

## CONTAMINACIÓ ATMOSFÈRICA I SALUT

Les afectacions en salut derivades de l'exposició a contaminants atmosfèrics en les ciutats es van posar de manifest a mitjans del segle XX quan es van patir diversos episodis de contaminació atmosfèrica com els ocorreguts a la Vall de Mosa (Bèlgica) el 1930, a Donora (Pennsylvania, EEUU) el 1948 o la boira tòxica que va cobrir Londres l'any 1952 (Ware et al., 1981), on s'assoliren concentracions mitjanes diàries de fins a 1.620 µg/m<sup>3</sup> de fums negres (Bell and Davis, 2001). Un altra cas paradigmàtic van ser els episodis d'smog 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 les emissions d'òxids de nitrogen i hidrocarburs. Tots aquests casos es van traduir en increments de la mortalitat i de ocurrencia de malalties i van evidenciar l'afectació de la contaminació atmosfèrica en la salut pública (OSE, 2008). Aquesta constatació va implicar la posada en marxa de polítiques de control, especialment a Europa Occidental i els Estats Units, dirigides a evitar, reduir o prevenir els efectes nocius sobre la salut dels contaminants atmosfèrics i que van comportar una reducció general dels nivells.

Tanmateix, actualment la contaminació atmosfèrica continua essent un dels determinants més importants de la salut de les persones a les nostres ciutats i es considera el principal risc ambiental per a la salut a nivell mundial (Lim et al., 2012). Segons l'Organització Mundial de la Salut (OMS), en 2012 la contaminació atmosfèrica va ser responsable d'aproximadament 3 milions de morts prematures al món, 6.860 morts en el cas de l'estat espanyol (WHO, 2016).

### Quins poden ser els impactes de la contaminació atmosfèrica en la nostra salut?

Els impactes en salut de la contaminació atmosfèrica poden ser expressats i quantificats com a mortalitat prematura i morbiditat. La mortalitat fa referència a la reducció en l'esperança de vida que deriva en una mort prematura deguda a l'exposició als contaminants atmosfèrics. En canvi, la morbiditat fa referència a l'ocurrencia de malaltia o als anys de vida amb malaltia/afectacions en salut atribuïbles a la contaminació atmosfèrica, incloses les malalties cròniques.

Les malalties cardio i cerebrovasculars són les causes més freqüents (aprox. 80%) de les morts prematures atribuïbles a la contaminació atmosfèrica, seguides de les malalties respiratòries i del càncer de pulmó (WHO, 2014).

A part de ser una causa de morts prematures, la contaminació atmosfèrica pot incrementar la incidència i severitat d'un ventall ampli de malalties amb efectes tant a curt com a llarg termini (taula 1). Algunes de les malalties associades a la contaminació atmosfèrica inclouen les afectacions respiratòries (asma, pneumònia i malaltia pulmonar crònica), les insuficiències cardíaques i coronàries, la hipertensió arterial i la diabetis (Sunyer et al., 2016).

Existeixen també estudis que indiquen que la contaminació atmosfèrica pot tenir efectes negatius sobre la fertilitat, l'embaràs, i el desenvolupament dels nadons i els infants. Entre aquests efectes s'inclouen afectacions sobre el desenvolupament neuronal i les capacitats cognitives dels infants (WHO, 2013). D'altra banda, l'Agència Internacional d'Investigació sobre el Càncer (*International Agency for Research on Cancer*, IARC) ha classificat la contaminació atmosfèrica en general i el material particulat com a carcinogènics per als humans (IARC, 2016).

**Taula 1.** Principals efectes en salut de la contaminació atmosfèrica. Font: WHO, 2005.

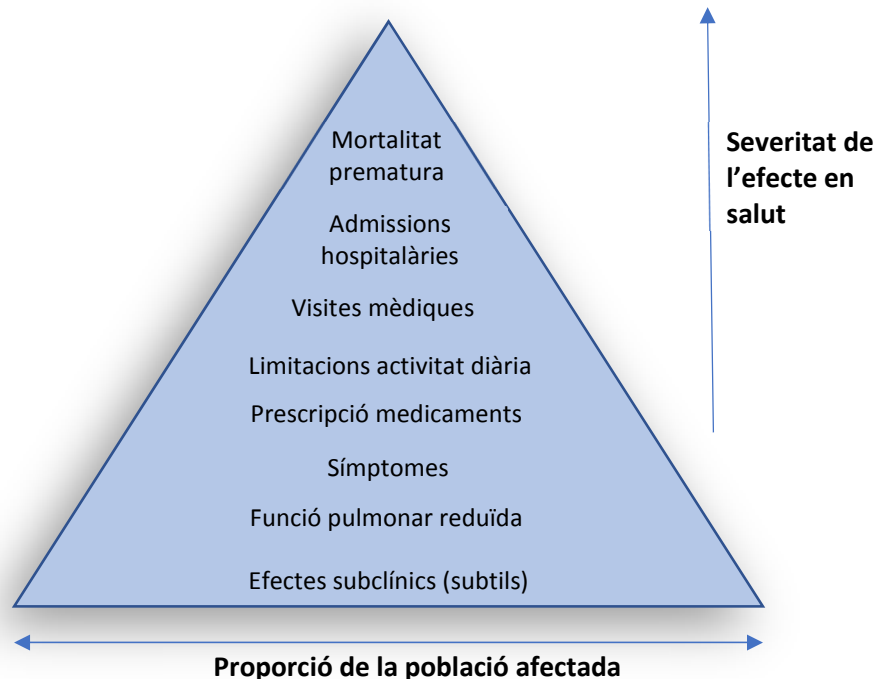
**Efectes atribuïbles a exposicions a curt termini**

- 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
- Síntomes 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)

Des del punt de vista de salut pública, l'impacte de la contaminació atmosfèrica en el total de la població està dominat pels efectes menys severos tals com els casos subclínic i simptomàtics (figura 1). La població afectada per aquests tipus d'efectes és considerablement més elevada que les persones que poden patir efectes més severos com els relacionats amb admissions hospitalàries i morts prematures (WHO, 2005).


**Figura 1.** Piràmide dels efectes en salut associats a la contaminació atmosfèrica. Font: WHO, 2000.

## Quins impactes en salut tenen els principals contaminants atmosfèrics?

L'aire que respirem conté una barreja variable i complexa de contaminants. Són diversos els contaminants atmosfèrics que poden afectar negativament la salut, incloent el benzo(a)pirè, el diòxid de nitrogen (NO<sub>2</sub>), el diòxid de sofre (SO<sub>2</sub>), el monòxid de carboni (CO) i les partícules en suspensió (normalment referides com a la fracció PM<sub>10</sub> (partícules < 10 µm de diàmetre) i PM<sub>2,5</sub> (< 2,5 µm)). A la taula 2 s'especifiquen els principals efectes en salut relacionats amb l'exposició a aquests contaminants.

**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"> <li>• Irritació i inflamació vies respiratòries</li> <li>• Reducció en la capacitat pulmonar</li> <li>• Bronquitis</li> </ul>
Material particulat	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mortalitat prematura (malalties cardiovasculars, respiratòries i càncer de pulmó)</li> <li>• Afectacions respiratòries i cardiovasculars</li> <li>• Afectacions en el desenvolupament de nadons i infants</li> <li>• Les partícules de menor tamany 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.</li> <li>• El material particulat és el contaminant atmosfèric pel que s'han evidenciat més impactes negatius en salut.</li> </ul>
Monòxid de carboni	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducció de la capacitat del transport d'oxigen (concentracions molt elevades)</li> <li>• Afectacions cardíques.</li> </ul>
Òxids de sofre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Afectacions respiratòries i pulmonars</li> <li>• Irritació ocular</li> <li>• Empitjorament asma i bronquitis</li> </ul>
Ozó	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inflamació de les vies respiratòries</li> <li>• Afectacions respiratòries</li> <li>• Irritació ocular, de la faringe i el coll</li> <li>• Agreujament asma</li> </ul>

Font: OSE, 2008 i ASPCAT, 2017.

## Com ens exposem a la contaminació atmosfèrica?

L'exposició a la contaminació atmosfèrica és diària i afecta al conjunt de tota la població. Tanmateix, existeixen grups de població que són especialment sensibles als efectes de la contaminació: qualsevol persona amb malalties cardíques i/o respiratòries, nadons, nens en edat preescolar, persones grans i dones embarassades. De totes maneres, existeix una sensibilitat individual a la contaminació atmosfèrica, per la qual cosa les persones sensibles no constitueixen un grup homogeni de la població i els símptomes poden variar segons la persona.

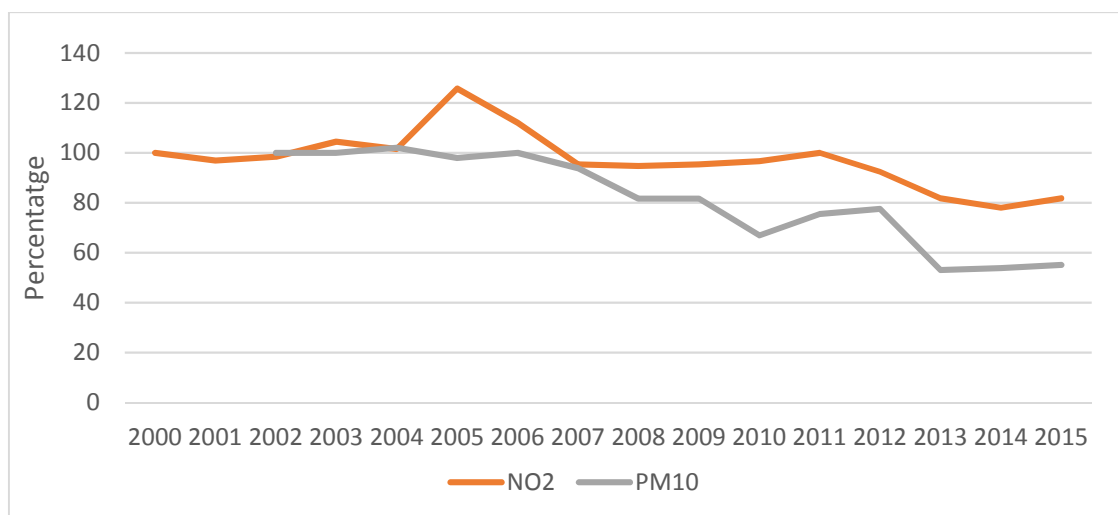
## Quins contaminants ens preocupen a Barcelona?

L'avaluació de la qualitat de l'aire per a la ciutat de Barcelona durant l'any 2015 constata superacions del valor límit anual de protecció de la salut de la UE (Directiva 2008/50/CE i RD 102/2011) per al contaminant NO<sub>2</sub>. Tanmateix, si l'avaluació es realitza d'acord amb els nivells

de referència de l'OMS, també es superen a nivell de ciutat els nivells de material particulat ( $PM_{10}$  i  $PM_{2,5}$ ), benzè, benzo(a)pirè i ozó (ASPB, 2015).

Respecte a l'evolució temporal (2000-2016) dels contaminants crítics a la ciutat, cal destacar:

- L'estabilitat dels nivells anuals de  $NO_2$ , on es supera el valor límit de protecció de la salut de la UE i el nivell de referència de l'OMS per a tot el període a les estacions de trànsit (Eixample i Gràcia – Sant Gervasi) i també d'una forma significativa i general a les estacions de fons urbà de Poblenou i Ciutadella.
- La millora significativa en els nivells anuals de  $PM_{10}$  a partir de l'any 2006 a totes les estacions de la ciutat i especialment a les estacions de trànsit, encara que es mantenen per sobre dels nivells de referència de l'OMS tot i complir-se els valors límit marcats per la UE.



**Figura 2.** Gràfic de tendència dels contaminants  $NO_2$  i  $PM_{10}$  a l'estació de mesurament de Gràcia – Sant Gervasi durant el període 2000 - 2015.

### Quins són els efectes de la contaminació atmosfèrica a Barcelona i l'entorn metropolità?

Els estudis epidemiològics que estimen l'associació entre les exposicions a contaminants i els efectes en salut. Alguns d'ells s'han centrat en analitzar els efectes en salut de la contaminació atmosfèrica de la ciutat de Barcelona i el seu entorn metropolità, bàsicament realitzats per l'Institut de Salut Global de Barcelona (<http://www.creal.cat/>). A continuació es mostra un resum dels principals resultats trobats:

- En 2007 es va estimar que, en una població total de gairebé 4 milions d'habitants (57 municipis limítrofs amb Barcelona), la reducció de la fracció  $PM_{10}$  del material particulat fins a la mitjana proposada per l'OMS (de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) evitaria anualment 3.500 morts prematures entre les persones més grans de 30 anys. Aquesta reducció podria representar anualment 1.800 ingressos hospitalaris menys per causes cardiorespiratòries, 5.100 casos menys de bronquitis crònica en adults, 31.100 casos de bronquitis agudes en nens i 54.000 crisis d'asma menys en nens i adults (Künzli and Perez, 2007). Actualment la mitjana anual de  $PM_{10}$  és bastant inferior al valor de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  recollit com a punt de partida en aquest estudi. Per a l'any 2015, la mitjana anual a les estacions de la ciutat es situava en  $27,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $22 - 31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).



- Una estimació més recent (dades 2012) i centrada únicament a la ciutat de Barcelona realitzada també per l'ISGlobal va concloure que la reducció dels nivells de contaminació per PM<sub>2,5</sub> fins als nivells recomanats per l'OMS (de 16,6 µg/m<sup>3</sup> a 10 µg/m<sup>3</sup>) evitaria anualment unes 659 morts prematures i suposaria un increment de 52 dies en l'esperança de vida dels ciutadans (Mueller et al., 2016).
- Un estudi fet a diverses ciutats del sud d'Europa, entre elles Barcelona (projecte MED-Particles), va identificar augments d'un 0,5% en la mortalitat diària per causes cardiovasculars i en el nombre d'hospitalitzacions per causes cardiorespiratòries quan la concentració de PM<sub>2,5</sub> augmentava 10 µg/m<sup>3</sup> (Samoli et al. 2013; Stafoggia et al. 2013).
- Un nou estudi, centrat en l'avaluació dels efectes de la contaminació atmosfèrica a les escoles i el desenvolupament neurològic dels infants en Barcelona, va concloure que existia una afectació negativa en la maduració del cervell en aquesta edat (Projecte BREATHE, Sunyer, 2015). La millora en el desenvolupament cognitiu dels infants durant el transcurs de l'estudi va ser menor en els infants d'escoles amb nivells més elevats de contaminació respecte al dels nens de les escoles amb els nivells més baixos (per exemple, 14,3% enfront de 19,0% de creixement en la memòria de treball).
- El canvi de l'ús del cotxe per a l'ús del transport públic i actiu (a peu o en bicicleta) a Barcelona s'ha associat a beneficis per a la salut que, inclús, superen el risc d'un augment de la inhalació dels contaminants i el risc d'accident (Rojas-Rueda, 2011, 2012, 2013).

Servei de Qualitat i Intervenció Ambiental. Agència de Salut Pública de Barcelona, gener 2017.

#### Per a més informació:

- Agència de Salut Pública de Catalunya. [http://salutpublica.gencat.cat/ca/ambits/proteccio\\_salut/aire/](http://salutpublica.gencat.cat/ca/ambits/proteccio_salut/aire/)
- Agència Europea de Medi Ambient. <http://www.eea.europa.eu/themes/air>
- Departament de Territori i Sostenibilitat. [http://mediambient.gencat.cat/ca/05\\_ambits\\_dactuacio/atmosfera/qualitat\\_de\\_laire/](http://mediambient.gencat.cat/ca/05_ambits_dactuacio/atmosfera/qualitat_de_laire/)
- Organització Mundial de la Salut. [http://www.who.int/topics/air\\_pollution/en/](http://www.who.int/topics/air_pollution/en/)

#### Referències:

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](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](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).

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 Nieuwenhuijsen, 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](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](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>

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/>