



ABRIL DEL 2021

NO₂, CONTAMINANT


INFORME ESTADÍSTIC

MARTÍ CARRASCO MARTÍNEZ

IES EL VERN

3RA

I tu què respires?



CONTINGUTS

1.	INTRODUCCIÓ	2
2.	CONTAMINACIÓ ATMOSFÈRICA	2
2.1.	El diòxid de Nitrogen (NO ₂)	2
2.2.	Com afecta a la salut?	2
3.	LEGISLATURA VIGENT	4
4.	METEDOLOGIA	4
4.1.	RECOL·LECCIÓ NO ₂	4
4.2.	RECOL·LECCIÓ PM ₁₀	5
5.	RESULTATS I CONCLUSIONS NO₂	6
5.1.	EVOLUCIÓ HORARIA	6
	EVOLUCIONS HORÀRIES LLOCS DE MESURA I MESOS NO ₂ µg/m ³	6
	EVOLUCIONS MITJANES HORÀRIES LLOCS DE MESURA µg/m ³	6
5.2.	ANÀLISI LLOCS DE MESURA	7
	MÀXIMS NO ₂ µg/m ³	7
	MÍNIMS NO ₂ µg/m ³	7
	MÀXIMS DIARIS µg/m ³ MONTSENY	7
	DESVIACIÓ DE LA MITJANA µg/m ³	8
6.	RESULTATS I CONCLUSIONS PM₁₀	8
7.	SUPERACIÓ DELS VALORS LÍMITS	8
7.1.	VALOR LÍMIT HORARI (VLh)	8
8.	CONCLUSIÓ GENERAL	9
9.	ANNEXES	9
10.	WEBGRAFIA I ENLLAÇOS D'INTERÈS	10

1. INTRODUCCIÓ

Aquest estudi està realitzat amb la intenció d'obtindre conclusions de les dades recollides d'un projecte demanat per l'Ajuntament de Lliçà de Vall a la Gerència de Serveis de Medi Ambient de la diputació de Barcelona.

S'analitzarà estadísticament la concentració de Diòxid de Nitrogen (NO₂) de diversos municipis del Vallès en diferents mesos.

Aquestes dades han estat reunides mitjançant la captació Passiva amb tubs de difusió tipus Palmes.

2. CONTAMINACIÓ ATMOSFÈRICA

2.1. El diòxid de Nitrogen (NO₂)

El diòxid de nitrogen, juntament amb l'òxid nítric, són els únics gasos a l'atmosfera que han estat emesos exclusivament per l'ésser humà.

És un compost format per dues molècules d'oxigen i un àtom de nitrogen. Entre tots els tipus d'òxids de nitrogen, és el més contaminat i una de les causes de l'anomenada pluja àcida. Té un color marró groc. Es produeix mitjançant processos de combustió a alta temperatura, com els que es produeixen en vehicles de motor i centrals tèrmiques. Per això és un contaminant comú a les zones urbanes.

2.2. Com afecta a la salut?

Els efectes sobre la salut derivats de l'exposició a contaminants atmosfèrics a les ciutats van sorgir a mitjans del segle XX quan van patir diversos episodis de contaminació com els que van ocórrer a la vall de la Meuse (Bèlgica) el 1930, a Donora (Pennsilvània, EUA) el 1948 o la boira tòxica que cobria Londres el 1952 (Ware et al., 1981) on es van assolir concentracions diàries mitjanes de fins a 1.620 µg / m³ de fum negre.

Un altre cas paradigmàtic van ser els episodis de boirum fotoquímic a la ciutat de Los Angeles, que a diferència dels casos anteriors estaven relacionats amb contaminants oxidants com l'ozó i el nitrat de peroxiacetil (PAN), contaminants secundaris formats a partir de emissions d'òxids de nitrogen i hidrocarburs.

Tots aquests casos van donar lloc a increments de mortalitat i ocurrencia de malalties i va evidenciar l'impacte de la contaminació atmosfèrica en la salut pública. Aquesta troballa va implicar el llançament de polítiques de control, especialment a Europa occidental i als Estats Units, destinades a prevenir, reduir o prevenir efectes nocius sobre la salut dels contaminants atmosfèrics i la seva distribució per conduir a una reducció general dels nivells. Tot i això, la contaminació atmosfèrica continua sent un dels factors més importants. Actualment és important per a la salut de les persones de les nostres ciutats i es considera el principal risc salut ambiental globalment. Segons l'Organització Mundial de la Salut (OMS), el 2012 la contaminació atmosfèrica va ser responsable d'aproximadament 3 milions de morts prematures al món, 6.860 morts en el cas d'Espanya (OMS, 2016).

Els impactes sobre la salut de la contaminació atmosfèrica es poden expressar i quantificar com a mortalitat i morbiditat prematura. La mortalitat es refereix a la reducció de les expectatives de vida, de resultant en mort prematura per exposició a

contaminants atmosfèrics. En canvi, la morbiditat es refereix a l'aparició de malalties o anys de vida amb efectes de la malaltia atribuïbles a la contaminació atmosfèrica, incloses les malalties cròniques.

Les malalties cardiovasculars i cerebrovasculars són les causes més freqüents (aproximadament el 80%) de les morts prematur per contaminació atmosfèrica, seguit de malalties respiratòries i del càncer de pulmó (OMS, 2014). A més de ser causa de morts prematures, la contaminació atmosfèrica pot augmentar el risc incidència i gravetat d'una àmplia gamma de malalties amb efectes tant a curt com a llarg termini (Taula 1). Algunes de les malalties associades a la contaminació atmosfèrica són: trastorns respiratoris (asma, pneumònia i malaltia pulmonar crònica), insuficiència respiratòria, trastorns cardíacs, hipertensió i diabetis (Sunyer et al., 2016).

L'aire que respirem conté una barreja complexa i variable de contaminants. Hi ha diversos contaminants atmosfèrics que poden afectar negativament la salut, inclosos el benzo (a) pireno, diòxid de nitrogen (NO₂), diòxid de sofre (SO₂), monòxid de carboni (CO) i partícules conegudes com la fracció PM₁₀ (partícules <10 µm de diàmetre) i PM_{2,5} (<2,5 µm). La taula 2 especifica els principals efectes sobre la salut relacionats amb l'exposició a aquests contaminants.

L'exposició a la contaminació de l'aire es produeix diàriament i afecta tota la població. Tot i això, hi ha grups de població especialment sensibles als efectes de la contaminació: qualsevol persona amb malalties del cor i / o respiratòries, lactants, nens en edat preescolar, gent gran i dones embarassades. Tanmateix, hi ha sensibilitat individual a la contaminació atmosfèrica, de manera que les persones vulnerables no són un grup de població homogeni i els símptomes poden variar d'una persona a una altra.

L'avaluació de la qualitat de l'aire de Barcelona 2015 indica que se superen els valors límit sanitaris anuals de la UE (Directiva 2008/50 / CE i RD 102/2011) per a la contaminació per NO₂. No obstant això, si l'avaluació es duu a terme segons els nivells Els indicadors de l'OMS, els nivells de partícules (PM₁₀ i PM_{2.5}), benzè, benzo, pirè i ozó (ASPB, 2015) també se superen a nivell de ciutat.

TAULA 1

Efectes atribuïbles a exposicions a curt termini

- Mortalitat diària
- Admissions hospitalàries per causes respiratòries i cardiovasculars
- Visites d'emergència per causes respiratòries i cardiovasculars
- Visites al sistema d'atenció primària per causes respiratòries i cardiovasculars
- Prescripció de medicaments per causes respiratòries i cardiovasculars
- Dies d'activitat limitada
- Absentisme laboral
- Absentisme escolar
- Símptomes aguts (tos, producció de mocs, silbilàncies, infeccions respiratòries)
- Canvis fisiològics (ex. funció pulmonar)

Efectes atribuïbles a exposicions a llarg termini

- Mortalitat deguda a malalties cardiovasculars i respiratòries
- Incidència i prevalença de malalties respiratòries cròniques (asma, malaltia pulmonar obstructiva crònica, canvis patològics crònics)
- Canvis crònics en les funcions fisiològiques
- Càncer de pulmó
- Malalties cardiovasculars cròniques

- Restriccions en el creixement intrauterí (baix pes al néixer, retard en el creixement intrauterí)

TAULA 2

Principals efectes en salut associats a l'exposició als contaminants diòxid de nitrogen, material particulat, monòxid de carboni, òxids de sofre i ozó.

Contaminant	Principals efectes en salut
Diòxid de nitrogen	<ul style="list-style-type: none"> • Irritació i inflamació vies respiratòries • Reducció en la capacitat pulmonar • Bronquitis
Material particulat	<ul style="list-style-type: none"> • Mortalitat prematura (malalties cardiovasculars, respiratòries i càncer de pulmó) • Afectacions respiratòries i cardiovasculars • Afectacions en el desenvolupament de nadons i infants • Les partícules de menor mesura són més perilloses, les de diàmetre inferior a 2,5 µm poden arribar als alvèols pulmonars i les de diàmetre inferior a 0,1 µm fins i tot poden arribar al corrent sanguini. • El material particulat és el contaminant atmosfèric pel que s'han evidenciat més impactes negatius en salut.
Monòxid de carboni	<ul style="list-style-type: none"> • Reducció de la capacitat del transport d'oxigen (concentracions molt elevades) • Afectacions cardíques.
Òxids de sofre	<ul style="list-style-type: none"> • Afectacions respiratòries i pulmonars • Irritació ocular • Empitjorament asma i bronquitis
Ozó	<ul style="list-style-type: none"> • Inflamació de les vies respiratòries • Afectacions respiratòries • Irritació ocular, de la faringe i el coll • Agreujament asma

3. LEGISLATURA VIGENT

El 28 de gener de 2011, al Reial Decret 102/2011 va establir uns valors límits, tant horaris com anuals.

NO ₂	Unió Europea	OMS
Valor límit horari (VLh)	200 ug/m ³	200 ug/m ³
Superacions valor límit horari	No es podrà superar més de 18 ocasions per any civil	
Valor límit Mitjana anual (VLa)	40 ug/m ³	40 ug/m ³
Llindar d'alerta	400 ug/m ³	

4. METEDOLOGIA

4.1. RECOL·LECCIÓ NO₂

El tub difusor passiu NO₂ tipus Palmes (figura 1) és un col·lector de gas compost per un tub acrílic de 7,1 cm de llarg i 1,1 cm de diàmetre interior. Una membrana impregnada de trietanolamina (TEA) situada a la coberta superior del col·lector absorbeix el diòxid de nitrogen de l'aire. La transmissió de gas a través del tub es deu a un procés de difusió

física. El tub de difusió funciona d'acord amb el principi de difusió molecular. Les molècules es mouen de la zona alta a la zona de baixa concentració. Com que la concentració de compostos a l'aire és superior a la concentració del tub, es mouen cap a l'interior i són recollits per l'absorbent al final del tub.

Després del temps mínim d'exposició recomanat, els tubs difusors es grapen, s'estiren i s'envien al laboratori on s'extreu la solució aquosa d'àcid nítric del filtre de cada tub i la seva concentració es determina mitjançant espectrofotometria. Finalment, amb l'ajut de l'equació de difusió, la concentració de nitrats al filtre es converteix en la concentració de NO₂ a l'aire ambiental ($\mu\text{g} / \text{m}^3$).

Utilitzar aquest mètode, comparant-lo amb d'altres més sofisticats, permet fer un estudi més extens ja que el seu menor preu concedeix a la utilització de més tubs, per tant, més dades.

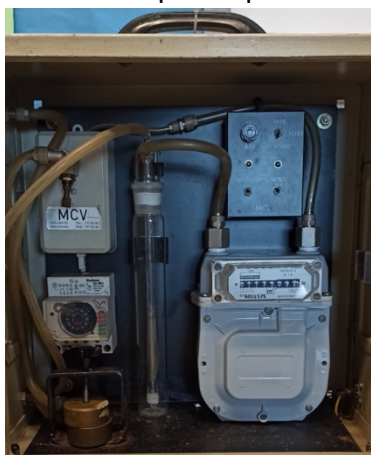


Figura 1

4.2. RECOL·LECCIÓ PM₁₀

Per mesurar la concentració de les partícules PM₁₀, les més grans que hi ha a l'aire, es fa servir el mètode actiu PM₁₀. Aquest consisteix en una bomba d'aire que fa passar l'aire de l'exterior per un filtre rodó i blanc que es va embrutant, a la vegada, un comptador mesura quants metres cúbics d'aire han passat pel filtre.

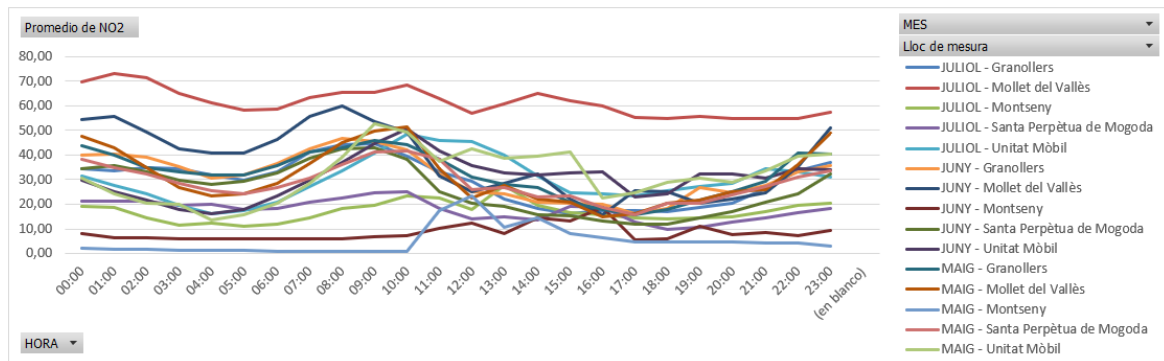
Aquesta tècnica, en comparació amb l'anterior, no retorna un valor quantitatiu si no un valor qualitatiu. Ja que en passades unes hores has d'avaluar com de brut està el filtre.



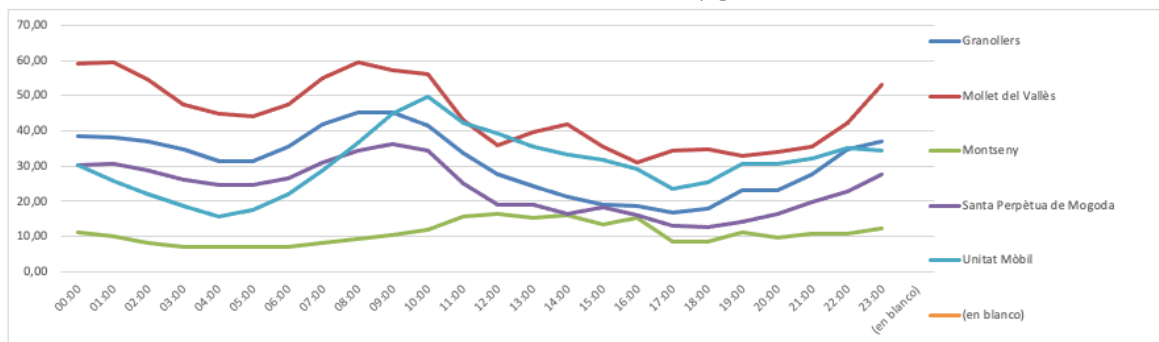
5. RESULTATS I CONCLUSIONS NO₂

5.1. EVOLUCIÓ HORÀRIA

EVOLUCIONS HORÀRIES LLOCS DE MESURA I MESOS NO₂ µg/m³



EVOLUCIONS MITJANES HORÀRIES LLOCS DE MESURA µg/m³

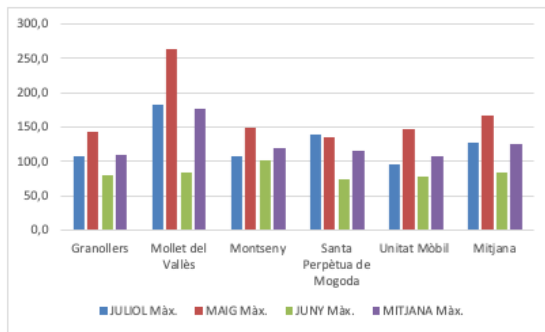


En aquests gràfics, lligats a la *taula 1* i *taula 2* (apartat d'Annexes), ens donen molta informació. D'una forma molt generalitzada, podem observar una clara tendència a l'augment de contaminants a partir de les cinc del matí, arriba al punt màxim a les deu, onze i a partir d'aquí va decreixent fins a les tres de la tarda on s'estabilitza i torna a pujar poc a poc després de les sis de la tarda. Aquestes dades porten a l'associació dels nivells de µg/m³ amb l'activitat de les persones.

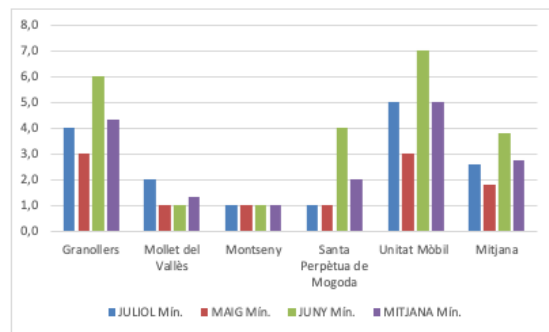
Tot i això la mobilitat de vehicles no és l'únic factor que interactua amb la contaminació ambiental, les indústries també hi influeixen ja que els nivells de NO₂ mai estan a 0. L'únic lloc on els contaminants arriben a nivells molt baixos és al Montseny, ja que a la muntanya no hi ha indústries. Per contra, al Mollet del Vallès, on hi ha més concentració d'indústries amb el valor afegit que actua com a centre neuràlgic de transport, la mitjana de Mollet és considerablement més alta que la resta.

5.2. ANÀLISI LLOCS DE MESURA

MÀXIMS NO₂ µg/m³



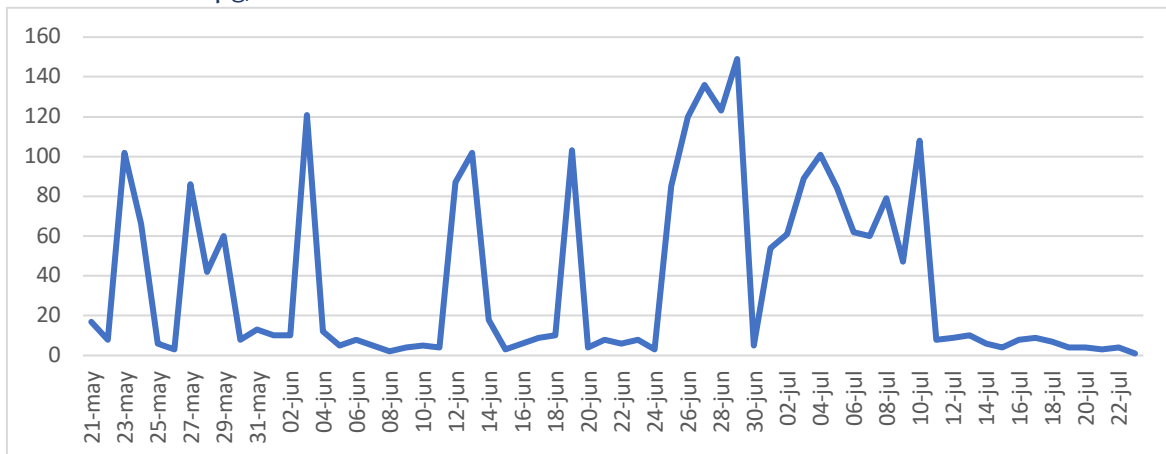
MÍNIMS NO₂ µg/m³



A partir d'aquestes dades (*taula 3*) podem veure com la ciutat amb pics de contaminants més alts és Mollet del Vallès. Tot i això, els seus valors mínims són dels més baixos. El cas de Mollet és preocupant, però ho seria més si els valors mínims fossin més alts. La unitat mòbil i Granollers parteixen d'uns valors massa alts. No és tan important quin sigui el màxim, que també, si no que és més important l'alçada que ocupa el rang en el que l'NO₂ es mou.

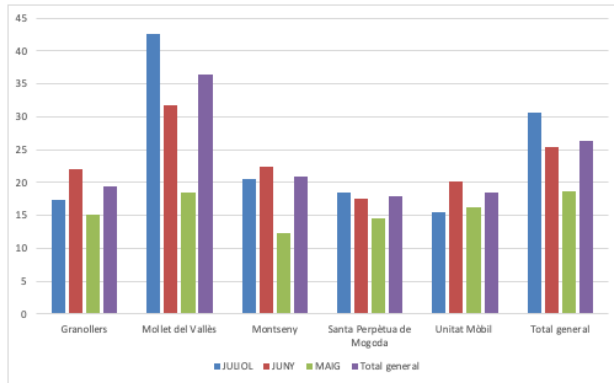
Una altra observació que en podem extreure és el fet de que la concentració de contaminants a Mollet i la ubicació de la Unitat Mòbil no és majoritàriament deguda a la gent que hi viu i la seva activitat, si no que depèn més de l'activitat industrial i la mobilitat de transport ja que la gent sempre hi és, les variacions mensuals que poden ser provocades per els veïns són gairebé inexistents, per contra, els factors anteriorment anomenats són molt variables i així ho demostra la inestabilitat dels màxims a Mollet del Vallès i dels mínims a la Unitat Mòbil.

MÀXIMS DIARIS µg/m³ MONTSENY



Que el Montseny tingui uns nivells màxims semblants als d'una zona urbanitzada causa controvèrsia al demostrar el que s'ha estat dient. Per analitzar-lo és necessari desplegar les dades en una línia cronològica. Amb la línia cronològica desplegada veiem que els pics de concentració de contaminants es produeixen els caps de setmana, cada 5 dies. Excepte una temporada en la que els valors han estat més alts. Aquestes dates coincideixen amb les vacances d'estiu.

DESVIACIÓ DE LA MITJANA µg/m³



La desviació de la mitjana (*taula 4*) ens confirma les observacions que hem fet anteriorment. Tot i això podem veure que per molt alt que sigui el pic o lo alt en que estigui el rang en alguns llocs de mesura, es manté una desviació bastant igualada.

6. RESULTATS I CONCLUSIONS PM10

HORA INICIAL	ESTAT COMPTADOR	HORA FINAL	ESTAT COMPTADOR	TEMPS TRANSCORREGUT	AIRE MESURAT
14:26:00	1135,439	7:50:00	1137,152	6:36:00	1,713 m ³

FOTO FILTRE PASSEDES 6:36 h.



El filtre no està gaire brut per no dir gens. Hi ha alguna petita taca negra, punts petits però gairebé imperceptibles.

Tenint en compte que no han estat gaires les hores que han passat podem dir que la contaminació a l'aula ha estat molt baixa, amb uns bons nivells.

7. SUPERACIÓ DELS VALORS LÍMITS

7.1. VALOR LÍMIT HORARI (VLh)

Les dades recollides només superen en dues ocasions el valor límit horari, les dues a Mollet del Vallès i el mateix dia. Va estar el 28 de juny a les cinc de la tarda amb 263 µg/m³ seguida de les sis de la tarda amb 223 µg/m³. Ho supera tant de la UE i la OMS perquè recordem que el valor límit és 200 µg/m³ tant a la Unió Europea com a l'Organització Mundial de la Salut.

Per poder comparar com d'aprop està del límit s'estableix un valor percentual. Aquestes dades es poden trobar en aquest document.

<https://drive.google.com/file/d/10I1XjvFDDitu0Mz7zXHbXLL2-Mp7dM9J/view?usp=sharing>

8. CONCLUSIÓ GENERAL

És evident que les persones són les que provoquen la contaminació donat el fet de que on més contaminació hi ha és a les zones més urbanitzades. Els nivells no són del tot dolents però molt millorables.

Un dels factors que provoquen més contaminació és el transport de mercaderies i persones, i per això si es millorés l'eco eficiència dels vehicles podríem fer baixar els indicadors.

9. ANNEXES

Granollers	1
Mollet del Vallès	2
Montseny	3
Santa Perpètua de Mogoda	4
Unitat Mòbil	5

Taula 1

Hora	JULIOL					JUNY					MAIG				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
00:00	34,522	69,739	19,174	21,174	31,462	39,800	54,367	8,267	34,267	29,929	43,900	47,600	2,300	38,300	30,625
01:00	33,500	73,045	18,818	21,136	27,692	40,467	55,900	6,567	35,800	25,071	39,909	42,818	1,909	35,091	24,375
02:00	34,727	71,545	14,455	21,227	24,077	39,267	49,200	6,333	33,067	21,571	35,000	34,818	1,636	32,364	20,375
03:00	34,273	64,864	11,409	19,727	19,769	35,433	42,433	6,033	29,733	17,679	33,364	26,636	1,364	28,545	20,000
04:00	31,773	61,318	12,227	19,818	16,385	30,833	40,900	5,800	28,133	16,143	31,818	23,545	1,182	25,727	13,500
05:00	29,955	58,455	11,227	18,045	17,385	32,000	40,800	5,900	29,467	17,897	32,091	24,455	1,182	24,273	15,625
06:00	33,182	58,864	11,727	18,318	20,923	36,700	46,433	6,000	32,767	23,241	35,909	28,545	1,000	26,727	20,250
07:00	41,318	63,455	14,545	20,682	27,308	42,367	55,633	6,167	38,700	29,586	41,455	36,545	1,091	30,727	28,625
08:00	44,364	65,409	18,136	22,364	33,538	46,600	60,033	5,967	42,533	36,966	43,091	45,273	1,091	36,091	39,250
09:00	44,682	65,364	19,682	24,818	40,917	45,467	53,767	6,867	42,900	44,586	46,091	49,818	1,000	41,364	52,875
10:00	39,636	68,318	23,500	25,136	48,583	42,233	49,167	7,433	38,333	50,586	44,182	51,455	1,091	41,727	49,125
11:00	33,182	63,045	22,455	18,409	45,833	32,333	31,467	10,400	24,967	41,821	38,091	34,273	17,364	38,364	37,429
12:00	29,273	56,818	17,864	13,864	45,333	25,033	25,200	12,500	20,633	35,778	30,909	22,636	23,545	26,000	42,667
13:00	22,182	60,864	27,524	14,909	39,833	24,133	28,567	8,233	19,100	32,720	28,000	27,636	10,727	26,818	38,714
14:00	18,364	65,000	19,381	13,773	31,583	21,067	32,333	14,310	15,967	31,920	26,909	22,182	14,545	22,909	39,750
15:00	16,045	62,190	16,667	19,318	24,833	20,300	22,200	13,067	15,267	32,556	20,727	21,000	7,909	23,545	41,429
16:00	17,409	59,762	15,571	18,591	24,167	20,100	15,931	18,700	13,333	33,179	17,818	15,091	6,455	18,636	22,625
17:00	17,545	55,227	14,364	12,818	23,250	16,333	25,533	5,467	12,000	23,143	15,636	16,182	4,818	15,909	24,750
18:00	17,091	54,818	14,227	9,773	25,417	18,433	25,067	5,867	11,800	24,444	18,091	20,545	4,727	20,273	28,778
19:00	18,727	55,500	14,318	10,864	27,250	26,700	20,467	11,033	14,600	32,172	21,818	21,818	4,818	20,273	30,444
20:00	20,227	54,682	14,864	12,773	28,333	24,500	22,267	7,700	16,833	32,172	25,091	25,000	4,818	23,636	28,778
21:00	26,364	54,727	17,136	14,500	34,333	27,700	24,867	8,600	20,800	30,828	29,273	26,091	4,455	27,273	33,667
22:00	33,455	54,773	19,545	16,818	33,167	33,167	35,500	7,167	24,267	34,345	40,636	36,091	4,182	31,000	39,556
23:00	37,182	57,500	20,636	18,227	31,083	35,600	51,233	9,200	32,233	34,000	40,273	49,000	3,182	33,636	40,222
Total	29,550	61,488	17,044	17,802	29,926	31,524	37,917	8,474	26,146	30,536	32,460	31,148	5,278	28,681	31,577

Taula 2

Hora	1	2	3	4	5
00:00	38,524	58,905	11,302	30,127	30,449
01:00	37,94	59,60	10,03	30,56	25,65
02:00	36,94	54,49	8,35	28,81	22,04
03:00	34,67	47,51	7,10	26,03	18,64
04:00	31,33	45,00	7,24	24,81	15,78
05:00	31,30	44,11	6,94	24,57	17,40
06:00	35,33	47,65	7,13	26,67	22,16
07:00	41,84	55,03	8,21	31,02	28,84
08:00	45,21	59,33	9,37	34,37	36,44
09:00	45,30	57,13	10,32	36,32	45,04
10:00	41,67	56,25	11,94	34,32	49,86
11:00	33,63	42,98	15,83	25,02	42,19
12:00	27,54	35,79	16,30	19,21	39,24
13:00	24,13	39,68	15,21	18,98	35,61

INFORME ESTADÍSTIC NO₂

14:00	21,14	41,97	16,10	16,41	33,22
15:00	18,89	35,53	13,37	18,13	31,89
16:00	18,76	30,87	15,47	16,10	29,17
17:00	16,63	34,27	8,46	12,97	23,44
18:00	17,90	34,67	8,59	12,57	25,50
19:00	23,06	32,94	11,10	14,29	30,68
20:00	23,11	34,06	9,70	16,60	30,64
21:00	27,51	35,51	10,86	19,73	32,18
22:00	34,57	42,33	10,97	22,84	35,00
23:00	36,97	53,03	12,14	27,59	34,43
Total general	30,996	44,969	10,902	23,667	30,554

Taula 3

Lloc de mesura	JULIOL		MAIG		JUNY		MITJANA	
	Màx.	Mín.	Màx.	Mín.	Màx.	Mín.	Màx.	Mín.
Granollers	108,0	4,0	142,0	3,0	80,0	6,0	110,0	4,3
Mollet del Vallès	183,0	2,0	263,0	1,0	83,0	1,0	176,3	1,3
Montseny	108,0	1,0	149,0	1,0	102,0	1,0	119,7	1,0
Santa Perpètua de Mogoda	139,0	1,0	135,0	1,0	73,0	4,0	115,7	2,0
Unitat Mòbil	95,0	5,0	147,0	3,0	78,0	7,0	106,7	5,0
Mitjana	126,6	2,6	167,2	1,8	83,2	3,8	125,7	2,7

Taula 4

Lloc de mesura	JULIOL	JUNY	MAIG	Total general
Granollers	17,39	22,08	15,16	19,46
Mollet del Vallès	42,52	31,76	18,55	36,37
Montseny	20,45	22,46	12,30	20,83
Santa Perpètua de Mogoda	18,45	17,62	14,56	17,97
Unitat Mòbil	15,47	20,07	16,31	18,39
Total general	30,69	25,38	18,70	26,42

10. WEBGRAFIA I ENLLAÇOS D'INTERÈS

Agència de Salut Pública de Barcelona (ASPB). Avaluació de la qualitat de l'aire a la ciutat de Barcelona. 2015.

http://www.aspb.cat/wp-content/uploads/2016/10/Informe_Qualitat_Aire_2015.pdf

Agència de Salut Pública de Catalunya. 2017. Qualitat de l'Aire.

http://salutpublica.gencat.cat/ca/ambits/proteccio_salut/aire/Principals-contaminants/index.html

Bell, M.L. and Davis, D.L. 2001. Reassessment of the lethal london fog of 1952: novel indicators of acute and chronic consequences of acute exposure to air pollution. *Environmental Health Perspectives*, 109, 389 - 394.

EEA, 2015. Air pollutant concentrations at station level (statistics). Air pollutant concentrations 2013 Dataset. European Environment Agency. <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/air-pollutant-concentrations-at-station>

IARC. 2016. Outdoor Air Pollution. Volume 109. International Agency for Research on Cancer (IARC) Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol109/mono109.pdf>

Künzli, N. and Perez, L. 2007. Els beneficis per a la salut pública de la reducció de la contaminació atmosfèrica a l'àrea metropolitana de Barcelona. Centre de Recerca en Epidemiologia Ambiental (CREAL).

INFORME ESTADÍSTIC NO₂

Lim, S.S., Vos, T., Flaxman, A.D. et al. 2012. A comparative risk assessment of burden of disease and injury attributable to 67 risk factors and risk factor clusters in 21 regions, 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet*, 380(9859): 2224-60.

Mueller N, Rojas-Rueda D, Basagaña X, Cirach M, Cole-Hunter T, Dadvand P, Donaire-Gonzalez D, Foraster M, Gascon M, Martinez D, Tonne C, Triguero-Mas M, Valentín A, Nieuwenhuijsen M. 2016. Urban and Transport Planning Related Exposures and Mortality: A Health Impact Assessment for Cities. *Environ Health Perspect.*, in press. [Epub ahead of print]

OSE. 2008. Calidad del aire en las ciudades. Clve de sostenibilidad urbana. Alcalá de Henares. Observatorio de Sostenibilidad Ambiental.

Rojas-Rueda D, de Nazelle, A, Teixidó O, Nieuwenhuijsen M. 2013. Health impact assessment of increasing public transport and cycling use in Barcelona: A morbidity and burden of disease approach. *Prev Med.* 57(5):573-9

Rojas-Rueda D, de Nazelle A, Teixidó O, Nieuwenhuijsen MJ. 2012. Replacing car trips by increasing bike and public transport in the greater Barcelona metropolitan area: A Health Impact Assessment Study. *Environ Int*; 49: 100–109

Rojas-Rueda D, de Nazelle A, Tainio M, Nieuwenhuijsen MJ. 2011. Bike sharing system (bicing) in barcelona, spain; a description and estimated health impacts. *BMJ*; 343:d452.

Samoli E, Stafoggia M, Rodopoulou S, et al. 2013. Associations between fine and coarse particles and mortality in Mediterranean cities: results from the MED-PARTICLES project. *Environ Health Perspect.*, 121, 932-8.

Stafoggia M, Zauli-Sajani S, Pey J, et al.. 2016. Desert Dust Outbreaks in Southern Europe: Contribution to Daily PM10 Concentrations and Short-Term Associations with Mortality and Hospital Admissions. *Environ Health Perspect.* 124, 413-9.

Sunyer J, Esnaola M, Alvarez-Pedrerol M, et al. 2015. Association between Traffic-Related Air Pollution in Schools and Cognitive Development in Primary School Children: A Prospective Cohort Study. *PLoS Med*; 12(3): e1001792.

Sunyer, J., Álvarez, M. and Nieujuhuisen, M. 2016. Impacte de la contaminació atmosfèrica a la ciutat de Barcelona en la salut. La salut a Barcelona 2015. Agència de Salut Pública de Barcelona. <http://www.aspb.cat/arees/la-salut-en-xifres/salut-barcelona/>

Ware, J.H., Thibodeau, L.A., Speizer, F.E., Colome, S. and Ferris, B.B. 1981. Assessment of the health effects of atmospheric sulfur oxides and particulate matter: evidence from observational studies. *Environmental Health Perspectives*, 41, 255-276.

WHO. 2001. Quantification of the Health Effects of Exposure to Air Pollution. Report of a WHO Working Group. Bilthoven, Netherlands. World Health Organization. http://www.euro.who.int/data/assets/pdf_file/0011/112160/E74256.pdf

WHO. 2014. Burden of disease from Ambient Air Pollution for 2012 – Summary of results. World Health Organization, Switzerland. http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/AAP_BoD_results_March2014.pdf

WHO. 2006. Air Quality Guidelines. Global Update 2005. Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. World Health Organization, Denmark. <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/publications/pre2009/air-quality-guidelines.-global-update-2005.-particulate-matter,-ozone,-nitrogen-dioxide-and-sulfur-dioxide>

INFORME ESTADÍSTIC NO₂

WHO. 2013. Review of evidence on health aspects of air pollution – REVIHAAP Project, Technical Report, World Health Organization, Regional Office for Europe, Copenhagen. <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/air-quality/publications/2013/review-of-evidence-on-health-aspects-of-air-pollution-revihaap-project-final-technical-report>

WHO. 2016. Ambient air pollution: a global assessment of exposure and burden of disease. World Health Organization, Switzerland. <http://who.int/phe/publications/air-pollution-global-assessment/en/>