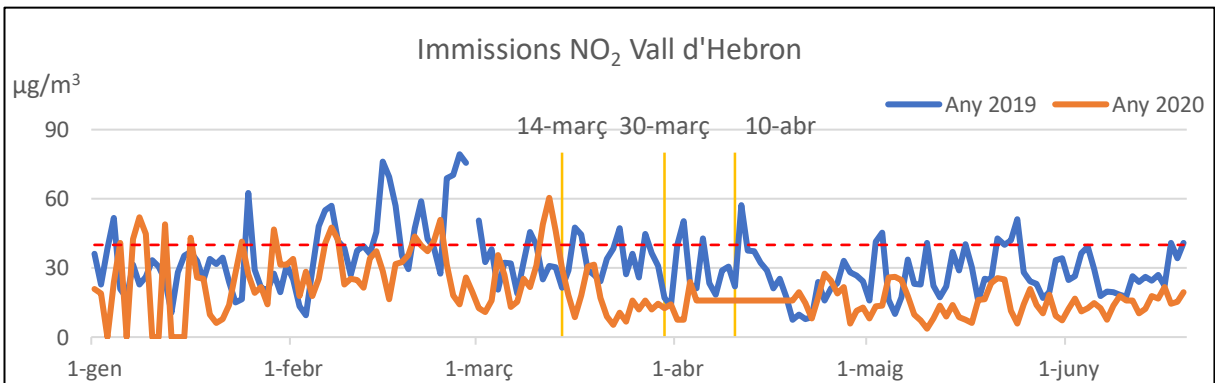


FIGURA 22.c Gràfic d'immissions de diòxid de nitrogen (NO_2) a l'estació Vall d'Hebron. **FONT:** Elaboració pròpia amb dades de la Xarxa de Vigilància i Previsió de la Contaminació (XVPCA). --- Límit màxim establert per la UE.

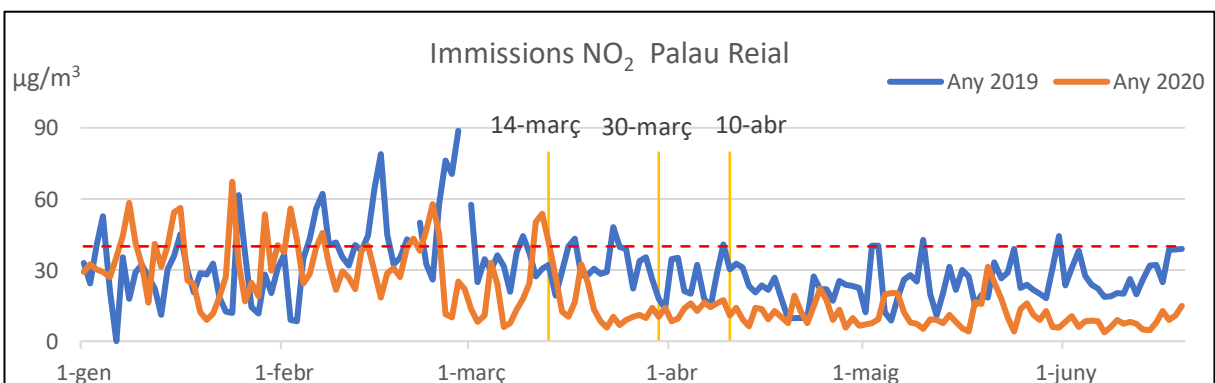


FIGURA 22.d Gràfic d'immissions de diòxid de nitrogen (NO_2) a l'estació Palau Reial. **FONT:** Elaboració pròpia amb dades de la Xarxa de Vigilància i Previsió de la Contaminació (XVPCA). --- Límit màxim establert per la UE.

8.6. Anàlisi de les immissions d'òxids de nitrogen (NO_x), gener-juny 2019 i 2020

Com hem assenyalat anteriorment al punt 8.4, les gràfiques de l'òxid de nitrogen (NO) i dels òxids de nitrogen (NO_x) són molt semblants a les quatre estacions. A l'Eixample i a Gràcia - Sant Gervasi presenten a principis d'any unes fortes oscil·lacions, amb variàncies de 4.000 i 3700 respectivament i pics màxims cíclics de vora 250 µg/m³. A partir del mes de març els gràfics reflecteixen una tendència al descens, més el de l'any 2020, que es situa al llindar màxim legislatiu de 40 µg/m³, en canvi la línia blava de l'any 2019 no baixa tant i es queda, tot i amb oscil·lacions, entre els 50 i els 150 µg/m³ a l'Eixample, i entre els 40 i 120 µg/m³ a Gràcia-Sant Gervasi. Pel que fa a les altres dues altres estacions, la de Vall d'Hebron i la de Palau Reial, també presenten uns comportaments d'immissions similars entre elles. Aquestes estacions presenten valors més elevats i dispersos de gener a març, per a després baixar per sota del límit legislatiu dels 40 µg/m³ sobretot a la sèrie que representa l'any 2020.

Les majors variacions d'immissions entre 2019 i 2020, es donen durant el primer període de l'Estat d'Alarma. Del 14 al 29 de març, a l'Eixample, Gràcia-Sant Gervasi i Palau Reial hi ha reduccions d'entre el -66 i el -71 %. Per altra banda, Vall d'Hebron presenta la seva reducció més significativa en el període de paralització de les activitats no essencials, del 30 de març al 9 d'abril, on la variació de les immissions dels dos anys és del -61%. En termes generals, des de principi d'any les immissions d'òxids de nitrogen (NO_x) han seguit una línia de reducció dels valors d'immissions. Tancant el focus sobre el període de l'Estat d'Alarma, aquesta tendència a la reducció ha arribat a situar els valors de les immissions dintre del llindar màxim legislatiu, i en el cas de Vall d'Hebron i de Palau Reial, aquests valors s'han mantingut per sota fins al final de l'Estat d'Alarma.

TAULA 17: Variació immissions òxids de nitrogen (NO_x) 2020 respecte 2019, en %. **FONT:** Elaboració pròpia

| Períodes | Eixample | Gràcia- St. Ger. | Vall d' Hebron | Palau Reial |
|-----------------------------------|----------|------------------|----------------|-------------|
| 1 Gen a 13 Març | -11,37 | -20,29 | -12,46 | -9,31 |
| 14 Març a 19 Juny | -59,53 | -50,16 | -47,27 | -57,66 |
| Subperíodes Estat d'Alarma | | | | |
| 14 Març a 29 Març | -71,19 | -66,43 | -48,44 | -66,96 |
| 30 Març a 9 Abril | -60,05 | -48,86 | -61,65 | -50,00 |
| 10 abril a 19 Juny | -56,20 | -44,59 | -45,36 | -55,81 |

TAULA 18: Dades estadístiques immissions òxids de nitrogen (NO_x). **FONT:** Elaboració pròpia

| Períodes | Eixample | | | Gràcia-St. Ger. | | | Vall d'Hebron | | | Palau Reial | | |
|------------------------|----------------|--------|---------------|-----------------|--------|---------------|----------------|--------|---------------|----------------|--------|---------------|
| | M(\bar{x}) | V(s) | D(σ) | M(\bar{x}) | V(s) | D(σ) | M(\bar{x}) | V(s) | D(σ) | M(\bar{x}) | V(s) | D(σ) |
| 2019 1 Gen a 13 Març | 117,96 | 4058 | 63,70 | 102,35 | 3351 | 57,90 | 56,75 | 1199 | 34,63 | 55,68 | 1286 | 35,87 |
| 2020 1 Gen a 13 Març | 104,54 | 3699 | 60,82 | 81,58 | 2004 | 44,77 | 49,68 | 869,23 | 29,48 | 50,49 | 966,55 | 31,09 |
| 2019 14 Març a 19 Juny | 81,25 | 716,12 | 26,77 | 57,28 | 654,12 | 25,59 | 37,07 | 254,45 | 15,94 | 29,59 | 201,78 | 14,19 |
| 2020 14 Març a 19 Juny | 32,88 | 289,22 | 17,01 | 28,81 | 176,21 | 13,30 | 19,54 | 122,55 | 11,08 | 12,33 | 49,00 | 7,03 |

M-Mitjana V-Variància D-Desviació St.

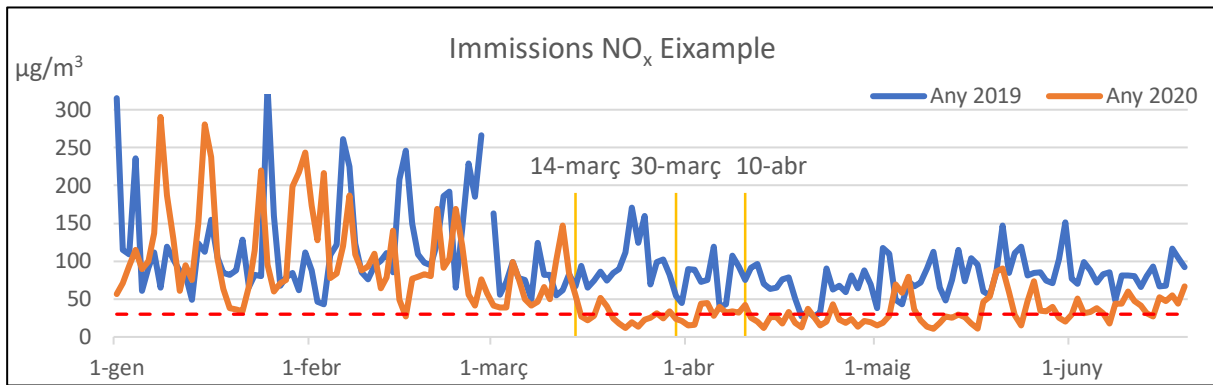


FIGURA 23.a Gràfic d'immissions d'òxids de nitrogen(NO_x) a l'estació Eixample. FONT: Elaboració pròpia amb dades de la Xarxa de Vigilància i Previsió de la Contaminació (XVPCA). --- Límit màxim establert per la UE.

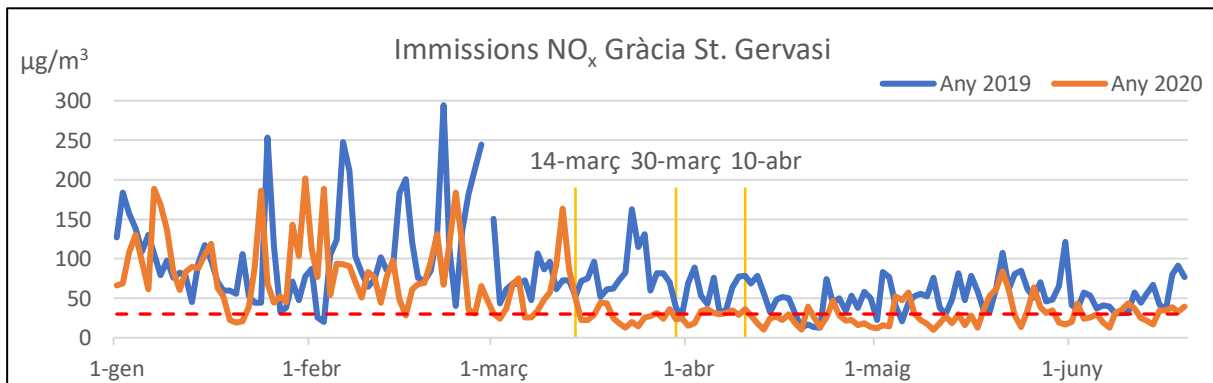


FIGURA 23.b Gràfic d'immissions d'òxids de nitrogen(NO_x) a l'estació Gràcia i St. Ger. FONT: Elaboració pròpia amb dades de la xarxa de Vigilància i Previsió de la Contaminació (XVPCA). --- Límit màxim establert per la UE.

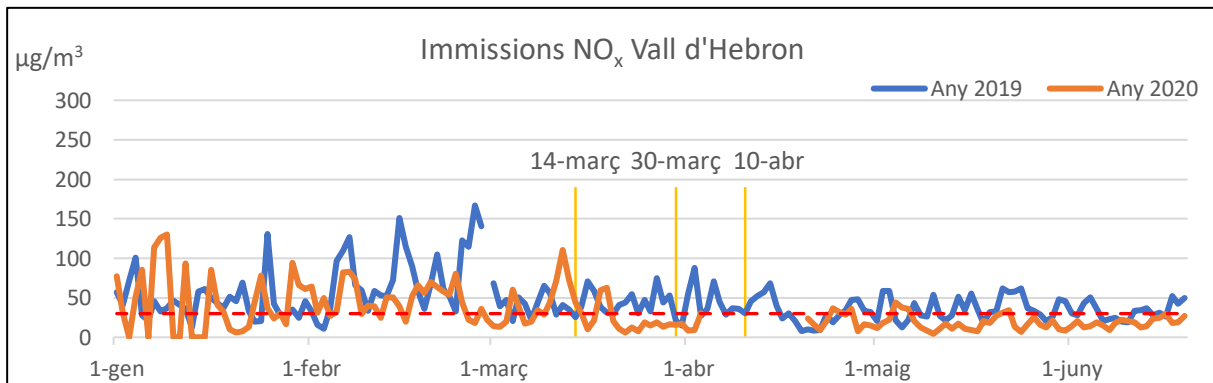


FIGURA 23.c Gràfic d'immissions d'òxids de nitrogen(NO_x) a l'estació Vall d'Hebron. FONT: Elaboració pròpia amb dades de la Xarxa de Vigilància i Previsió de la Contaminació (XVPCA). --- Límit màxim establert per la UE.

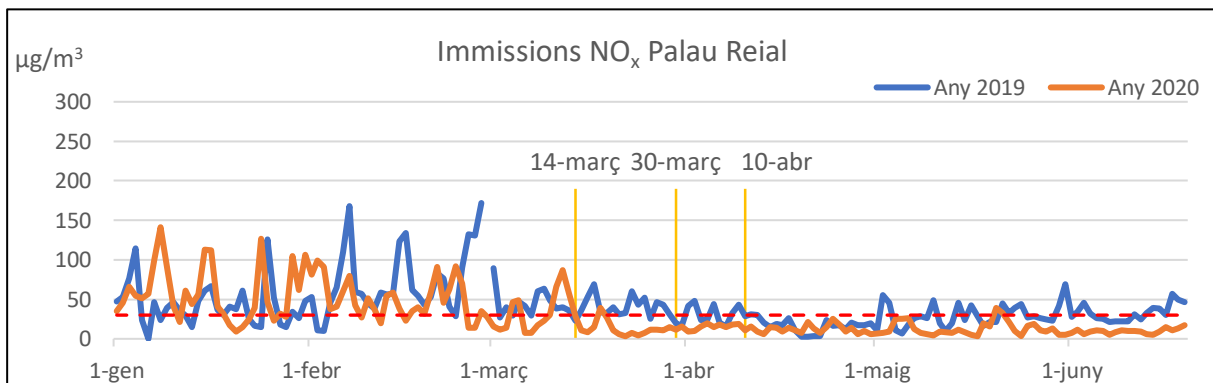


FIGURA 23.d Gràfic d'immissions d'òxids de nitrogen(NO_x) a l'estació Palau Reial. FONT: Elaboració pròpia amb dades de la Xarxa de Vigilància i Previsió de la Contaminació (XVPCA). --- Límit màxim establert per la UE.

8.7. Anàlisi de les immissions de partícules en suspensió (PM₁₀), gener-juny 2019 i 2020

El comportament de les immissions de partícules en suspensió (PM₁₀) presenta un patró molt similar a les estacions de l'Eixample, Gràcia–Sant Gervasi i Vall d'Hebron. Les dades del 2019 estan gairebé sempre per sota del líndar legislatiu de 50 µg/m³, presenten totes tres uns mínims de vora 7 µg/m³ al gener. Les series de l'any 2020 en aquestes tres estacions estan sovint per sota del líndar legislatiu, excepte dos pics que arriben a vorejar els 100 µg/m³, dels quals deixem constància per ser excepcionals tot i que no és el nostre objectiu saber llurs causes. Per la seva banda l'estació de Palau Reial presenta uns valors similars a les anteriors, però amb uns rangs més petits i uns pics màxims més reduïts que no arriben a als 50 µg/m³ durant el període de 2019 i passen per poc dels 60 µg/m³ l'any 2020.

Durant l'Estat d'Alarma s'han produït disminucions de les mitjanes diàries a totes les estacions i a tots els períodes com es pot veure a la taula 19, les més importants a l'estació de Vall d'Hebron, amb valors d'entre -39% els primer dies, fins els -60% del període següent a la reducció de tota activitat no essencial. Les altres tres estacions hem pogut mesurar descensos d'immissions de partícules en suspensió (PM₁₀) d'entre el -20% i gairebé el -38%.

TAULA 19: Variació immissions partícules en suspensió (PM₁₀) 2020 respecte 2019, en %. **FONT:** Elaboració pròpia amb dades XVPCA

| Períodes | Eixample | Gràcia- St. Ger. | Vall d' Hebron | Palau Reial |
|-----------------------------------|----------|------------------|----------------|-------------|
| 1 Gen a 13 Març | 4,53 | 8,53 | -14,16 | 3,28 |
| 14 Març a 19 Juny | -29,78 | -21,03 | -55,83 | -24,76 |
| Subperíodes Estat d'Alarma | | | | |
| 14 Març a 29 Març | -37,97 | -25,92 | -39,30 | -23,27 |
| 30 Març a 9 Abril | -32,00 | -19,61 | -54,77 | -20,94 |
| 10 abril a 19 Juny | -27,33 | -21,03 | -59,83 | -25,66 |

TAULA 20: Dades estadístiques Partícules en suspensió (PM₁₀). **FONT:** Elaboració pròpia amb dades XVCPA.

| Períodes | Eixample | | | Gràcia-St. Ger. | | | Vall d'Hebron | | | Palau Reial | | |
|------------------------|----------------|--------|---------------|-----------------|--------|---------------|----------------|--------|---------------|----------------|-------|---------------|
| | M(\bar{x}) | V(s) | D(σ) | M(\bar{x}) | V(s) | D(σ) | M(\bar{x}) | V(s) | D(σ) | M(\bar{x}) | V(s) | D(σ) |
| 2019 1 Gen a 13 Març | 28,33 | 174,55 | 13,22 | 25,69 | 109,85 | 10,44 | 24,13 | 195,45 | 13,95 | 19,25 | 79,37 | 8,94 |
| 2020 1 Gen a 13 Març | 29,62 | 246,42 | 15,69 | 27,89 | 226,55 | 15,00 | 20,74 | 244,42 | 15,63 | 19,83 | 85,47 | 9,49 |
| 2019 14 Març a 19 Juny | 27,38 | 66,52 | 8,16 | 23,16 | 55,13 | 7,45 | 28,15 | 102,63 | 10,15 | 18,57 | 38,44 | 6,15 |
| 2020 14 Març a 19 Juny | 19,23 | 37,52 | 6,13 | 18,12 | 29,97 | 5,44 | 12,45 | 22,94 | 4,74 | 13,97 | 21,69 | 4,65 |

M-Mitjana V-Variància D-Desviació St.

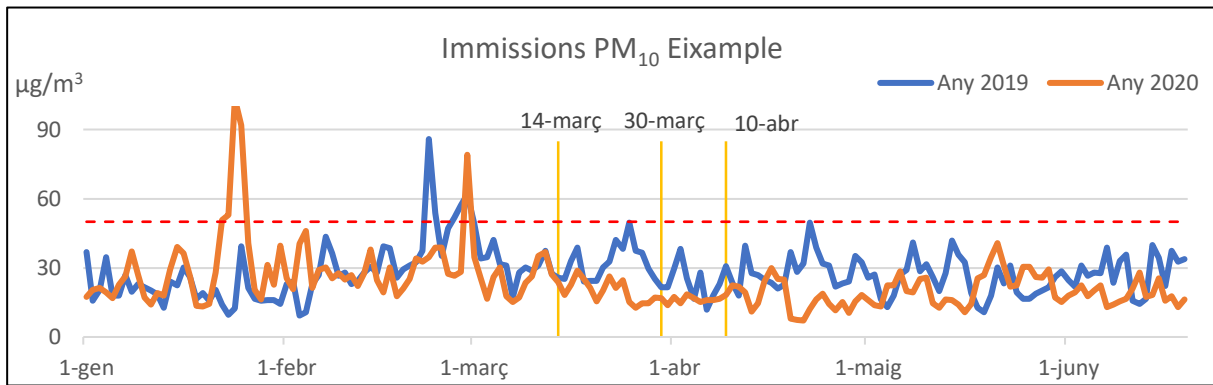


FIGURA 24.a Gràfic d'immissions d'òxids de partícules en suspensió (PM₁₀) a l'estació Eixample. FONT: Elaboració pròpia amb dades de la xarxa de Vigilància i Previsió de la Contaminació (XVPCA). --- Límit màxim establert UE.

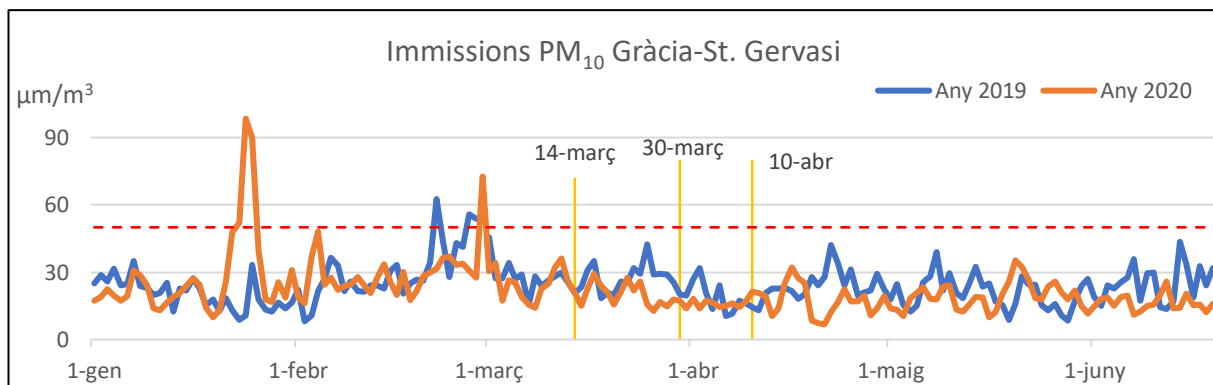


FIGURA 24.b Gràfic d'immissions d'òxids de partícules en suspensió (PM₁₀) a l'estació Gràcia-St.Ger. FONT: Elaboració pròpia amb dades de la Xarxa de Vigilància i Previsió de la Contaminació. --- Límit màxim establert UE.

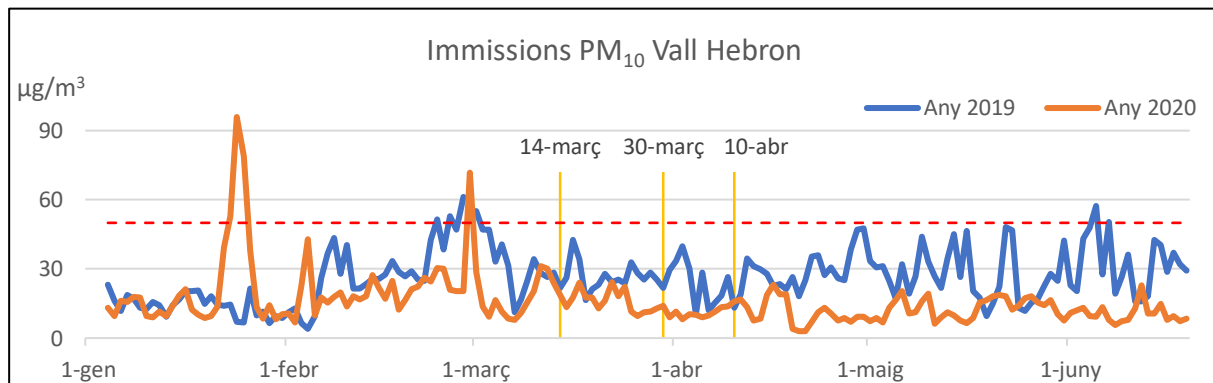


FIGURA 24.c Gràfic d'immissions d'òxids de partícules en suspensió (PM₁₀) a l'estació Vall d'Hebron. FONT: Elaboració pròpia amb dades de la Xarxa de Vigilància i Previsió de la Contaminació. --- Límit màxim establert UE.

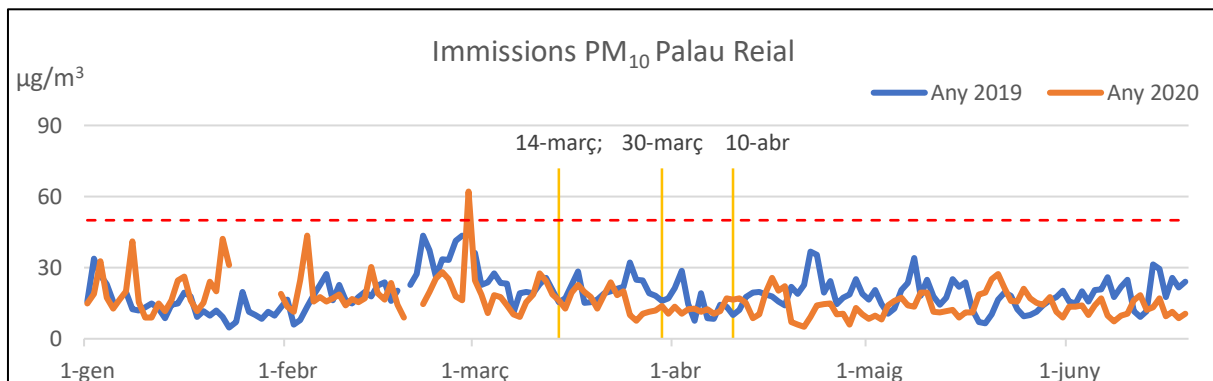


FIGURA 24.d Gràfic d'immissions d'òxids de partícules en suspensió (PM₁₀) a l'estació Palau Reial. FONT: Elaboració pròpia amb dades de la Xarxa de Vigilància i Previsió de la Contaminació (XVPCA). --- Límit màxim establert UE.

8.8. Anàlisi de les immissions d'ozó (O₃), gener-juny 2019 i 2020

Les immissions d'Ozó (O₃) a les quatre estacions durant els períodes estudiats de 2019 i de 2020 són bastants similars. Presenten uns mínims a principis d'any i van augmentat de forma progressiva fins el mes 'abril, on la sèrie de l'any 2019 presenta un pic de vora 120 µg/m³ (llindar màxim legislat). A les series del 2020, el pic més elevat es va donar a l'estació de Palau Reial al maig de 2020. Gairebé a tot el període els mesuraments d'immissions de l'any 2020 són lleugerament superiors als de l'any 2019. Trobant-se les concentracions més elevades durant el període de l'Estat d'Alarma, amb valors de fins 100 µg/m³. Les estacions de Palau Reial i Gràcia – Sant Gervasi han experimentat augments d'entre el 2 i el 41% a tots els períodes respecte les mateixes dates de l'any 2019. L'estació de Vall d'Hebron és l'única que ha reduït les seves immissions, això si, de manera molt moderada, en valors al voltant del -4%. Per la seva banda es destacable que les altres tres estacions augmenten més les immissions de l'any 2020 respecte al 2019 durant el primer període de l'Estat d'Alarma, amb valors de entre 25% i 40%.

TAULA 21: Variació immissions ozó (O₃) període 2020 respecte període 2019, en %. **FONT:** Elaboració pròpia amb dades XVPCA

| Períodes | Eixample | Gràcia- St. Ger. | Vall d' Hebron | Palau Reial |
|-----------------------------------|----------|------------------|----------------|-------------|
| 1 Gen a 13 Març | -3,10 | 12,10 | -0,20 | 42,14 |
| 14 Març a 19 Juny | 3,63 | 17,05 | -3,88 | 10,99 |
| Subperíodes Estat d'Alarma | | | | |
| 14 Març a 29 Març | 25,05 | 35,18 | -3,92 | 40,71 |
| 30 Març a 9 Abril | 11,40 | 22,09 | -3,12 | 40,85 |
| 10 abril a 19 Juny | -2,29 | 12,49 | -3,98 | 2,22 |

TAULA 22: Dades estadístiques immissions ozó (O₃). **FONT:** Elaboració pròpia amb dades XVPCA

| Períodes | | Eixample | | | Gràcia-St. Ger. | | | Vall d'Hebron | | | Palau Reial | | |
|----------|-------------------|----------------|--------|---------------|-----------------|--------|---------------|----------------|--------|---------------|----------------|--------|---------------|
| | | M(\bar{X}) | V(s) | D(σ) | M(\bar{X}) | V(s) | D(σ) | M(\bar{X}) | V(s) | D(σ) | M(\bar{X}) | V(s) | D(σ) |
| 2019 | 1 Gen a 13 Març | 27,24 | 186,65 | 13'66 | 29,34 | 203,05 | 14,26 | 35,34 | 160,65 | 12,65 | 34,35 | 160,45 | 12,66 |
| 2020 | 1 Gen a 13 Març | 26,40 | 219,45 | 14'82 | 32,89 | 236,45 | 15,37 | 42,13 | 277,98 | 16,67 | 42,15 | 277,89 | 16,64 |
| 2019 | 14 Març a 19 Juny | 54,30 | 234,89 | 15'30 | 53,10 | 162,12 | 12,76 | 64,19 | 250,07 | 15,84 | 64,15 | 250,09 | 15,80 |
| 2020 | 14 Març a 19 Juny | 56,27 | 160,09 | 12'65 | 62,16 | 141,49 | 11,88 | 71,24 | 155,07 | 12,48 | 71,22 | 155,78 | 12,40 |

M-Mitjana V-Variància D-Desviació Standard **FONT:** Elaboració pròpia

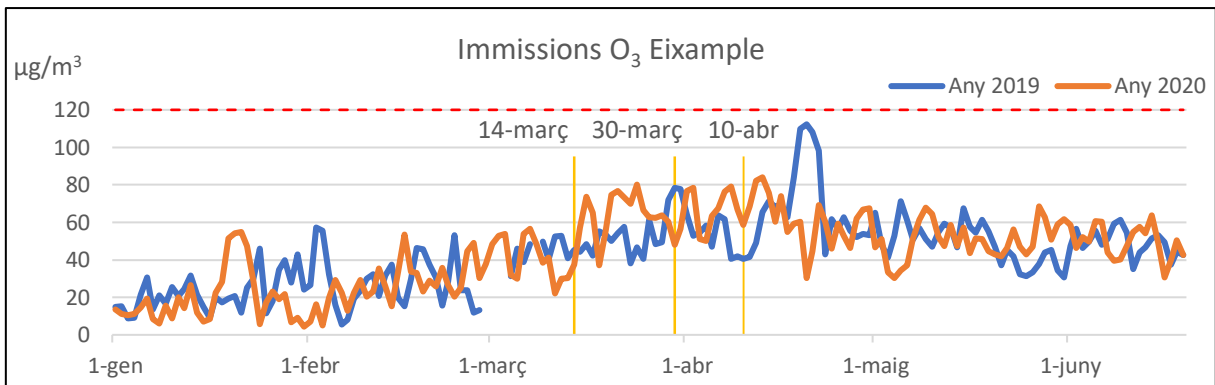


FIGURA 25.a Gràfic d'immissions d'ozó (O₃) a l'estació Eixample. FONT: Elaboració pròpia amb dades de la xarxa de Vigilància i Previsió de la Contaminació (XVPCA). --- Límit màxim establert Unió Europea.

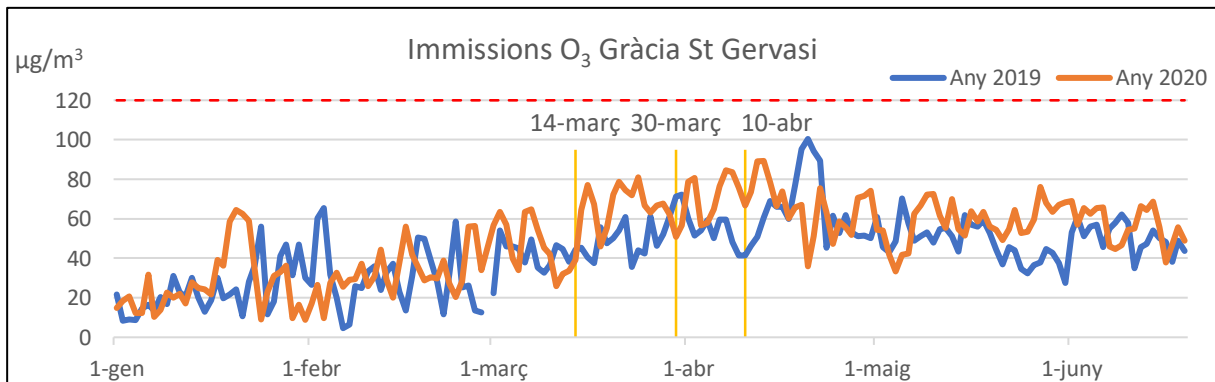


FIGURA 25.b Gràfic d'immissions d'ozó (O₃) a l'estació Gràcia- St. Gervasi. FONT: Elaboració pròpia amb dades de la xarxa de Vigilància i Previsió de la Contaminació (XVPCA). --- Límit màxim establert Unió Europea.

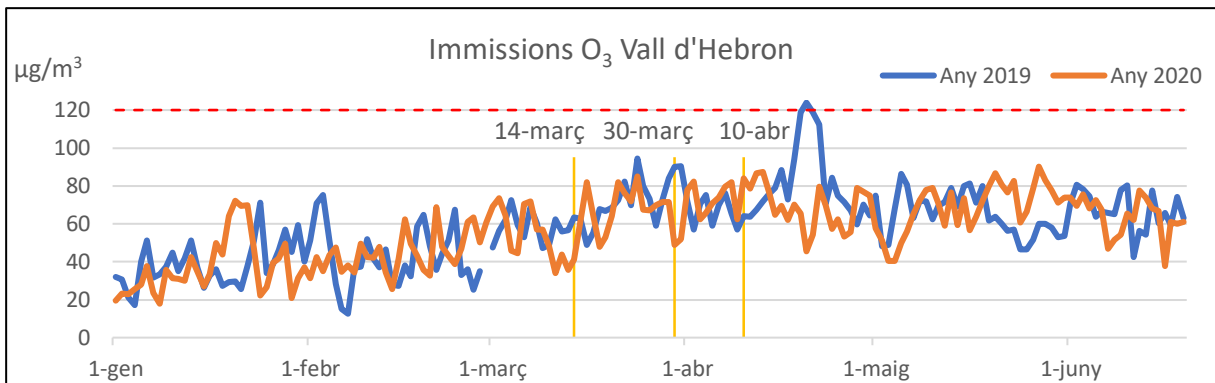


FIGURA 25.c Gràfic d'immissions d'ozó (O₃) a l'estació Vall d'Hebron. FONT: Elaboració pròpia amb dades de la xarxa de Vigilància i Previsió de la Contaminació (XVPCA). --- Límit màxim establert Unió Europea.

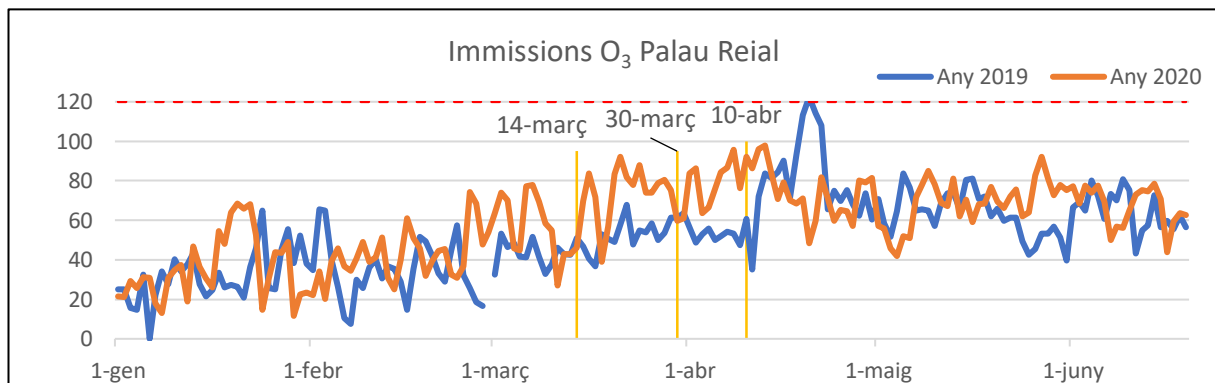


FIGURA 25.d Gràfic d'immissions d'ozó (O₃) a l'estació Palau Reial. FONT: Elaboració pròpia amb dades de la xarxa de Vigilància i Previsió de la Contaminació (XVPCA). --- Límit màxim establert Unió Europea.

8.9. Visualització conjunta de les immissions

Per tal de veure d'una manera gràfica el conjunt de les immissions durant els dies de l'Estat d'alarma i poder comparar-los amb el període precedent, hem construït la Taula 23 on es visualitzen les mitjanes setmanals. En colors més vermells hem representat les mitjanes setmanals amb els valors més allunyats per sobre de la seva mitjana anual, en color verd pàl·lid hem representat els valors més baixos de les mitjanes setmanals respecte a la mitjana anual.

TAULA 23 (1/2): Evolució de les mitjanes setmanals de les immissions de contaminants a les quatre estacions de la Xarxa XVPCA del treball. **Font:** Elaboració pròpia amb dades XVPCA.

| Mesos de l'any i número de setmana del 2020 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------|------|------|------|------|--------|------|------|------|------|------|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|------|-----|------|-----|------|------|------|
| Estació | Gener | | | | | Febrer | | | | Març | | | | Abril | | | | | Maig | | | | Juny | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| Diòxid de sofre (SO₂) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Eixample | 1,3 | 1,7 | 1,8 | 1,3 | 1,9 | 1,6 | 1,3 | 1,8 | 1,2 | 1,2 | 1,4 | 1,5 | 2,2 | 1,6 | 1,1 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,5 | 1,2 | 1,4 | 1,4 | 1,1 | 1,0 | 1,2 |
| Gràcia St G. | 1,9 | 2,1 | 1,4 | 2,0 | 4,2 | 2,5 | 1,8 | 2,6 | 2,5 | 2,4 | 2,4 | 1,9 | 3,3 | 3,3 | 1,2 | 1,0 | 1,2 | 1,3 | 1,7 | 2,0 | 2,4 | 3,0 | 3,2 | 2,8 | 3,3 |
| Vall Hebron | 2,1 | 2,0 | 1,3 | 1,0 | 1,1 | 1,1 | 1,0 | 1,4 | 1,1 | 1,4 | 1,1 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,1 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,5 | 1,3 | 1,1 | 1,3 | 1,2 |
| Palau Reial | 1,4 | 1,0 | 1,0 | 1,2 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,1 | 1,0 | 1,0 | 1,1 | 1,0 | 1,1 | 1,0 | 1,2 | 1,0 | 1,1 | 1,1 | 1,2 | 1,1 | 1,6 | 1,4 | 1,3 | 1,6 | 1,4 |
| Òxid de carboni (CO) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Eixample | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,3 |
| Gràcia St G. | 0,5 | 0,6 | 0,5 | 0,4 | 0,6 | 0,5 | 0,4 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,4 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,3 | 0,3 |
| Vall Hebron | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,4 | 0,3 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| Palau Reial | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,2 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| Òxid de nitrogen (NO) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Eixample | 28,7 | 55,2 | 50,9 | 30,7 | 66,7 | 46,7 | 25,5 | 31,2 | 25,2 | 15,1 | 20,7 | 5,4 | 3,9 | 5,7 | 5,4 | 3,6 | 5,2 | 4,2 | 11,8 | 4,7 | 13,3 | 8,6 | 6,8 | 10,4 | 13,5 |
| Gràcia St G. | 31,4 | 37,5 | 18,4 | 20,0 | 37,8 | 26,9 | 17,0 | 24,4 | 21,3 | 8,4 | 18,6 | 5,5 | 4,3 | 4,8 | 3,7 | 3,7 | 5,1 | 2,6 | 8,3 | 4,1 | 10,1 | 6,7 | 4,3 | 6,1 | 7,6 |
| Vall Hebron | 23,0 | 45,1 | 11,2 | 7,0 | 15,7 | 14,5 | 7,2 | 14,9 | 6,2 | 5,7 | 13,9 | 7,0 | 1,6 | 2,4 | 3,5 | 3,5 | 3,7 | 3,9 | 4,8 | 1,8 | 2,9 | 1,8 | 1,9 | 2,7 | 4,1 |
| Palau Reial | 14,2 | 22,8 | 16,1 | 9,6 | 23,6 | 13,6 | 8,6 | 10,5 | 7,9 | 5,2 | 7,8 | 2,0 | 1,1 | 1,5 | 1,6 | 1,2 | 1,6 | 1,1 | 2,6 | 1,1 | 3,1 | 1,6 | 1,3 | 1,4 | 1,6 |

TAULA 23 (2/2): Evolució de les mitjanes setmanals de les immissions de contaminants a les quatre estacions de la Xarxa XVPCA del treball. **Font:** Elaboració pròpia amb dades XVPCA.

| Mesos de l'any i número de setmana del 2020 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------|------|------|------|------|--------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Estació | Gener | | | | | Febrer | | | | Març | | | | Abril | | | | Maig | | | | Juny | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| Òxids de nitrogen (NO_x) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Eixample | 85,3 | 143 | 135 | 89,5 | 158 | 126 | 80,2 | 97,5 | 80,2 | 56,0 | 75,6 | 28,0 | 24,3 | 27,5 | 32,3 | 20,7 | 26,3 | 19,8 | 41,3 | 22,4 | 54,2 | 39,0 | 33,0 | 41,9 | 53,1 |
| Gràcia St. G. | 93,9 | 112 | 77,2 | 66,8 | 105 | 91,7 | 64,9 | 87,5 | 73,5 | 41,4 | 74,2 | 27,8 | 25,5 | 26,2 | 29,7 | 20,4 | 28,9 | 16,2 | 34,0 | 21,6 | 47,7 | 34,2 | 25,0 | 30,0 | 36,2 |
| Vall Hebron | 61,1 | 116 | 42,2 | 30,0 | 51,9 | 54,0 | 37,6 | 60,0 | 33,9 | 29,1 | 57,4 | 27,3 | 14,5 | 16,0 | 34,6 | 15,3 | 23,9 | 18,1 | 23,3 | 11,9 | 21,8 | 15,6 | 15,0 | 18,6 | 23,5 |
| Palau Reial | 50,4 | 73,1 | 59,2 | 40,5 | 73,3 | 54,1 | 40,4 | 52,2 | 38,3 | 21,8 | 43,1 | 15,5 | 9,7 | 13,6 | 15,0 | 11,0 | 15,6 | 8,4 | 15,3 | 7,6 | 20,3 | 11,1 | 8,6 | 8,3 | 13,0 |
| Diòxid de nitrogen (NO₂) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Eixample | 41,5 | 58,3 | 57,7 | 42,8 | 56,3 | 54,8 | 41,4 | 50,1 | 41,9 | 33,1 | 44,0 | 19,9 | 18,4 | 19,0 | 24,3 | 15,8 | 18,7 | 13,7 | 23,8 | 15,8 | 34,1 | 26,1 | 23,0 | 26,2 | 32,6 |
| Gràcia St. G. | 46,2 | 54,6 | 49,4 | 36,7 | 47,4 | 50,8 | 39,3 | 50,4 | 41,1 | 28,7 | 45,9 | 19,8 | 19,3 | 19,3 | 24,6 | 15,6 | 21,7 | 12,9 | 22,0 | 15,7 | 32,5 | 24,3 | 18,8 | 21,1 | 24,9 |
| Vall Hebron | 26,1 | 47,0 | 26,0 | 20,5 | 28,2 | 32,1 | 26,9 | 37,5 | 24,6 | 20,5 | 36,6 | 17,1 | 12,5 | 13,9 | 15,8 | 15,8 | 18,6 | 12,4 | 16,4 | 9,6 | 17,7 | 13,4 | 12,5 | 14,8 | 17,5 |
| Palau Reial | 29,6 | 38,4 | 34,8 | 26,2 | 37,3 | 33,6 | 29,3 | 36,3 | 26,5 | 14,7 | 32,5 | 16,0 | 10,2 | 12,1 | 14,0 | 10,5 | 14,6 | 8,5 | 13,3 | 7,8 | 17,2 | 10,6 | 7,7 | 6,7 | 11,1 |
| Partícules suspensió (PM₁₀) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Eixample | 19,1 | 23,3 | 25,1 | 54,5 | 25,2 | 31,4 | 26,2 | 27,9 | 39,1 | 21,2 | 27,3 | 22,9 | 17,1 | 16,2 | 18,6 | 19,7 | 12,5 | 14,7 | 23,3 | 14,1 | 29,0 | 24,9 | 19,0 | 18,7 | 17,7 |
| Gràcia St. G. | 19,1 | 20,9 | 20,0 | 52,4 | 20,7 | 29,7 | 25,6 | 27,9 | 37,9 | 21,7 | 25,4 | 23,0 | 17,9 | 15,9 | 17,8 | 20,4 | 14,2 | 14,4 | 20,9 | 14,5 | 25,3 | 19,5 | 16,6 | 16,7 | 15,9 |
| Vall Hebron | 14,3 | 13,9 | 13,5 | 46,9 | 10,3 | 20,9 | 19,0 | 21,1 | 31,8 | 11,2 | 21,9 | 18,6 | 13,8 | 10,3 | 13,5 | 14,3 | 8,0 | 8,1 | 15,2 | 8,4 | 16,2 | 14,2 | 10,9 | 11,2 | 9,6 |
| Palau Reial | 19,3 | 18,0 | 17,4 | 29,3 | 14,6 | 21,8 | 18,5 | 16,2 | 28,5 | 14,1 | 19,1 | 19,2 | 12,8 | 12,1 | 14,4 | 16,2 | 10,6 | 9,5 | 16,3 | 11,0 | 20,5 | 15,1 | 13,2 | 12,5 | 11,4 |
| Ozó (O₃) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Eixample | 12,3 | 13,3 | 22,3 | 33,1 | 12,0 | 20,1 | 29,6 | 29,5 | 36,5 | 46,8 | 36,7 | 65,1 | 66,5 | 60,6 | 71,3 | 67,0 | 51,8 | 53,4 | 49,6 | 51,1 | 47,2 | 56,1 | 53,1 | 51,1 | 42,5 |
| Gràcia St.G. | 15,7 | 19,7 | 33,3 | 40,4 | 21,1 | 27,4 | 34,9 | 33,2 | 42,3 | 53,8 | 40,4 | 67,3 | 68,5 | 63,7 | 78,5 | 71,6 | 55,3 | 59,8 | 55,9 | 59,4 | 56,5 | 65,1 | 61,6 | 57,2 | 49,0 |
| Vall Hebron | 23,8 | 29,6 | 42,1 | 49,6 | 36,3 | 40,3 | 42,3 | 45,9 | 55,8 | 61,0 | 46,0 | 67,1 | 72,1 | 65,8 | 78,2 | 70,8 | 60,2 | 62,2 | 63,0 | 65,6 | 77,1 | 77,2 | 67,7 | 64,7 | 57,3 |
| Palau Reial | 25,8 | 26,3 | 43,7 | 49,1 | 29,4 | 38,0 | 41,2 | 41,6 | 53,7 | 65,5 | 48,9 | 72,6 | 78,3 | 70,9 | 88,2 | 77,3 | 64,3 | 65,2 | 65,4 | 68,1 | 70,1 | 78,0 | 70,7 | 68,5 | 60,1 |

A la Taula 24 reflectim la comparativa entre l'evolució de les mitjanes setmanals de les immissions a les quatre estacions estudiades dels anys 2019 i 2020. D'aquesta manera comparem visualment en els dos anys la distribució de les seves pròpies mitjanes. És important que el lector o la lectora sàpiga que les mitjanes d'ambdós anys són diferents tot i fer servir la mateixa paleta de colors. Les mitjanes numèriques surten anotades a la part central de la Taula per si es volen comparar. Els valors de tots els contaminants estan en expressats en $\mu\text{g}/\text{m}^3$, menys els de monòxid de carboni (CO) que està expressat en mg/m^3 .

TAULA 24: Distribució setmanal de les mitjanes d'immissions per estació de mesurament dels anys 2019 i 2020. FONT: elaboració pròpia.

| Estació | 2019 | | | | | | \bar{X} | | 2020 | | | | | |
|----------------|--|--------|------|-------|------|------|-----------|-------|--|--------|------|-------|------|------|
| | Gener | Febrer | Març | Abril | Maig | Juny | 2019 | 2020 | Gener | Febrer | Març | Abril | Maig | Juny |
| | Diòxid de sofre (SO ₂) | | | | | | | | Diòxid de sofre (SO ₂) | | | | | |
| Eixample | | | | | | | 1,66 | 1,39 | | | | | | |
| Gràcia St Ger. | | | | | | | 1,70 | 2,29 | | | | | | |
| Vall Hebron | | | | | | | 1,38 | 1,21 | | | | | | |
| Palau Reial | | | | | | | 1,40 | 1,16 | | | | | | |
| | Oxid de carboni (CO) | | | | | | | | Oxid de carboni (CO) | | | | | |
| Eixample | | | | | | | 0,43 | 0,26 | | | | | | |
| Gràcia St Ger. | | | | | | | 0,42 | 0,34 | | | | | | |
| Vall Hebron | | | | | | | 0,31 | 0,30 | | | | | | |
| Palau Reial | | | | | | | 0,33 | 0,26 | | | | | | |
| | Oxid de nitrogen (NO) | | | | | | | | Oxid de nitrogen (NO) | | | | | |
| Eixample | | | | | | | 30,23 | 19,95 | | | | | | |
| Gràcia St Ger. | | | | | | | 20,01 | 13,39 | | | | | | |
| Vall Hebron | | | | | | | 9,36 | 7,46 | | | | | | |
| Palau Reial | | | | | | | 7,53 | 6,47 | | | | | | |
| | Oxids de nitrogen (NO _x) | | | | | | | | Oxids de nitrogen (NO _x) | | | | | |
| Eixample | | | | | | | 96,79 | 63,40 | | | | | | |
| Gràcia St Ger. | | | | | | | 76,68 | 51,34 | | | | | | |
| Vall Hebron | | | | | | | 45,40 | 32,98 | | | | | | |
| Palau Reial | | | | | | | 40,58 | 28,71 | | | | | | |
| | Dioxid de nitrogen(NO ₂) | | | | | | | | Dioxid de nitrogen (NO ₂) | | | | | |
| Eixample | | | | | | | 50,80 | 33,20 | | | | | | |
| Gràcia St Ger. | | | | | | | 46,90 | 31,01 | | | | | | |
| Vall Hebron | | | | | | | 31,54 | 20,75 | | | | | | |
| Palau Reial | | | | | | | 29,91 | 19,96 | | | | | | |
| | Particules suspensió (PM ₁₀) | | | | | | | | Particules suspensió (PM ₁₀) | | | | | |
| Eixample | | | | | | | 27,70 | 23,60 | | | | | | |
| Gràcia St Ger. | | | | | | | 24,23 | 22,28 | | | | | | |
| Vall Hebron | | | | | | | 26,43 | 15,97 | | | | | | |
| Palau Reial | | | | | | | 18,85 | 16,30 | | | | | | |
| | Ozó (O ₃) | | | | | | | | Ozó (O ₃) | | | | | |
| Eixample | | | | | | | 43,10 | 43,51 | | | | | | |
| Gràcia St Ger. | | | | | | | 42,95 | 49,66 | | | | | | |
| Vall Hebron | | | | | | | 58,94 | 57,25 | | | | | | |
| Palau Reial | | | | | | | 52,06 | 58,81 | | | | | | |

9.- CONCLUSIONS

Analitzant els comentaris, els gràfics, els mapes i les taules del punt anterior, apreciem dues coses remarcables respecte a les immissions de les quatre estacions que hem analitzat. La primera és que l'any 2020 ja presentava de forma general una disminució de les immissions enregistrades a la ciutat de Barcelona respecte a l'any 2019 abans de l'Estat d'Alarma, es a dir entre l'1 de gener i el 13 de març. La segona és que aquesta disminució de la contaminació s'ha vist magnificada i s'ha fet molt més evident i visible durant l'Estat d'Alarma per la COVID-19. Així doncs hem monitorat descensos en els enregistraments de les immissions d'un any respecte a l'altre en gairebé tots els contaminants analitzats. Alguns han registrat descensos en tots els períodes en que hem dividit l'Estat d'Alarma, el primer que va des del dia 14 de març, dia en que es va publicar al BOE, fins el dia 29 de març, el segon que es situa a continuació i que es correspon amb el de la paralització de tota activitat no essencial entre el 28 de març i el 9 d'abril i el tercer que enllaça en el segon i arriba fins el 19 de juny, últim dia de l'estat d'Alarma a Catalunya. Els contaminants que han obtingut disminucions a tots aquests períodes en totes les estacions són, l'òxid de nitrogen (NO), els òxids de nitrogen (NO_x), el diòxid de nitrogen (NO₂) i les partícules en suspensió (PM10). A continuació trobem el monòxid de carboni (CO) que ha descendit en 11 de les 12 series analitzades, el diòxid de sofre (SO₂), que ho ha fet en 9 i l'ozó (O₃), que només a presentat uns valors mes baixos respecte a l'any 2019 en 4 de les 12 series monitorades. Aquest fet dissonant amb la tònica general que protagonitza l'ozó, és potser causat perquè l'ozó és un gas contaminant secundari, que es forma de la reacció del diòxids de nitrogen (NO_x) i les COV's. Una reacció més lenta i que a vegades implica un període de temps i una distancia abans de la seva formació. Per la qual cosa aquestes immissions potser eren redits d'emissions passades.

Per totes aquestes dades exposades pensem que és ben certa la hipòtesi plantejada al punt número 3 d'aquest treball, que afirmava que la caiguda de l'activitat econòmica, industrial i productiva, amb el descens de la mobilitat del sector públic i privat amb motiu de la COVID-19, havia provocat una caiguda de les immissions de contaminants enregistrades a Barcelona durant l'Estat d'Alarma.

Podem afegir que les circumstancies meteorològiques sobretot a la primera meitat de l'Estat d'Alarma han estat més favorables a la dispersió de contaminants i per tant també han contribuït al descens de les immissions enregistrades a la ciutat respecte les mateixes dates de l'any 2019. Però en tractar-se de fets sobre els que no tenim un control, que es manifesten de forma aleatòria i que són molt canviants en el temps, sobretot a la primavera, pensem que no han desvirtuat els resultats. Fora d'aquets fets no decisius, no hem trobat cap altre element que hagi pogut influir en la baixada de les immissions que no hagin estat recollits a la hipòtesi plantejada. El transport i la industria són dos de les fonts més importants de contaminació atmosfèrica y CO₂ (Martin-Vide, 2009).

10.- DISCUSIÓ I PERSPECTIVES

Un cop realitzat el treball, se'ns generen qüestions de futur que poden propiciar una segona part o continuació o bé, un ús del mateix en correlació amb altres treballs o estudis.

En un primer lloc, nosaltres hem fet servir per a la realització d'aquest treball les dades de quatre de les estacions de la Xarxa de Vigilància i Previsió de la Contaminació Atmosfèrica (XVPCA) situades a la Barcelona, les que més número de contaminants mesuraven. Però a la ciutat hi ha altres quatre estacions de superfície més, Sants, Ciutadella, Poble Nou i l'Observatori Fabra. Fora bo, ampliar l'estudi amb dades d'aquestes estacions, si més no, de les tres primeres, ja que l'Observatori Fabra està situat a 415 metres d'altitud i potser les seves dades tindrien un encaix diferent amb les de la resta de la ciutat. Tot aquest procés d'ampliació del número d'estacions de mesurament, va quedar fora de l'estudi perquè l'augment de la complexitat feia no assumible el volum de feina que generaria. El fet de doblar les estacions i analitzar les seves dades fins finals de juny feia molt difícil la presentació del treball, ja no al mes de juliol, sinó potser al mes de setembre. Recordem que, la reorientació d'aquest TFG es va realitzar per l'aplaçament de l'entrada de la Zona de Baixes Emissions (BZE) a la ciutat de Barcelona el mes de març.

Sobre les dades exposades al treball, ens agradaria omplir petits buits que presenten de manera puntual alguns dels gràfics d'immissions de contaminants. El buit més visible, per recurrent, es localitza sempre a finals de febrer de 2019. Aquest buit es dona en tenir el mes de febrer de 2019 un dia menys que el de febrer de 2020 i quedarà sempre així. Els altres espais en blanc, encara que pocs, ens agradaria anar-los omplint. Fins ara hem fet recerques periòdiques que han estat productives, l'última d'elles aquest mes setembre. Ara queda contactar amb l'entitat responsable de la publicació de les mateixes per a sol·licitar-les. Tot i que, en la majoria dels casos pensem que poden donar-se a problemes tècnics, talls de llum, i altres vicissituds dels aparells de mesurament.

Continuant amb el fil de les estacions i els contaminants, ens agradaria aprofundir sobre les causes d'alguns episodis de contaminació monitorats en aquest treball i que fins ara no han estat motiu d'estudi. Ens referim a pics de diòxid de sofre (SO_2) a l'estació de Gràcia-Sant Gervasi al gener i febrer de 2020 o pics de Partícules en suspensió (PM_{10}) mesurats a diverses estacions també a principis de 2020. Deixem una línia oberta cap a obtenir més informació de llurs causes.

Per altra banda, sí que teníem una bifurcació en el nostre Full de Ruta del treball i potser serà quelcom que es durà a terme fora del Grau, a nivell personal. Es tractava de buscar una alternativa complementaria per si aquest treball no hagués arribat a un punt de desenvolupament òptim per a ser presentat a aquest Tribunal. Aquesta alternativa consistia en triar les dades de Benzè (C_6H_6) de les estacions de Gavà, Viladecans, i El Prat de Llobregat (Sagnier) i analitzar la seva variació durant el temps que l'espai aeri europeu va estar gairebé buit d'aeronaus a causa també de la COVID-19, un tema complicat per la proximitat del Port

de Barcelona com un pol distorsionador, però que ben plantejat pot sortir properament endavant a nivell personal.

Per concloure, tal com hem escrit al primer paràgraf d'aquest punt, hem pensat que aquest treball pot tenir recorregut en correlació amb altres treballs. Es podria establir una comparació amb altres estudis. En aquest sentit, es podria realitzar un estudi sobre la Zona de Baixes Emissions (ZBE) de Barcelona fent servir una metodologia similar a la d'aquest que el lector o lectora està a punt d'arribar al final, i veure quines correlacions es poden establir entre ells. Si es poden extreure unes conclusions bones de correlació, es podien realitzar treballs similars sobre la contaminació durant l'Estat d'Alarma a aquelles poblacions on en un temps seran implantades Zones de Baixes Emissions (BZE) per preveure la seva eficàcia. Recordem que el Pla director de mobilitat del sistema integrat de mobilitat metropolitana de Barcelona 2020-2025 (*pdM 2020-2025*) inclou aquestes Zones a 43 municipis de les 12 comarques de la província de Barcelona. A nivell estatal està previst crear-les a tots els municipis de més de 50.000 habitants⁸.

⁸ El passat 19 de maig de 2020 el Consell de Ministres va enviar a Les Corts el primer projecte de Llei de Canvi Climàtic i Transició Energètica (PLCCTE), on es preveu crear Zones de Baixes Emissions a totes les poblacions de més de 50.000 habitants.

BIBLIOGRAFIA

- ALBENTOSA SÁNCHEZ, L.M. (1977). **Contaminación atmosférica y cambio del clima. El dióxido de carbono y el efecto invernadero.** *Geographica*, 19: 11-19. CSIC. Madrid.
- BALDASANO RECIO, José M. (2020). **COVID-19 lockdown effects on air quality by NO₂ in the cities of Barcelona and Madrid (Spain).** *Science of the Total Environment*, 741: 10 pàg. Elsevier. edició en línia, ISSN: 0048-9697, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720338754>
- MARTIN VIDE, Javier (2009) **Diez verdades y diez mentiras en relación al cambio climático.** Enseñanza de las ciencias de la tierra: Revista de la Asociación Española para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, 17 (2): 120-127. ISSN: 1132-9157 <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3309103>
- MITECO (2020). Informe de indicadores de calidad del aire durante el estado de alarma debido al Covid-19. Subdirección General de Aire Limpio y Sostenibilidad Industrial. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. Madrid. 31 p., https://www.miteco.gob.es/images/es/indicadores_covid_tcm30-510603.pdf

WEBGRAFIA

- AEMET (2019). Resumen climatológico de Cataluña. Avance climatológico mensual. Gener, febrer, març, abril, maig i juny 2019. Agencia Estatal de Meteorología, Delegació de Catalunya. Consultat agost 2020. http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/vigilancia_clima/resumenes?w=1&datos=1&n=1&k=cat
- AEMET (2020). Resumen climatológico de Cataluña Avance climatológico mensual Gener, febrer, març, abril, maig i juny 2020. Agencia Estatal de Meteorología, Delegació de Catalunya. Consultat agost 2020. http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/vigilancia_clima/resumenes?w=1&datos=1&n=1&k=cat
- AEMET. Centro de descargas. Obtenció de dades climatològiques. Consultes juny a i agost de 2020. <https://opendata.aemet.es/centrodedescargas/productosAEMET?>
- AEMET. Centro de descargas. Obtenció de dades climatològiques. Juliol i agost de 2020 <https://opendata.aemet.es/centrodedescargas/productosAEMET?>
- AGENCIA ESTATAL BOLETIN OFICIAL DEL ESTADO. Reial Decret 463/2020, del 14 de març. Consultat juny 2020. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2020/03/14/463>

AGENCIA DE SALUT PÚBLICA DE BARCELONA – Consorci Sanitari de Barcelona. Informació contaminants. Consultada juliol 2020.

<https://www.aspb.cat/documents/contaminacio-atmosferica-salut/>

<https://www.aspb.cat/wp-content/uploads/2017/01/Contaminacio-atmosferica-i-salut-2017.pdf>

AJUNTAMENT DE BARCELONA. Dades de les estacions de mesura de la qualitat de l'aire de la ciutat de Barcelona. Consultat de novembre 2019 a febrer 2020.

<https://opendata-ajuntament.barcelona.cat/data/ca/dataset/qualitat-aire-detall-bcn>

COPERNICUS. SERVICIO DE VIGILANCIA ATMOSFÉRICA. Imatges de satèl·lit. Agost 2020

<https://www.copernicus.eu/es/servicios/vigilancia-atmosferica>

DADES OBERTES DE CATALUNYA. Portal Transparència Catalunya. Descàrregues de dades. Consultat de març a setembre de 2020.

<https://analisi.transparenciacatalunya.cat/Medi-Ambient/Dades-d-immissi-dels-punts-de-mesurament-de-la-Xar/uy6k-2s8r/data>

DATOS CLIMA. Descàrrega de dades climatològiques d'AEMET. Agost 2020

<https://datosclima.es/Aemethistorico/Vientostad.php>

Departament de Territori i sostenibilitat. Localització d'estacions de mesurament i estructura Xarxa XVPCA, consultada maig 2020.

http://mediambient.gencat.cat/es/05_ambits_dactuacio/atmosfera/qualitat_de_laيرة/avaluacio/xarxa_de_vigilancia_i_previsio_de_la_contaminacio_atmosferica_xvzca/conceptes_clau/

Departament de Territori i sostenibilitat. Visualització ràpida dades Xarxa XVPCA, consultada juliol i agost 2020.

http://mediambient.gencat.cat/ca/05_ambits_dactuacio/atmosfera/qualitat_de_laيرة/vols-saber-que-respires/descarrega-de-dades/

Departament de Territori i sostenibilitat. Mètode de mostreig de les immissions de contaminants consultada agost 2020.

http://mediambient.gencat.cat/web/.content/home/ambits_dactuacio/atmosfera/qualitat_de_laيرة/avaluacio/xarxa_de_vigilancia_i_previsio_de_la_contaminacio_atmosferica_xvzca/conceptes_clau/metodes_mostreig_i_mesura.pdf

Departament de Territori i Sostenibilitat. Contaminants. Consulta juliol 2020.

http://mediambient.gencat.cat/ca/05_ambits_dactuacio/atmosfera/qualitat_de_laيرة/principals_contaminants/

Departament de Territori i Sostenibilitat. Normativa catalana, espanyola i europea d'immissions de contaminants. Consulta Agost 2020.

http://mediambient.gencat.cat/ca/05_ambits_dactuacio/atmosfera/qualitat_de_laيرة/valors_legislats_de_la_qualitat_de_laيرة/

ECMWF. European Air Quality information in support of the COVID-19 crisis. Atmosphere Monitoring Service. European Commission. Consultat agost 2020.

<https://atmosphere.copernicus.eu/european-air-quality-information-support-covid-19-crisis>

GENCAT. Direcció General de Qualitat Ambiental i Canvi Climàtic. Legislació contaminants. Consultada agost 2020.

http://mediambient.gencat.cat/web/.content/home/ambits_dactuacio/atmosfera/qualitat_de_laire/mesura_de_la_qualitat_de_laire/valors_legislats_de_la_qualitat_de_laire/valors-legislats-qualitat-aire-2017.pdf

MITECO. Informació sobre l'origen i la legislació aplicada als contaminants estudiats. Consultat juliol i agost 2020.

<https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/salud/>

MITECO. Normativa Espanyola i Europea sobre immissions de contaminants de l'aire. Agost 2020.

<https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/calidad-del-aire/normativa/normativa-espanola.aspx>

MITECO. Compostos orgànics volàtils. Agost 2020.

https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/atmosfera-y-calidad-del-aire/emisiones/act-emis/compuestos_organicos_volatiles.aspx

Organització Mundial de la Salut (OMS). Guia de la qualitat de l'aire. Consultada Agost 2020.

https://www.who.int/publications/list/who_sde_phe_oeh_06_02/es/

[https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)

SERVEI METEOROLÒGIC DE CATALUNYA (2019) Butlletí Mensual de gener, febrer, març, abril, maig i juny de 2019. Consultat agost 2020.

<https://www.meteo.cat/wpweb/climatologia/el-clima-ara/butlleti-mensual/>

SERVEI METEOROLÒGIC DE CATALUNYA (2020) Butlletí Mensual de gener, febrer, març, abril, maig i juny de 2020. Consultat agost 2020.

<https://www.meteo.cat/wpweb/climatologia/el-clima-ara/butlleti-mensual/>

SERVEI METEOROLÒGIC DE CATALUNYA (2019) Històric de cartografia climàtica. Precipitació acumulada durant els mesos de gener, febrer, març, abril, maig i juny 2019. Consultat agost 2020.

<https://www.meteo.cat/wpweb/climatologia/el-clima-ahir/historic-cartografia-climatica/historic-de-mapes-de-precipitacio-mensual/>

SERVEI METEOROLÒGIC DE CATALUNYA (2020) Històric de cartografia climàtica. Precipitació acumulada durant els mesos de gener, febrer, març, abril, maig i juny 2020. Consultat agost 2020.

<https://www.meteo.cat/wpweb/climatologia/el-clima-ahir/historic-cartografia-climatica/historic-de-mapes-de-precipitacio-mensual/>