
Recomanacions per reduir l'exposició a la contaminació de l'aire exterior a les escoles de Barcelona



CSB Consorci Sanitari
de Barcelona



Agència
de Salut Pública



Salut ambiental

©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/recomanacions-reduir-contaminacio-aire-escoles-barcelona>

Recomanacions per reduir l'exposició a la contaminació de l'aire exterior a les escoles de Barcelona de l'[Agència de Salut Pública de Barcelona](#) està subjecta a una llicència de [Reconeixement-NoComercial-SenseObraDerivada 4.0 Internacional de Creative Commons](#)

Els permisos addicionals als d'aquesta llicència es poden trobar a:

www.aspb.cat/documents/qualitat-aire-2018/



Recomanacions per reduir l'exposició a la contaminació de l'aire exterior a les escoles de Barcelona

Responsables de l'Informe

Laia Font-Ribera, Anna Gómez, Helena Pañella

Col·laboradors/es

IDAEA-CSIC (Fúlvio Amato, Xavier Querol)

Aiguasol (Clara Ferrer, Olga Barrachina)

ICTA-UAB (Jordina Belmonte)

ISGlobal (Mar Álvarez, Jordi Sunyer, Ioar Rivas)

Consorci d'Educació de Barcelona (Jaume Jiménez, Antoni Garcia)

Departament de Qualitat Ambiental. Medi Ambient i Serveis Urbans - Ecologia Urbana- Ajuntament de Barcelona (Jordi Remírez, Arantxa Millás, Cristina Castells)

Mobilitat i Infraestructures - Ecologia Urbana - Ajuntament de Barcelona (Maíta Fernández)

Escoles + Sostenibles, Ajuntament de Barcelona (Marta Vilar, Alba Galofré)

Cita recomanada

Font-Ribera L, Gómez A, Pañella H, Amato F, Querol X, Ferrer C, Barrachina O, Belmonte J, Álvarez M, Sunyer J, Rivas I, Jiménez J, Remírez J, Millás A, Castells C, Fernández M, Vilar M, Galofré A. Recomanacions per reduir l'exposició a la contaminació de l'aire exterior a les escoles de Barcelona. Agència de Salut Pública de Barcelona, 2020.

Índex

Introducció _____	5
Reduir emissions (trànsit) al voltant de les escoles _____	8
Reducció de trànsit _____	8
Recomanació 1 - Noves escoles lluny del trànsit _____	8
Recomanació 2 - Prioritzar la reducció del trànsit al voltant de les escoles _____	9
Mobilitat activa i sostenible de la comunitat escolar _____	9
Recomanació 3 - Augmentar la mobilitat activa i el transport col·lectiu de la comunitat escolar _____	10
Recomanació 4 - Reduir la congestió de trànsit al voltant de les escoles i especialment a les hores d'entrada i sortida _____	12
Reduir l'exposició durant el trajecte _____	13
Recomanació 5 - Escollir la ruta amb menys trànsit _____	14
Reduir l'exposició a l'escola _____	15
Disseny del recinte escolar _____	15
Recomanació 6 - Disseny: l'edifici d'aules el més allunyat possible del trànsit _____	16
Ventilació _____	16
Recomanació 7 - Assegurar la ventilació de les aules _____	18
Manteniment i neteja _____	19
Recomanació 8 - Ruixar el pati i fer manteniment de la sorra _____	21
Recomanació 9 - Netejar diàriament les aules a la tarda _____	21

Vegetació	22
Recomanació 10 – Augmentar la vegetació (Murs i parets verdes)	24
Recomanacions globals	26
Recomanació 11 – Conscienciar la comunitat escolar	26
Recomanació 12 – Avaluar i monitoritzar les mesures recomanades	26
Referències	27
Institucions participants	30

Introducció

La contaminació de l'aire és un greu problema de salut pública a Barcelona (ASPB 2018). L'exposició a la contaminació de l'aire durant la infància té un impacte negatiu sobre la salut respiratòria (Chen et al. 2015) i, molt possiblement, sobre el desenvolupament cognitiu (Suades-González et al. 2015; Sunyer et al. 2015). Barcelona és la ciutat d'Europa amb més densitat de trànsit (Ajuntament de Barcelona 2019a) i moltes escoles de la ciutat es troben properes a grans vies de trànsit i tenen nivells de contaminació alts (Rivas et al. 2014). Els infants passen gran part del dia a l'escola, on s'estima que reben aproximadament un terç de la dosi diària de contaminació de l'aire (Rivas et al. 2016). És per això que la millora de la qualitat de l'aire a Barcelona, i en concret a les escoles, ha de ser una prioritat de salut pública.

Aquest recull de recomanacions pretén indicar quins elements poden reduir l'exposició a la contaminació atmosfèrica a les escoles, amb l'objectiu de protegir la salut de les persones que hi acudeixen, especialment la població infantil. **La reducció global de trànsit a la ciutat seria, amb diferència, la mesura més eficient per reduir l'exposició a la contaminació atmosfèrica a les escoles i millorar la qualitat de l'aire al conjunt de la ciutat.** Tanmateix, conscients que la reducció de trànsit necessària no es durà a terme a curt termini, aquesta guia vol incidir en aquells elements propis de la gestió que realitza l'escola o el Consorci d'Educació i que tenen un

efecte menor, però a més curt termini, en la reducció dels nivells de contaminació que reben els infants.

Aquest informe es centra principalment en la contaminació atmosfèrica exterior que prové del trànsit i en les escoles de nuclis urbans, concretament de la ciutat de Barcelona. S'ha procurat que les recomanacions no siguin contraproductes pel que fa a l'exposició a altres factors ambientals que afecten la salut com el soroll o la contaminació de l'aire interior. Algunes recomanacions poden ser generals i aplicables a la majoria d'escoles, però caldria un anàlisi de cada cas per detectar quines mesures serien les més efectives i viables per cada escola.

Diagrama resum de les recomanacions proposades per reduir l'exposició a la contaminació de l'aire exterior a les escoles de Barcelona.

12 **Recomanacions per reduir l'exposició a la contaminació de l'aire a les escoles**

0. Reduir el trànsit global a la ciutat

Al voltant de les escoles

1. Escoles noves lluny del trànsit
2. Prioritzar la reducció del trànsit al voltant de les escoles
3. Augmentar la mobilitat activa i transport col·lectiu de la comunitat escolar
4. Reduir la congestió durant l'entrada i sortida

Durant el trajecte

5. Escollir la ruta amb menys trànsit (sense deixar el transport actiu)

A l'escola

6. Disseny: l'edifici d'aules el més allunyat possible del trànsit
7. Assegurar ventilació de les aules (ventilació natural al migdia i ventilació mecànica en carrers amb molt trànsit)
8. Ruixar el pati i fer manteniment de la sorra.
9. Neteja diària de les aules a la tarda
10. Augmentar la vegetació (murs i parets verdes)

Recomanacions globals

11. Conscienciar la comunitat escolar
12. Avaluar i monitoritzar les mesures recomanades

Reduir emissions (trànsit) al voltant de les escoles

Reducció de trànsit

Barcelona és la ciutat d'Europa amb més densitat de trànsit (*Ajuntament de Barcelona 2019a*). El trànsit és la font principal de contaminació de l'aire a Barcelona per diòxid de nitrogen (NO₂), i una de les fonts principals de partícules menors de 2,5 i 10 micres (PM_{2.5} i PM₁₀). Els nivells de contaminació són més alts a les escoles de la ciutat properes a vies amb trànsit elevat (*Rivas et al. 2014*) i els nivells decauen significativament a mesura que ens allunyem del trànsit (*Amato et al. 2019*).

Per altra banda, la distància entre casa i l'escola és un dels principals determinants del tipus de mobilitat escolar (*Davidson et al. 2008*). El transport actiu, és a dir caminant, en bicicleta o en patinet no motoritzat, és el mode de transport més recomanable ja que no emet contaminants per combustió i és el que aporta més beneficis per la salut, gràcies a l'activitat física que comporta.

Recomanació 1 - Noves escoles lluny del trànsit

En la tria de solars per ubicar noves escoles, cal tenir molt en compte la proximitat a vies amb alta densitat de trànsit i prioritzar aquells solars que n'estiguin més allunyats, segons les possibilitats de cada barri. Per poder tenir escoles de proximitat que facilitin una mobilitat

sostenible i saludable, calen escoles també dins els barris amb trànsit elevat.

Recomanació 2 - Prioritzar la reducció del trànsit al voltant de les escoles

La reducció d'espai destinat al cotxe privat que s'està duent a terme a Barcelona, hauria de prioritzar-se al voltant de les escoles. Algunes mesures per reduir el trànsit inclouen la pacificació del carrer, la reducció de carrils, l'ampliació de voreres, el desplaçament de punts de càrrega i descàrrega, de parades d'autobús o de semàfors, o la reducció de la velocitat.

Mobilitat activa i sostenible de la comunitat escolar

El mode de transport utilitzat per arribar a l'escola influeix en el volum de trànsit al voltant de les escoles i per tant, en els nivells de contaminació en les hores d'entrada i sortida. A més, el tipus de desplaçament té altres impactes importants sobre la salut dels infants com són l'activitat física, el risc de patir accidents o l'exposició a la contaminació de l'aire. Anar i tornar de l'escola de forma activa (caminant, en bicicleta o patinet no motoritzat) és una bona oportunitat per augmentar l'activitat física diària i els beneficis per la salut de l'activitat física compensen de llarg els efectes negatius de l'exposició a la contaminació de l'aire (*Mueller et al. 2015*).

Com s'ha dit, la distància entre casa i l'escola és un dels principals determinants del tipus de mobilitat escolar (*Davidson et al. 2008*). Malauradament, no es disposa de dades globals sobre el tipus de mobilitat escolar dels infants de Barcelona. En l'estudi BREATHE en

gairebé 3.000 infants de 7-10 anys de 39 escoles de Barcelona, el 42% anava a l'escola a peu (*Alvarez-Pedrerol et al. 2017*). Aquest percentatge augmentava entre escolars de les escoles públiques, els que viuen més a prop de l'escola i de famílies amb nivell socioeconòmic desfavorit. En la població adulta de Barcelona, els desplaçaments diaris amb transport contaminant també varien molt segons el districte (des del 25% a Ciutat Vella fins al 61% a Sarrià-Sant Gervasi) (*Resultats Enquesta Salut Barcelona 2016, no publicats*). A Barcelona hi ha iniciatives per promoure el transport escolar actiu i autònom com els Camins Escolars (*Ajuntament de Barcelona, 2019b*) (disseny i senyalització d'itineraris segurs) o el Bus a peu (acompanyament a peu d'un grup d'escolars). Altres iniciatives per facilitar l'arribada a les escoles amb transport col·lectiu inclouen l'acompanyament dels infants en transport públic, el seguiment del trajecte dels infants mitjançant una aplicació mòbil (com el projecte KanGo (*Ajuntament de Barcelona, 2014*)), o el bus escolar per una o varies escoles properes. Tot i el potencial d'aquestes iniciatives per disminuir el transport motoritzat, no es disposa de dades per conèixer l'impacte real que han tingut sobre el trànsit i la contaminació en els entorns escolars.

Recomanació 3 - Augmentar la mobilitat activa i el transport col·lectiu de la comunitat escolar

Es recomana la mobilitat activa (caminar, bicicleta o patinet no motoritzat). Quan la distància de desplaçament és massa gran, es recomana l'ús del transport col·lectiu (públic o escolar), mentre que l'opció a evitar seria l'ús del transport motoritzat privat. Per aconseguir augmentar la mobilitat activa i/o el transport col·lectiu (i reduir l'ús del transport motoritzat privat) de la comunitat escolar, es recomana:

- **Recomanació 3.a - Centres escolars/alumnat de proximitat.**
Tenir l'escola prop de casa és el factor que més facilita el tipus de mobilitat recomanada. Cal entendre la proximitat com un valor de qualitat, sostenibilitat i salut alhora d'escollir l'escola i que el sistema d'assignació d'escoles afavoreixi més l'escola de proximitat.
- **Recomanació 3.b – Millorar l'accés al transport públic, carrils bici i rutes segures.** Les escoles haurien d'estar ben connectades a la xarxa de transport públic i als carrils bici, així com disposar de rutes segures.
- **Recomanació 3.c – Transport escolar col·lectiu.** Organitzar iniciatives de transport escolar col·lectiu, motoritzat per distàncies llargues i no motoritzat per distàncies curtes.
- **Recomanació 3.d - Aparcaments per bicicletes i patinets.** Disposar d'aparcaments segurs per bicicletes i patinets a les escoles podria facilitar l'ús d'aquest tipus de transport actiu.

Recomanació 4 - Reduir la congestió de trànsit al voltant de les escoles i especialment a les hores d'entrada i sortida



- **Recomanació 4.a. Allunyar l'aparcament de vehicles motoritzats i apagar el motor.** Es recomana no fer servir el vehicle privat per portar els infants a les escoles. En cas que es faci, els punts d'aparcament de vehicles motoritzats per deixar els infants haurien d'estar el màxim d'allunyats de les aules. Cal apagar el motor a l'aturar-se per minimitzar les emissions.
- **Recomanació 4.b. Entrada esglaonada o flexible.** L'entrada esglaonada o flexible de l'alumnat a l'escola podria facilitar evitar la congestió de persones, i també de trànsit.

Reduir l'exposició durant el trajecte

El desplaçament entre casa i l'escola (o la feina) és un moment que influeix molt en la dosi diària de contaminació rebuda (*Rivas et al. 2016*). Tot i durar poca estona, el desplaçament coincideix amb les hores de més trànsit i es fa molt pròxim a la font contaminant (el trànsit). A més, degut a la menor alçada, els infants estan més pròxims als tubs d'escapament que els adults. La dosi de contaminació inhalada durant el trajecte depèn dels nivells de contaminació de l'aire per on es circula, de la durada del desplaçament i de la freqüència de respiració, que varia segons el mode de transport utilitzat i del disseny urbà (*DeNazelle et al. 2012; Rivas et al. 2016; Moreno et al. 2015*). Els nivells de contaminants provinents del trànsit decauen ràpidament a mesura que augmenta la distància de la font contaminant, de manera que l'exposició a aquests contaminants varia molt d'un carrer amb molt trànsit a un altre carrer pròxim amb menys trànsit (*Moreno et al. 2015*). Segons dades recents a Barcelona, el sutge del trànsit es redueix a la meitat als 25 metres de distància de mitjana (*Amato et al. 2019*).

Per altra banda, cal recordar que anar i tornar de l'escola de forma activa és una bona oportunitat per augmentar l'activitat física diària i els beneficis per la salut de l'activitat física compensen de llarg els efectes negatius de l'exposició a la contaminació de l'aire (*Mueller et al. 2015*).

Recomanació 5 - Escollir la ruta amb menys trànsit

Evitar els carrers amb més trànsit reduirà significativament l'exposició a la contaminació de l'aire durant el desplaçament per anar i tornar de l'escola.



Reduir l'exposició a l'escola

Disseny del recinte escolar

Degut a que els contaminants del trànsit penetren fàcilment dins els edificis, el nivell d'aquests contaminants dins les aules de les escoles pot ser molt semblant al nivell de contaminació del pati i del carrer (*Rivas et al. 2014*). Aquest fet s'accentua especialment quan les aules i/o el pati de l'escola estan molt a prop del trànsit.

Tot i que els infants estan aproximadament el 25% del temps de la jornada escolar al pati i la resta a l'interior de l'edifici, el 43% de la dosi de contaminació rebuda a l'escola es rebria al pati i el 57% a les aules (*Rivas et al. 2016*). Aquesta diferència es deu al fet que al pati es fan activitats més mogudes que comporten una freqüència d'inhalació més alta.

Cal tenir en compte que el trànsit és també la font principal de soroll a Barcelona (*ASPB, 2018a*) i que l'exposició al soroll també té un gran impacte en la salut i el benestar. Dins l'edifici d'aules, el soroll pot ser molt menor que no pas al carrer o al pati, si les finestres estan tancades. Si l'edifici no disposa de refrigeració i/o ventilació artificial i ha de tenir les finestres obertes, la proximitat al trànsit causarà soroll a l'aula.

En aquest context, cal garantir un nivell de contaminació de l'aire i acústica acceptable tant al pati, com a les aules.

Recomanació 6 – Disseny: l'edifici d'aules el més allunyat possible del trànsit

El disseny més adequat per reduir l'exposició a la contaminació de l'aire i del soroll seria que l'edifici amb les aules es situés el més allunyat possible de la via principal de trànsit, de manera que el pati es situaria entre el carrer amb més trànsit i l'edifici d'aules (Figura 1). Caldria valorar el grau de soroll al pati i si cal, aplicar mesures al respecte, com la instal·lació d'un mur sonoreductor (vegetal o mixt) el més proper al trànsit. Per reduir els nivells de contaminació al pati vegeu la recomanació 10.



Figura 1. La situació del pati entre l'edifici d'aules i el carrer transitat, redueix l'exposició a la contaminació de l'aire i acústica dins l'edifici

Ventilació

Els contaminants de l'aire exterior s'introdueixen als edificis quan les finestres o portes estan obertes (ventilació natural) i per infiltració en esquerdes o obertures no controlades de l'edifici. Una petita porció penetra transportada passivament per les persones. Més enllà de la contaminació procedent de l'exterior, a dins els edificis hi ha altres fonts de contaminació de l'aire que poden fer que certs contaminants s'acumulin molt més a dins que a fora dels edificis. Les escoles són

espais amb molta densitat de persones on es duen a terme moltes activitats diferents. Les fonts interiors de contaminació de l'aire a les escoles provenen de les persones (CO_2 , restes de matèria orgànica i tèxtil...), de la seva activitat (resuspensió de pols...) o dels materials que s'utilitzen (guix, pintures...). Aquest fet explica com a les escoles de Barcelona, la concentració de partícules fines ($\text{PM}_{2.5}$) era més alta a dins les aules que a fora el carrer (*Rivas et al. 2014*). Per tant, la ventilació dels edificis és clau per garantir una bona qualitat de l'aire interior.

Segons la normativa vigent sobre qualitat de l'aire interior - CTE DB HS-3 i RITE (*Departament Educació 2016*), en l'edificació de noves escoles cal un sistema de ventilació mecànica amb filtres. El sistema de ventilació mecànica pot ser centralitzat per tot l'edifici o descentralitzat per certes aules i requereix d'una neteja i manteniment. La ventilació natural, a part de renovar l'aire, té un efecte refrigerant si l'aire exterior és més fred que el de l'interior. Per això el Departament d'Ensenyament recomana que totes les aules de les escoles tinguin ventilació natural creuada, com a sistema per refrigerar les aules durant els mesos de calor (*Departament Educació 2016*). A l'hivern, en canvi, un mal disseny del sistema de ventilació pot generar desconfort tèrmic i augmentar el consum energètic de l'edifici. Aquesta doble funcionalitat de la ventilació i les característiques i necessitats de cada edifici porten a no poder recomanar sistemes de ventilació generalitzables a tot arreu. Actualment, la majoria de centres escolars de Catalunya no compten amb cap sistema de ventilació o refrigeració mecànica.

Per últim, cal tenir en compte que els nivells de contaminació de l'aire varien al llarg del temps. Per exemple, l' NO_2 a Barcelona varia força durant el dia segons el volum de trànsit. Durant l'horari escolar, l' NO_2

té el nivell màxim a les 9h i el mínim a les 16h, amb una diferència de més del 50% (ASPB 2018b). Al migdia dels mesos més calorosos, l'aire exterior pot tenir nivells alts d'ozó (O₃), que a dins els edificis reacciona formant partícules fines i altres contaminants gasosos. En aules properes a un pati de sorra, la concentració de partícules dins l'aula augmentava molt durant les hores d'esbarjo (Minguillón et al. 2015).

Recomanació 7 – Assegurar la ventilació de les aules.

Cal assegurar durant tot l'any i en totes les aules una ventilació suficient, per garantir un aire interior de qualitat. A l'hora d'escollir l'estratègia de ventilació cal valorar la situació de partida i fer un disseny de la solució que pot incloure elements mecànics, filtres de partícules i absorbents de contaminants gasosos i un rol actiu de l'usuari. A més, cal tenir en compte el confort tèrmic i acústic i el consum energètic.

- **Recomanació 7.a – Ventilació i refrigeració mecànica per les aules molt properes al trànsit.** Les aules que donen a vies amb molt trànsit (≥ 10.000 vehicles/dia), seria recomanable que disposessin d'un sistema de ventilació mecànica amb filtres de partícules (pre-filtre de partícules grolleres seguit d'un altre filtre HEPA, *High Efficiency Particulate Air*) i cartutxos absorbents de contaminants gasosos (NO_x, O₃, COVs).

Caldria també que se'n realitzés el manteniment pertinent segons indica el RITE normativament per a centres amb potència tèrmica instal·lada de 70kW o més, com és el cas de les escoles (revisions amb neteges de filtres i conductes i auditories de qualitat ambiental interior anuals). A més, aquestes aules haurien de disposar de refrigeració artificial per no dependre de

la ventilació natural per refrigerar l'aula. La presa d'aire per ventilar és aconsellable que sigui al sostre de l'edifici (separat amb alçada del trànsit) i a la part més allunyada possible de les vies de circulació que envoltin l'escola.

- **Recomanació 7.b – Ventilació natural al migdia.** Per evitar els pics de contaminació, es desaconsella la ventilació natural a primera hora del matí (de 8h a 11h) i es recomana fer-la al migdia (entre les 13h i les 17h), preferiblement quan l'aula no està ocupada. Caldria tenir en compte també el gradient tèrmic entre l'exterior i l'interior i obrir les finestres més allunyades del trànsit. Caldrien estudis per determinar la durada i freqüència idònia de ventilació natural a les escoles de Barcelona. Les aules que donen a vies amb molt trànsit i que no tenen ventilació mecànica, caldria que limitessin la durada de la ventilació natural i fer-la en l'horari recomanat. En aules molt properes a patis de sorra, es recomana ventilar quan hi ha poca activitat al pati. Cal sobre ventilar durant i després de l'ús de materials de neteja, pintures, dissolvents, etc i fer-ho sense persones a l'aula, especialment durant els mesos calorosos.

Manteniment i neteja

Els contaminants del trànsit es depositen al terra i a la sorra del pati. Al jugar al pati, els infants ressuspenen el material particulat i el transporten a dins les aules. La sorra dels patis és, de fet, una font important de partícules que arriben a l'interior de les aules, especialment quan amb el temps i l'ús, la sorra es fragmenta i es polvoritza en partícules més fines, transportables i respirables. Les sorres riques amb material argilós o carbonat tendeixen a fer més pols que les sorres riques en feldepatats i quars (*Valido et al 2018*). Les

escoles de Barcelona amb pati de sorra a <20 metres de les aules presentaven nivells de partícules minerals dins les aules més alts que les escoles amb pati pavimentat o amb pati de sorra més allunyat (*Rivas et al. 2015*). En un estudi en patis escolars de Barcelona l'aspersió d'1L/m² d'aigua en patis de sorra va reduir en un 25% els nivells de PM₁₀ dins l'aula durant les següents 24 hores (*Amato et al. 2015*). La desinfecció de la sorra també redueix el contingut en contaminants solubles de les partícules. Per altra banda, la neteja de les aules és important per reduir la pols i evitar la resuspensió de partícules. Tot i així, les activitats i productes utilitzats durant la neteja poden ser una font important de partícules ultrafines i compostos orgànics volàtils (*Reche et al 2014*).



Recomanació 8 – Ruixar el pati i fer manteniment de la sorra

En períodes secs, cal ruixar diàriament el pati amb aigua, idealment 1 o 2 hores abans que els infants surtin al pati. En el cas dels patis de sorra, s'hauria de ruixar amb aspersors, evitant que es formi fang. Cal netejar i desinfectar la sorra dels patis periòdicament. Es recomana renovar la sorra de forma periòdica amb sorres riques en quars i fel despats i que tinguin baix contingut en argiles i carbonats, tal i com fa actualment el Consorci d'Educació de Barcelona. A més, es recomana que després de jugar al pati de sorra, els infants s'espolsin la sorra del calçat i la roba abans d'entrar a l'edifici.

Recomanació 9 – Netejar diàriament les aules a la tarda

Cal netejar les aules de forma diària després de l'horari escolar, a poder ser entre les 17h i les 20h. Cal ventilar les aules durant la neteja per renovar l'aire i alhora minimitzar l'exposició del personal de neteja a partícules ultrafines. Es recomana utilitzar productes de baixa toxicitat i fer-ne un ús prudent.

Vegetació

Alguns elements vegetals a les ciutats tenen el potencial de reduir la contaminació de l'aire, ja que faciliten la deposició de partícules i l'absorció de gasos. Entre aquests elements vegetals hi ha els murs o barreres verdes (tanques vegetals de gruix i alçada variable que separen dos espais oberts) o les parets i teulades verdes (recobriments vegetals de la façana o del sostre d'un edifici) (Figura 2).



Figura 2. Exemple de paret i de tanca de pati recoberta d'heura. Rambla de Volart, Barcelona.

La capacitat de la vegetació urbana per reduir la contaminació varia segons múltiples factors, com les característiques de l'espai urbà, alguns factors meteorològics o característiques de la barrera vegetal (gruix, alçada i porositat, l'estat de manteniment o el tipus de vegetació utilitzada) (Abhijith et al. 2017). Les parets i teulades verdes són efectives per reduir la contaminació tant en espais oberts com en

carrers estrets (*Abhijith et al. 2017*). L'efectivitat de les parets verdes per millorar la qualitat de l'aire seria molt més alta que la de les teulades verdes, i s'estima que podria arribar a reduir considerablement el NO₂ i les partícules a nivell de carrer en entorns urbans densos (*Pugh et al. 2012, Tremper et al. 2018*). En quan a l'efectivitat de les diferents espècies vegetals, les de fulla perenne tenen més potencial per reduir la contaminació durant tot l'any (*Abhijith et al. 2017*). Altres criteris a tenir en compte en entorns escolars inclouen la seguretat de l'espècie vegetal (absència de punxes, baixa al·lergenicitat i/o toxicitat o capacitat d'atraure insectes), que sigui autòctona i adaptada al clima i al manteniment que rebran. Falten estudis específics que determinin les característiques de les estructures vegetals que siguin més eficients per reduir la contaminació atmosfèrica en entorns escolars i en el context d'una ciutat com Barcelona.



Figura 3. Heura (*Hedera helix*)

A l'espera de més evidència científica, l'heura (*Hedera helix*) seria una bona espècie candidata per les barreres vegetals a les escoles de Barcelona (tot i que té un creixement relativament lent és una liana autòctona, adaptada a les disponibilitats hídriques del clima mediterrani, perennifòlia, de creixement compacte, el seu pol·len no és al·lergogen i no es dispersa a través de l'aire i els seus fruits atrauen ocells) (Figura 3). Per últim, cal tenir en compte que les cobertes vegetals dels edificis, així com la vegetació als patis escolars en general, poden proporcionar altres beneficis tan rellevants com la reducció de la contaminació acústica i la temperatura, l'estalvi energètic, la millora de la biodiversitat i un valor estètic (Abhijith et al. 2017).

Recomanació 10 – Augmentar la vegetació (Murs i parets verdes)

Es recomana que les escoles utilitzin murs i parets vegetals (Figura 4).

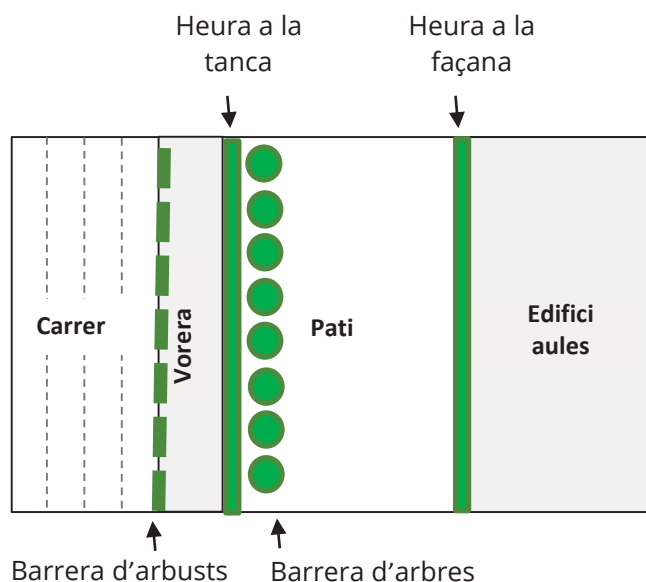


Figura 4. Esquema de localització de murs, barreres i parets verdes a les escoles.

Les escoles que tenen un pati que dóna al carrer transitat serien especialment candidates a tenir un mur verd d'heura que recobris la tanca del pati i una filera d'arbres de fulla perenne. Les escoles que tenen l'edifici d'aules que dóna al carrer transitat, podrien tenir una paret verda d'heura a la façana de l'edifici. Una barrera d'arbustos espessa entre el carrer transitat i la vorera, a més de reduir la contaminació de l'aire, seria adequat per reduir el soroll del trànsit. L'eficàcia dels murs verds serà major com més alçada i més perímetre del pati puguin cobrir. Assegurar un bon manteniment de les plantes a llarg termini és clau per mantenir la capacitat de filtració.



Recomanacions globals

Finalment, cal fer algunes recomanacions globals i de caràcter transversal.

Recomanació 11 – Conscienciar la comunitat escolar.

La conscienciació de la comunitat escolar (famílies, alumnat i professorat) de l'impacte que té la contaminació de l'aire sobre la salut és clau per fer el canvi cap a una mobilitat menys contaminant i per demanar els canvis a les administracions competents, entenent que la mesura més eficient i necessària per millorar la qualitat de l'aire és una reducció dràstica del trànsit global a la ciutat. Escola Respira (<https://ajuntament.barcelona.cat/qualitataire/ca/qualitat-de-laire/com-es-lluïta-contra-la-contaminacio/escola-respira>) i Escoles + Sostenibles i el Servei de Documentació d'Educació Ambiental (<http://lameva.barcelona.cat/barcelonasostenible/ca/escoles-sostenibles/tags/page/recursos-1>) disposen de projectes i material educatiu en aquest sentit.

Recomanació 12 – Avaluar i monitoritzar les mesures recomanades

Cal avaluar el grau d'eficiència a nivell local de les mesures proposades per reduir la contaminació i així prioritzar aquelles recomanacions més eficients. També caldria monitoritzar alguns indicadors, com la mobilitat escolar, per detectar punts de millora i avaluar la justícia ambiental (qui emet i qui rep la contaminació).

Referències

Abhijith KV, Kumar P, Gallagher J, McNabola A, Baldauf R, Pilla F, Broderick B, Di Sabatino S, Pulvirenti B. 2017. Air pollution abatement performances of green infrastructure in open road and built-up street canyon environments – A review. *Atmospheric Environment* 162:71-86.

Ajuntament de Barcelona, 2014. Descobreix KanGo! la manera més fàcil i segura d'anar a l'escola. https://www.barcelona.cat/infobarcelona/ca/descobreix-kango-la-manera-mes-facil-i-segura-danar-a-lescola_128142.html

Ajuntament de Barcelona, 2019a. Qualitat de l'aire. Sabies que... ? <http://ajuntament.barcelona.cat/bicicleta/ca/noticia/sabies-que-barcelona-zss-la-ciutat-deuropa-amb-mzss-densitat-de-vehicles>

Ajuntament de Barcelona, 2019b. Camí escolar, espai amic. <http://ajuntament.barcelona.cat/educacio/ca/camins-escolars>

Alvarez-Pedrerol M, Rivas I, López-Vicente M, Suades-González E, Donaire-Gonzalez D, Cirach M, de Castro M, Esnaola M, Basagaña X, Dadvand P, Nieuwenhuijsen M, Sunyer J. 2017. Impact of commuting exposure to traffic-related air pollution on cognitive development in children walking to school. *Environ Pollut* 231(Pt 1):837-844.

Amato F, Valido IH, Moreno T, Font O, Querol X, 2015. Caracterització de les sorres de parcs infantils públics de Barcelona: Impacte en qualitat de l'aire i possibles mesures de millora. Informe de l'Institut de Diagnosi Ambiental i Estudios de l'Aigua, IDAEA-CSIC per Ajuntament de Barcelona. 23 de novembre de 2015, 11 pp.

Amato F, Pérez N, López M, Ripoll A, Alastuey A, Pandolfi M, Karanasiou A, Salmatoniadis A, Padoan E, Frasca D, Marcoccia M, Viana M, Moreno T, Reche C, Martins V, Brines M, Minguillón MC, Ealo M, Rivas I, van Drooge B, Benavides J, Craviotto JM, Querol X. 2019. Vertical and horizontal fall-off of black carbon and NO₂ within urban blocs (2019) *Science of the Total Environment*, 686, pp. 236-245.

ASPB, 2018a. La salut a Barcelona 2017. Agència de Salut Pública de Barcelona, 2018.

ASPB, 2018b. Avaluació de la qualitat de l'aire a la ciutat de Barcelona, 2017. Agència de Salut Pública de Barcelona, 2018.

Chen Z, Salam MT, Eckel SP, Breton CV, Gilliland FD. 2015. Chronic effects of air pollution on respiratory health in Southern California children: findings from the Southern California Children's Health Study. *J Thorac Dis.* Jan;7(1):46-58.

Davison KK, Werder JL, Lawson CT. 2008. Children's active commuting to school: current knowledge and future directions. *Prev Chronic Dis* 5(3):A100.

Departament d'Ensenyament. Generalitat de Catalunya. Criteris per a la construcció de nous edificis per a centres docents públics - Març 2016.

Minguillón MC, Rivas I, Moreno T, Alastuey A, Font O, Córdoba P, Álvarez-Pedrerol M, Sunyer J, Querol X. 2015. Road traffic and sandy playground influence on ambient pollutants in schools. *Atmospheric Environment* 111:94-102.

Moreno T, Reche C, Rivas I, Cruz Minguillón M, Martins V, Vargas C, Buonanno G, Parga J, Pandolfi M, Brines M, Ealo M, Sofia Fonseca A, Amato F, Sosa G, Capdevila M, de Miguel E, Querol X, Gibbons W. 2015.

Urban air quality comparison for bus, tram, subway and pedestrian commutes in Barcelona. *Environ Res* 142:495-510.

Mueller N, Rojas-Rueda D, Cole-Hunter T, de Nazelle A, Dons E, Gerike R, Götschi T, Int Panis L, Kahlmeier S, Nieuwenhuijsen M. 2015. Health impact assessment of active transportation: A systematic review. *Prev Med* 76:103-14.

Pugh TA, Mackenzie AR, Whyatt JD, Hewitt CN. 2012. Effectiveness of green infrastructure for improvement of air quality in urban street canyons. *Environ Sci Technol* 17;46(14):7692-9.

Reche C, Viana M, Rivas I, Bouso L, Álvarez-Pedrerol M, Alastuey A, Sunyer J, Querol X. 2014. Outdoor and indoor UFP in primary schools across Barcelona. *Sci Total Environ* 493:943-53.

Reglament d'Instal·lacions Tèrmiques dels Edificis (RITE), 2013. Disponible a: https://www.boe.es/boe_catalan/dias/2013/04/13/pdfs/BOE-A-2013-3905-C.pdf

Rivas I, Viana M, Moreno T, Pandolfi M, Amato F, Reche C, Bouso L, Álvarez-Pedrerol M, Alastuey A, Sunyer J, Querol X. 2014. Child exposure to indoor and outdoor air pollutants in schools in Barcelona, Spain. *Environ Int* 69:200-12.

Rivas I, Viana M, Moreno T, Bouso L, Pandolfi M, Alvarez-Pedrerol M, Fornis J, Alastuey A, Sunyer J, Querol X. 2015. Outdoor infiltration and indoor contribution of UFP and BC, OC, secondary inorganic ions and metals in PM2.5 in schools. *Atmospheric Environment* 129-138.

Rivas I, Donaire-Gonzalez D, Bouso L, Esnaola M, Pandolfi M, de Castro M, Viana M, Àlvarez-Pedrerol M, Nieuwenhuijsen M, Alastuey A, Sunyer J, Querol X. 2016. Spatiotemporally resolved black carbon concentration, schoolchildren's exposure and dose in Barcelona. *Indoor Air* 26(3):391-402.

Suades-González E, Gascon M, Guxens M, Sunyer J. 2015. Air Pollution and Neuropsychological Development: A Review of the Latest Evidence 156(10):3473-82.

Sunyer J, Esnaola M, Alvarez-Pedrerol M, Fornis J, Rivas I, López-Vicente M, Suades-González E, Foraster M, Garcia-Esteban R, Basagaña X, Viana M, Cirach M, Moreno T, Alastuey A, Sebastian-Galles N, Nieuwenhuijsen M, Querol X. 2015. Association between traffic-related air pollution in schools and cognitive development in primary school children: a prospective cohort study. *PLoS Med* 3;12(3):e1001792.

Tremper AH, Green DC. The impact of a green screen on concentrations of nitrogen dioxide at Bowes Primary School, Enfield. 2018. King's College London. Disponible a: https://www.londonair.org.uk/london/reports/Green_Screen_Enfield_Report_final.pdf

Valido I, Padoan E, Moreno T, Querol X, Font O, Amato F. Physico-chemical characterization of playground sand dust, inhalable and bioaccessible fractions (2018) *Chemosphere*, 190, 454-462.

Institucions participants



C S B Consorci Sanitari
de Barcelona



Salut ambiental

Connectem
f t y in

www.aspb.cat