
Soroll ambiental i salut a la ciutat de Barcelona



©2020 Agència de Salut Pública de Barcelona

Tots els drets reservats. No es permet la reproducció total ni parcial de las imatges o textos d'aquesta publicació sense prèvia autorització.

<https://www.aspb.cat/sorollambientalisalut-bcn2021/>

Aquesta publicació està sota una llicència

Creative Commons Reconeixement – NO Comercial – Compartir igual (BY-NC-ND)

<https://creativecommons.org/>



Soroll ambiental i salut a la ciutat de Barcelona

Responsables de l'Informe

Laia Font, Anna Gómez, Laura Oliveras, Elisenda Realp, Carme Borrell

Col·laboradors/es

Núria Blanes, Jaume Fons, Miquel Sáinz de la Maza, Javier Casado, Arantxa Millan

Agraïments

Maria Foraster, Eulàlia Peris, Vanessa Puig

Soroll ambiental i salut a la ciutat de Barcelona

Índex

Resum executiu	5
Resumen ejecutivo	7
Executive summary	9
Introducció	11
Què són els nivells guia?	12
Població exposada a nivells nocius de soroll ambiental	16
Soroll del trànsit	16
Soroll degut a l'oci nocturn	22
Soroll provinent d'altres fonts	24
Percepció del soroll	26
Desigualtats socials en el soroll ambiental	28
Exposició al soroll	29
Percepció del soroll	31
Efectes sobre la salut del soroll ambiental	36
Problemes auditius i no auditius	36
Efectes en salut en població adulta	38
Efectes cognitius en infants	42
Efectes en la salut del soroll provinent de l'oci nocturn	43
Impacte en salut del soroll ambiental	44
Impacte en salut del soroll a Europa	46
Impacte en salut del soroll a Barcelona	48
El Sistema de vigilància de l'impacte en salut	53
Conclusions	56
Recomanacions	59
Referències	61
Annex 1 - Càlcul de població exposada al MES 2017	66

Resum executiu

L'exposició crònica al soroll ambiental té efectes importants sobre la salut i la qualitat de vida. El soroll ambiental afecta el benestar emocional, psicològic i social i augmenta el risc de patir molèstia intensa deguda al soroll (l'afectació emocional, psicològica i social severa), trastorns del son, malalties cardiovasculars i mort per causa cardiovascular, trastorns metabòlics en adults i problemes del desenvolupament cognitiu en infants. A la Unió Europea s'estima que, després de la contaminació atmosfèrica, el soroll ambiental i en particular el soroll de trànsit és el factor ambiental amb major impacte negatiu en la salut.

El trànsit rodat és el principal focus emissor de soroll a la ciutat de Barcelona molt per sobre de les altres fonts, tant de dia com de nit. El 57% de la població s'exposa a un soroll de trànsit igual o superior al que l'Organització Mundial de la Salut (OMS) considera perjudicial per a la salut tant durant tot el dia (53 dB L_{den}) com durant la nit (45 dB L_n). La segona font de soroll a la ciutat és l'oci nocturn, que afecta al 3% de la població. Gairebé la meitat de la població percep que el seu barri és molt sorollós, mentre que 1 de cada 4 persones considera que el seu habitatge té sorolls procedents de l'exterior.



Hi ha fortes diferències geogràfiques en l'exposició al soroll ambiental i en la percepció del soroll a la ciutat. El districte de l'Eixample és el que té, amb diferència, més població exposada a nivells alts de soroll. Ciutat Vella és el districte amb més població exposada al soroll de l'oci nocturn, on més gent considera que el seu barri és sorollós i que el seu habitatge té sorolls de l'exterior. L'estudi de les desigualtats socials mostra que tot i que els barris amb rendes més altes tenen més població exposada a nivells alts de soroll ambiental, la percepció de soroll dins de l'habitatge és superior als barris de menor renda. També perceben un major soroll dins de l'habitatge els adults joves i les persones nascudes a l'estranger.

Aquest informe ha pogut quantificar una part de l'impacte en salut del soroll, com són els casos més greus de l'afectació emocional, psicològica, emocional i social (molèstia intensa deguda al soroll), el trastorn greu del son i la mortalitat per malaltia cardiovascular. S'ha estimat que a Barcelona, més de 210.000 persones (al voltant d'un 13% de la població) pateixen molèstia intensa al soroll i que més de 60.000 persones (al voltant d'un 4% de la població) pateixen un trastorn greu del son degut al soroll, de forma més elevada als barris del centre de la ciutat. S'ha estimat que la mortalitat atribuïble a l'exposició crònica al soroll ambiental a la ciutat és del voltant de 130 morts anuals.

En aquest context l'Agència de Salut Pública de Barcelona ha definit el Sistema de vigilància de l'impacte sobre la salut del soroll ambiental a Barcelona amb l'objectiu d'estimar, monitoritzar i comunicar l'exposició, la percepció i l'impacte en salut d'aquest factor ambiental, tenint en compte les desigualtats socials.



Resumen ejecutivo

La exposición crónica al ruido ambiental tiene efectos importantes sobre la salud y la calidad de vida. El ruido ambiental afecta el bienestar emocional, psicológico y social y aumenta el riesgo de padecer molesta intensa al ruido (una afectación emocional, psicológica y social severa), alteración del sueño, enfermedades cardiovasculares y muerte por causa cardiovascular, trastornos metabólicos en adultos y problemas del desarrollo cognitivo de la población infantil. En la Unión Europea se estima que, después de la contaminación atmosférica, el ruido ambiental, y en particular el ruido del tráfico, es el factor ambiental con mayor impacto negativo en la salud.

El tráfico rodado es el principal foco emisor de ruido en la ciudad de Barcelona muy por encima de otras fuentes, tanto durante el día como por la noche. El 57% de la población se expone a un nivel de ruido de tráfico igual o superior al que la Organización Mundial de la Salud (OMS) considera perjudicial para la salud tanto durante todo el día (53 dB L_{den}) como durante la noche (45 dB L_n). La segunda fuente de ruido en la ciudad es el ocio nocturno, que afecta al 3% de la población. Casi la mitad de la población percibe que su barrio es muy ruidoso, mientras que 1 de cada 4 personas considera que su vivienda tiene ruidos procedentes del exterior.



Existen diferencias geográficas importantes en la exposición al ruido y en la percepción del ruido en la ciudad. El distrito de l'Eixample es el que tiene, con diferencia, más población expuesta a niveles altos de ruido. Ciutat Vella es el distrito con más población expuesta a ruido del ocio nocturno y donde más gente considera que su barrio es ruidoso y que su vivienda tiene ruidos del exterior. El estudio de las desigualdades sociales muestra que, aunque los barrios con rentas más altas tienen más población expuesta a niveles altos de ruido, la percepción de ruido dentro de la vivienda es superior en los barrios con menor renta. También perciben mayor ruido dentro de la vivienda los adultos jóvenes y personas nacidas en el extranjero.

Este informe ha podido cuantificar una parte del impacto en la salud del ruido ambiental, como son los casos más graves de la afectación emocional, psicológica y social (molestia intensa al ruido), el trastorno grave del sueño y la mortalidad por enfermedad cardiovascular. Se ha estimado que, en Barcelona, más de 210.000 personas (alrededor de un 13% de la población) sufren una molestia intensa al ruido y que más de 60.000 personas (alrededor de un 4% de la población) sufren un trastorno grave del sueño debido al ruido, de forma más elevada en los barrios del centro de la ciudad. Se ha estimado que la mortalidad atribuible a la exposición crónica al ruido ambiental en la ciudad es de aproximadamente 130 muertes anuales.

En este contexto la Agència de Salut Pública de Barcelona ha definido el Sistema de vigilancia del impacto sobre la salud del ruido ambiental en Barcelona con el objetivo de estimar, monitorizar y comunicar la exposición, la percepción y el impacto en salud de este factor ambiental, teniendo en cuenta las desigualdades sociales.



Executive summary

Chronic exposure to environmental noise has relevant effects on health and quality of life. Environmental noise affects the emotional, psychological and social well-being and increases the risk of suffering high noise annoyance (the severe emotional, psychological and social impacts), sleep disturbance, cardiovascular disease, cardiovascular mortality and metabolic disorders in adults and an impairment of cognitive development in children. In the European Union, it is estimated that, after air pollution, environmental noise, and in particular traffic noise, is the environmental factor with the greatest negative impact on health.

Road traffic is the main source of noise in the city of Barcelona, far above other sources, both during the day and at night. Fifty-seven percent of the population is exposed to traffic noise at or above what the World Health Organization (WHO) considers harmful to health both during the day (52 dB Lden) and at night (45 dB Ln). The second source of noise in the city is leisure at night, which affects 3% of the population. Almost half of the population perceives their neighbourhood to be very noisy, while 1 in 4 people consider their home to be noisy from the outside.



There are important geographical disparities in noise exposure and noise perception in the city. The Eixample district has by far the highest proportion of people exposed to high noise levels. Ciutat Vella is the district with the highest proportion of people exposed to noise from leisure at night and where most people consider that their neighbourhood is noisy and that their home is noisy from the outside. The study of social inequalities shows that, although higher-income neighborhoods have more people exposed to high noise levels, the noise perception inside the dwelling is higher in lower-income neighborhoods. The perception of noise inside the dwelling is also increased among young adults and foreign-born people.

This report has been able to quantify part of the health impact of environmental noise, such as the more severe cases of emotional, psychological and social impacts (high noise annoyance), severe sleep disturbance and cardiovascular mortality. It has been estimated that in Barcelona more than 210,000 people (around 13% of the population) suffer from severe noise annoyance and that more than 60,000 people (around 4% of the population) suffer from severe sleep disturbance due to noise, more so in the city centre neighborhoods. It has been estimated that attributable mortality to chronic exposure to environmental noise in the city is approximately 130 deaths annually.

In this context, the Barcelona Public Health Agency has defined the System for surveillance of the health impact of environmental noise in Barcelona with the aim of estimating, monitoring and communicating the exposure, perception and health impact of this environmental factor, taking into account social inequalities.



Introducció

L'estil de vida adoptat a les grans ciutats al llarg del segle XX ha comportat molts avantatges per a les persones (disponibilitat de serveis, cultura i coneixement, economia d'escala) però ha generat també efectes no desitjats. Un d'ells és el soroll ambiental que ens acompanya bona part del dia, i també durant la nit.

Els coneixements actuals indiquen que l'exposició crònica al soroll ambiental té efectes importants sobre la salut i la qualitat de vida. Els efectes principals són l'afectació del benestar emocional, psicològic i social, inclosa la molèstia deguda al soroll (concepte definit a la pàgina 38), el trastorn del son, les malalties cardiovasculars i metabòliques, així com l'impacte negatiu en el desenvolupament cognitiu infantil [1]. A la Unió Europea s'estima que, després de la contaminació atmosfèrica, el soroll ambiental i en particular el soroll de trànsit és el factor ambiental amb major impacte en la salut [2], [3].

S'entén per soroll ambiental el soroll exterior no desitjat o nociu generat per les activitats humanes. La Directiva Europea sobre avaluació i gestió del soroll ambiental es centra en el soroll ambiental emès pels diversos mitjans de transport (trànsit viari, ferroviari i aeri) i per activitats industrials (Directiva 2002/49/CE) [4]. L'última revisió de l'Organització Mundial de la Salut (OMS), de 2018, inclou també el soroll provinent d'aerogeneradors i de l'oci [1]. La principal font del soroll ambiental és el transport, del qual destaca el trànsit rodat. La Directiva Europea sobre Soroll Ambiental, aprovada l'any 2002, representa una fita en la gestió de la contaminació acústica ja que reconeix que el soroll ambiental no és només un problema puntual o d'un lloc concret, sinó que afecta a la majoria de la població europea. La Directiva estableix que cada 5 anys tots els països de la Unió Europea han d'elaborar un estudi per identificar les fonts principals de soroll, els problemes que originen, i, conseqüentment, un pla de millora de l'ambient acústic.

L'objectiu d'aquest informe és analitzar l'exposició al soroll ambiental a la ciutat de Barcelona des de la perspectiva de la salut tenint en compte la percepció i les desigualtats socials, sintetitzar l'evidència sobre els efectes del soroll ambiental en la salut i estimar l'impacte que el soroll té actualment en la salut de la població de Barcelona. Per últim, es presenta el nou Sistema de vigilància de l'impacte sobre la salut del soroll ambiental a Barcelona que ha definit l'Agència de Salut Pública de Barcelona.

Què són els nivells guia?

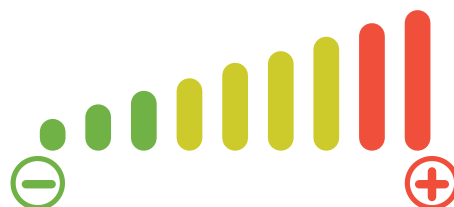
Des de l'any 1999 l'OMS ha publicat un conjunt de guies que analitzen l'evidència científica sobre l'impacte de les diferents fonts de soroll sobre la salut, i proposa recomanacions per a la protecció de la salut humana.

En aquestes guies s'utilitzen diversos índexs de soroll, segons la font de soroll analitzada i el període d'exposició. Els més utilitzats actualment, també en aquest informe, són els índex L_{den} (de l'anglès *day, evening, night*, resum ponderat de les 24 hores del dia durant l'any) i L_n (de l'anglès *night*, resum del període nocturn durant l'any) (Taula 1). En altres casos també s'utilitzen els índexs L_{dia} (nivell equivalent ponderat al període diürn durant 1 any), L_{vespre} (nivell equivalent ponderat al període de vespre durant 1 any) o $L_{A,eq}$ (nivell de pressió sonora continu ponderat A, en decibels, per a un període T de temps).

Taula 1. Definicions dels índex de soroll principals utilitzat en aquest informe

L_{den} : Nivell equivalent ponderat dia-vespre-nit durant 1 any, que penalitza amb 5 dB el període vespre i amb 10 dB el període nocturn.

L_n : Nivell equivalent ponderat al període nocturn durant 1 any. El període nocturn establert per la ciutat de Barcelona comprèn de les 23 a les 7 hores del dia següent.



La primera guia de l'OMS, del 1999 [5], detalla els efectes sobre la salut deguts a l'exposició al soroll ambiental i recomana una sèrie d'accions per tal de reduir la població exposada. Les següents guies, del 2009, focalitzen en els efectes sobre la salut de l'exposició al soroll ambiental durant la nit [6]. Aquestes guies inclouen les corbes dels diferents efectes sobre la salut en funció de l'avaluació subjectiva de la molèstia i les respostes fisiològiques, com ara l'increment de les pulsacions o els moviments durant el període de son [5].

Les últimes guies, del 2018, estableixen recomanacions per a la protecció de la salut humana respecte l'exposició a nivells perjudicials de soroll ambiental. S'hi inclouen cinc fonts de soroll: el trànsit (diferenciant vehicles, ferroviari i aeri), aerogeneradors i les activitats d'oci [1]. Per a cadascuna d'aquestes fonts s'hi descriuen els efectes adversos sobre la salut, basant-se en les evidències científiques més recents.

Aquestes últimes guies del 2018, tal i com indica la mateixa OMS, substitueixen les publicades l'any 2009 i el 1999, però amb algunes excepcions. Els límits especificats en les guies de 1999 sobre soroll a l'interior dels edificis, i el soroll exterior degut a fonts industrials o a les àrees comercials segueixen sent vigents i no s'inclouen a les guies publicades el 2018.

És per tant necessari construir una taula resum que inclogui quins són els valors guia a aplicar que l'OMS ha recomanat fins ara. A la Taula 2 s'hi ha resumit els valors guia a aplicar i a quina publicació pertanyen.

Taula 2. Resum dels valors guia publicats per l'OMS segons la font de soroll [1] [6]

Font de soroll	Nivell guia	Tipus d'evidència	Guia de la OMS
Trànsit de vehicles	53 dB L_{den} 45 dB L_n	Sòlida	Environmental Noise Guidelines (2018)
Trànsit ferroviari	54 dB L_{den} 44 dB L_n	Sòlida	Environmental Noise Guidelines (2018)
Trànsit aeri	45 dB L_{den} 40 dB L_n	Sòlida	Environmental Noise Guidelines (2018)
Aerogeneradors	45 dB L_{den}	Condicionada	Environmental Noise Guidelines (2018)
Activitats d'oci	70 dB $L_{Aeq,24h}$	Sòlida	Environmental Noise Guidelines (2018)
Altres fonts de soroll exterior (soroll industrial, àrees comercials, etc.)	55 $L_{Aeq,16h}$ (per molèstia greu) 50 $L_{Aeq,16h}$ (per molèstia moderada)	-	Community Noise Guidelines (1999)
Soroll a l'interior dels edificis, classes	35 $L_{Aeq,16h}$ (per molèstia moderada, comprensió parla)	-	Community Noise Guidelines (1999)
Soroll a l'interior dels dormitoris	30 $L_{Aeq,8h}$ (per trastorn del son)	-	Community Noise Guidelines (1999)

Font: Elaboració pròpia a partir de la informació que apareix a Acoustics Bulletin Volume 44 No 1 January/February 2019 (<https://www.ioa.org.uk/sites/default/files/Acoustics%20Bulletin%20January-February%202019.pdf>)

Finalment cal apuntar que tant les recomanacions com els valors guia publicats per l'OMS l'any 2018 s'han establert de manera individual per cada font de soroll, però no s'han establert doncs recomanacions per àrees on el soroll ambiental sigui la combinació de diferents fonts de soroll ni recomanacions respecte el soroll total.

Pel que fa a la Directiva Europea sobre soroll ambiental [4], és important destacar que no s'estableixen nivells guia, tot i que sí que s'estableixen llimdars específics a partir dels quals s'ha d'analitzar la població exposada a les diverses fonts de soroll, prioritàriament en relació a dos indicadors: L_{den} i L_n . Aquests llimdars són de 55 dB per l'indicador L_{den} i 50 dB per l'indicador L_n i l'anàlisi es fa per rangs de 5 dB, tant dins com fora d'àrees urbanes. Alhora, molts països europeus han establert valors límit a nivell nacional tenint en compte el tipus de font de soroll, el període del dia durant el qual es produeix l'impacte acústic, el tipus d'ús del sòl i també la sensibilitat dels receptors [7]. A més de les fonts de soroll especificades a la Directiva de soroll ambiental, alguns països també han establert llimdars per aerogeneradors, utilitzant L_{dia} (en comptes de L_{den}) i L_n .

Cal destacar que les conseqüències de sobrepassar els límits exigits varia en funció dels països i de la font de soroll, i pot implicar des del tancament o prohibició de desenvolupar l'activitat (per exemple en el cas d'activitats industrials), a la imposició de multes o de compensacions per a les persones afectades per la font emissora fins a la combinació de mesures actives i passives per tal d'aconseguir una reducció de l'afectació per sota els límits permesos (típicament en el cas del soroll causat pel trànsit de vehicles).

En aquest informe s'ha utilitzat principalment els llimdars de soroll definits com a valors guia de l'OMS. De forma més puntual també s'ha utilitzat el llimdar de la Directiva Europea de soroll ambiental i un llimdar de "nivell alt de soroll" utilitzat al nou informe de l'Agència Europea del Mediambient «Environmental noise in Europe 2020» [7] (Taula 3).

Taula 3. Altres llimdars de soroll utilitzats en aquest informe

	L_{den}	L_n
Llimdar de la Directiva Europea sobre soroll ambiental	55 dB	50 dB
Nivell alt de soroll –informe Agència Europea Mediambient (EEA 2020)	65 dB	60 dB

Població exposada a nivells nocius de soroll ambiental

El mapa estratègic de soroll de la ciutat de Barcelona s'elabora cada cinc anys per part de l'Ajuntament de Barcelona. L'edició més actual és la de l'any 2017 (<https://ajuntament.barcelona.cat/mapes-dades-ambientals/soroll/ca/>) i és la que s'ha utilitzat per descriure la població exposada a nivells nocius de soroll ambiental. A diferència del que es publica a les memòries dels mapes estratègics de soroll [8], que es centren en els de la Directiva europea, en aquest informe també es descriu la població exposada segons els nivells guia de l'OMS. A l'Annex 1 es descriu la metodologia que s'ha utilitzat al mapa estratègic de soroll de 2017 de Barcelona per calcular la població exposada als diferents nivells de soroll.

Soroll del trànsit

Segons els resultats del mapa estratègic de contaminació acústica de la ciutat de Barcelona del 2017, el trànsit rodat és el principal focus emissor de soroll molt per sobre de les altres fonts.

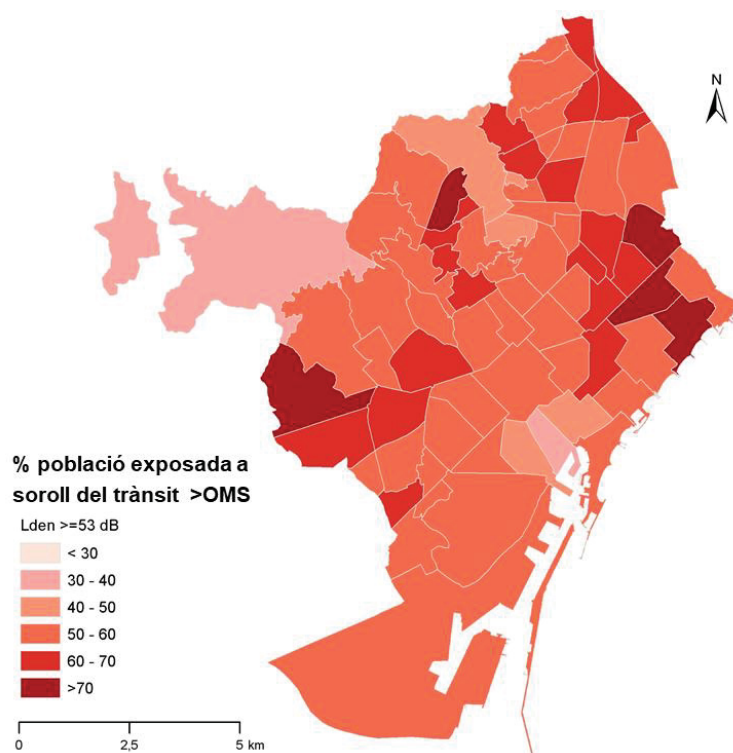
Tenint en compte els nivells guia de l'OMS, la població exposada a valors de soroll de trànsit iguals o superiors al que es considera perjudicial per la salut és del 57% segons l'indicador L_{den} (exposició resum de les 24 hores del dia) i del 56% segons l'indicador L_n (exposició durant la nit). Per tant, més de la meitat de la ciutadania està exposada a nivells perjudicials de soroll tant si té en compte l'exposició durant tot el dia com l'exposició només durant la nit.

Si ens regim pels lílindars que especifica la Directiva Europea 2002/49/CE, els valors són una mica inferiors i indicarien que la població exposada a nivells de soroll provinent del trànsit de vehicles per sobre del lílindar és del 54% per L_{den} i del 46% per L_n .

Si analitzem aquesta informació per barris, podem comprovar la variabilitat existent (Figura 1 i Figura 2). Els barris amb més població exposada segons els

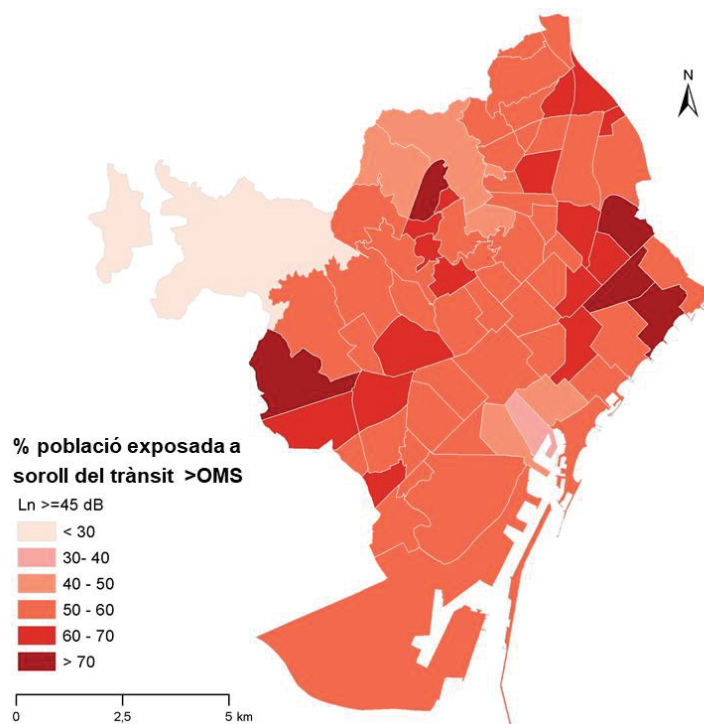
valors de l'OMS, tant pel que fa a l'indicador L_{den} com l'indicador L_n , són Provençals del Poblenou, Pedralbes, la Verneda i la Pau, Diagonal Mar i el Front Marítim del Poblenou i la Vall d'Hebron, tots per sobre del 70% de població exposada a nivells de soroll superiors al llindar de l'OMS. Per contra, els barris amb menys població exposada (per sota del 40%) segons els valors guia de l'OMS són el Barri Gòtic, Vallvidrera, i el Tibidabo i les Planes, tant per L_{den} com per L_n .

Figura 1. Percentatge de població exposada **durant les 24 hores del dia** a nivells de soroll del trànsit viari superiors al llindar OMS (≥ 53 dB L_{den}) per barris.



Font: Mapa estratègic de soroll de Barcelona, 2017.

Figura 2. Percentatge de població exposada **a la nit** a nivells de soroll del trànsit viari superiors al llindar OMS (≥ 45 dB L_n) per barris.



Font: Mapa estratègic de soroll de Barcelona, 2017.

Com s'ha dit, els llindars de l'OMS de 53 dB L_{den} i 45 dB L_n indiquen el grau de soroll a partir del qual es començaria a produir un efecte perjudicial per la salut. A partir d'aquest llindar, com més alt sigui el grau de soroll al que s'exposa la població, més augmentarà l'efecte negatiu sobre la salut. Per això, a part de conèixer la població exposada per sobre del llindar de soroll on comença l'efecte en salut, també és important conèixer la població exposada als diferents rangs de soroll per sobre del llindar d'efecte en salut. A Barcelona, el 27% de la població s'exposa a nivells alts de soroll provinents del trànsit (≥ 65 dB L_{den}). La distribució d'aquesta població exposada no és homogènia dins la ciutat, trobant-se els percentatges més alts als barris del districte de l'Eixample i els més baixos al districte de Ciutat Vella. La Figura 3 i la Figura 4 mostren la distribució per districtes de la població exposada a diferents rangs de soroll provinent del trànsit, on es pot veure clarament com el districte de l'Eixample és el que presenta un percentatge més elevat de persones exposades a nivells alts de soroll durant les 24 hores del dia (el 48% de la població) i durant la nit (el 39% de la població).

Figura 3. Percentatge de població exposada a diferents rangs de soroll de trànsit viari durant les 24 hores del dia (L_{den}) per districte.

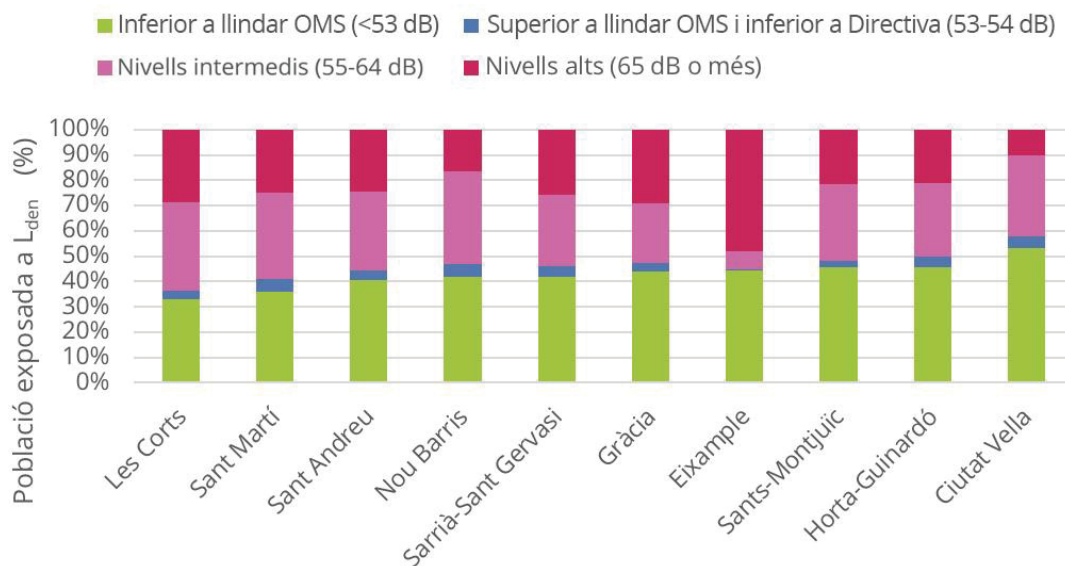
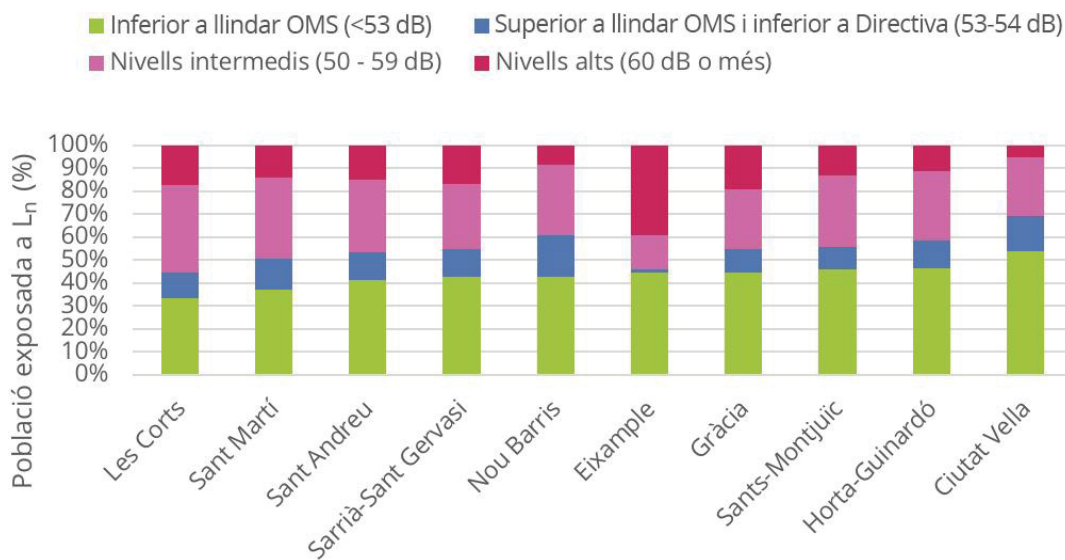


Figura 4. Percentatge de població exposada a diferents rangs de soroll de trànsit viari a la nit (L_n) per districte.



Per comparar el grau d'exposició al soroll a Barcelona en relació a altres ciutats d'Europa, les figures 5 i 6 mostren la població exposada al soroll provinent del trànsit a diferents ciutats europees de més de 100.000 habitants. Les característiques acústiques de Barcelona són equiparables a les d'altres ciutats europees d'extensió i població similars, si bé la major compacitat i densitat pròpies de les ciutats típicament mediterrànies, així com l'ús intensiu de l'espai públic per part de la ciutadania, fa que el soroll es percebi amb més intensitat [9].

Figura 5. Percentatge de població exposada al soroll de trànsit viari **durant les 24 hores del dia** per sobre el el llindar de la Directiva de soroll ambiental (≥ 55 dB L_{den}) a les ciutats europees de més de 100.000 habitants (2017). No inclou algunes ciutats ni països per falta de dades.

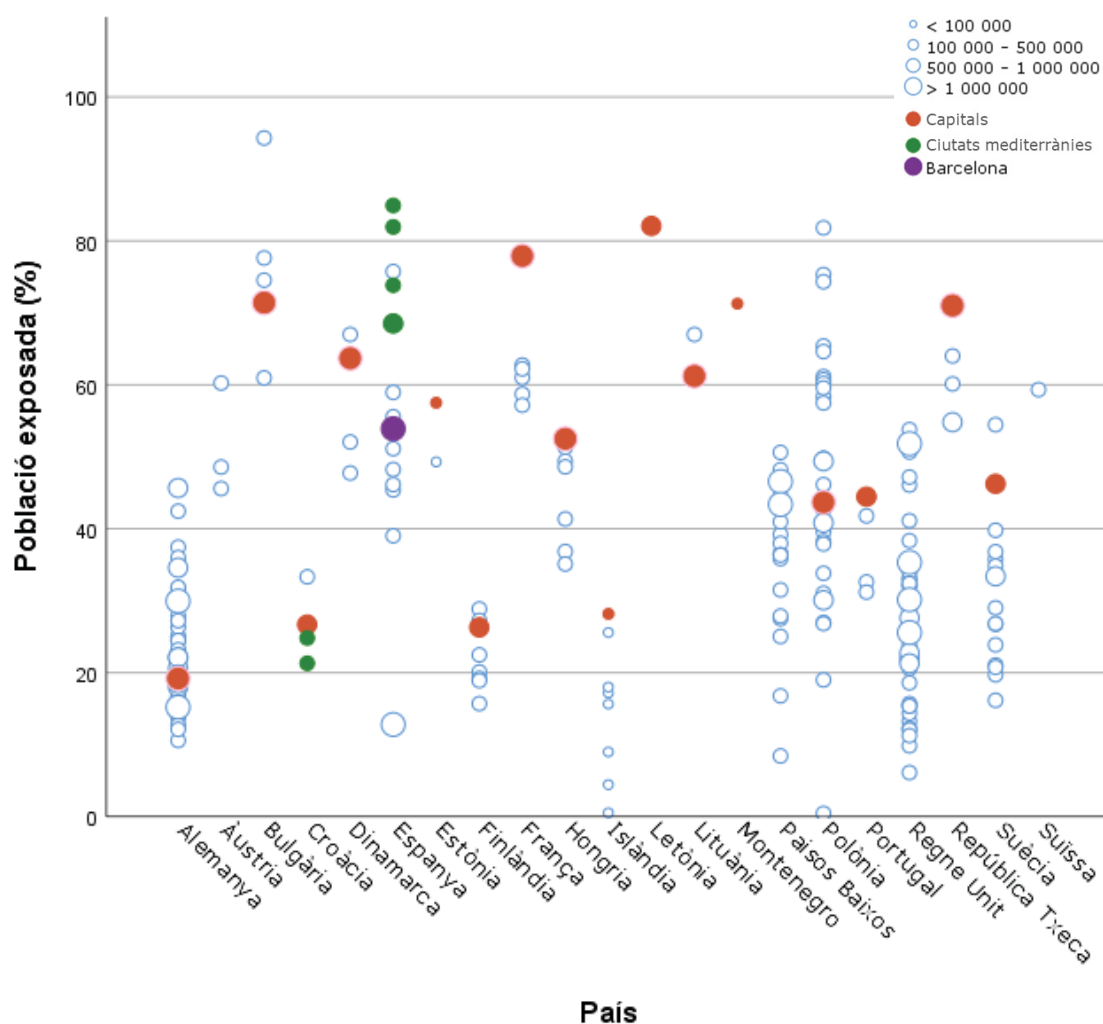
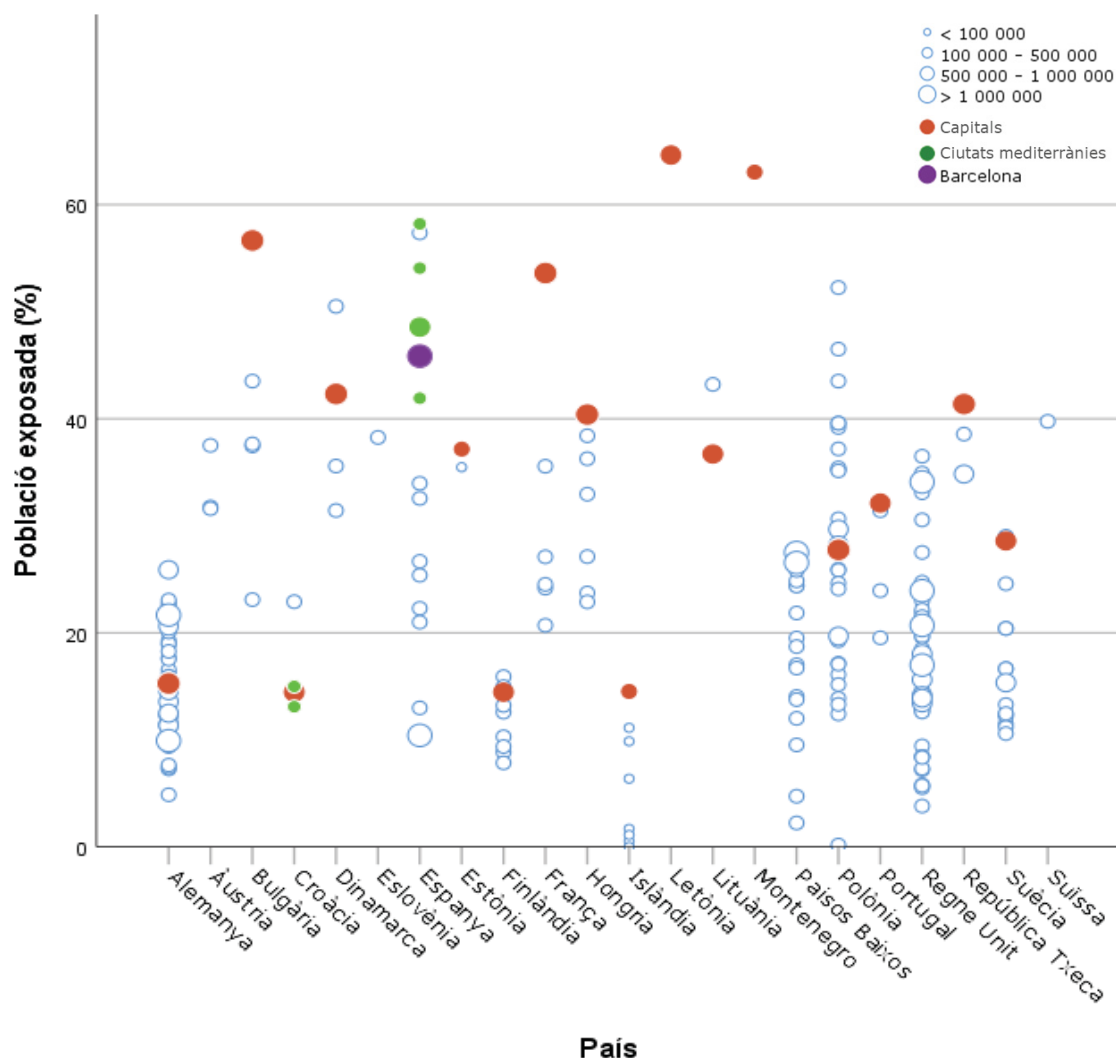


Figura 6. Percentatge de població exposada al soroll de trànsit viari **durant la nit** per sobre el llindar de la Directiva de soroll ambiental (≥ 50 dB L_n) a les ciutats europees de més de 100.000 habitants (2017). No inclou algunes ciutats per falta de dades.



Es pot observar una gran variabilitat en el percentatge de població exposada al soroll tant entre països com dins de cada país (Figura 5 i Figura 6). Aquesta variabilitat s'explica per diferències reals en els nivells de contaminació acústica, modulades per diferències metodològiques en l'avaluació de l'exposició al soroll. Aquestes diferències metodològiques són conseqüència de la lenta implementació de la Directiva europea de soroll ambiental. Les capitals tendeixen a ser les ciutats amb més població exposada dins de cada país. Barcelona es situa en el 25% superior de ciutats amb més població exposada, però la situació empitjora per l'exposició al soroll durant la nit, on es situa clarament a la franja de les ciutats amb més percentatge de població exposada a soroll nocturn.

Soroll degut a l'oci nocturn

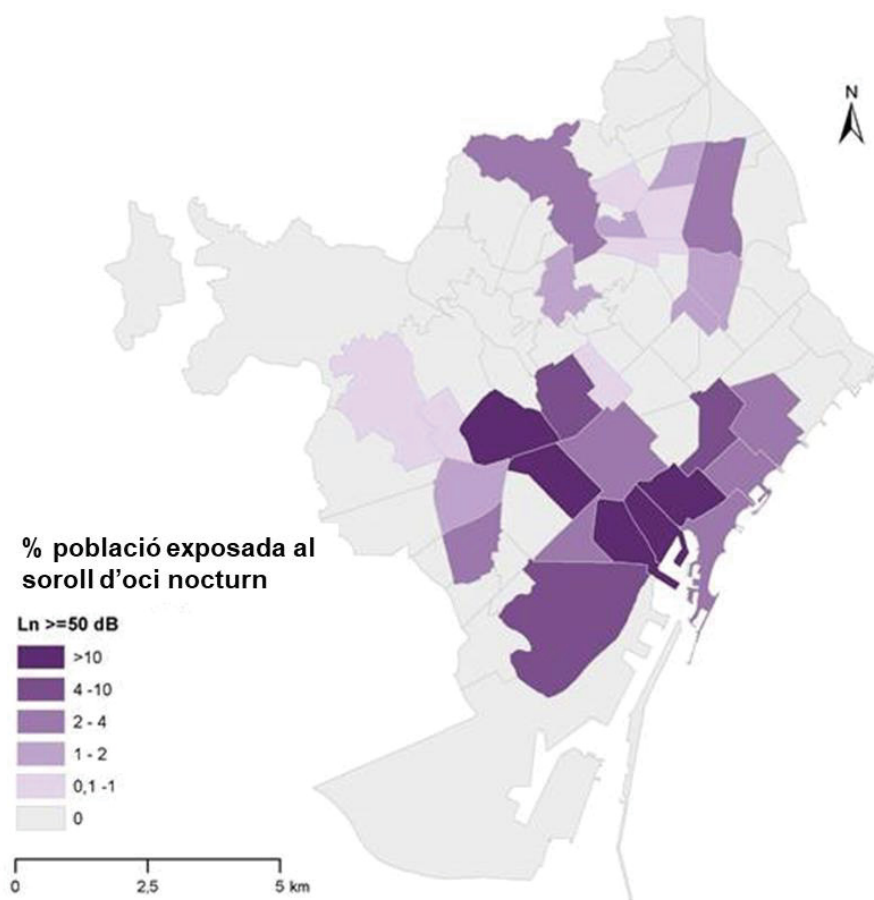
L'oci nocturn és la segona font de contaminació acústica a la ciutat de Barcelona, amb un 3% de la població total exposada a nivells iguals o superiors a 50 dB per L_n . Aquests límits són els que especifica la Directiva Europea 2002/49/CE per altres fonts de soroll i és el que s'ha utilitzat en aquest informe en absència d'un nivell guia de l'OMS per l'oci nocturn. Les guies de l'OMS de l'any 2018 per primer cop han inclòs els efectes sobre la salut de l'oci, però entès com a exposició individual per participació a un cert esdeveniment o a l'exposició a certs aparells auditius, i no als riscos potencials de l'exposició per part dels residents als barris o llocs on s'esdevenen les activitats de lleure i oci nocturn.

Tal i com es pot apreciar a la Figura 7, es tracta d'una font de soroll molt localitzada a zones concretes de la ciutat i vinculada a certs barris, com són l'Antiga Esquerra de l'Eixample (20% de població exposada), el Barri Gòtic (17%), el Raval (17%), Sant Gervasi – Galvany (16%) i Sant Pere, Santa Caterina i la Ribera (14%).

Fent l'anàlisi per districtes, la major problemàtica es concentra, amb molta diferència, al districte de Ciutat Vella, on un 14% de la població està exposada a soroll provinent de l'oci nocturn igual o superior a 50 dB L_n i d'aquests, la meitat està exposada a nivells alts de contaminació acústica (igual o superior a 60 dB L_n). Altres districtes on estariem parlant d'entre un 3 i un 5% de la població exposada a nivells intermedis i alts d'exposició al soroll de l'oci nocturn serien Sarrià-Sant Gervasi, l'Eixample, Gràcia i Sants-Montjuïc, mentre que la resta ja serien valors d'un 1% o per sota de l'1% de la població total del districte (veure Figura 8)



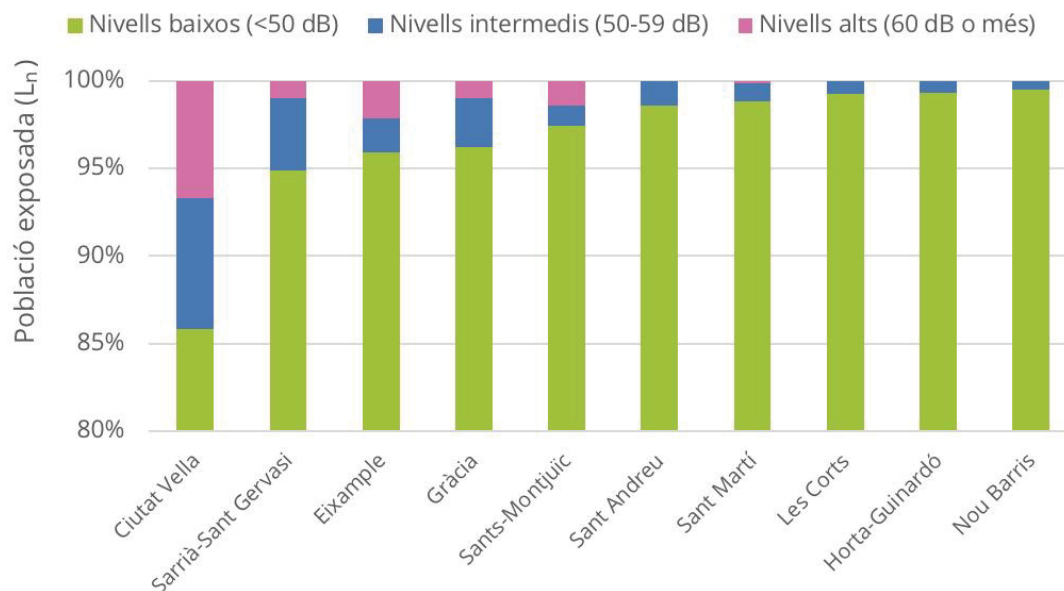
Figura 7. Percentatge de població exposada al soroll **d'oci a la nit** per sobre el llindar de la Directiva de soroll ambiental (≥ 50 dB L_n) per barris.



Font: Mapa estratègic de soroll de Barcelona (2017).

Un estudi realitzat per l'Agència de Salut Pública de Barcelona (ASPB) l'any 2017 sobre els efectes sobre la salut del soroll provinent de l'oci nocturn a Ciutat Vella va identificar que les principals fonts de soroll detectades per la població afectada eren el turisme, l'acumulació de locals d'oci, l'acumulació de persones a la via pública i el seu comportament, les brigades de neteja durant la matinada, els vehicles de càrrega i descàrrega i la música al carrer i les places [10]. En aquest estudi també es posava de manifest que el soroll de l'oci nocturn no era homogeni durant la setmana sinó que es concentrava especialment a les nits de divendres i dissabte. Les dades dels sonòmetres instal·lats a les zones amb major activitat d'oci nocturn a Ciutat Vella van registrar unes mitjanes anuals superiors als 60 dB(A) i en algun cas superiors als 70 dB(A) durant les nits de divendres i dissabtes. Aquesta exposició més puntual a nivells molt elevats de soroll queda emmascarada en els indicadors d'exposició de mitjanes anuals durant tots els dies de la setmana que utilitza la Directiva de soroll i l'OMS com són el L_{den} i L_n .

Figura 8. Percentatge de població exposada a diferents rangs de soroll per **oci durant la nit** (L_n) per districte.



Soroll provinent d'altres fonts

Com s'ha vist, el trànsit viari és la font principal de soroll a la ciutat de Barcelona molt per sobre de les altres fonts. Per exemple, en comparació el **trànsit ferroviari** afecta només a un 0,65% de la població de Barcelona segons els valors guia de l'OMS per a l'indicador L_{den} . Aquest percentatge augmenta fins al 0,8 % per a la població exposada durant la nit (segons els llistats de l'OMS).

Pel que fa al **soroll industrial**, pràcticament no hi ha gent exposada a nivells iguals o superiors als 55 dB L_{den} i 50 dB L_n . Això es deu principalment a la localització de les indústries dins el teixit urbà, ja que estan ubicades a àrees on pràcticament no hi viu ningú. Les últimes guies de l'OMS tampoc no han especificat a partir de quin nivell de soroll es produeixen efectes sobre la salut degut al soroll industrial. Per tant serien d'aplicació els nivells que es van publicar a les Community Noise Guidelines de l'any 1999 que estableixen els nivells de soroll exterior degudes a altres fonts que no fossin el trànsit (com el soroll industrial o les àrees comercials) i es basaven en l'indicador $L_{A,eq}$ pel qual no es disposen de dades per l'elaboració d'aquest informe.

Finalment, pel que fa al **trànsit aeri** en el cas de Barcelona, l'aeroport del Prat no té un impacte significatiu al mapa estratègic de soroll de la ciutat. Degut a la

situació i orientació de les pistes de l'Aeroport Josep Tarradellas Barcelona - El Prat, la ciutat de Barcelona queda fora de la seva àrea d'influència acústica, tot i que el soroll provinent d'alguns avions o helicòpters es pot percebre puntualment. Tot i així, la mitjana anual dels nivells sonors d'aquests avions o helicòpters no és significativa respecte la resta de fonts de soroll considerades en el mapa estratègic.



Percepció del soroll

L'Enquesta de salut de Barcelona de l'any 2016 preguntava sobre les condicions de l'habitatge i l'entorn de la ciutadania, incloent la percepció del soroll al barri i a l'habitatge, amb les següents preguntes:

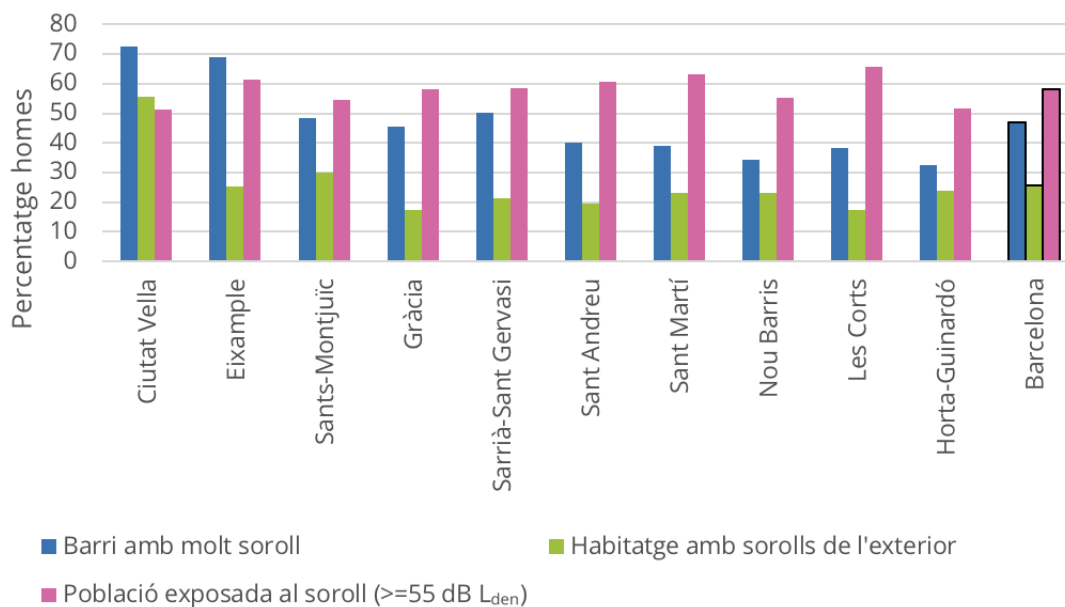
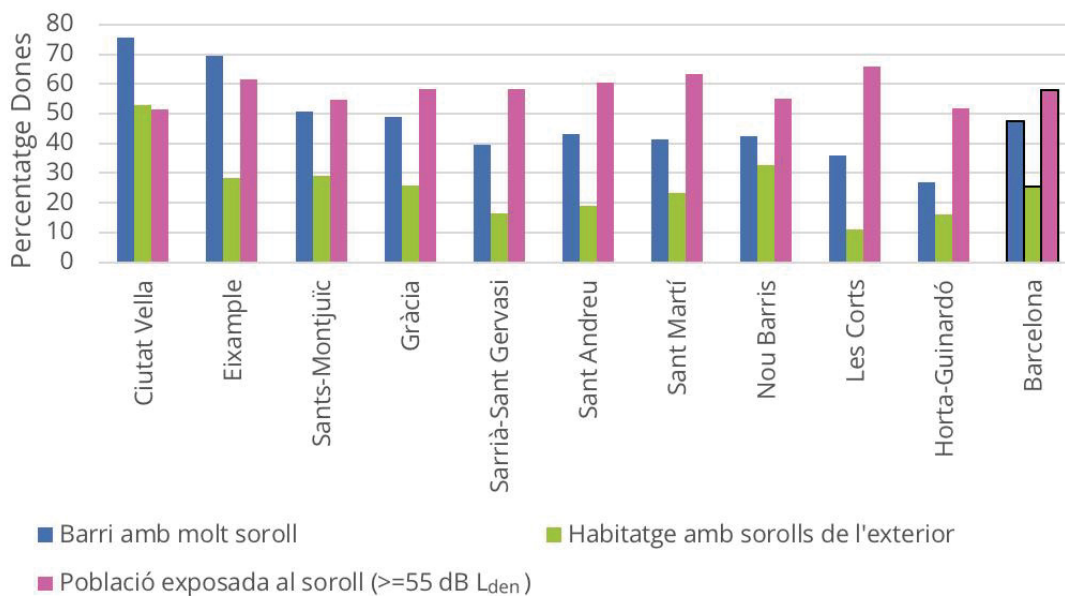
- Fins a quin punt està d'acord en què hi ha molt soroll al seu barri? (Molt d'acord/ D'acord/ Ni d'acord ni en desacord/ En desacord/ Molt en desacord).
- Té el seu habitatge sorolls procedents de l'exterior? (Si / No)

A Barcelona, el 47% de les persones enquestades declaren estar d'acord o molt d'acord en que al seu barri hi ha molt soroll, una percepció que varia molt segons el districte (Figura 9, color blau). Els districtes on la percepció de barri sorollós és més gran són Ciutat Vella amb un 74% seguit de l'Eixample (69%). Nou Barris (38%), Les Corts (37%) i Horta-Guinardó (30%) són els districtes on la percepció de barri sorollós és menor.

Per altra banda, el 26% de la població enquestada declara que el seu habitatge té sorolls procedents de l'exterior, amb diferències importants segons el districte (Figura 9, color gris). Ciutat Vella és l'únic districte on la majoria de la població (55%) declara tenir sorolls dins l'habitatge. En tots els districtes de la ciutat, la percepció de soroll dins l'habitatge és menor a la percepció de barri sorollós. A l'Eixample, el 27% responen que hi ha soroll a l'habitatge mentre que un 69% consideren que el barri és molt sorollós.

A la figura 9 també es comparen aquestes dades subjectives de percepció de soroll amb les dades objectives d'exposició al soroll segons el mapa estratègic de soroll. La figura mostra com la percepció de soroll al barri i a l'habitatge varia molt més entre districtes que no pas l'exposició objectiva. Ciutat Vella i Eixample són els districtes on la percepció de soroll al barri és més gran que les dades objectives de persones exposades. En canvi, molts altres districtes tenen una percepció de soroll menor a les dades d'exposició.

Figura 9. Percepció de soroll al barri i de soroll a l'habitatge en dones (dalt) i homes (baix) i percentatge de persones exposades al soroll total per districtes.



Desigualtats socials en el soroll ambiental

Els coneixements actuals han demostrat com l'impacte dels estressors ambientals, entre ells el soroll, està condicionat per una sèrie de factors socials que marquen diferències en les oportunitats de gaudir d'un bon estat de salut [11]. El resultat pot ser el que s'ha anomenat "efecte doble càrrega" [12]: més exposició al soroll dels grups socialment més desfavorits, i a la vegada ser grups més susceptibles a patir-ne els efectes. Darrera aquestes diferències hi ha mecanismes relacionats amb una menor disponibilitat de recursos o una menor capacitat d'adoptar estratègies per tal de reduir l'exposició a la contaminació acústica, que sovint interactuen amb la vulnerabilitat. Per exemple, les persones de grups socioeconòmics més afavorits poden adquirir o viure en habitatges amb mesures més eficients de cara a l'aïllament acústic i disposar de més recursos per l'autoprotecció individual per fer front al soroll ambiental [10].

Tot i que molts estudis han observat que els grups de classe social desfavorida tendeixen a estar exposats a uns nivells més alts de contaminació acústica, sobretot pel que fa al soroll provinent del trànsit rodat, els resultats no són homogenis [11]–[14]. Els resultats observats depenen molt de l'indicador socioeconòmic que s'utilitzi, de la font de soroll i del país o regió on es faci l'estudi [14], [15]. En el cas de Barcelona, dos estudis previs descriuen que els barris de nivells socioeconòmics més afavorits s'exposen a més soroll [16], [17].

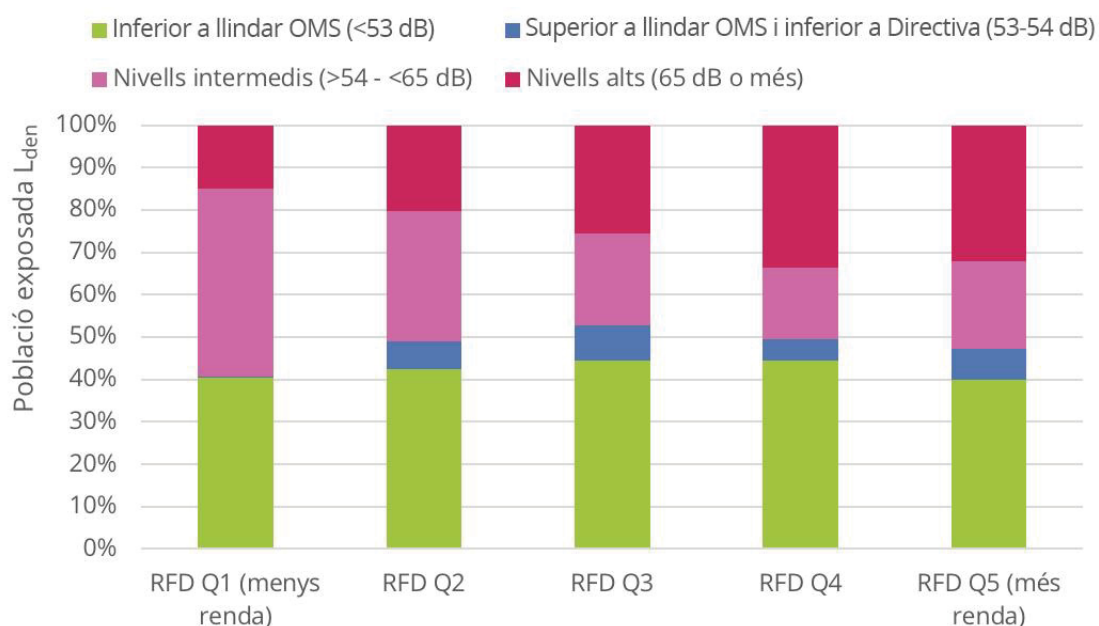
En aquest informe s'han estudiat les desigualtats socials en funció del territori (districte o barri), la renda, la classe social, el país d'origen, el gènere i l'edat. Per estudiar les desigualtats per nivell de renda s'ha considerat l'índex de renda familiar disponible (RFD) dels barris, molt comú en aquest tipus d'anàlisis. Els 73 barris de la ciutat s'han agrupat en quintils de l'índex de RFD.

Exposició al soroll

Tal i com s'ha descrit anteriorment, l'exposició al soroll ambiental provinent del trànsit o de l'oci nocturn, varia molt segons el barri i districte de la ciutat. Per tant, hi ha fortes **diferències geogràfiques** en l'exposició al soroll ambiental a la ciutat de Barcelona.

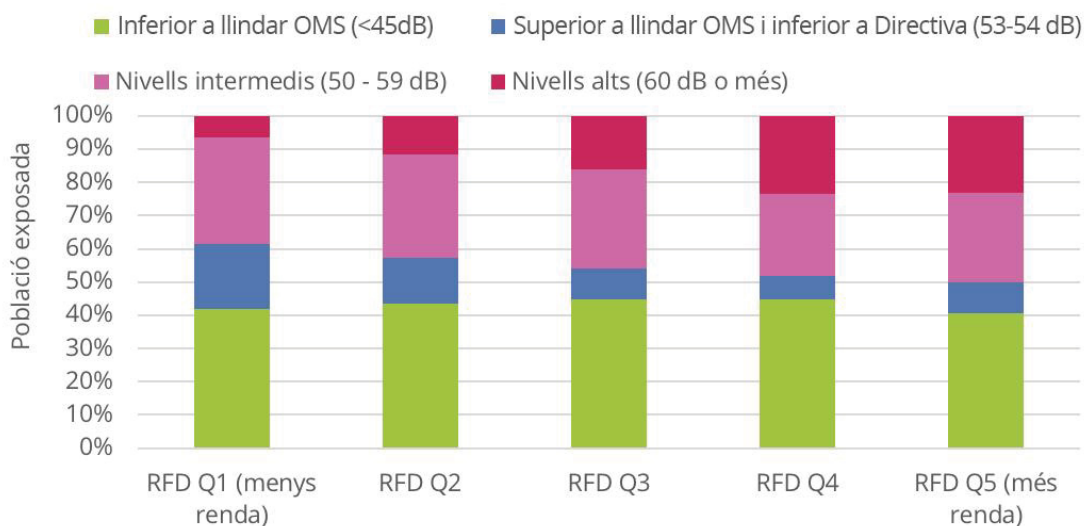
A continuació es mostra el percentatge de població exposada a diferents rangs de soroll per trànsit viari segons el nivell de RFD dels barris, durant les 24 hores del dia (Figura 10) i durant la nit (Figura 11). En tots dos casos, no hi ha diferències en la població exposada per sobre el llindar OMS, però sí quan ens fixem en els nivells més alts de soroll, en què la població exposada augmenta en els barris de renda més alta.

Figura 10. Percentatge de població exposada al diferents rangs de soroll per trànsit viari durant les 24 hores del dia (L_{den}) segons el nivell de renda del barri.



RFD: Renda Familiar Disponible. Q: quintil.

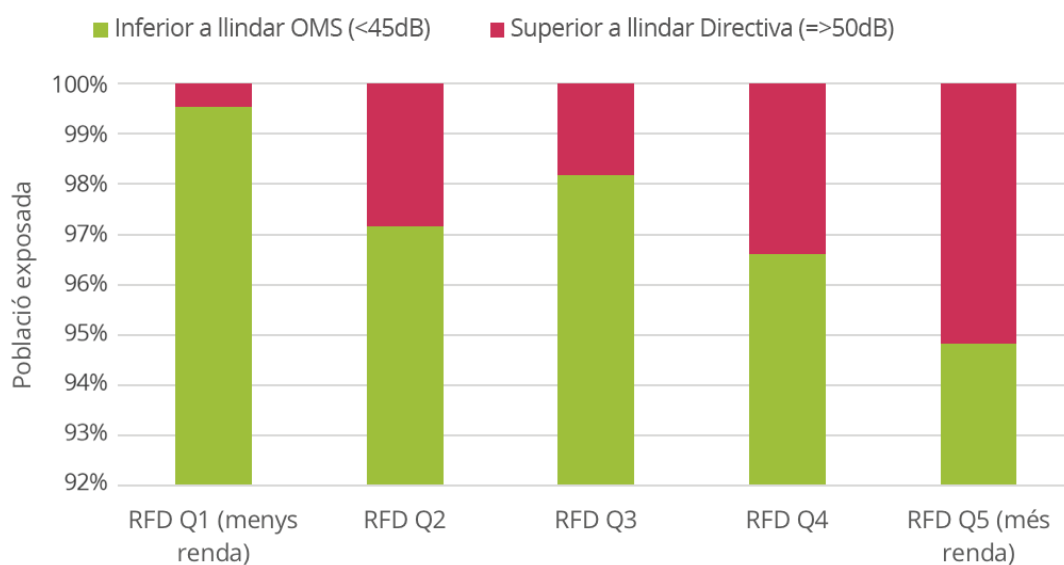
Figura 11. Percentatge de població exposada a diferents rangs de soroll per trànsit viari a la nit (L_n) segons el nivell de renda del barri.



RFD: Renda Familiar Disponible. Q: quintil.

El mateix patró es veu pel soroll provinent de l'oci nocturn, on hi ha més població exposada en els barris de renda més alta (Figura 12).

Figura 12. Percentatge de població exposada al soroll provinent de l'oci durant la nit (L_n) segons el nivell de renda del barri.



RFD: Renda Familiar Disponible. Q: quintil.

En resum, aquestes dades indiquen que hi ha nivells més alts de soroll als carrers dels barris amb rendes més altes, que tendeixen a acumular-se al centre de la ciutat on hi ha més trànsit (i més oci nocturn). Aquestes dades coincideixen amb les d'exposició a la contaminació de l'aire a la ciutat, on també es veu com els barris de rendes més altes tendeixen a exposar-se a nivells més alts de NO₂, un contaminant molt lligat al trànsit [18]. La distribució dels factors socioeconòmics, urbanístics i ambientals dins una gran ciutat pot ser diferent de la distribució d'aquests factors a un àmbit geogràfic més gran, pel que caldria veure quins patrons de desigualtat ambiental es donen per exemple, en el conjunt de l'àrea metropolitana de Barcelona.

Tot i així, cal tenir en compte que les dades disponibles del mapa estratègic de soroll no han permès estudiar les desigualtats socioeconòmiques a nivell individual. A més, el mapa estima l'exposició al soroll de cada edifici de la ciutat, però no té en compte la diferent exposició al soroll dels habitatges que formen l'edifici i que pot variar substancialment, per exemple en funció de l'alçada del pis o de si el pis dona al carrer més transitat o a un pati d'illa.

Percepció del soroll

Segons l'Enquesta de salut de Barcelona, la **percepció de barri sorollós** (percentatge de persones que estan molt d'acord o d'acord en què el seu barri té molt soroll) no presenta diferències estadísticament significatives per gènere, edat, nivells d'estudis, classe social o país de naixement (Figura 13).

En canvi, la **percepció de tenir soroll a l'habitatge** procedent de l'exterior és més freqüent en persones joves i adultes i en persones nascudes fora de l'Estat Espanyol, mentre que no hi haurien diferències estadísticament significatives per gènere, nivells d'estudis o classe social (Figura 14).

Si es té en compte el nivell de renda del barri, sí que es detecten diferències estadísticament significatives tant en la percepció de barri sorollós com en la percepció de tenir soroll a l'habitatge (p -valor $<0,01$) (Figura 15). Tot i que el gradient no és constant en tots els quintils de rendes del barri, hi ha una tendència en què els barris de rendes més altes perceben més soroll al barri i menys soroll a l'habitatge. En els barris de rendes més baixes, el percentatge de persones que perceben soroll al barri s'acosta més al percentatge de persones que perceben soroll a l'habitatge, mentre que aquesta diferència és molt més gran en els barris amb renda més alta. Les desigualtats per nivell de renda descrites en la percepció del soroll dins l'habitatge a Barcelona serien parcialment coincidents amb les desigualtats en les queixes per soroll descrites a nivell regional a Europa [14].

En resum, la percepció de soroll a l'interior de l'habitatge no es percep de forma homogènia a la població i és més elevada entre les persones que viuen al districte de Ciutat Vella, als barris de rendes més baixes i les persones nascudes fora de l'Estat Espanyol. Les condicions de l'habitatge, la qualitat de la construcció i l'aïllament acústic són elements que poden explicar aquestes desigualtats en la percepció de soroll dins l'habitatge. Per tant, tot i que a Barcelona els barris amb més nivell de renda tendeixen a tenir més exposició al soroll al carrer, aquest no té perquè correspondre's amb l'exposició al soroll dins l'habitatge on les dades indiquen que sí que hi haurien desigualtats socioeconòmiques.



Figura 13. Percentatge de dones i homes que perceben que el seu barri té molt soroll, segons edat, país de naixement i classe social.

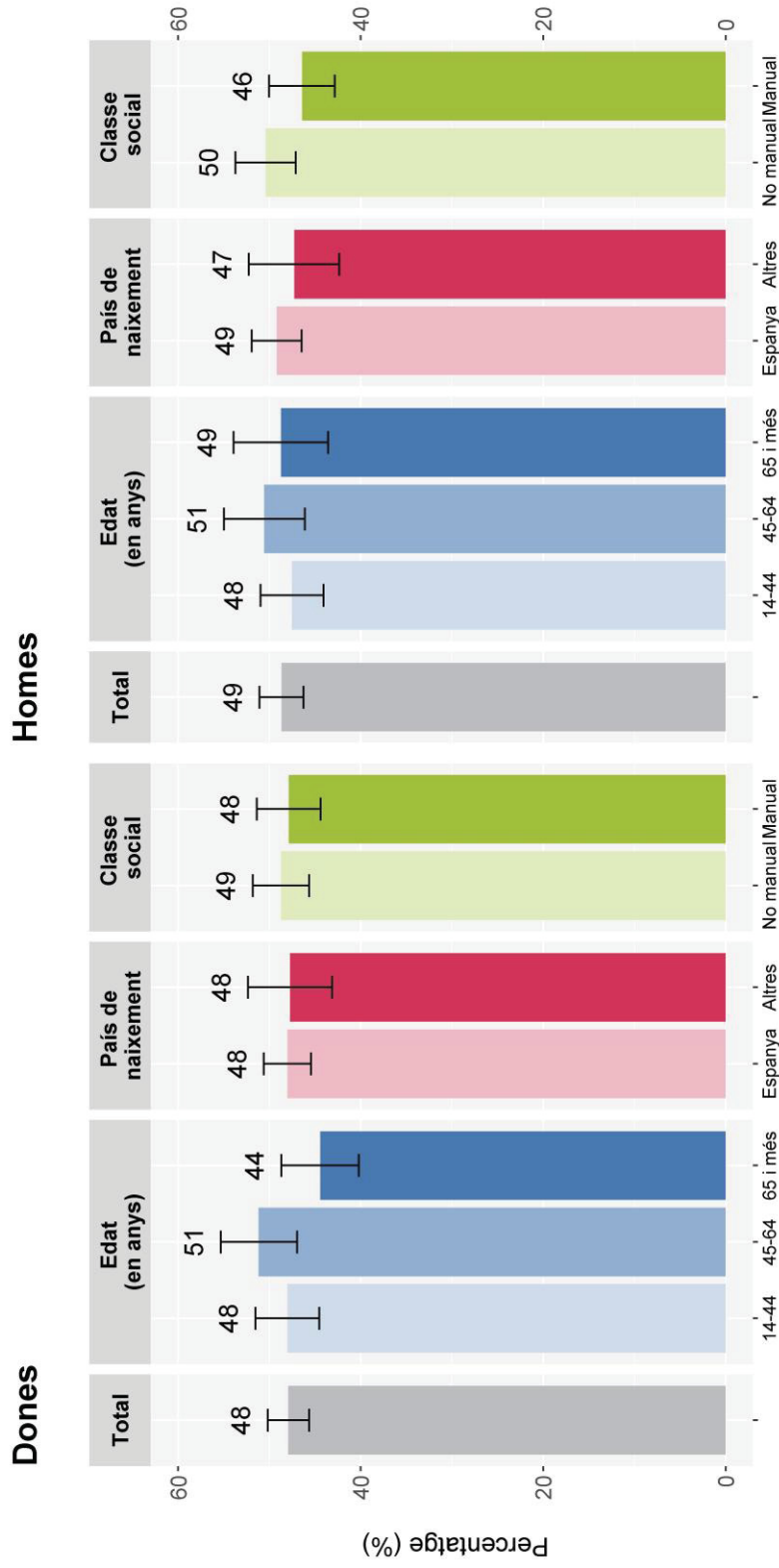
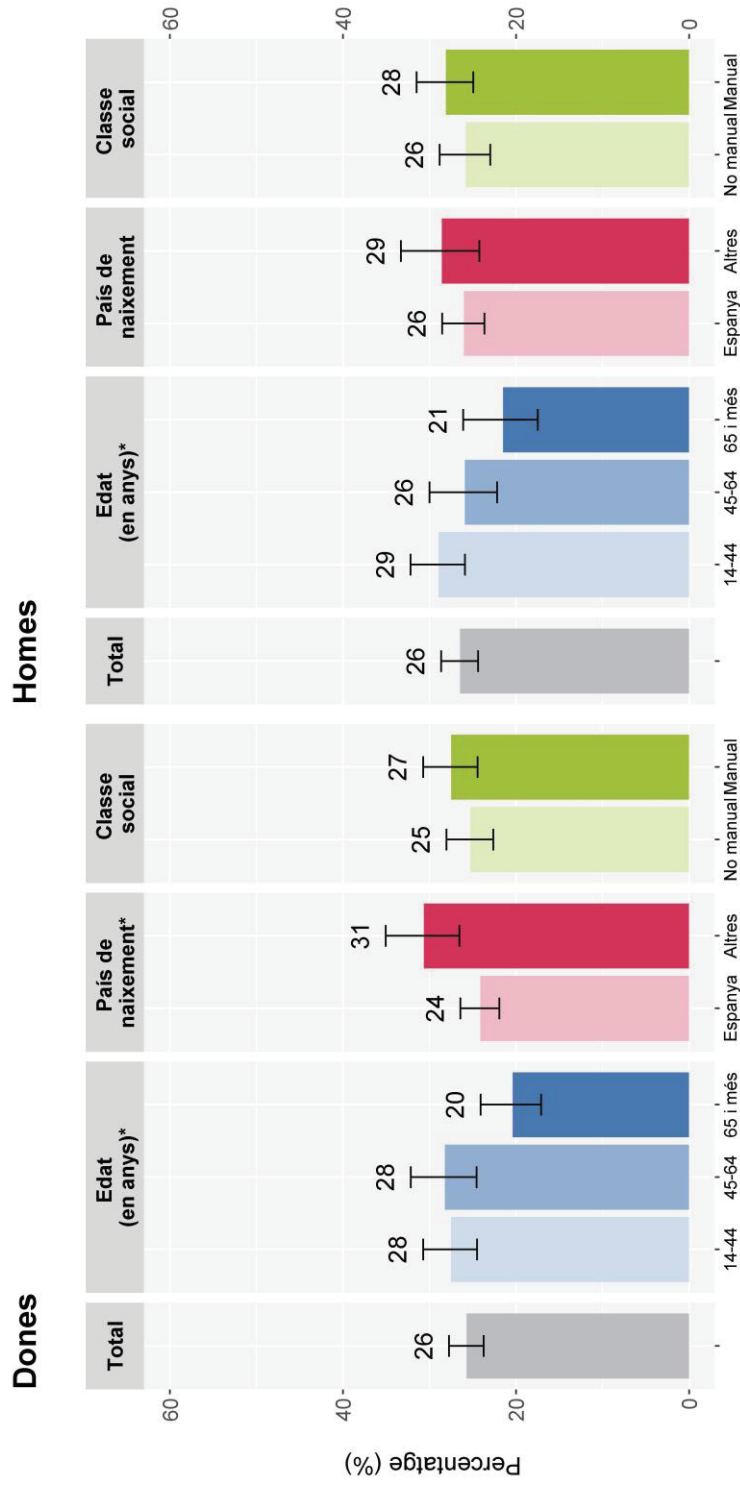
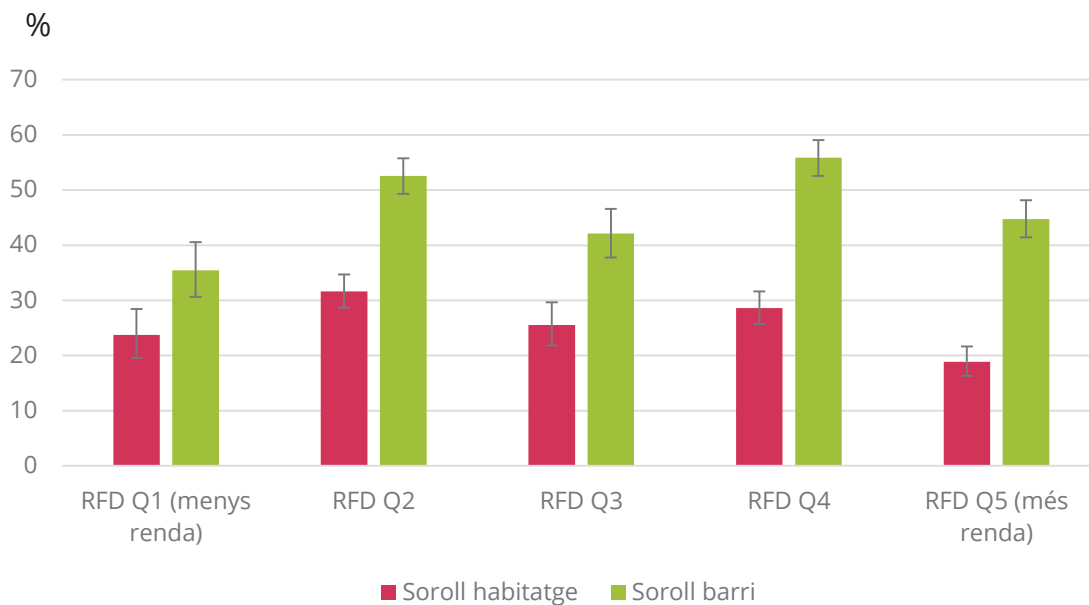


Figura 14. Percentatge de dones i homes que perceben que el seu habitatge té soroll procedents de l'exterior, segons edat, país de naixement i classe social.



* Diferències estadísticament significatives (p-valor<0,005)

Figura 15. Percentatge de persones que perceben que el seu habitatge té soroll procedents de l'exterior i que el seu barri té molt soroll, segons la Renda Familiar Disponible (RFD) del barri on viuen, classificats en cinc quintils.



RFD: Renda Familiar Disponible. Q: quintil.

Efectes sobre la salut del soroll ambiental

En aquest capítol es fa un resum de l'evidència científica actual sobre quins són els efectes sobre la salut del soroll ambiental.

Problemes auditius i no auditius

L'exposició al soroll comporta tant problemes auditius com no auditius.

Els **problemes auditius** del soroll representen una lesió directa del sistema auditiu, com la pèrdua de la capacitat auditiva i tinnitus. L'OMS ha considerat que els nivells de soroll ambiental generats tant pel trànsit com per la resta de fonts avaluades (avions, trens i aerogeneradors) no són prou elevats per produir una lesió directa en el sistema auditiu. Les últimes evidències científiques publicades [19], conclouen que la pèrdua permanent de capacitat auditiva i el tinnitus poden estar provocats per l'exposició a aparells auditius personals (auriculars).

Pel que fa a **problemes no auditius**, s'ha demostrat que una exposició continuada al soroll ambiental excedint certs llindars provoca trastorns psicològics i fisiològics [20]. Els principals efectes en la salut i la qualitat de vida són: l'afectació del benestar emocional, psicològic i social, que inclou la molèstia deguda al soroll (concepte definit a la pàgina 38), el trastorn o alteració del son, els efectes negatius en el sistema cardiovascular i metabòlic (augment d'incidència de malaltia i de mort per causa cardiovascular), així com un impacte negatiu en el desenvolupament cognitiu dels infants [1]. Els principals efectes sobre la salut del soroll ambiental descrits en les últimes guies de l'OMS, així com el seu grau d'evidència segons les revisions sistemàtiques realitzades es resumeixen a les taules 4 i 5 respectivament.

Taula 4. Efectes principals sobre la salut de l'exposició crònica al soroll ambiental.

- Molèstia *
- Alteració del son
- Malalties cardiovasculars i metabòliques
- Mortalitat per causa cardiovascular
- Problemes cognitius en infants

Font: OMS, 2018. *concepte definit a la pàgina 38

Taula 5. Principals efectes sobre la salut deguts al soroll ambiental i el seu grau d'evidència segons les revisions sistemàtiques realitzades per elaborar les guies de l'OMS del 2018.

Efecte sobre la salut	Evidència	Revisió per les guies OMS 2018
Molèstia*	Sòlida	WHO environmental noise guidelines for the European region: a systematic review on environmental noise and annoyance [21]
Trastorns o alteració del son	Sòlida	WHO environmental noise guidelines for the European region: a systematic review on environmental noise and effects on sleep [22]
Efectes en el sistema cardiovascular i metabòlic	Sòlida per malaltia CV i limitada per obesitat i diabetis	WHO environmental noise guidelines for the European region: a systematic review on environmental noise and cardiovascular and metabolic effects: a summary [23]
Desenvolupament cognitiu en infants	Sòlida per soroll aeri i limitada per soroll de trànsit	WHO environmental noise guidelines for the European region: a systematic review on environmental noise and cognition [24]
Salut mental	Limitada	WHO environmental noise guidelines for the European region: a systematic review on environmental noise and quality of life, wellbeing and mental health [25]
Defectes congènits	Limitada	WHO environmental noise guidelines for the European region: a systematic review on environmental noise and adverse birth outcomes [26]
Altres (alguns tipus de càncer, vinculacions a l'estil de vida, etc.)	Limitada	WHO environmental noise guidelines for the European region: a systematic review on environmental noise and quality of life, wellbeing and mental health [25]

* Concepte definit a la pàgina 38.

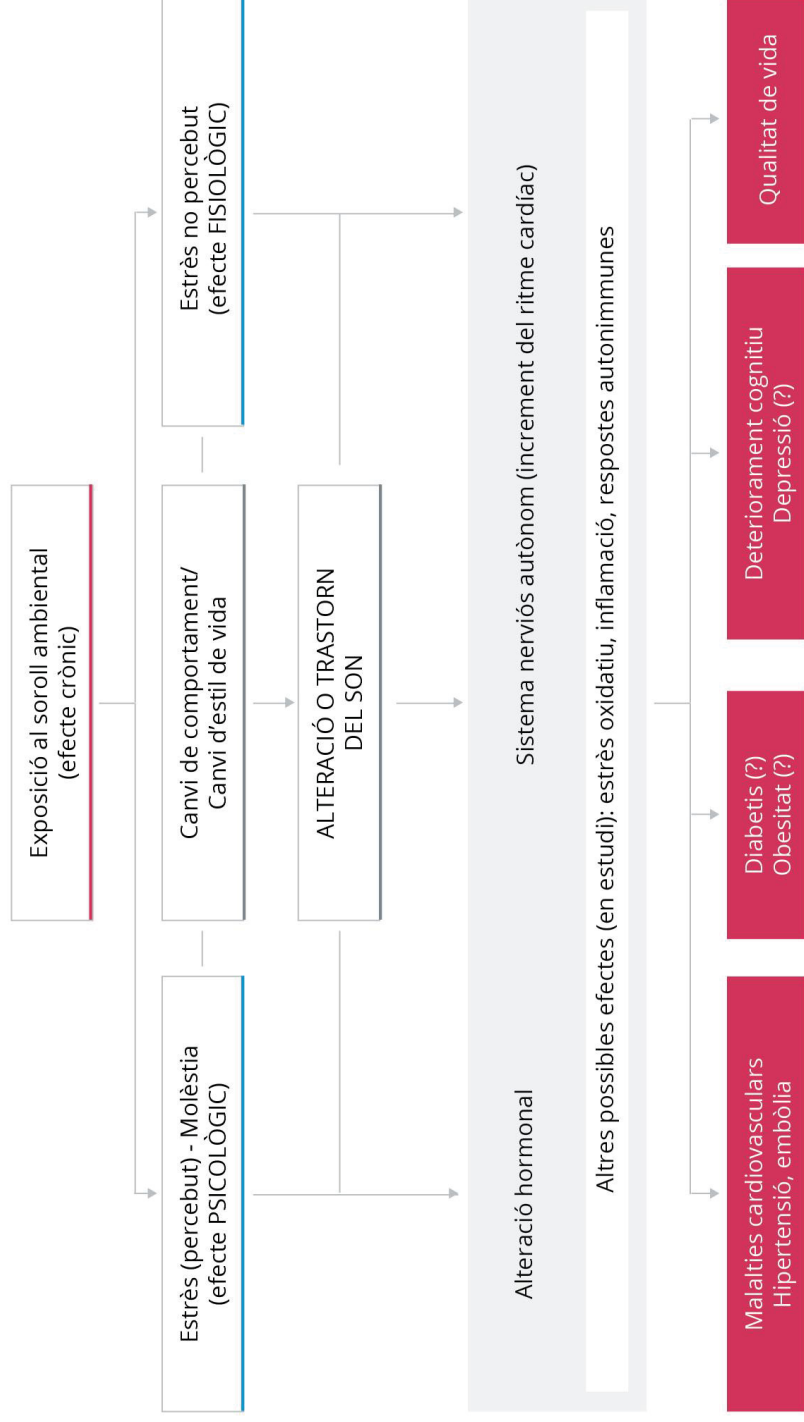
Efectes en salut en població adulta

L'exposició al soroll ambiental pot comportar una afectació de la salut i la qualitat de vida a diferents nivells i en diferents graus, tal i com mostren les figures 16 i 17. La convivència amb el soroll ambiental tant al carrer com dins del domicili afecta el **benestar emocional, psicològic i social**. El soroll ambiental pot interferir en les activitats diàries com ara la concentració i la capacitat de treball i pot comportar canvis d'hàbits per aïllar-se del soroll (evitar certs carrers, no utilitzar els balcons, tancar finestres, ús de taps o fins i tot el canvi de domicili) [6,10]. La interferència del soroll ambiental en la comunicació oral (mala comprensió i necessitat d'augmentar el to de veu) és un altre factor identificat, que afecta especialment a les persones amb problemes auditius, persones grans i infants que estan en procés d'aprenentatge de la parla [6].

S'utilitza el terme **molèstia deguda al soroll** (o *noise annoyance* en terminologia anglesa) per definir aquesta resposta multifacètica al malestar que provoca el soroll, que generalment inclou 1) la perturbació repetida en les activitats diàries i els conseqüents canvis comportamentals per minimitzar-ne els efectes; 2) la resposta emocional o canvis d'actitud i 3) la resposta cognitiva [21]. La molèstia s'enten doncs, com una resposta d'estrés que engloba un ampli rang d'emocions i sentiments negatius com la insatisfacció, l'angoixa, el disgust, la irritació o la incomoditat [7]. Aquest efecte subjectiu s'avalua a partir de qüestionaris estandaritzats que permeten identificar també els casos on l'afectació és més greu (molèstia intensa o *high annoyance*) i prolongada en el temps. Aquesta afectació més greu i prolongada en el temps és la que s'utilitza en els estudis epidemiològics que quantifiquen l'impacte que suposa el soroll ambiental a nivell poblacional. La molèstia intensa (o afectació emocional, psicològica i social severa) deguda al soroll és un dels efectes en salut que es quantifica en els estudis d'impacte en salut del soroll i és el que s'ha quantificat com a més freqüent a la població [7].

En termes de "càrrega de malaltia" (o pèrdua de qualitat de vida), el principal efecte sobre la salut del soroll ambiental és **l'alteració i el trastorn del son**, ja que els efectes sobre la salut de l'alteració puntual o crònica del son son molt àmplis. D'una banda, la disminució de la quantitat i qualitat d'hores de son pot afectar l'estat d'alerta, el rendiment escolar o laboral i la qualitat de vida [7]. D'altra banda, l'alteració o trastorn del son també pot causar efectes fisiològics com canvis en el metabolisme de la glucosa i la regulació de la gana, problemes de memòria o disfunció del reg sanguini entre d'altres [22]. Si les molèsties o els trastorns dels períodes de son es mantenen en el temps poden propiciar reaccions fisiològiques d'estrès que a llarg termini desencadenin també el desenvolupament de malalties cardiovasculars [20].

Figura 16. Mecanismes biològics de resposta a l'exposició al soroll ambiental. Presentat al II Congrés d'Acústica de Catalunya per Maria Foraster (Institut de Salut Global de Barcelona (ISGlobal) 2018).

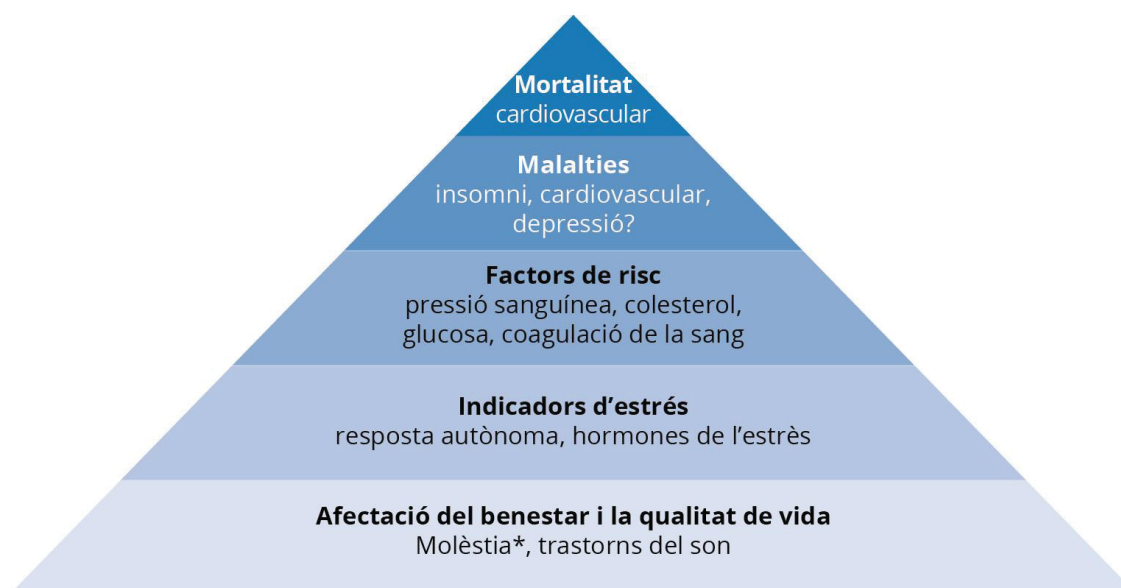


Adaptat a partir de McEwen, 2006 [27], Münzel et al, 2016 [28] i Recio et al, 2016 [29].
L'interrogant en alguns efectes sobre la salut indica que l'evidència per aquests efectes és limitada.

Tal i com s'observa a la Figura 16, el soroll pot derivar en una afectació al sistema cardiovascular i metabòlic. Les reaccions d'estrès de l'organisme (tant psicològiques com fisiològiques) activades per l'exposició al soroll ambiental comporten un increment de la pressió sanguínia, la modificació de la freqüència cardíaca i l'alliberament d'hormones de l'estrès [23]. Tots aquests efectes en el **sistema cardiovascular i metabòlic** relacionats amb l'exposició al soroll també poden ser la conseqüència de trastorns o alteració del son deguts alhora a l'exposició continuada a certs nivells de soroll ambiental, que si arriben a una cronificació poden comportar una **mortalitat prematura**.

La Figura 17 il·lustra també com l'exposició al soroll ambiental afecta la salut d'una població. La piràmide mostra com els efectes psicològics com la molèstia o l'alteració del son serien els efectes del soroll ambiental més comuns a la població i com el soroll ambiental pot acabar tenint efectes en paràmetres fisiològics, desenvolupament de malalties i finalment la mortalitat, cada vegada en una part més reduïda de la població.

Figura 17. Piràmide dels efectes sobre la salut i la qualitat de vida del soroll ambiental



Font: adaptat de EEA 2020 [30]. *afectació emocional, psicològica i social.

A banda de tots aquests efectes sobre la salut que s'han relacionat amb el soroll ambiental amb un grau d'evidència sòlida, hi ha altres efectes en la salut que també s'han estudiat en relació al soroll ambiental, però l'evidència científica fins al moment és menor o de més baixa qualitat. Aquest és el cas de com l'exposició al soroll ambiental pot causar efectes en la qualitat de vida, el benestar i **la salut**

mental [25], [31], [32]. En la revisió realitzada per l'elaboració de les guies de l'OMS de 2018, s'indicava que els estudis fets fins al moment sobre soroll ambiental i salut mental eren escassos i de poca qualitat. La falta d'evidència sòlida no indica que aquests efectes del soroll no existeixin, sinó que falta més recerca de qualitat en aquesta àrea [25]. En el darrer any s'han publicat noves revisions sobre el soroll ambiental (i en concret el soroll de trànsit) i efectes en la salut mental com l'ansietat i la depressió, amb les mateixes conclusions [33], [34], [35]. Si bé aquests estudis reconeixen que el soroll ambiental podria ser un factor de risc important per les malalties mentals, indiquen que calen nous estudis en aquesta àrea, especialment estudis longitudinals.

Per últim, també s'està estudiant si el soroll pot causar **altres efectes** sobre la salut com per exemple alguns tipus de càncer de pit [36], [37] o l'agudització de malalties respiratòries degudes a l'estrès fisiològic causat pel soroll ambiental [29].

Efectes cognitius en infants

També hi ha una evidència sòlida dels efectes del soroll aeri en el **desenvolupament cognitiu en els infants** (Taula 4) [24]. El soroll provinent del trànsit aeri dificulta la lectura, la comprensió oral i el desenvolupament cognitiu dels infants que assisteixen a escoles situades sota les trajectòries que segueixen els avions [24]. Tot i que l'associació actualment sigui molt consistent només amb l'exposició al soroll aeri, és molt possible que l'exposició a altres fonts de soroll com ara el trànsit de vehicles o ferroviari afecti als infants de la mateixa manera, però falta evidència científica al respecte. De fet, en un estudi en escolars de Barcelona, l'exposició al soroll degut al trànsit de vehicles dins de les aules es va associar amb un augment de símptomes d'hiperactivitat i dèficit d'atenció (ADHD), però no amb el desenvolupament del comportament [38]. En un altre estudi a Alemanya, l'exposició al soroll provinent del trànsit a casa també es va associar a un augment d'hiperactivitat i inatenció [39].

Tot i que l'evidència és limitada, sembla que els mecanismes que provoquen els efectes en salut en els infants són diferents dels que actuen en els adults [40] -[42]. S'ha vist que els infants són més sensibles que els adults als efectes fisiològics del soroll ambiental durant el període nocturn, com les reaccions que s'observen a la tensió arterial [43], [44], tot i que l'evidència científica és relativament limitada [24]. Tot i així, sembla que els infants són menys sensibles a canvis i alteracions del cicle del son [38].

Efectes en la salut del soroll provinent de l'oci nocturn

A diferència del soroll provinent del trànsit, el soroll de l'oci nocturn s'acumula en pics molt alts durant les nits, sobretot durant el cap de setmana. Per aquesta raó, un dels principals efectes del soroll provinent de l'oci nocturn és la pertorbació del son [45], [46], [10]. La pertorbació del son és un dels efectes no-auditius més nocius provocats per l'exposició al soroll [19]. Aquesta es caracteritza per la dificultat o el retard en l'inici del son, la interrupció del transcurs del son i l'alteració qualitativa o quantitativa del patró cíclic. A curt termini, la falta de son de qualitat pot provocar somnolència i fàtiga del dia següent [19]. A llarg termini, pot afectar la qualitat de vida i desencadenar els efectes ja descrits en l'apartat anterior. Diversos estudis han descrit també un major ús de sedants i altres medicaments per dormir en persones que viuen en àrees exposades a soroll nocturn [5], [10].

L'estudi qualitatiu a Ciutat Vella (Barcelona) realitzat per l'ASPB sobre els efectes en la salut del soroll provinent de l'oci nocturn identifica també l'afectació a nivell emocional, psicològic i social entre els principals efectes en la qualitat de vida i salut de les persones afectades. Destaquen sentiments d'irritabilitat, nerviosisme, estrès i sensació de desesperació, així com un augment de l'agressivitat, la ira, el mal humor i els comportaments violents com cridar o tirar aigua, ous o altres objectes a les persones que fan soroll [10]. Una altra particularitat que descriu l'estudi és que part d'aquest soroll prové d'actes violents com baralles o discussions, el que podria generar més efectes adversos a nivell psicològic i emocional, com ara la por descrita pels infants entrevistats [10]. El fet de poder seguir les converses de les persones al carrer també es destaca com un soroll especialment molest i destorbador.

Les guies de soroll ambiental de l'OMS del 2018 inclouen per primer cop els efectes sobre la salut de l'oci [1]. Les recomanacions, basades en els pocs estudis científics realitzats fins al moment, estan referides a l'exposició de l'individu que participa de forma voluntària a un cert esdeveniment o a l'exposició a certs aparells auditius, i en canvi, no fan referència als riscos potencials deguts a l'exposició per part dels residents en zones on tenen lloc aquests episodis de contaminació acústica vinculats amb el lleure i l'oci nocturn. Per tant, calen més estudis epidemiològics a nivell internacional que permetin descriure quina és la relació de dosis-resposta entre el soroll provinent de l'oci nocturn i els efectes en salut corresponents.

Impacte en salut del soroll ambiental

Es considera que el soroll provinent del trànsit és el segon factor ambiental que més impacta la salut de la població, després de la contaminació atmosfèrica [2], [3]. L'avaluació d'impacte en salut quantitativa és l'eina que permet estimar quin és l'impacte d'una exposició ambiental en una població concreta. Per dur-se a terme es requereix conèixer quina és la relació de dosis-resposta per cadascun dels efectes en salut i les diferents fonts de soroll que es vulguin quantificar.

Segons la revisió realitzada per elaborar les noves guies de soroll de l'OMS del 2018 [1] i sintetitzades a l'informe europeu Environmental noise in Europe - 2020 [7], hi ha prou evidència de la relació dosis-resposta entre les següents fonts de soroll ambiental i els següents efectes en salut com per recomanar realitzar-ne una avaluació d'impacte en salut (Taula 6).

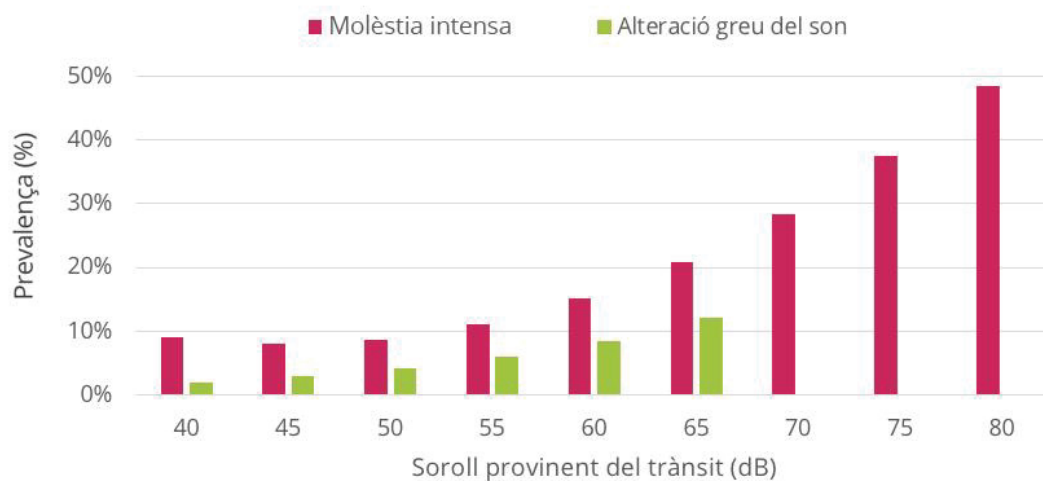
Taula 6. Efectes en salut recomanats per incloure's en una avaluació d'impacte en salut del soroll provinent del trànsit rodat, ferroviari i aeri. Font: OMS, 2018.

Font de soroll	Efectes quantificables	Efectes potencialment quantificables
Trànsit rodat	<ul style="list-style-type: none"> • Incidència de malaltia coronària • Molèstia intensa* • Trastorns del son 	<ul style="list-style-type: none"> • Incidència d'ictus cerebral • Incidència de diabetis
Ferrovitari	<ul style="list-style-type: none"> • Molèstia intensa* • Trastorns del son 	
Aeri	<ul style="list-style-type: none"> • Molèstia intensa* • Trastorns del son • Lectura i comprensió oral en infants 	<ul style="list-style-type: none"> • Incidència de malaltia coronària • Canvi en el perímetre abdominal

Tots els efectes són sobre població adulta, excepte la lectura i comprensió oral que és en població infantil. * El concepte de molèstia intensa es defineix a la pàgina 38.

A la figura 18 es mostra la relació dosis-resposta entre l'exposició al soroll provinent del trànsit i la prevalença de molèstia intensa [21] i la prevalença d'alteració greu del son [22], segons les revisions sistemàtiques realitzades per les guies de l'OMS de 2018 [1] i que també es recullen des del març de 2020 a l'Annex III de la Directiva europea de soroll [47].

Figura 18. Associació entre la prevalença (%) de molèstia intensa deguda al soroll (vermell) i l'alteració greu del son (verd) i l'exposició crònica a soroll provinent del trànsit (L_{den} per la molèstia i L_n per l'alteració del son).



Font: OMS 2018.

Impacte en salut del soroll a Europa

L'informe europeu Environmental noise in Europe - 2020 [7] va estimar l'impacte en salut de l'exposició al soroll pels efectes en salut i fonts de soroll indicats a la Taula 7 per a Europa (EEA 33 excepte Turquia), afegint-hi també l'impacte en la mortalitat cardiovascular. Es va calcular l'impacte per la població exposada a nivells de soroll a partir de 55dB L_{den} i 50 dB L_n , que són els nivells que es declaren per la Directiva Europea de Soroll, el que representa una infraestimació de l'impacte real que continuaria fins els llindars de soroll de l'OMS.

Els resultats indiquen que l'impacte en salut del soroll és molt considerable. S'estima que a Europa, al voltant de 22 milions de persones pateixen una molèstia intensa deguda al soroll, que 6,5 milions de persones pateixen un trastorn greu del son degut al soroll nocturn i que hi ha més de 12.000 morts prematures anualment per l'exposició crònica al soroll ambiental (Taula 7, Figura 19).



Taula 7. Nombre estimat de persones afectades pels diferents efectes en salut atribuïts a l'exposició ambiental del soroll provinent de diverses fonts a Europa, 2017 (Turquia no inclosa).

	Molèstia intensa*	Trastorn greu del son	Malaltia coronària	Mortalitat**	Afectació al des. cognitiu infantil
Dins àrees urbanes					
<i>Trànsit rodat</i>	12.525.000	3.242.400	29.500	7.600	
<i>Ferrovitari</i>	1.694.700	795.500	3.100	800	
<i>Aeri</i>	848.300	168.500	700	200	9.500
<i>Industrial</i>	87.200	23.400	200	50	
Fora àrees urbanes					
<i>Trànsit rodat</i>	4.625.500	1.201.000	10.900	2.500	
<i>Ferrovitari</i>	1.802.400	962.900	3.400	900	
<i>Aeri</i>	285.400	82.900	200	50	2.900
Total***	21.868.500	6.476.600	48.000	12.100	12.400
Referència de la Dosis-Resposta utilitzada					
<i>Trànsit rodat</i>	Guski et al. 2017 [21]	Basner and McGuire 2018 [22]	van Kemper et al. 2018 [23]	van Kemper et al. 2018 [23]	Clark et al. 2006 [48] and van Kemper 2008 [49]
<i>Ferrovitari</i>	Guski et al. 2017 [21]	Basner and McGuire 2018 [22]	van Kemper et al. 2018 [23]	van Kemper et al. 2018 [23]	
<i>Aeri</i>	Guski et al. 2017 [21]	Basner and McGuire 2018 [22]	van Kemper et al. 2018 [23]	van Kemper et al. 2018 [23]	
<i>Industrial</i>	Miedema and Vos 2004 [50]	Miedema and Vos 2007 [51]	van Kemper et al. 2018 [23]	van Kemper et al. 2018 [23]	

Tots els impactes són sobre població adulta, excepte el desenvolupament cognitiu. *El concepte de molèstia intensa es defineix a la pàgina 38. **Mortalitat per malaltia coronària ***S'estima que podria haver-hi doble comptatge per molèstia (màxim 13%) i per trastorns del son (màxim 16%) per l'efecte combinat de diferents fonts de soroll. Font: EEA 2020 [7].

El soroll de trànsit rodat és amb diferència, la font de soroll que més contribueix a l'impacte en salut (75%), molt per sobre del soroll ferroviari (20%), aeri (4%) o industrial (0,5%). La major part de l'impacte en salut del soroll té lloc dins les àrees urbanes.

Si es compara l'impacte del soroll als diferents efectes en salut, les dades indiquen que tant dins com fora les àrees urbanes, la molèstia intensa al soroll és l'efecte del soroll quantificat que afecta a més població, seguit del trastorn greu del son, la malaltia coronària i finalment la mortalitat (Figura 19). El mateix ordre d'impacte del soroll sobre els diferents efectes en salut s'obté si s'estima la càrrega de malaltia calculada a partir dels anys de vida ajustats per discapacitat (DALYs) o el cost econòmic associat [7]. Aquestes dades confirmen la distribució de l'impacte en salut segons la piràmide de la Figura 17.

Figura 19. Nombre estimat de persones afectades pels diferents efectes en salut atribuïts a l'exposició ambiental del soroll total a Europa. Font: EEA 2020 [7].



* Afectació emocional, psicològica i social severa. Veure pàgina 38 per la definició completa de molèstia intensa.

Impacte en salut del soroll a Barcelona

Evidència prèvia

L'ISGlobal va publicar l'any 2017 dos estudis que estimaven l'impacte del soroll ambiental sobre la salut de la població de Barcelona [52], [53]. Els estudis utilitzaven els nivells de soroll provinents del trànsit de l'any 2006 i estimaven l'impacte sobre la mortalitat i la morbiditat del fet que Barcelona superés la recomanació vigent de l'OMS de soroll durant el dia (≥ 55 dB(A)) i la nit (40 dB(A)) [6]. Els resultats indicaven que l'excés de soroll a la ciutat seria responsable d'aproximadament unes 600 morts a l'any, més de 300 casos anuals de malaltia cardiovascular, més de 1300 casos anuals d'hipertensió i més de 400 casos anuals d'ictus cerebrals. Segons l'estudi, el compliment del límit recomanat de soroll en aquell moment també faria reduir la prevalença de persones amb molèstia intensa deguda al soroll (del 19% al 6%) i la prevalença de persones amb trastorn greu del son (del 10% al 3%).

Actualment, els resultats d'aquest estudi s'han d'actualitzar ja que i) les dades de soroll eren de l'any 2006, ii) l'OMS ha recomanat nous líndars específics per soroll provinent del trànsit i iii) hi ha noves funcions dosis-resposta entre l'exposició al soroll i l'efecte en salut.

El mateix estudi, també estimava l'impacte en salut a la ciutat de l'incompliment de les recomanacions internacionals d'altres factors relacionats amb la planificació urbana i del transport, com l'activitat física, la contaminació de l'aire, la calor i la disponibilitat d'espais verds. Considerant els paràmetres analitzats a l'estudi, la contaminació de l'aire seria el factor ambiental que més impacta en la mortalitat, mentre que el soroll seria el factor ambiental que més impacte tindria sobre la morbiditat, és a dir, que més pèrdua de qualitat de vida comportaria, per sobre la contaminació de l'aire o la manca d'activitat física [52], [53]. Aquesta càrrega de malaltia lligada al soroll s'explicaria principalment per la molèstia al soroll i l'alteració del son.

Tal i com s'ha descrit al llarg de l'informe, algunes zones de Barcelona pateixen els efectes negatius del soroll provinent de l'oci nocturn. La manca d'estudis epidemiològics que descriguin la funció dosis-resposta fa que no es pugui fer una avaluació d'impacte en salut quantitativa per aquesta font de soroll. Tal i com descriu un estudi previ de l'ASPB, Ciutat Vella és el districte que més pateix aquesta font de soroll, ja que s'hi acumulen molts bars i locals d'oci nocturn i molta activitat turística, en uns carrers especialment estrets i amb edificis d'obra antiga i de baixa qualitat de construcció [10]. El perfil socioeconòmic desafavorit de les persones que viuen al districte dificulta poder dur a terme un aïllament dels edificis i la instal·lació i pagament d'aire acondicionat a l'estiu que permeti el tancament de finestres.

Noves dades

En aquest informe s'ha estimat de nou l'impacte del soroll ambiental sobre alguns dels seus efectes com són la mortalitat per malaltia cardiovascular, la molèstia intensa (o afectació emocional, psicològica i social severa) deguda al soroll i el trastorn greu del son, degut a l'exposició crònica al soroll de trànsit rodat. S'ha utilitzat les dades de població exposada al soroll del mapa del 2017 i les funcions de dosis-resposta indicades per l'OMS [1] i utilitzades en l'informe europeu [7] i que també ha adoptat la Directiva 2020/367 de la Comissió Europea a través de la qual es modifica l'Annex III de la Directiva 2002/49/CE pel que fa referència a mètodes d'avaluació per als efectes nocius del soroll ambiental. S'han utilitzat doncs, les distribucions de l'exposició de la població adulta a rangs de soroll de 5 dB (agafant el valor mig del rang). Per la molèstia intensa al soroll i la mortalitat s'ha utilitzat l'indicador de soroll L_{den} i pel trastorn greu del son s'ha utilitzat l'indicador L_n . Per l'impacte en la mortalitat, s'ha utilitzat la taxa de mortalitat per

causa cardiovascular (ICD10=I00-I99) a Barcelona durant l'any 2018 segons el Registre de Mortalitat de Barcelona de l'ASPB. L'estimació de l'impacte per la molèstia greu al soroll i pel trastorn del son s'ha fet a nivell de barri, mentre que l'impacte en la mortalitat s'ha fet a nivell de ciutat, ja que el nombre de casos és molt menor i els resultats serien massa inestables.

Amb aquests nous càlculs utilitzant les dades més actualitzades possibles, l'impacte del soroll ambiental sobre la mortalitat cardiovascular a la ciutat de Barcelona s'estima que es situa al voltant de les 130 morts anuals (Taula 8, Figura 20). Al voltant del 13% de la població de Barcelona presentaria una molèstia intensa deguda al soroll (aproximadament 217.200 persones en total) i gairebé un 4% (aproximadament 60.800 persones en total) presentarien un trastorn greu del son.

Taula 8. Estimació de casos atribuïbles al soroll de trànsit a Barcelona (superació nivell OMS: 53dB L_{den}).

	Casos atribuïbles anuals	Dosis-resposta utilitzada	Referència de la Dosis-resposta
Molèstia intensa*	217.000 (13% població adulta)	$RA = (78,927 - 3,1162 \times L_{den} + 0,0342 \times L_{den}^2) / 100$	Guski et al. 2017 [21]
Trastorn greu del son	60.800 (4% població adulta)	$RA = (19,4312 - 0,9336 \times L_{night} + 0,0126 \times L_{night}^2) / 100$	Basner and McGuire 2018 [22]
Mortalitat cardiovascular	130 (3% morts cardiovasculars)	$RR = \exp(\ln(1,05) / 10 \times (L_{den} - 53))$	Van Kemper et al. 2018 [23]

*Afectació emocional, psicològica i social severa. Veure pàgina 38 per la definició completa de molèstia intensa.

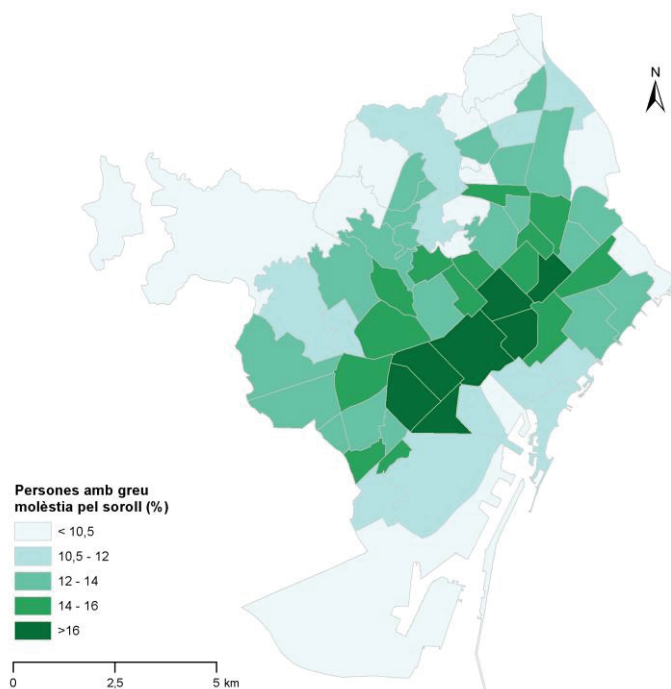
Figura 20. Nombre estimat de persones afectades pels diferents efectes en salut atribuïts a l'exposició ambiental del soroll a Barcelona.



* Afectació emocional, psicològica i social severa. Veure pàgina 38 per la definició completa de molèstia intensa.

En l'anàlisi de l'impacte del soroll sobre la salut a nivell de barris, s'observa que els barris del centre de la ciutat són els que tenen més població exposada a nivells alts de soroll i que per tant pateixen un impacte sobre la salut més important (Figura 21 i Figura 22).

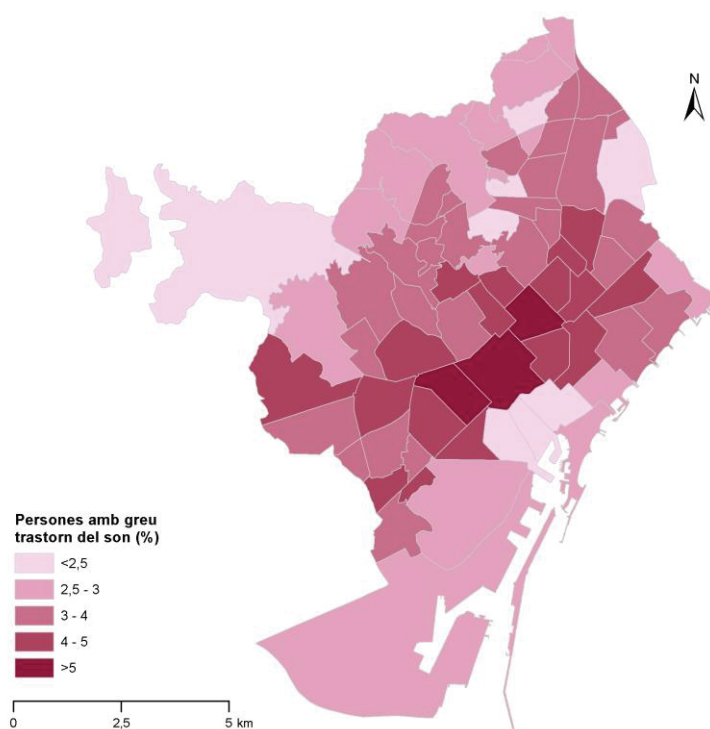
Figura 21. Estimació del percentatge de població que presenten una molèstia intensa* deguda al soroll de trànsit de vehicles, per barri. Font: Elaboració pròpia a partir de les dades del Mapa estratègic de soroll de Barcelona (2017).



* Afectació emocional, psicològica i social severa. Veure pàgina 38 per la definició completa de molèstia intensa.

Els barris de la Sagrada Família, la Dreta de l'Eixample i l'Antiga Esquerra de l'Eixample són els que presenten una prevalença estimada més alta de persones amb molèstia intensa al soroll de trànsit (per sobre del 17%) i de persones amb trastorns greus del son (per sobre del 5%). En canvi, el barri que presenta el valor mínim d'ambdós indicadors és el barri de Vallvidrera, el Tibidabo i les Planes, amb gairebé el 7% dels habitants amb molèstia intensa al soroll de trànsit i un 2% amb trastorns greus del son.

Figura 22. Estimació del percentatge de població que presenten trastorn greu del son degut al soroll de trànsit de vehicles, per barri. Font: Elaboració pròpia a partir de les dades del Mapa estratègic de soroll de Barcelona (2017).



El Sistema de vigilància de l'impacte en salut

Aquest informe contextualitza i posa de relleu la importància de l'impacte sobre la salut del soroll ambiental a la ciutat de Barcelona. En aquest context, l'Agència de Salut Pública de Barcelona ha definit el **Sistema de vigilància de l'impacte sobre la salut del soroll ambiental a Barcelona (VISSAB)** i en aquest informe s'aporten de fet els primers resultats.

El VISSAB té l'objectiu d'estimar i comunicar l'impacte en salut de l'exposició crònica al soroll ambiental de forma periòdica, complementant així la vigilància de l'exposició de la població al soroll ambiental que ja es du a terme cada cinc anys a la ciutat. També pretén aportar dades de percepció del soroll ambiental per part de la ciutadania, mitjançant l'Enquesta de salut de Barcelona, incloent-hi també l'anàlisi de les desigualtats socials.

Així doncs, el VISSAB ha de permetre:

- **Visibilitzar i conscienciar** a la ciutadania i a les institucions públiques sobre els efectes d'aquest factor ambiental que impacta greument la salut
- **Comparar** l'impacte en salut del soroll amb l'impacte d'altres factors ambientals, com ara la contaminació de l'aire, o amb l'impacte del soroll en altres ciutats o territoris
- **Monitoritzar** l'impacte en salut del soroll a la ciutat, complementant la vigilància del soroll i de la població exposada
- **Identificar grups vulnerables** de persones especialment exposades al soroll ambiental o als seus afectes perjudicials
- Informar pel **disseny de les mesures de control** del soroll ambiental i ajudar en l'**avaluació** d'aquestes mesures i de les polítiques de control del trànsit de vehicles en particular.

A la taula 9 es presenta una proposta dels eixos del VISSAB (Exposició al soroll, Percepció, Impacte en salut i Desigualtats), dels principals indicadors i de les fonts d'informació. Alguns d'aquests indicadors ja s'han pogut descriure en aquest informe, mentre que d'altres s'aniran incorporant progressivament, segons l'evolució de l'evidència científica i les dades disponibles a la ciutat.

Taula 9. Proposta dels apartats, indicadors i fonts d'informació del Sistema de vigilància de l'impacte sobre la salut del soroll ambiental a Barcelona (VISSAB)

	Exposició al soroll	Percepció	Impacte en salut	Desigualtats
Indicadors	<p>Població exposada a nivells nocius de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • soroll de trànsit i soroll d'oci • durant les 24 hores i durant la nit (L_{den} i L_n) 	<ul style="list-style-type: none"> • Percepció de barri sorollós • Percepció d'habitatge sorollós 	<p>Prevalença autodeclarada de (*):</p> <ul style="list-style-type: none"> • molèstia al soroll segons diferents fonts de soroll durant les 24h del dia i durant la nit • trastorns del son pel soroll <p>Casos anuals atribuïbles a l'exposició al soroll de trànsit:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Molèstia intensa • Trastorn greu del son • Mortalitat cardiovascular • Malaltia cardiovascular (*) 	<p>En l'exposició, la percepció i l'impacte en salut, en funció de diferents eixos de desigualtat com el gènere, l'edat, el país de naixement, el nivell d'estudis, la classe social, la renda i el territori.</p>
Fonts d'informació	<p>Mapa estratègic de soroll (Ajuntament BCN)</p>	<p>Enquesta de salut de Barcelona (ASPB)</p>	<p>Enquesta de salut de Barcelona (ASPB)</p>	<p>Mapa estratègic de soroll, Enquesta de salut de Barcelona</p>
Freqüència de noves dades	<p>Cada 5 anys</p>	<p>Cada 4 anys</p>	<p>Cada 4/5 anys</p>	<p>Cada 4/5 anys</p>

(*) A desenvolupar-se en un futur.

Conclusions



- El soroll és el segon factor ambiental que més impacta la salut de la població europea. El soroll ambiental comporta una **pèrdua de salut i de qualitat de vida**: afecta el benestar emocional, psicològic i social, provoca trastorns del son, malalties cardiovasculars i metabòliques (augmentant la mortalitat cardiovascular) i afecta el desenvolupament cognitiu dels infants.
- El **trànsit rodat** és el principal focus emissor de soroll a la ciutat de Barcelona molt per sobre de les altres fonts, tant de dia com de nit. El 57% de la població s'exposa a un soroll de trànsit igual o superior al que l'Organització Mundial de la Salut (OMS) considera perjudicial per a la salut tant durant tot el dia (53 dB L_{den}) com durant la nit (45 dB L_n). Un 27% de la població està exposada a nivells molt per sobre d'aquest llindar (65 dB L_{den} o més). El districte de l'Eixample és el que té, amb diferència, més població exposada a valors superiors a 65 dB L_{den} de soroll de trànsit.
- La segona font de soroll més rellevant a la ciutat és l'**oci nocturn**, que afecta al 3% de la població però de forma molt concentrada, especialment al districte de Ciutat Vella així com a altres zones que acumulen aquesta activitat. El ferrocarril, i sobretot la indústria o el trànsit aeri, gairebé no afecten l'exposició al soroll de la població de Barcelona.
- Les dades de **percepció** de l'Enquesta de salut de Barcelona indiquen que gairebé la meitat de la població percep que el seu barri és molt sorollós, mentre que 1 de cada 4 persones considera que el seu habitatge té sorolls procedents de l'exterior. La percepció de soroll dins l'habitatge respecte l'exposició segons el mapa de soroll varia segons el districte. Ciutat Vella és el districte on més gent considera que el seu barri és sorollós, però sobretot que l'habitatge és sorollós, tot i tenir els valors més baixos de població exposada al soroll de trànsit segons el mapa de soroll

- S'observen fortes **diferències geogràfiques** en l'exposició al soroll ambiental: l'Eixample és el districte amb més població exposada al soroll de trànsit i Ciutat Vella el que té més població exposada a l'oci nocturn. L'estudi de les **desigualtats socials** mostra que tot i que els barris amb rendes més altes tenen més població exposada a nivells alts de soroll ambiental, la percepció de soroll dins de l'habitatge és superior als barris de menor renda. També perceben un major soroll dins de l'habitatge les persones més joves i les persones nascudes a l'estranger.
- A diferència del soroll provinent del trànsit, el soroll de l'oci nocturn es caracteritza per ser molt més discontinu i concentrar-se a les nits de divendres i dissabte, quan pot arribar a valors molt elevats durant algunes hores. Aquesta **exposició puntual d'elevada intensitat** pot quedar emmascarada en els indicadors d'exposició de mitjanes anuals durant tots els dies de la setmana que utilitza la Directiva europea de soroll i l'OMS, infravalorant el fort impacte negatiu sobre la salut i la qualitat de vida, especialment en el benestar emocional, psicològic i social i la qualitat del son.
- Cal **avançar en el coneixement** sobre dos aspectes especialment rellevants per Barcelona. Per una banda, l'associació entre el soroll de trànsit viari i l'alteració del desenvolupament cognitiu en infants, i per l'altra, els efectes en salut del soroll provinent de l'oci nocturn. La realització de més estudis epidemiològics a nivell internacional permetrà que les guies de l'OMS incloguin recomanacions específiques sobre aquests dos aspectes i que se'n pugui estimar l'impacte en la salut de la ciutadania.



- L'informe ha pogut quantificar una part de **l'impacte en salut del soroll**, com són els casos més greus de l'afectació emocional, psicològica i social (molèstia intensa), el trastorn greu del son i la mortalitat per malaltia cardiovascular. A **Barcelona**, s'ha estimat que més de 210.000 persones (al voltant d'un 13% de la població adulta) pateixen una molèstia intensa deguda al soroll, que més de 60.000 persones (al voltant d'un 4% de la població) pateixen un trastorn greu del son degut al soroll i que hi ha al voltant de 130 morts anuals per malaltia cardiovascular (al voltant d'un 3% de les morts cardiovasculars) atribuïbles a l'exposició crònica al soroll ambiental. Aquest impacte té lloc de forma més concentrada als barris del centre de la ciutat.

- El **Sistema de vigilància de l'impacte sobre la salut del soroll ambiental** (VISSAB) de l'ASPB neix amb l'objectiu d'estimar i monitoritzar l'exposició al soroll i el seu impacte en salut a la ciutat, tenint en compte les desigualtats socials, per tal de fer més visible els efectes negatius d'aquest factor ambiental i per contribuir en el disseny i l'avaluació de les intervencions aplicades a la ciutat.



Recomanacions

- **Cal reduir dràsticament el trànsit motoritzat** a la ciutat de Barcelona ja que és amb molta diferència la font principal de soroll a tots els districtes i té un impacte en salut molt important. A més, el trànsit també impacta negativament la salut de la població a través de la contaminació de l'aire, les lesions de trànsit i l'ocupació de l'espai públic.
- Paral·lelament a la reducció del trànsit, caldria incidir també en mesures per **minimitzar el soroll d'aquest trànsit i l'exposició al soroll de trànsit** (cobriment de vies, foment dels vehicles elèctrics, implantació d'asfalt i murs sonoreductors...).
- Les mesures de reducció del trànsit i del soroll del trànsit haurien de **prioritzar-se** a les zones més afectades, com el districte de l'Eixample, i també al voltant dels centres educatius per reduir l'exposició dels infants.
- És necessari **reduir el soroll de l'oci nocturn** a alguns punts de la ciutat, especialment al districte de Ciutat Vella, on s'acumulen els percentatges més elevats de població exposada a aquest tipus de soroll i on hi ha més percentatge de població que percep soroll dins l'habitatge. Cal també tenir en compte altres zones de la ciutat que registrin una intensitat elevada d'activitats d'oci nocturn.

- Les intervencions dirigides a reduir el soroll a la ciutat haurien de tenir en compte les **desigualtats socials** i que aquestes no només es donen en el grau d'exposició al soroll per diferent proximitat a la font de soroll, sinó en la desigual percepció del soroll dins l'edifici que s'explicaria per les característiques pròpies dels habitatges.
- L'**Enquesta de salut de Barcelona** és una bona font d'informació per valorar la percepció del soroll tant al carrer com dins els habitatges per part de la ciutadania, tenint en compte factors socioeconòmics individuals, i poder complementar així els mapes de població exposada al soroll. En properes edicions de l'enquesta, caldria aportar més dades sobre el trastorn del son lligat al soroll i de la molèstia deguda al soroll dins l'habitatge diferenciant segons la font de soroll.
- **Cal potenciar els estudis epidemiològics** relacionats amb l'efecte del soroll de trànsit sobre el desenvolupament cognitiu dels infants i també sobre els efectes en la salut del soroll de l'oci nocturn per poder establir llinars en salut que tinguin en compte aquesta fonts de soroll ambiental i poder estimar el seu impacte en salut.
- Cal consolidar el **Sistema de vigilància de l'impacte sobre la salut del soroll ambiental** (VISSAB) desenvolupat per l'ASPB, incorporant nous indicadors d'impacte en salut i generant sèries de dades que permetin avaluar les intervencions realitzades a la ciutat.

Referències

- [1] WHO, «Environmental noise guidelines for the European region», WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, 2018. Consulta: des. 07, 2018. [En línia]. Disponible a: <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/noise/publications/2018/environmental-noise-guidelines-for-the-european-region-2018>.
- [2] O. Hänninen *et al.*, «Environmental burden of disease in Europe: assessing nine risk factors in six countries», *Environmental Health Perspectives*, vol. 122, núm. 5, p. 439-446, maig 2014, doi: <https://doi.org/10.1289/ehp.1206154>.
- [3] WHO i JRC, «Burden of disease from environmental noise — quantification of healthy life years lost in Europe», World Health Organization, 2011. Consulta: maig 05, 2014. [En línia]. Disponible a: http://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/e94888/en/.
- [4] Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeu y del Consejo, de 25 de junio de 2002, sobre evaluación y gestión del ruido ambiental . Disponible a: https://eur-lex.europa.eu/legal_content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32002L0049&from=ES.
- [5] WHO Europe, «WHO night noise guidelines for Europe», WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, 2009. Consulta: juny 14, 2019. [En línia]. Disponible a: <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/noise/policy/who-night-noise-guidelines-for-europe>.
- [6] B. Berglund, T. Lindvall, D. H. Schwela, i O. and E. H. T. World Health Organization, «Guidelines for community noise», World Health Organization, Geneva, 1999. Disponible a: <http://apps.who.int/iris/handle/10665/66217>.
- [7] EEA, «Environmental noise in Europe 2020», European Environment Agency, EEA Report 22/2019, 2020.
- [8] Memòries MES. Ajuntament de Barcelona, Mapa Estratègic de Soroll de Barcelona 2017. Disponible a: <http://hdl.handle.net/11703/120011>
- [9] Ajuntament de Barcelona, «Pla per la reducció de la contaminació acústica de la ciutat de Barcelona 2010-2020», Ajuntament de Barcelona, 2010.
- [10] Agència de Salut Pública de Barcelona, «Estudi de valoració de l'impacte del soroll procedent de les activitats relacionades amb l'oci nocturn sobre la salut de les persones a Ciutat Vella», Agència de Salut Pública de Barcelona, Barcelona, 2017.

- [11] S. Dreger, S. A. Schüle, L. K. Hiltz, i G. Bolte, «Social inequalities in environmental noise exposure: a review of evidence in the WHO European region», *Int J Environ Res Public Health*, vol. 16, núm. 6, 20 2019, doi: <https://doi.org/10.3390/ijerph16061011>.
- [12] D. Laußmann, M. Haftenberger, T. Lampert, i C. Scheidt-Nave, «Social inequities regarding annoyance to noise and road traffic intensity: results of the German Health Interview and Examination Survey for Adults (DEGS1) [Soziale Ungleichheit von Lärmbelastigung und Straß enverkehrsbelastung: Ergebnisse der Studie zur Gesundheit Erwachsener in Deutschland (DEGS1)]», *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz*, vol. 56, núm. 5-6, p. 822-831, 2013, doi: 10.1007/s00103-013-1668-7.
- [13] M. Kohlhuber, A. Mielck, S. K. Weiland, i G. Bolte, «Social inequality in perceived environmental exposures in relation to housing conditions in Germany», *Environmental Research*, vol. 101, núm. 2, p. 246-255, juny 2006, doi: 10.1016/j.envres.2005.09.008.
- [14] WHO, *Environmental health inequalities in Europe. Second assessment report (2019)*. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2019.
- [15] T. Lakes i M. Brückner, «Socio-spatial distribution of noise in Berlin - Sozialräumliche Verteilung der Lärmbelastung in Berlin», *UMID*, vol. 2, p. 25-26, 2011.
- [16] M. Saez i G. López-Casasnovas, «Assessing the Effects on Health Inequalities of Differential Exposure and Differential Susceptibility of Air Pollution and Environmental Noise in Barcelona, 2007–2014», *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 16, núm. 18, Art. núm. 18, gen. 2019, doi: 10.3390/ijerph16183470.
- [17] R. Lagonigro, J. C. Martori, i P. Apparicio, «Environmental noise inequity in the city of Barcelona», *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, vol. 63, p. 309-319, ago. 2018, doi: 10.1016/j.trd.2018.06.007.
- [18] Agència de Salut Pública de Barcelona, «Informe qualitat de l'aire de Barcelona, 2019», Agència de Salut Pública de Barcelona, Barcelona 2020. Disponible a: https://www.aspb.cat/wp-content/uploads/2020/10/Informe_qualitat-aire-2019.pdf
- [19] M. Basner *et al.*, «Auditory and non-auditory effects of noise on health», *Lancet*, vol. 383, núm. 9925, p. 1325-1332, abr. 2014, doi: 10.1016/S0140-6736(13)61613-X.
- [20] I. Van Kamp, S. Simon, H. Notley, C. Baliatsas, i E. Van Kempen, «Evidence relating to environmental noise exposure and annoyance, sleep disturbance, cardio-vascular and metabolic health outcomes in the context of IGCB (N): A scoping review of new evidence», *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 17, núm. 9, 2020, doi: [10.3390/ijerph17093016](https://doi.org/10.3390/ijerph17093016).
- [21] R. Guski, D. Schreckenberger, i R. Schuemer, «WHO environmental noise guidelines for the European region: a systematic review on environmental noise and annoyance», *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 14, núm. 12, p. 1539, 2017, doi: <https://doi.org/10.3390/ijerph14121539>.

- [22] M. Basner i S. McGuire, «WHO environmental noise guidelines for the European region: a systematic review on environmental noise and effects on sleep», *Int J Environ Res Public Health*, vol. 15, núm. 3, 2018, doi: <https://doi.org/10.3390/ijerph15030519>.
- [23] E. van Kemper, M. Casas, G. Pershagen, i M. Foraster, «WHO environmental noise guidelines for the European region: a systematic review on environmental noise and cardiovascular and metabolic effects: a summary», *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 15, núm. 2, p. 379, 2018, doi: <https://doi.org/10.3390/ijerph15020379>.
- [24] C. Clark i K. Paunovic, «WHO environmental noise guidelines for the European region: a systematic review on environmental noise and cognition», *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 15, núm. 2, p. 285, 2018, doi: <https://doi.org/10.3390/ijerph15020285>.
- [25] C. Clark i K. Paunovic, «WHO environmental noise guidelines for the European region: a systematic review on environmental noise and quality of life, wellbeing and mental health», *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 15, núm. 11, p. 2400, 2018, doi: <https://doi.org/10.3390/ijerph15112400>.
- [26] M. J. Nieuwenhuijsen, G. Ristovska, i P. Dadvand, «WHO environmental noise guidelines for the European region: a systematic review on environmental noise and adverse birth outcomes», *Int J Environ Res Public Health*, vol. 14, núm. 10, 2017, doi: <https://doi.org/10.3390/ijerph14101252>.
- [27] Bruce S. McEwen, «Sleep deprivation as a neurobiologic and physiologic stressor: allostasis and allostatic load», *Metabolism*, Vol. 55, Supplement 2, 2006, p. S20-S23, doi: <https://doi.org/10.1016/j.metabol.2006.07.008>.
- [28] Münzel T, Gori T, Schmidt F. «CardioPulse. Noise pollution and arterial hypertension». *Eur Heart J*. 2016;37(12): p. 933-936. doi: 10.15420/ehj.2016:31:2
- [29] A. Recio, C. Linares, J. R. Banegas, i J. Díaz, «Road traffic noise effects on cardiovascular, respiratory, and metabolic health: an integrative model of biological mechanisms», *Environ. Res.*, vol. 146, p. 359-370, abr. 2016, doi: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2015.12.036>.
- [30] European Environmental Agency, «Healthy environment, healthy lives: how the environment influences health and well-being in Europe». European Environmental Agency, 2020. Disponible a: <https://www.eea.europa.eu/publications/healthy-environment-healthy-lives>
- [31] M. E. Beutel *et al.*, «Noise annoyance is associated with depression and anxiety in the general population — the contribution of aircraft noise», *PLoS ONE*, vol. 11, núm. 5, p. e0155357, 2016, doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0155357>.
- [32] E. Orban *et al.*, «Residential road traffic noise and high depressive symptoms after five years of follow-up: results from the Heinz Nixdorf Recall Study», *Environ Health Perspect*, vol. 124, núm. 5, p. 578-585, maig 2016, doi: <https://doi.org/10.1289/ehp.1409400>.

- [33] Lan Y, Roberts H, Kwan MP, Helbich M. Transportation noise exposure and anxiety: A systematic review and meta-analysis. *Environ Res.* 2020 Dec;191:110118.
- [34] Hegewald J, Schubert M, Freiberg A, Romero Starke K, Augustin F, Riedel-Heller SG, Zeeb H, Seidler A. Traffic Noise and Mental Health: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health.* 2020.
- [35] Ordóñez-Iriarte JM. Salud mental y salud ambiental. Una visión prospectiva. Informe SESPAS 2020. *Gac Sanit.* 2020; 34: 68-75.
- [36] M. Sørensen, M. Ketzler, K. Overvad, A. Tjønneland, i O. Raaschou-Nielsen, «Exposure to road traffic and railway noise and postmenopausal breast cancer: a cohort study», *Int. J. Cancer*, vol. 134, núm. 11, p. 2691-2698, juny 2014, doi: <https://doi.org/10.1002/ijc.28592>.
- [37] J. Hegewald *et al.*, «Breast cancer and exposure to aircraft, road, and railway-noise: a case-control study based on health insurance records», *Scand J Work Environ Health*, vol. 43, núm. 6, p. 509-518, 01 2017, doi: <https://doi.org/10.5271/sjweh.3665>.
- [38] J. Forns, P. Dadvand, M. Foraster, M. Alvarez-Pedrerol, I. Rivas, M. López-Vicente, E. Suades-Gonzalez, Raquel Garcia-Esteban, Mikel Esnaola, M. Cirach, J. Grellier, X. Basagaña, X. Querol, M. Guxens, M.J Nieuwenhuijsen, J. Sunyer. Traffic-Related Air Pollution, Noise at School, and Behavioral Problems in Barcelona Schoolchildren: A Cross-Sectional Study. *Environ Health Perspect.* 2016 Apr;124(4):529-35.
- [39] CMT Tiesler, M. Birk, E. Thiering, G. Kohlböck, S. Koletzko, C. Bauer, D. Berdel, A. von Berg, W. Babisch, J. Heinrich, GINIplus and LISApplus Study Groups. Exposure to road traffic noise and children's behavioural problems and sleep disturbance: results from the GINIplus and LISApplus studies. *Environ Res.* 2013 May;123:1-8.
- [40] Lercher, C. Pfeiffer, L. Dekoninck, i D. Botteldooren, «Traffic noise exposure, education and annoyance: Longitudinal experience from crosssectional surveys over time (1989-2004)», Budapest, Hungary, set. 2005, p. 1795-1799, Consulta: gen. 30, 2018. [En línia]. Disponible a: https://www.researchgate.net/publication/228485972_Traffic_noise_exposure_education_and_annoyance_Longitudinal_experience_from_crosssectional_surveys_over_time_1989-2004.
- [41] E. E. M. M. van Kempen, «Transportation noise exposure and children's health and cognition», Dissertation, Utrecht University, 2008.
- [42] W. Babisch, «The noise/stress concept, risk assessment and research needs», *Noise Health*, vol. 4, núm. 16, p. 1-11, jul. 2002.
- [43] W. Babisch, D. Houthuijs, i G. Pershagen, «Annoyance due to aircraft noise has increased over the years - Results of the HYENA study», *Environment International*, vol. 35, p. 1169-1176, 2009.

- [44] I. van Kamp i H. Davies, «Noise and health in vulnerable groups: a review», *Noise Health*, vol. 15, núm. 64, p. 153-159, maig 2013, doi: 10.4103/1463-1741.112361.
- [45] Feijoo, S., 2009. Reactions to night noise due to leisure activities, in: Albans, K.J. (ed). (Ed.), *Proceedings of Euronoise*.
- [46] Morillas, J.M.B., Escobar, V.G., Sierra, J.A.M., Vílchez-Gómez, R., Vaquero, J.M., 2005. Effects of Leisure Activity Related Noise in Residential Zones. *Build. Acoust.* 12, 265–276. doi:10.1260/135101005775219085 Institute of Acoustics, Edinburgh.
- [47] DIRECTIVA (UE) 2020/367 DE LA COMISIÓ de 4 de marzo de 2020 por la que se modifica el anexo III de la Directiva 2002/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo relativo al establecimiento de métodos de evaluación para los efectos nocivos del ruido ambiental. Disponible a: <https://www.boe.es/doue/2020/067/L00132-00136.pdf>
- [48] Clark, C., et al., 2006, «Exposure-Effect Relations between Aircraft and Road Traffic Noise Exposure at School and Reading Comprehension The RANCH Project», *American Journal of Epidemiology* 163(1), pp. 27-37 (DOI: 10.1093/aje/kwj001).
- [49] van Kempen, E. E. M. M., 2008, «Transportation noise exposure and children's health and cognition», Dissertation (<http://dspace.library.uu.nl/handle/1874/25891>), Utrecht University.
- [50] Miedema, H. M. E. and Vos, H., 2004, «Noise annoyance from stationary sources: Relationships with exposure metric day-evening-night level (DENL) and their confidence intervals», *The Journal of the Acoustical Society of America* 116(1), pp. 334-343.
- [51] Miedema, H. M. E. and Vos, H., 2007, «Associations between self-reported sleep disturbance and environmental noise based on reanalyses of pooled data from 24 studies», *Behavioral Sleep Medicine* 5(1), pp. 1-20.
- [52] N. Mueller *et al.*, «Urban and Transport Planning Related Exposures and Mortality: A Health Impact Assessment for Cities», *Environmental Health Perspectives* 2017, Jan;125(1):89-96.
- [53] N. Mueller *et al.*, «Health impacts related to urban and transport planning: A burden of disease assessment», *Environment International*, vol. 107, p. 243-257, oct. 2017, doi: 10.1016/j.envint.2017.07.020.

Annex 1 - Càlcul de població exposada al MES 2017

El Mapa Estratègic de Soroll de 2017 de Barcelona incorpora l'estimació de la població exposada als diferents nivells de soroll i esdevé un instrument de planificació molt útil per a la gestió del soroll de la ciutat.

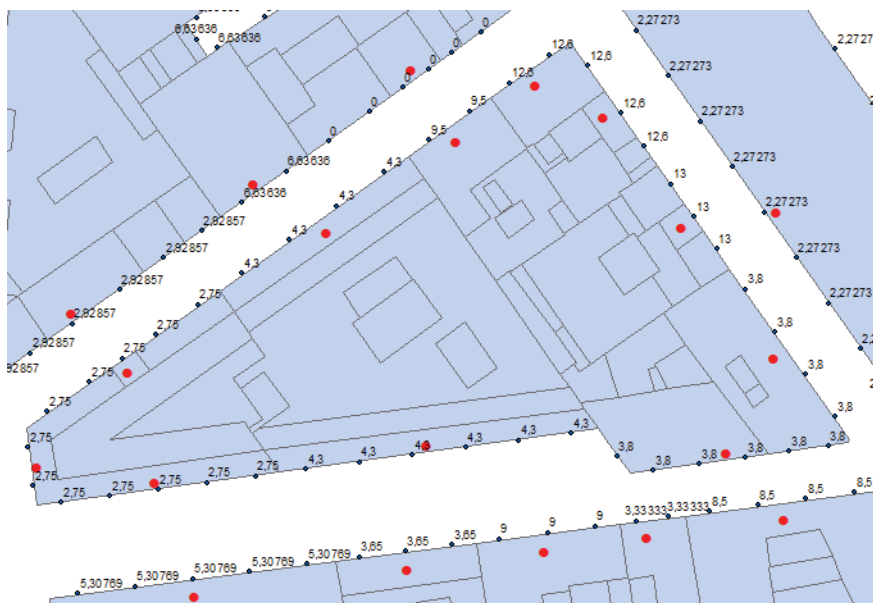
Per determinar aquestes estadístiques inicialment es disposa de la cartografia base generada, que inclou la capa tractada d'edificacions i la informació de l'alçària de cada edifici. El contorn de cada edificació inclou tant les façanes exteriors, més exposades al soroll ambiental, com les façanes a patis interiors, en cas que n'hi hagi.

Per a l'estimació dels nivells sonors en façana es genera una capa de punts receptors en les façanes de les edificacions a 4 metres d'altura sobre el nivell del sòl i a 0,1 metres de la façana, repartits seguint les indicacions del mètode de càlcul de nivells sonors CNOSSOS-EU, establert a la Directiva 2002/49/CE.

Posteriorment es calculen els nivells de soroll en façana a 4 metres sobre el nivell del sòl per als indicadors L_d , L_e , L_n i L_{den} i per a cada font de soroll.

Una vegada coneguda la població que pertany a un edifici i els receptors en façana vinculats a l'edificació, es procedeix al repartiment de la població entre els receptors de façana. El criteri de repartiment adoptat, atès que les regles de generació de receptors es basen en una distribució homogènia de punts al llarg de les façanes, és dividir el total de població de l'edifici entre el nombre de receptors associats a l'element. Al final d'aquest procés s'aconsegueix que cadascun dels punts receptors de façana tingui associat, d'una banda, la informació acústica de cada font de soroll per a cadascun dels indicadors acústics considerats i, d'altra banda, la població que correspon al receptor.

Imatge. Exemple d'adreces postals (punts vermells) i població associada a cada receptor.



Finalment, amb la informació acústica i amb les dades de la població per edifici es calculen les estadístiques de població exposada a nivell de barri, districte i ciutat. Per facilitar la lectura i interpretació de les estadístiques obtingudes, es classifiquen, per als quatre indicadors acústics (L_d , L_e , L_n i L_{den}), en rangs de 5 dB(A), segons el criteri següent: < 40, 40-45, 45-50, 50-55, 55-60, 60-65, 65-70, 70-75, 75-80 i ≥ 80 dB(A).

Un dels aspectes metodològics més significatius en el MES de 2017 ha sigut la millora en la identificació i caracterització de patis interiors, passant de 2000 a 4000 patis identificats. Això permet assignar més població a àrees amb bona qualitat acústica. També s'han considerat els patis especials, és a dir, patis amb activitats (pistes esportives, col·legis, parcs infantils, etc.), els quals tenen especial influència en els nivells sonors existents durant el període d'activitat. A més, s'ha disposat de l'“Enquesta Ecologia Urbana 2017” per districtes, amb informació de persones que dormen en estances orientades a façanes exteriors o interiors, per a la validació del procediment d'assignació de la població als edificis.

A continuació es detalla, per districte, la distribució de la població que dorm en façana interior (en pati) comparant-la amb la que dorm en façana exterior (en carrer).

Taula. Distribució de població que dorm en façana exterior o interior

Districte	% població exterior	% població interior
1. Ciutat Vella	72,37%	27,63%
2. Eixample	55,40%	44,60%
3. Sants-Montjuïc	66,36%	33,64%
4. Les Corts	75,90%	24,10%
5. Sarrià - Sant Gervasi	71,10%	28,90%
6. Gràcia	61,77%	38,23%
7. Horta-Guinardó	71,40%	28,60%
8. Nou Barris	75,71%	24,29%
9. Sant Andreu	65,34%	34,66%
10. Sant Martí	71,63%	28,37%

C S B Consorci Sanitari
de Barcelona



Salut ambiental

Connectem
f **t** **y** **in**

www.aspb.cat