

# Guia pràctica d'estalvi i eficiència energètica en centres educatius

*Sumem energies*



AGÈNCIA D'ENERGIA  
DE BARCELONA



BARCELONA  
ESCOLES  
+SOSTENIBLES



Ajuntament de  
Barcelona

**Edita:**

Ajuntament de Barcelona, Maig 2020, Agència d'Energia de Barcelona

**Continguts i redacció:**

Clara Ferrer, Cooperativa Aiguasol, <http://aiguasol.coop>

Clara Ramoneda, Cooperativa El Risell, <http://elrisell.cat/>

Judith Seubas, Cooperativa Tarpuna, <http://tarpunacoop.org>

Milena Ràfols, Agència d'Energia de Barcelona. Ajuntament de Barcelona

**Adaptació a llenguatge planer**

Laia Vidal, Associació Lectura Fàcil, <https://lecturafacil.net/>

**Coordinació editorial**

Milena Ràfols i Irma Soldevilla, Agència d'Energia de Barcelona. Ajuntament de Barcelona

Lara González, Melani Márquez i Marta Vilar, Programa Escoles + Sostenibles. Ajuntament de Barcelona

Mònica Beneyto, Gerència d'Ecologia Urbana. Ajuntament de Barcelona

**Disseny**

Gerard Sardà

# Contingut

<b>1</b>	<b>Introducció</b>	<b>4</b>
	Objectiu de la guia	4
	Context Global	4
	Abast de la guia	4
<b>2</b>	<b>Primera part. L'energia a l'edifici de l'escola</b>	<b>5</b>
	2.1 Funcions i expectatives de l'edifici docent	5
	2.2 Disseny d'un edifici escolar	5
	2.3 L'energia més sostenible és la que no es consumeix	5
	2.4 Entendre el bioclimatisme. El disseny solar passiu	6
	2.5 Descripció d'un edifici eficient	8
	2.6 El context mediterrani	9
	2.7 L'escola eficient també cal que sigui saludable	11
<b>3</b>	<b>Segona part. Catàleg de mesures</b>	<b>13</b>
<b>4</b>	<b>Explicació de mesures</b>	<b>21</b>
	4.1 Gestió i hàbits	21
	Augmentar la cultura energètica (1)	21
	Monitoratge senzill (2)	21
	Seguiment del monitoratge (3)	22
	Gestió de la ventilació (5)	24
	Ventilació nocturna (6)	25
	Ús de les proteccions solars per protegir-nos de la calor (7)	25
	Millorar l'ús de la calefacció (11)	25
	Millora de l'estanquitat (13, 21)	26
	Millorar l'ús de la llum natural i artificial (14)	27
	Millorar el sistema de distribució (15)	27
	Instal·lar vàlvules termostàtiques (17)	28
	Instal·lar smart plugs i programadors (19)	28
	Tria conscient de materials (20)	28
	4.2 Envolupant i sistemes	29
	Millora de finestres i balconeres (21)	29
	Ventilació natural i envolupant (5, 21)	30
	Instal·lar aïllament tèrmic (22)	31
	Tractar els ponts tèrmics (23)	32
	Proteccions solars (24)	33
	Superfícies fresques (25)	36
	Ventilació mecànica centralitzada (27)	36
	Ventilació mecànica descentralitzada (27)	37
	Ventilador de sostre (26)	37
	Equips d'alta eficiència (20)	38
	Substituir la caldera antiga per una bomba de calor (32)	38
	4.3 Renovables	39
	Instal·lar energia solar fotovoltaica (33)	39
	Solar tèrmica (34)	40
	Biomassa (34)	40
	Energia eòlica (34)	41
	Energia geotèrmica (34)	41
<b>5</b>	<b>Per saber-ne més</b>	<b>42</b>

# INTRODUCCIÓ

## OBJECTIU DE LA GUIA

L'objectiu principal de la present guia és aportar elements tècnics per a un millor coneixement de l'estat de l'edifici docent i acompanyar en la identificació del potencial de millora en relació amb el consum d'energia.

Concretament, es vol el següent:

- Mostrar un recull de mesures d'estalvi i eficiència energètica en centres docents, de fàcil comprensió per al personal docent i alumnat.
- Acompanyar el personal docent i alumnat en la identificació de millores potencials al seu centre docent.
- Prioritzar les mesures més fàcils de desplegar per la comunitat educativa i transmetre altres als òrgans competents.

## CONTEXT GLOBAL

El model energètic actual és un dels responsables de la crisi climàtica.

Es basa a generar energia a partir de combustibles fòssils, i això té un alt impacte en la contaminació de l'aire i en les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle.

Les evidències científiques i els efectes de la crisi climàtica global ens obliguen a actuar de manera urgent i contundent.

El 15 de gener de 2020 la ciutat de Barcelona va declarar l'emergència climàtica, per conscienciar tota la ciutadania i institucions que cal actuar.

La transició energètica implica un canvi de model energètic perquè esdevingui sostenible.

La comprensió del model actual, del canvi que és necessari i de l'energia són complexa i requereix recursos pedagògics a diferents nivells.

Fer actuacions d'estalvi en els centres educatius té un doble vessant: el d'estalvi energètic i el d'aprenentatge pràctic, cosa que augmenta la cultura energètica de la comunitat educativa.

## ABAST DE LA GUIA

Aquesta guia presenta material de suport per a la *microxarxa* Sumem Energies i és complementària de la Guia didàctica de la *microxarxa*.

La guia s'estructura en dues parts:

- La primera part pretén explicar com consumeixen energia els centres docents. Permet **aprendre sobre l'energia a l'escola** i conèixer el punt de partida del mateix centre docent en relació amb l'energia. Es considera necessari que **alumnat i professorat** adquireixin un coneixement bàsic que els **empoderi** per identificar millores al centre docent, per fer-los conscients del seu impacte, però també per generar curiositat i ampliar la mirada a altres edificis.
- La segona part està estructurada com a **catàleg de mesures** per estalviar energia al centre docent. S'enumeren i descriuen breument diferents tipus de mesures, a fi de donar eines a la comunitat educativa perquè pugui implantar mesures senzilles i alhora identificar mesures més complexes però amb un alt potencial d'estalvi o de millora del confort.

Així, el catàleg és una eina per **empoderar a curt termini la comunitat educativa**.

L'objectiu de la *microxarxa* és principalment pedagògic.

La present guia, per tant, no pretén ser un tractat exhaustiu d'estalvi, gestió i eficiència energètica en centres educatius, sinó una primera aproximació i recull de mesures perquè cada centre investigui i identifiqui quines pot arribar a aplicar tenint en compte els seus condicionants.

### 2.1 FUNCIONS I EXPECTATIVES DE L'EDIFICI DOCENT

L'edifici docent ha de complir una sèrie de requeriments legals perquè sigui un edifici segur i confortable. A vegades, alguns edificis inclouen criteris de disseny que van més enllà del que és obligat, però són pocs casos.

Podem agrupar els requeriments en **funcions** i **expectatives**, debatre a l'aula si es compleixen i si, en el moment actual d'emergència climàtica, afegiríem noves demandes als centres docents i, fins i tot, a altres edificis.

Funcions:

- Seguretat (estructural, incendi, vandalisme, caigudes, inclemències del temps...)
- Aixopluc (resguardar-se del fred, la calor, la pluja, el vent)
- Confort i salut (tenir un espai saludable i amb confort higròtermic, acústic, lumínic, qualitat de l'aire)
- Activitats (les docents i les relatives a la convivència de la comunitat educativa)

Expectatives:

- Que l'edifici pugui acompanyar els canvis pedagògics (pedagogia innovadora) i els que deriven de la crisi ambiental (emergència climàtica, onades de calor, pandèmies, reducció de recursos disponibles, etcètera), tot incorporant criteris per adaptar-lo als objectius ODS (objectius de desenvolupament sostenible) des d'un punt de vista social i ambiental.

### 2.2 DISSENY D'UN EDIFICI ESCOLAR

L'edifici dissenyat com a centre docent ofereix una tipologia d'espai, tant exterior com interior, per dur-hi a terme les activitats educatives, i els equips de disseny han de tenir en compte tant aspectes reglamentaris com el lloc on es construeix l'edifici.

Els edificis es comporten de manera diferent segons el clima i els seus usuaris. Així, per reduir la necessitat energètica, és necessari incloure criteris bioclimàtics, tal com s'explica més endavant.

La majoria dels edificis escolars construïts, però, no tenen en compte totes les possibilitats del bioclimatisme.

Hi ha una tendència creixent, però encara minoritària, a integrar més punts de vista en el disseny dels edificis.

Cal que els equips de disseny, que potser desconeixen les especificitats de cada comunitat i entorn local, tinguin en compte l'opinió dels usuaris dels edificis i del personal de manteniment.

### 2.3 L'ENERGIA MÉS SOSTENIBLE ÉS LA QUE NO ES CONSUMEIX

Amb la premissa que "l'energia més sostenible és la que no es consumeix", ens cal dissenyar els edificis perquè necessitin el mínim d'energia possible i després intentar que l'energia que utilitzin no vingui de combustibles fòssils, que contaminen i no són renovables.

Per dissenyar nous edificis tan sostenibles com sigui possible, hem de tenir en compte l'ordre de disseny següent:

1. Mesures passives.  
Disseny bioclimàtic



2. Equips eficients  
i correctament dimensionats



3. Energies renovables

1. Un bon disseny passiu. Dissenyar l'edifici de tal manera que ens permeti treure el màxim profit de la llum i calor del sol, per escalfar-nos a l'hivern i minimitzar-ne l'entrada a l'estiu per no passar calor. També hi tenen un paper important la il·luminació i la ventilació natural.

2. Ús d'equips eficients. Necessitarem equips que consumeixen energia per cuinar, per escalfar aigua, per escalfar-nos (quan el disseny passiu no és suficient). Aquests equips han de ser al màxim d'eficients possible, estar dimensionats pel que necessitem i poder-se regular adequadament.

3. Si hem tingut en compte els elements anteriors, haurem minimitzat la quantitat necessària al nostre edifici. Ara és el moment de garantir que la "poca" energia que necessitem provingui de fonts renovables, com ara energia solar fotovoltaica, tèrmica, o d'altres.

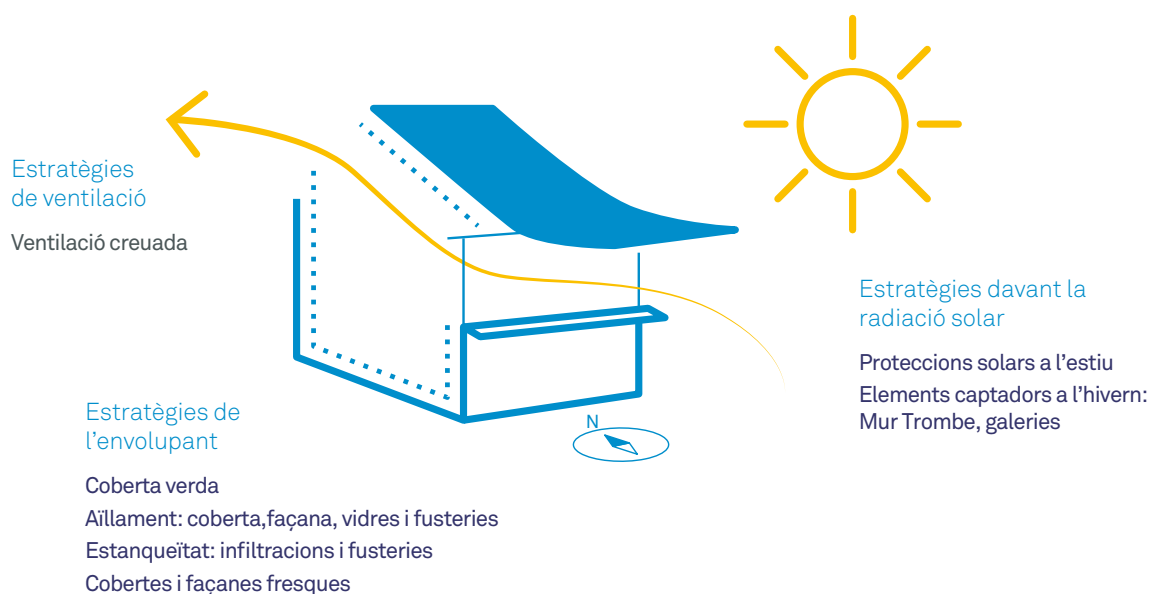
En edificis existents, aquest ordre d'actuacions i prioritats no sempre es pot mantenir. En alguns casos, ja no podem canviar elements crítics com l'orientació o la quantitat de finestres. En d'altres, les mesures que tindrien més impacte tenen un cost massa elevat, que les fa inviables.

## 2.4 ENTENDRE EL BIOCLIMATISME. EL DISSENY SOLAR PASSIU

En aquest apartat volem fer entendre el concepte de bioclimatisme (arquitectura bioclimàtica) i disseny passiu, i com aquests influeixen en el consum d'energia d'un edifici.

Per exemple, a l'hivern, es tracta d'aprofitar al màxim l'aportació de calor i llum del sol, mentre que a l'estiu i en els mesos càlids, sobretot en zones càlides com la Mediterrània, necessitem protegir-nos bé de la calor.

Un altre exemple de bioclimatisme és l'ús i protecció del vent. El moviment de l'aire ens ajuda a ventilar un edifici, però cal preveure si l'aire és prou net i si l'exterior és silenciós. I també cal valorar si ens implicarà un desconfort (fred) o bé si serà agradable per als usuaris.



Il·lustració 1. Exemples d'estratègies de disseny bioclimàtic.  
Font: Rehabilita'm! Fes-me eficient i Saludable. Ajuntament de Barcelona

L'ús de l'edifici determina la demanda energètica i també els guanys interns, que és la calor generada per les persones que estan a dins de l'edifici, i pels elements consumidors, com ara làmpades, cuina, ordinadors, etcètera.

En una escola o institut, els guanys interns són molt alts a causa de la gran densitat de persones que hi conviuen (les persones escalfem l'ambient).

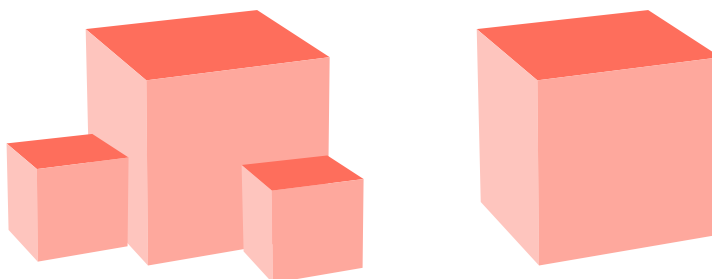
Així, si l'envolupant (la pell de l'edifici) protegeix prou, la demanda de calefacció pot ser molt reduïda, mentre que costarà més mantenir temperatures fresques durant els mesos càlids i encara més amb el canvi climàtic.

L'orientació de l'edifici és determinant pel seu comportament energètic. A fi d'aprofitar l'energia i la llum del sol, en general cal preveure grans finestres a la façana sud i més petites a la façana nord.

En la façana que dona al sud, durant els mesos càlids és més fàcil protegir-se del sol amb lamel·les exteriors que en les façanes est i oest. Quan hi ha orientacions oposades, s'afavoreix la ventilació natural.

La compacitat d'un edifici és la relació entre el volum de l'edifici i la superfície de l'envolupant. Com més compacte és un edifici, menys pèrdues de calor té per la seva pell i, per tant, més eficient és.

A la figura següent es pot observar una forma amb més superfície en contacte amb l'exterior (esquerra) i una altra més compacta (dreta).



Il·lustració 2. Diferència entre un edifici compacte (dreta) i un que no ho és (esquerra).  
 FONT: Elaboració pròpia

La inèrcia tèrmica és la capacitat dels materials d'emmagatzemar energia i alliberar-la lentament. Els edificis que tenen murs i cobertes amb més inèrcia tèrmica (formigó, maó, fang) permeten emmagatzemar la calor o frescor durant unes hores. En general, es té més confort i els equips de calefacció i refrigeració necessiten menys potència.

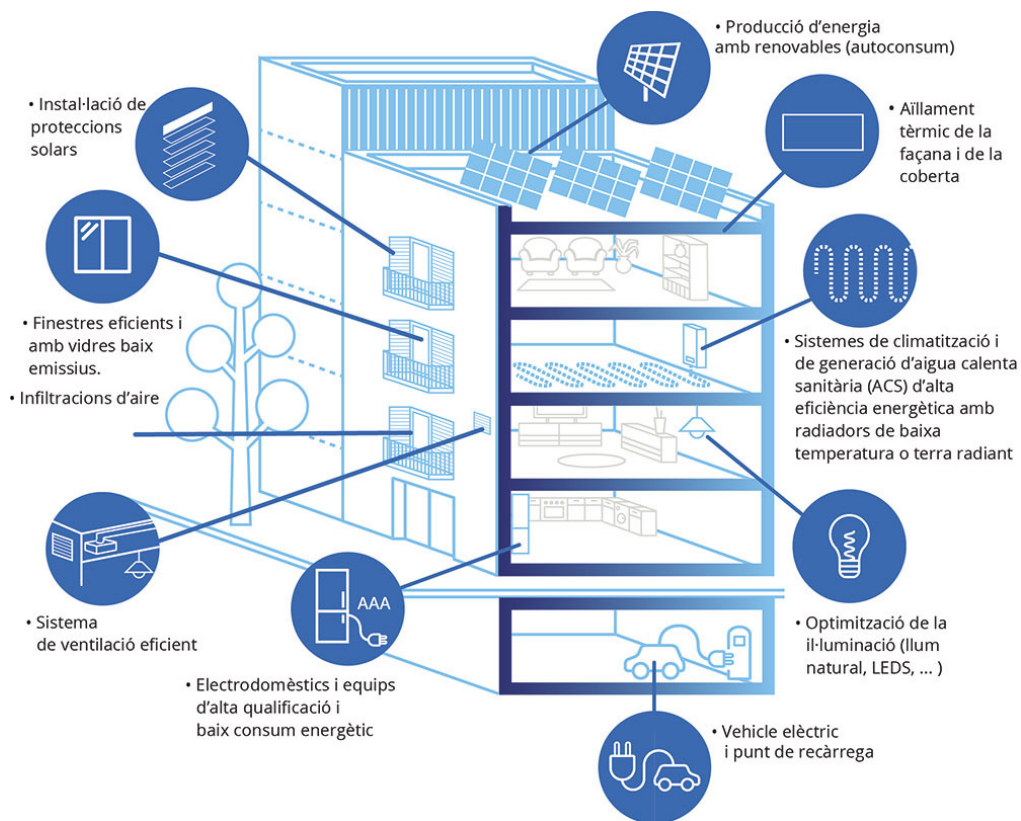
D'altra banda, si un edifici o estança són ocupats de manera intermitent i cal que ofereixin confort de manera ràpida, convindria una estructura lleugera, amb poca inèrcia tèrmica.

## 2.5 DESCRIPCIÓ D'UN EDIFICI EFICIENT

De manera general, l'edifici òptim té les característiques següents:

- Està ben orientat per captar l'energia del sol (obertures més grans al sud).
- És compacte.
- Té una envoltant (pell de l'edifici) ben aïllada tèrmicament per no perdre la calor a l'hivern.
- S'ha vigilat que l'aïllament no tingui interrupcions (ponts tèrmics).
- Disposa de proteccions solars exteriors adequades a cada orientació.
- Els acabats de façana i coberta tenen alta reflectivitat per afavorir la protecció davant la calor del sol en els mesos càlids.
- S'aprofita la ventilació natural quan és adient i s'instal·la una ventilació mecànica amb recuperació de calor.
- Té equips eficients ("classe A") dimensionats correctament.
- Els equips i sistemes es poden gestionar per adaptar-se a les necessitats de cada moment (per exemple, que no calgui encendre tots els llums d'una sala sempre o que permetin calefactar només les zones que ho necessiten).
- Utilitza fonts renovables, principalment energia fotovoltaica.
- Els usuaris saben com col·laborar perquè sigui energèticament eficient i fan un ús adient de l'edifici.

### Mesures estrella de la rehabilitació energètica



Il·lustració 3. Rehabilitació energètica.

Font: ICAEN. Usos de l'energia als edificis. Conceptes clau. <http://ICAEN.gencat.cat/>



Els edificis tenen una responsabilitat important en el canvi climàtic. Actualment, la normativa exigeix que els de nova construcció necessitin molt poca energia i que aquesta vingui de les fonts renovables (a Europa, s'utilitza el concepte en anglès de *nearly zero energy buildings*).

Tanmateix, el parc d'edificis construïts és molt gran i la gran majoria són anteriors a aquestes normatives.

Hi ha molt marge per millorar els edificis existents, però generalment és complicat aconseguir un consum baix d'energia, perquè hi ha aspectes com ara l'orientació, la compacitat i la proporció d'obertures en façana que no podem canviar.

Les millores que podem aportar en un edifici ja construït depenen de la situació de partida. Si l'edifici està ben orientat i rep energia i llum del sol, necessitarà menys energia per escalfar-se. La nostra capacitat de reduir el consum d'energia serà diferent en cada situació.

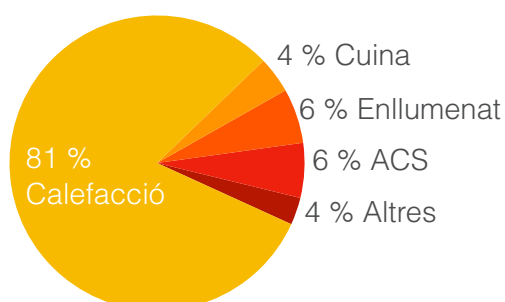
A la segona part de la guia hi ha un recull d'actuacions que podem fer a les nostres escoles per reduir el consum d'energia.

## 2.6 EL CONTEXT MEDITERRANI

En el disseny dels edificis i les seves rehabilitacions cal tenir en compte el context i la climatologia. Les escoles i els instituts de la Mediterrània tenen les característiques següents:

- Tenen consums energètics generalment baixos respecte a la mitjana europea, perquè el clima és més temperat i també perquè a vegades hi ha manca de confort. Els rangs de consum a Catalunya se situen aproximadament entre **60 i 130 kWh/m<sup>2</sup> anuals d'energia final**.
- Entre el 60 i el 90% del seu consum d'energia correspon a energia tèrmica (calor). La resta és electricitat.
- Tenen uns guanys interns que en període hivernal són una font de calor quasi suficient en la major part del dia, si l'envolupant té prou prestacions tèrmiques.
- Tenen uns guanys interns que en període estival poden suposar sobreescalfaments i, per tant, calen solucions de refrigeració passiva (proteccions solars, ventilació nocturna, superfícies fresques, vegetació, pous climàtics, forjats activats...).
- La majoria d'escoles i instituts ventilen les estances de manera natural, obrint finestres, sense una pauta concreta, sinó a criteri del professorat. Cal millorar les estratègies de ventilació als centres docents.
- Les escoles més noves (construïdes a Catalunya a partir del 2008 aproximadament) tenen un sistema de ventilació mecànica amb recuperació de calor que no sempre funciona de la manera esperada (les persones encarregades del manteniment i l'equip directiu poden tenir més informació al respecte).

Segons l'Institut Català d'Energia, el consum d'energia en una escola a Catalunya de mitjana es distribueix segons el gràfic següent.

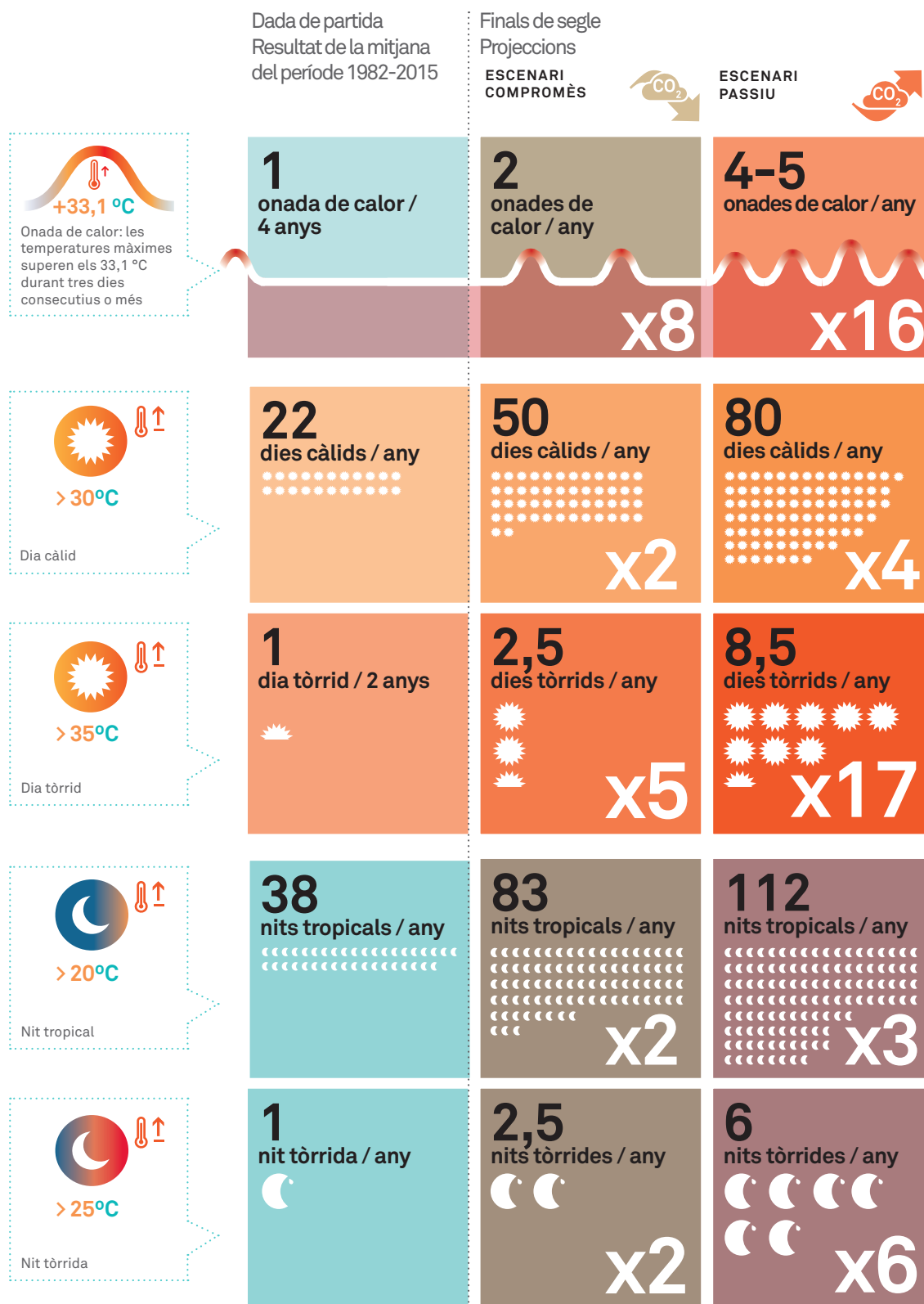


Gràfica 1. Distribució del consum d'energia en una escola catalana.  
Font: Diagnòstic energètic al centre escolar. ICAEN.

## L'escola mediterrània i el canvi climàtic

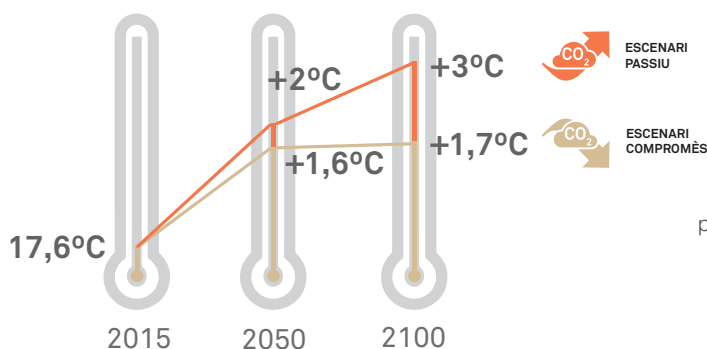
La Mediterrània és una zona especialment afectada pel canvi climàtic. Un estudi científic preveu que s'escalfarà un 20% més de pressa que la mitjana del planeta. Calculen que el 2040 aquest increment arribarà als 2,2 graus. El 2100, en algunes zones de la conca mediterrània possiblement superarà els 3,8. A més, en només dues dècades 250 milions de persones patiran pobresa hídrica per les sequeres.

En les imatges d'aquí sota es pot visualitzar aquest augment de temperatura a la ciutat de Barcelona.



Il·lustració 5. Canvis en la temperatura previstos pels efectes del canvi climàtic.

Font: Pla Clima. <https://www.barcelona.cat/barcelona-pel-clima>



Il·lustració 5. Canvis en la temperatura previstos pels efectes del canvi climàtic.

Font: Pla Clima. <https://www.barcelona.cat/barcelona-pel-clima>

Actualment a Barcelona s'està treballant amb algunes escoles per aconseguir que els patis siguin zones més fresques a l'estiu per tal que actuïn a com a "refugis climàtics" davant d'onades de calor que es preveuen més freqüents.

## 2.7 L'ESCOLA EFICIENT TAMBÉ CAL QUE SIGUI SALUDABLE

A més d'energèticament eficients, cal que les escoles i els instituts esdevinguin edificis saludables.

En el disseny inicial i en la seva renovació s'hi han d'incorporar mesures tècniques, però cal també empoderar la comunitat educativa perquè tingui un paper actiu en aconseguir un baix impacte ambiental i unes bones condicions de salut i confort.

Segurament recordem o hem sentit comentar a algú que a les aules hi fa calor. O bé podem recordar que l'aire estava "carregat" abans d'obrir les finestres. O bé recordem el soroll del trànsit quan les obrim. Aquests són alguns exemples de situacions en què hi ha manca de confort o benestar per a l'alumnat i professorat.

Aconseguir tenir una escola eficient i saludable depèn de factors arquitectònics, de ciutat, climatològics... i de les seves usuàries i usuaris, que necessiten entendre com funciona i el rol que poden tenir-hi.

La qualitat ambiental d'un centre docent afecta la salut, el benestar i capacitat cognitiva de les persones que hi passen part del seu temps.

A continuació es recullen unes dades referents a l'impacte de la qualitat ambiental sobre les persones.

<p><b>+8 % / +11 %</b></p> <p><b>Augment de la productivitat</b> associat a una millora de la qualitat de l'aire</p>	<p><b>-4 % / -6 %</b></p> <p><b>Disminució de la productivitat</b> associada a temperatures fora de confort tèrmic ideal (15°C vs 21° / 30°C vs 23°C)</p>
<p><b>-11 % / -23 %</b></p> <p><b>Degradació de la presa de decisions</b> associada a un augment de la concentració de CO<sub>2</sub> (1000 ppm vs 600ppm)</p>	<p><b>-35 %</b></p> <p><b>Reducció dels costos</b> associada a una millora significativa de la qualitat de l'aire interior</p>
<p><b>-11 %</b></p> <p><b>Reducció de la rapidesa</b> associada a un augment de la concentració de CO<sub>2</sub> (1000 ppm vs 600ppm)</p>	<p><b>-15 %</b></p> <p><b>Reducció de l'exactitud</b> associada a una millora significativa de la qualitat de l'aire interior</p>

Taula 1. Dades impacte qualitat ambiental sobre les persones.

Font: Elaboració pròpia a partir d'estudis diversos publicats

La gestió de l'energia necessita anar de bracet amb el confort tèrmic, la qualitat de l'aire, el confort acústic i la llum.

### **Energia i confort tèrmic**

Qualsevol mesura d'estalvi ha de tenir en compte aspectes de confort tèrmic. Així, per exemple, cal tenir en compte el següent:

- Quan l'envolupant té un nivell més alt d'aïllament i és més estanca, millora molt el confort de les persones quan estan a prop de les façanes i finestres.
- L'ús de sistemes de ventilació mecànica amb recuperació de calor milloren el confort tèrmic, i eviten l'entrada directa d'aire fred a l'hivern. Tanmateix, cal tenir en compte que la instal·lació estigui ben dissenyada i executada per no tenir problemes de soroll, així com vigilar els nivells d'humitat.

### **Energia i qualitat de l'aire**

Les mesures d'estalvi energètic també han de vetllar per la renovació de l'aire i que aquest sigui saludable. Una envolupant més estanca i més aïllada haurà d'anar acompanyada de maneres eficients de ventilar les aules. No es pot descuidar aquest aspecte que també té impacte en la salut de les persones.

### **Energia i llum**

La il·luminació natural és la que més confort visual genera. Trobar un equilibri entre protegir-nos del sol per no passar calor i mantenir la llum natural, evitant també els enlluernaments, no és fàcil. Cal estar atents a les condicions del nostre centre i aula, saber utilitzar els recursos que tenim i adaptar-nos a les condicions meteorològiques.

Tal com s'ha comentat al llarg de la guia, la premissa bàsica és que “l'energia més eficient és la que no es consumeix”. En els edificis existents hi ha molts elements que determinen el consum d'energia i el confort i que no podem canviar a curt termini.

En aquest apartat es recullen actuacions per reduir el consum energètic i millorar el confort en edificis existents.

Les mesures s'han classificat en tres blocs:



Tal com hem esmentat, l'objectiu de la microxarxa és principalment pedagògic. El catàleg és un recull de mesures perquè l'alumnat i la comunitat educativa puguin investigar, conèixer i arribar a implantar-ne algunes, a més d'identificar-ne d'altres de més complexes que es podrien arribar a aplicar.

Per a cada mesura s'indica el grau d'inversió o de dificultat d'implementació (baix, mitjà, alt), el potencial d'estalvi o de millora de confort (baix, mitjà, alt) i qui pot dur a terme la mesura. No hi ha una recepta única. Cada centre té les seves particularitats, prioritats i condicionants.

En tot cas, destaquem que la implantació de les mesures identificades per l'alumnat i aplicades amb la seva col·laboració tenen un especial interès educatiu i de motivació, sigui quin sigui el seu impacte final directe en el consum del centre.

Per potenciar aquest vessant educatiu, recomanem fer un seguiment dels consums —mitjançant, per exemple, un sistema de monitoratge— i comunicar les mesures adoptades (activitat transversal “Comunicació” de la microxarxa).

Per utilitzar el catàleg en el context de la microxarxa, proposem organitzar grups de treball o d'investigació a títol individual per entendre les mesures i la situació de partida de l'edifici docent.

Es poden organitzar debats en grups partint de l'anàlisi de diferents situacions, per exemple: problemàtiques de confort, hàbits d'ús de l'edifici o consums i mesures tècniques. Un cop posat en comú, es relacionen les mesures que es consideren més necessàries i d'interès col·lectiu.

#	Mesura	Descripció	Grau d'inversió (baix/mitjà/alt)	Qui la pot dur a terme?	Potencial d'estalvi energètic / confort	Comentaris
<b>GESTIÓ I HÀBITS (DESPLEGAMENT FÀCIL)</b>						
1	Augmentar la cultura energètica	Accions formatives per aprendre el comportament energètic de l'edifici, tot fomentant les accions de millora que romanguin en el temps.	Baix	Comunitat educativa i Consorci d'Educació de Barcelona	Mitjà (estalvi)	Sumem Energies fomenta la cultura energètica. Per compartir els aprenentatges, proposem crear una comissió energètica per fer-ne el seguiment i anar comunicant resultats.
2	Monitoratge senzill	Instal·lar elements de monitoratge senzill d'energia, confort i qualitat de l'aire per ser conscients de l'estat i de les millores que es van duent a terme.	Baix-mitjà (segons l'abast)	Comunitat educativa i Consorci d'Educació de Barcelona	Baix (estalvi)	
3	Seguiment del monitoratge	Establir un protocol i responsables del seguiment de les dades de monitoratge. Comunicar amb regularitat a la resta de la comunitat educativa l'evolució dels consums. Usar el monitoratge per identificar el consum energètic fora d'hores (nits, caps de setmana) i veure com es pot reduir.	Baix	Comunitat educativa Manteniment	Mitjà-alt (estalvi, confort)	Pot fer-ho la comissió energètica o algun altre actor. Aquesta mesura permet donar continuïtat a les mesures i valorar-ne l'impacte.
4	Obrir i tancar portes amb consciència	Tenir present l'estalvi energètic i el confort quan ens movem per l'espai de l'escola.	Baix	Comunitat educativa	Baix (estalvi, confort)	
5	Ventilar segons les necessitats	Aprendre a ventilar, a conèixer si hi ha un sistema de ventilació mecànica i ajudar-se de sensors de CO <sub>2</sub> per augmentar el benestar i reduir la pèrdua energètica.	Baix	Comunitat educativa	Baix (estalvi, confort)	
6	Ventilació nocturna	Ventilar les aules durant la nit en estacions caloroses per afavorir el confort (cal analitzar quines finestres poden romandre obertes a la nit sense plantejar problemes de seguretat).	Baix	Comunitat educativa	Baix (estalvi, confort)	Cal preveure altres paràmetres com ara el vandalisme, la presència d'animalons i prendre mesures addicionals.

#	Mesura	Descripció	Grau d'inversió (baix/mitjà/alt)	Qui la pot dur a terme?	Potencial d'estalvi energètic / confort	Comentaris
7	Ús de les proteccions solars contra la calor.	Utilitzar les proteccions solars (quan n'hi hagi) per maximitzar la captació de calor del sol durant els mesos freds i minimitzar-la en els mesos càlids o intermedis. La gestió serà diferent en funció de l'orientació (N, S, E, O).	Baix	Comunitat educativa	Mitjà-alt (estalvi, confort)	
8	Ús de les proteccions solars contra el fred)	Tancar les persianes o proteccions solars a la nit durant l'època de calefacció per minimitzar la pèrdua de calor (encara que s'apagui la calefacció, com seria recomanable).	Baix	Comunitat educativa	Mitjà (confort)	
9	Gestió d'espais	Tenir present els requeriments d'energia, confort i salut quan plantegem l'ús dels espais (per exemple, quan sigui possible, prioritzar l'ús dels espais amb radiació solar directa a l'hivern, i evitar-los a l'estiu, amb aules adequades a la mida del grup, etcètera).	Baix	Comunitat educativa	Baix (estalvi, confort)	
10	Controls d'encesa	Revisar els sistemes de control d'encesa i apagada dels equips. Verificar si els valors de consigna es corresponen a l'estació als nivells d'ocupació.	Baix	Comunitat educativa i manteniment	Baix (estalvi)	
11	Millorar l'ús de la calefacció	Ús conscient dels termòstats. Temperatura de 21 °C a l'hivern. Comprovar que no hi ha mobiliari que obstaculitzi o cobreixi els radiadors (en disminueix l'eficiència). Comprovar que la temperatura és adequada a totes les estances. En cas contrari, prioritzar les actuacions en aquelles amb un excés de calor o fred.	Baix	Comunitat educativa i manteniment	Baix-mitjà (estalvi)	

#	Mesura	Descripció	Grau d'inversió (baix/mitjà/alt)	Qui la pot dur a terme?	Potencial d'estalvi energètic / confort	Comentaris
12	Millores sistema ACS	Controlar que les aixetes queden tancades i que no hi ha fugues d'aigua. Posar la temperatura del termòstat d'ACS a 60 °C (MAI per sota, per risc de legionel·la!). El/la responsable que analitzi l'ús d'aigua calenta a l'edifici. Apagar l'escalfador quan comencen les vacances.	Baix	Comunitat educativa i manteniment	Baix (estalvi)	
13	Millora de l'estanquitat a curt termini	Instal·lar juntes d'estanquitat en portes i finestres no estanques, mentre no se substitueixen per productes de més prestacions. La millora de l'estanquitat de les finestres i portes pot repercutir en un confort tèrmic més gran i en menys pèrdues de calefacció, en evitar les infiltracions d'aire no controlades.	Baix	Comunitat educativa	Baix-mitjà (estalvi, confort)	És una mesura molt senzilla i fàcil d'aplicar. Cal recordar que si disminuïm les infiltracions d'aire, cal seguir mantenint la renovació de l'aire; per tant, cal tenir cura de la ventilació dels espais interiors encara més.
14	Millorar l'ús de la llum natural i artificial	Prioritzar i maximitzar la llum natural davant de l'artificial, tenint en compte el confort visual: gestionar, si n'hi ha, les proteccions solars per permetre l'entrada de llum natural evitant, però, enlluernaments excessius.	Baix	Comunitat educativa	Baix (estalvi, confort)	
15	Millorar el sistema de distribució	Revisar els aïllaments de les canonades i els conductes, ja que es degraden amb el temps, sobretot en les zones exposades a la radiació solar. Allà on es detecti que no hi ha aïllament o que s'ha degradat, instal·lar-ne de nou.	Mitjà-baix (segons l'abast)	Comunitat educativa i Consorci d'Educació de Barcelona	Mitjà (estalvi)	Pot caldre un estudi tècnic.
16	Manteniment de la caldera	Fer un bon manteniment de la caldera. Revisar que no s'encengui i s'apagui continuament.	Baix	Comunitat educativa i Consorci d'Educació de Barcelona	Mitjà (estalvi)	És important estar coordinats amb la direcció del centre i la persona responsable del manteniment de l'edifici.



#	Mesura	Descripció	Grau d'inversió (baix/mitjà/alt)	Qui la pot dur a terme?	Potencial d'estalvi energètic / confort	Comentaris
	Gestió de la caldera	Revisar els horaris de funcionament de la caldera i veure si s'adeqüen a les necessitats. Revisar les èpoques d'encesa i apagada.	Baix	Comunitat educativa Manteniment	Baix-mitjà (estalvi)	
17	Instal·lar vàlvules termostàtiques	Instal·lar vàlvules. És una mesura de poca inversió i retorn ràpid, sobretot en centres amb un consum alt de calefacció. Les vàlvules termostàtiques permeten regular la temperatura a partir de la temperatura de consigna.	Baix	Comunitat educativa i Consorci d'Educació de Barcelona	Baix-mitjà (estalvi)	És important estar coordinats amb la direcció del centre i la persona responsable del manteniment de l'edifici.
18	Millora en els consums elèctrics en general	Apagar ordinadors i altres equips quan no es fan servir. No utilitzar el mode <i>stand-by</i> si no s'utilitza durant períodes llargs. Conèixer les etiquetes energètiques dels electrodomèstics. Mirar les etiquetes de consum dels equips nous comprats per a l'escola. Identificar els que tenen etiqueta A. No deixar equips electrònics amb transformadors connectats a la xarxa.	Baix	Comunitat educativa	Baix (estalvi)	
19	Instal·lar <i>smart plugs</i> i programadors	Instal·lar <i>smart plugs</i> per a l'apagada automàtica d'equips o regletes amb interruptors (evitant consums innecessaris) i instal·lar programadors. Per exemple, programador per a escalfador elèctric.	Baix	Comunitat educativa	Baix (estalvi)	
20	Tria conscient de productes i materials	Aprendre a tenir aules lliures de COV i altres contaminants. Elaborar un document sobre requeriments a l'hora d'adquirir productes i materials per al centre, prioritzant les ecoetiquetes, la classe energètica més eficient i criteris de salut.	Baix-mitjà	Entre tots els agents (comunitat, subcontractats, consorci)	Alt (confort)	

#	Mesura	Descripció	Grau d'inversió (baix/mitjà/alt)	Qui la pot dur a terme?	Potencial d'estalvi energètic / confort	Comentaris
<b>MESURES DE L'ENVOLUPANT I SISTEMES (INVERSIÓ MÉS ALTA I NECESSITAT DE TERCERS)</b>						
21	Millora de finestres i balconeres	Substitució de finestres i balconeres poc eficients per productes amb baixa transmitància i estanques. Es pot analitzar quantes finestres tenen vidre senzill, alumini sense ruptura, etcètera, i que caldria substituir.	Alt	Consorci d'Educació de Barcelona	Alt (estalvi i confort)	Cal un estudi tècnic. Acompanyar aquesta intervenció d'actuacions en la ventilació (com per exemple instal·lar un sistema de ventilació en l'obertura de façana i instal·lar una finestra de dimensions inferiors).
22	Instal·lar aïllament tèrmic	Si s'observa que la coberta o murs tenen poc o gens aïllament tèrmic (a partir de l'any de construcció, dels plànols, d'informació tècnica disponible), se'n pot instal·lar fins a aproximadament gruixos de 15 cm per reduir la demanda de calefacció.	Alt	Consorci d'Educació de Barcelona	Alt (estalvi)	Cal fer un estudi tècnic i valorar diferents materials, tot prioritant els d'origen natural, de baixes emissions COV i de baix impacte ambiental.
23	Tractar els ponts tèrmics	Identificar i protegir els ponts tèrmics.	Mitjà	Consorci d'Educació de Barcelona	Mitjà (estalvi i confort)	Cal fer un estudi tècnic i valorar diferents solucions tècniques. Idealment al mateix moment que es plantegin mesures d'aïllament tèrmic de l'envolupant (murs exteriors i coberta).
24	Proteccions solars	Instal·lar proteccions solars exteriors en les finestres que no en tinguin, sobretot en les aules amb orientació sud, oest o sud-oest.	Mitjà-alt (depèn de l'abast)	Consorci d'Educació de Barcelona	Alt (confort)	Cal fer un estudi tècnic.
25	Superfícies fresques	Recobrir les façanes i cobertes amb pintures d'alta reflectivitat per reduir l'escalfament de la superfície i millorar el confort interior a l'estiu.	Baix-mitjà (segons l'abast)	Consorci d'Educació de Barcelona	Mitjà (confort)	Cal assessorament tècnic per triar el producte.

#	Mesura	Descripció	Grau d'inversió (baix/mitjà/alt)	Qui la pot dur a terme?	Potencial d'estalvi energètic / confort	Comentaris
26	Ventilador de sostre	Instal·lar ventiladors de sostre per augmentar el confort estival	Mitjà	Consorci d'Educació de Barcelona	Mitjà (confort)	Cal un assessorament tècnic per triar el producte.
27	Ventilació mecànica	Instal·lar ventilació mecànica central amb recuperació de calor i, si no és possible, instal·lar ventilació mecànica per estances.	Alt	Consorci d'Educació de Barcelona	Alt (confort)	Cal fer un estudi tècnic.
28	Substitució de terminals de calefacció	Plantejar la substitució de terminals del sistema de calefacció, si són antics o no funcionen bé. Cal tenir present el sistema de generació i les millores des d'un punt de vista global.	Mitjà-alt	Consorci d'Educació de Barcelona	Mitjà (estalvi i confort)	
29	Substituir làmpades per leds	Substituir làmpades existents, sobretot en aules, per leds, incloent-hi criteris de confort lumínic. Aquesta mesura té un retorn econòmic de pocs anys. Convé incloure mesures complementàries (sectorització, detectors de presència)	Mitjà	Comunitat educativa i Consorci d'Educació de Barcelona	Baix (estalvi)	
30	Automatitzar l'encesa i apagada de la il·luminació en certs espais	Instal·lar detectors per automatitzar l'encesa i apagada, com ara els següents: - Detectors de presència o temporitzadors en espais no habitualment ocupats (lavabos, passadissos, magatzems). - Detectors crepusculars en aquells espais que necessitin il·luminació nocturna. - Programadors horaris quan es necessiti il·luminació en certes hores.	Baix-mitjà	Comunitat educativa i Consorci d'Educació de Barcelona	Baix (estalvi)	
31	Sectoritzar la il·luminació	Sectoritzar adequadament les instal·lacions d'il·luminació per permetre una encesa diferenciada i parcial en funció de les necessitats dels espais (aprofitament de llum natural, diferents requeriments lumínics en funció de l'activitat, etcètera).	Baix-mitjà	Consorci d'Educació de Barcelona	Baix (estalvi)	

#	Mesura	Descripció	Grau d'inversió (baix/mitjà/alt)	Qui la pot dur a terme?	Potencial d'estalvi energètic / confort	Comentaris
32	Substituir la caldera antiga per bomba de calor	Si la caldera és antiga, es pot plantejar la substitució per una bomba de calor d'alt COP ( <i>coefficient of performance</i> ) o per una caldera més eficient. Abans de substituir la caldera, es recomana recalcular la demanda del centre. Cal tenir en compte que les condicions en relació amb la instal·lació anterior poden haver canviat, i que s'hagin modificat els requeriments de potència de la caldera.	Alt	Consorci d'Educació de Barcelona	Alt (estalvi)	Cal fer un estudi tècnic.
<b>INSTAL·LACIÓ D'ENERGIES RENOVABLES (INVERSIÓ ALTA I NECESSITAT DE TERCERS)</b>						
33	Instal·lar energia fotovoltaica FV	Instal·lar panells fotovoltaics en coberta, façana o en pèrgola al pati	Alt	Consorci d'Educació de Barcelona	Alt (estalvi)	Cal fer un estudi tècnic.
34	Utilitzar energia renovable diferent de FV	A part de l'energia fotovoltaica, es poden utilitzar altres fonts com ara el vent, la solar tèrmica, la biomassa i la geotèrmia (cal valorar-ho segons la disponibilitat de recursos energètics locals) i segons l'emplaçament, la tipologia d'edifici i els usos.	Alt	Consorci d'Educació de Barcelona	Alt (estalvi)	Cal fer un estudi tècnic.

A continuació s'amplia la informació per a algunes de les mesures de la taula. S'indica entre parèntesi la numeració que es correspon amb la de la taula.

## 4.1 GESTIÓ I HÀBITS

### AUGMENTAR LA CULTURA ENERGÈTICA (1)

Aquesta mesura tracta de l'educació en energia, abordada per la microxarxa Sumem Energies.

Amb les activitats pedagògiques de la microxarxa, l'alumnat i el professorat que hi participin aprendran moltes coses de com utilitzem l'energia al nostre centre i què podem fer per reduir-ne el consum o millorar-ne el confort.

Per tenir un impacte real en el consum o en el confort del centre, necessitem la implicació del personal tècnic i també de tota la comunitat educativa.

Totes les persones que fem ús del centre tenim un impacte en el consum energètic:

- Què pot fer l'alumnat? I el professorat?
- I el personal de neteja? I de consergeria?
- I l'equip directiu? I el claustre?
- I el personal de manteniment?
- Quins altres actors trobem?

En definitiva, augmentar la cultura energètica implica que tothom conegui com les seves accions tenen un impacte en el consum del centre i què poden fer per reduir-lo.

Per això, en el marc de la microxarxa proposem la creació d'una comissió energètica i l'activitat transversal de comunicació, per poder aplicar mesures més complexes que afecten diversos actors i per fer partícip tota la comunitat dels descobriments i aprenentatges més importants.

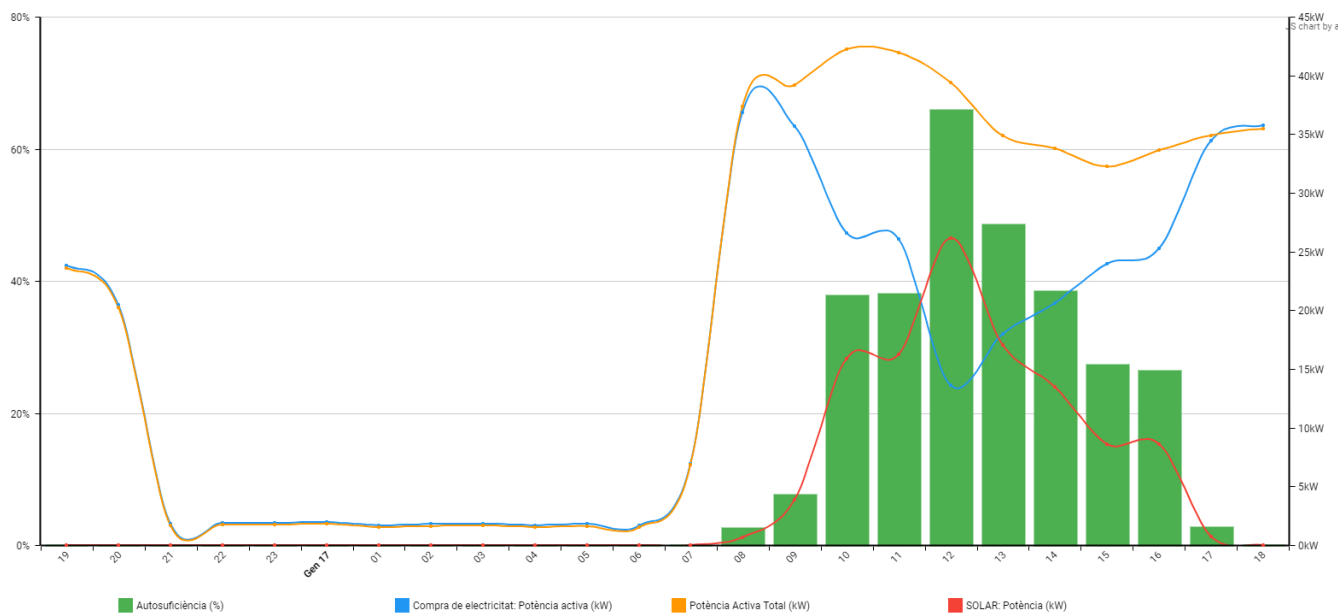
Això permetrà integrar activitats de manera transversal i continuada, més enllà de la present microxarxa. A partir d'aquesta cultura, serà molt més fàcil incloure millores en els hàbits d'ús de l'edifici. Cal que tota la comunitat es faci seus els petits gestos a fi d'obtenir bons resultats.

Els beneficis d'augmentar la cultura energètica aniran més enllà de l'escola i l'institut, ja que podem aplicar moltes coses apreses, a casa i allà on anem.

El projecte [Euronet 50/50](#) és un bon exemple i una font de recursos per dur a terme accions i millores. Per exemple, proposen [10 passos](#) per a l'estalvi energètic que podeu seguir.

### MONITORATGE SENZILL (2)

Instal·lar un sistema de monitoratge permet conèixer i fer seguiment del consum energètic del nostre centre en temps real, en comptes d'esperar a rebre les factures de la companyia comercialitzadora un cop al mes o cada dos mesos. Això ens permet fer visible l'energia que consumim i quantificar quan la consumim.



**Gràfica 2.** Exemple de dades provinents del monitoratge. Potència activa total en kW (taronja), compra d'electricitat en kW (blau), Generació solar en kW (vermell) i percentatge d'autosuficiència (barres verdes).  
 Font: plataforma municipal de monitoratge energètic de l'ajuntament de Barcelona

Per fer un seguiment del consum energètic, com a mínim, és interessant monitorar el següent:

- Consum elèctric general de l'edifici (a “capçalera”, és a dir, l'electricitat que “entra” a l'edifici).
- Consum de gas.
- Generació fotovoltaica, si en tenim.

A més, podem monitorar “tant com vulguem” i cada nivell de monitoratge ens aportarà informació interessant, però cal valorar l'equilibri entre la inversió i el retorn. Si tenim més recursos, altres elements interessants per monitorar són els següents:

- Flux tèrmic de la caldera
- Consums elèctrics de diferents circuits

També és interessant monitorar el confort i la qualitat de l'aire interior. Una recomanació seria mesurar la temperatura, la humitat relativa, el CO<sub>2</sub> en diferents aules (de diferent orientació) que siguin representatives de l'activitat del centre.

El mercat ofereix moltes opcions de monitoratge energètic. Cal que les dades siguin recollides per un sistema que permeti visualitzar-les i interpretar-les fàcilment, i processar-les per a finalitats pedagògiques —és a dir, que permetin baixar taules, gràfics, etcètera—.

## SEGUIMENT DEL MONITORATGE (3)

El monitoratge per si sol no estalvia energia, només aporta dades. Perquè sigui una eina que ens ajudi a estalviar, cal fer un seguiment constant de les dades, aplicar mesures d'estalvi i mesurar-ne l'impacte, en un procés de millora contínua.

És a dir: el monitoratge, sense seguiment i sense implementar mesures, ens servirà de ben poc.

En canvi, si en fem un bon seguiment, serà una molt bona eina educativa, de millora contínua i de motivació de la comunitat educativa. Ens assegurarà que els estalvis aconseguits perdurin en el temps.

Per fer el seguiment, és important el següent:

- Que hi hagi una persona o una comissió encarregada del seguiment de les dades.
- Que aquesta persona treballi en coordinació amb la comunitat educativa: personal de manteniment, equip directiu, etcètera, per aplicar les mesures identificades.

Una altra possibilitat, complementària és que el grup classe que desenvolupa la microxarxa sigui l'encarregat de fer-ne el seguiment.

Algunes de les preguntes que podrem respondre amb les dades del monitoratge són les següents:

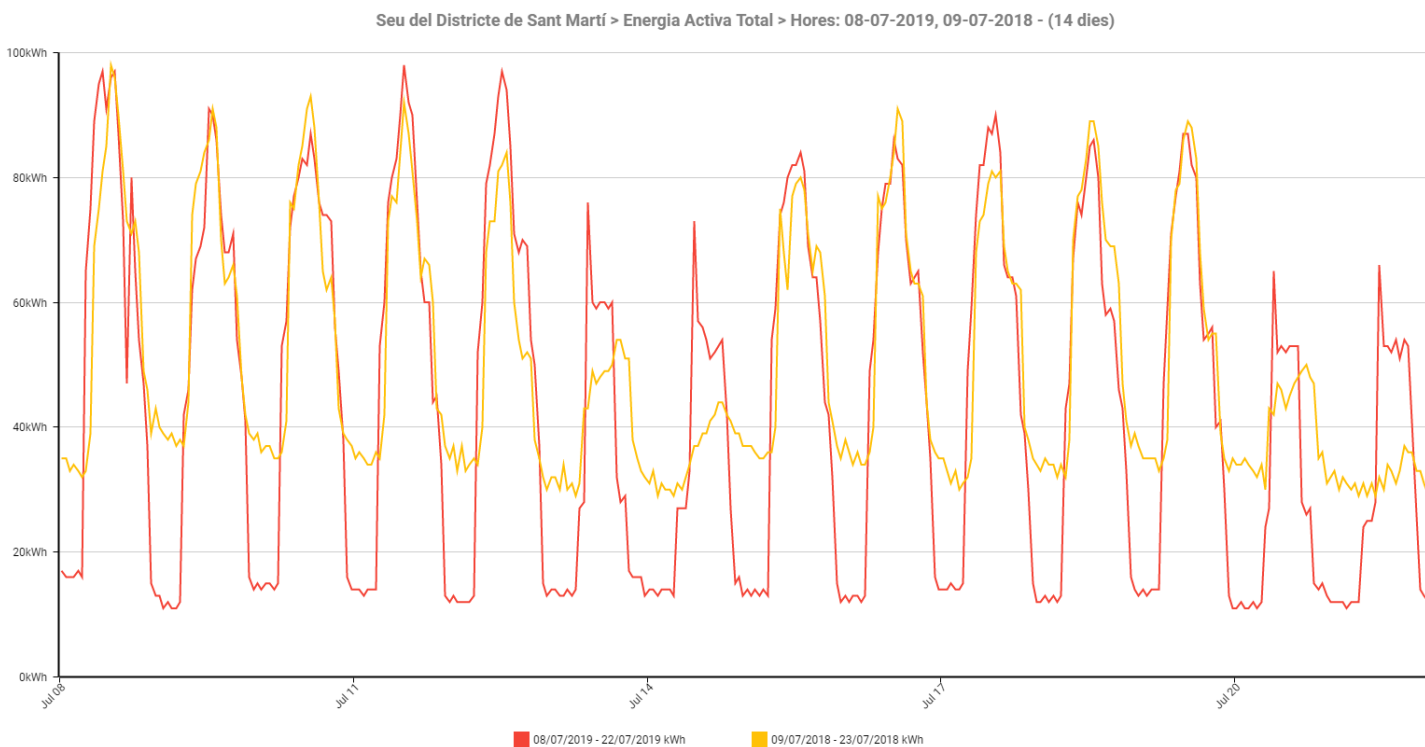
- Quan consumeix energia el nostre edifici? Al matí? Al vespre? Totes les setmanes són iguals?
- Quanta energia consumim quan l'edifici està desocupat (en caps de setmana, festius...)? Quants kWh representen a l'any? I quants euros? Què podríem fer per minimitzar-la?
- La corba de consum es correspon amb les hores d'ocupació? Si no és així, per què? Què podríem fer per resoldre-ho?
- La tarifa elèctrica que tenim és la que més ens convé? La potència contractada és l'adequada? Quants diners ens estalviaríem amb una tarifa més adequada?
- Si tenim instal·lada una placa fotovoltaica, quanta energia generem a l'any?
- Si estem monitorant també dades de confort: aconseguim el confort desitjat? Si no és així, què podríem fer per millorar-lo?

Després d'aplicar mesures d'estalvi, podem comparar el consum actual amb el consum previ a la implantació de les mesures:

- Han tingut algun impacte en el consum?
- Quanta energia ens hem estalviat? I quants diners?
- Hem millorat el confort?

A partir de les dades de monitoratge és interessant fer un informe periòdic (mensual/trimestral/annual) del consum i comunicar-lo a la comunitat educativa.

A continuació podem veure exemples de corbes de consum abans i després d'actuacions i com es veuen reflectits en el monitoratge.



Gràfica 3. Corbes de consum energètic provinents del monitoratge, abans (taronja) i després (vermell) de l'actuació.  
 Font: plataforma de monitoratge energètic de l'ajuntament de Barcelona

## GESTIÓ DE LA VENTILACIÓ (5)

La ventilació d'un edifici ha de tenir en compte quatre objectius:

1. Renovar l'aire per tal que sigui net (millorar la qualitat de l'aire a l'interior).
2. Refrescar l'ambient quan l'aire de fora és més fred (durant la primavera i tardor, a les nits d'estiu...).
3. Estalviar energia.
4. Oferir confort als ocupants (no tenir corrents d'aire, no sentir fred ni calor, no sentir soroll).

Aconseguir aquests quatre objectius a la vegada no és possible només obrint les finestres. És necessari renovar l'aire per una qüestió de salut, però mentre no s'instal·lin sistemes mecànics cal intentar optimitzar la ventilació natural, tenint en compte els altres punts.

La majoria de centres educatius no disposen d'un sistema de ventilació mecànica ni amb sondes de contaminants de l'aire. En general, el professorat ventila obrint finestres segons el seu criteri i sense conèixer els aspectes tècnics ni tenir dades sobre la situació.

Cal prendre consciència de la complexitat, valorar les opcions i posar en marxa un pla. Algunes possibilitats són les següents:

- Ventilar durant les hores de menys pol·lució i soroll provinents del trànsit del carrer.
- Ventilar sovint i no gaire estona (entre classes, durant el pati, etcètera).
- Tenir una persona delegada de la ventilació.
- Invertir en sondes de CO<sub>2</sub>, de manera que les persones que ocupin una aula sàpiguen que han de ventilar quan les concentracions de CO<sub>2</sub> són superiors a 1.000 ppm.
- Recollir la percepció de l'alumnat: li molesta el soroll? Sent fred/calor o corrents d'aire? Té propostes de millora?



Es pot consultar la [guia de l'ASPB](#), que ofereix més informació.

## VENTILACIÓ NOCTURNA (6)

La ventilació nocturna és una estratègia per refredar l'edifici a l'estiu. Consisteix a obrir finestres a la nit per tal que l'aire exterior, més fresc durant la nit, refredi els elements de l'edifici que tenen inèrcia tèrmica (murs, forjats, sostres) i així refredar l'edifici per al dia següent.

Cal consultar amb les persones de manteniment i equip directiu si hi ha finestres que es puguin deixar obertes, si algú se'n pot ocupar per fer-ne una bona gestió, tenint en compte possibles robatoris, entrada d'animalons, etcètera. Cal vetllar per l'energia però també per la seguretat i la higiene del centre.

## ÚS DE LES PROTECCIONS SOLARS PER PROTEGIR-NOS DE LA CALOR (7)

Les proteccions solars són necessàries per reduir la calor i l'enlluernament a l'aula. S'expliquen en el bloc de mesures de la pell de l'edifici.

En primer lloc, si no està fet, caldrà elaborar un estudi tècnic per determinar la solució és més adient.

Si hi ha proteccions solars, cal fixar-se en com funcionen i qui se n'ocupa. Si són mòbils, cal assegurar-se que quan fa calor tapen bé els rajos solars, però no del tot, ja que també necessitem aportació de llum natural i volem evitar encendre els llums.

Quan a l'exterior fa fred, ens convé que el rajos solars escalfin l'aula i no els tapi la lamel·la. Si el raig directe ens molestés, pot ser convenient utilitzar algun tipus d'estor interior per tamisar-lo.

Si es tracta de lamel·les fixes, no podem incidir-hi. Però podem observar si funcionen adequadament, és a dir, si quan fa calor a l'exterior ens protegeixen i quan fa fred permeten que el sol ens escalfi a través del vidre.

Si veiem que les proteccions solars no fan la funció esperada, cal que pensem en solucions pel que fa al tipus de producte i sobre qui s'ocupa que funcioni bé.

## MILLORAR L'ÚS DE LA CALEFACCIÓ (11)

El més segur és que la calefacció estigui programada i que poques persones al centre en coneguin bé el funcionament. Seria útil conèixer-ne els aspectes següents:

- Qui l'enrega?
- Amb quin horari? I quin calendari anual?
- Quins criteris es fan servir per decidir-ne la posada en marxa? Es fa en funció de la temperatura exterior? En funció d'un calendari preestablert?
- Quines temperatures estem obtenint a diferents aules (si és que hi ha sondes de temperatura i es pot accedir a les lectures)?
- Hi ha radiadors tapats amb armaris, prestatgeries o altres elements?

També seria útil tenir l'opinió d'un bon nombre de persones entre alumnat i professorat sobre si tenen fred, calor, etcètera. És probable que les aules que reben menys sol siguin més fredes i més calentes les que en reben més.

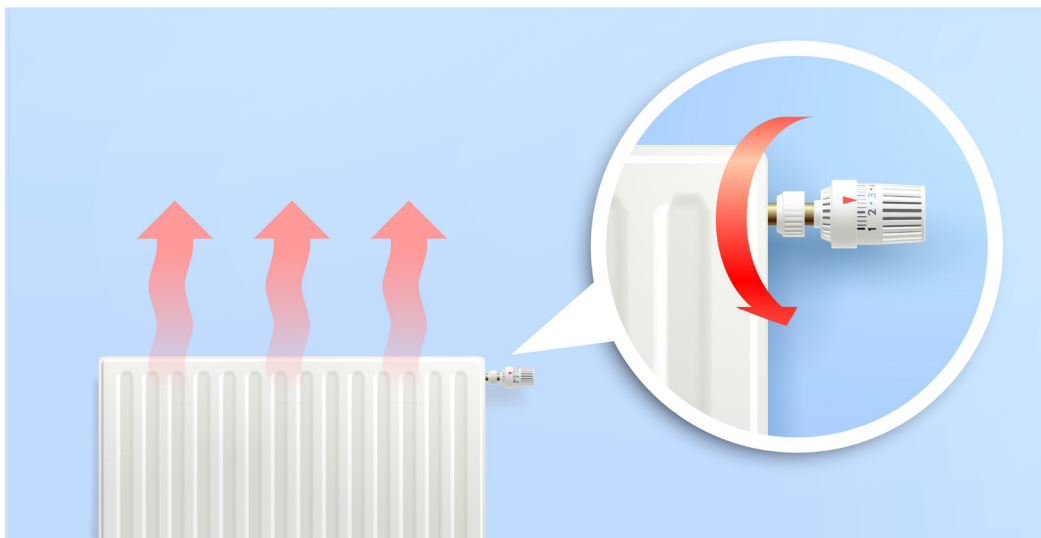
Si es reuneix informació sobre l'ús de la calefacció per part de les persones de manteniment i de l'equip directiu i sobre confort per part del professorat i alumnat, es podran proposar millores.

Es poden donar diverses situacions:

- S'està consumint més energia per calefacció del que és necessari: es passa calor? Ens trobem sovint que s'han d'obrir les finestres per no passar-ne? Si monitorem la temperatura, veiem que la temperatura de confort s'allarga força més enllà de l'acabament de les classes?
- Es passa fred de manera generalitzada i el consum és més baix de l'esperat.

- Hi ha una combinació de desconfort (calor i fred) segons l'aula i el dia. En aquest cas, les millores requereixen un estudi tècnic més detallat per instal·lar elements que permetin regular més bé la calefacció, com ara vàlvules termostàtiques, etcètera.

Mentrestant, si detectem que en algunes zones sempre hi fa molta calor, podem buscar solucions temporals, com regular l'aixeta / clau de pas i deixar-la en una posició intermèdia.



Imatge 1. Radiador  
Font: Freepik.com

## MILLORA DE L'ESTANQUITAT (13, 21)

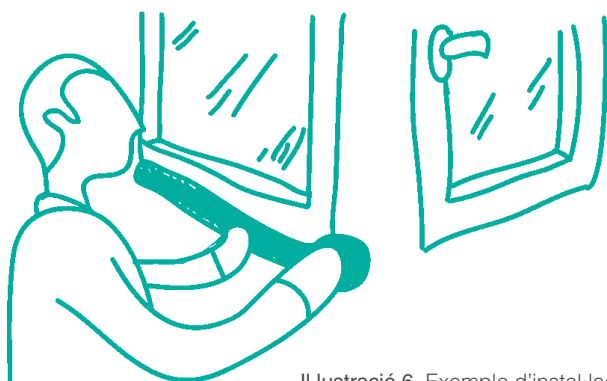
La pell de l'edifici està composta per diferents elements i també hi ha alguns "forats" per on passa l'aire, a vegades de manera més notòria i a vegades de manera imperceptible. D'això se'n diu *infiltracions d'aire*.

Pot haver-hi infiltracions entre el mur i la finestra, a les caixes de persiana... i com més antic és l'edifici, més n'hi ha.

Les infiltracions són una mena de "ventilació" no controlada que renova poc l'aire, ens fa perdre energia i genera desconfort.

Les finestres que trobem al mercat passen unes proves de laboratori per determinar-ne el grau d'estanquitat. El resultat de la prova queda reflectit en l'"etiqueta de producte".

És aconsellable reduir les infiltracions substituint les finestres i portes per d'altres més estanques (quan calgui canviar-les) i instal·lant juntes de segellat (aquesta mesura és fàcil i poc costosa). Quan ho fem, és important que seguim ventilant les aules i encara més si no hi ha un sistema automàtic de ventilació, ja que en millorar l'estanquitat reduïm l'entrada d'aire de fora.



Il·lustració 6. Exemple d'instal·lació de birets i elements per millorar l'estanqueïtat de les portes i finestres  
Font. Habitatge Barcelona. Guia per millorar l'eficiència energètica a la llar.

## MILLORAR L'ÚS DE LA LLUM NATURAL I ARTIFICIAL (14)

Si tenim uns usuaris conscients dels recursos necessaris per il·luminar les aules i altres estances, i conscients que cal prioritzar la llum natural, tindrem una bona base per aplicar uns hàbits sostenibles. Algunes recomanacions serien les següents:

- Maximitzar l'ús d'il·luminació natural:
  - ▶ Fixar-se en les condicions meteorològiques en arribar al matí.
  - ▶ Valorar les activitats per fer (si cal mirar pantalles o no).
  - ▶ Considerant aquests dos factors, comprovar com fer un ús òptim dels recursos que tenim.
- Millorar la il·luminació artificial:
  - ▶ Conèixer els nivells lumínics a les aules (mesurar-los i veure si compleixen els mínims recomanats, expressats en luxs).
  - ▶ Possibles millores: marcar els interruptors per a una encesa de llums parcial, designar un delegat que recordi i comprovi l'apagada de llums en deixar l'aula.
  - ▶ Identificar fluorescents o llums innecessaris: amb un luxímetre, podem identificar les zones amb molta més il·luminació de la necessària o llums situats sobre armaris o zones que no necessiten il·luminació.
  - ▶ Avaluar la neteja dels llums i les làmpades. Quan estan bruts emeten menys llum.
  - ▶ Interessar-se pel que passa durant les hores no lectives. Queden llums encesos? Les persones de neteja en fan un ús conscient? S'han trobat dificultats?
  - ▶ Interessar-se per la il·luminació exterior de la pista o del pati. Com és el sistema d'encesa? Es pot millorar?

Un cop hem revisat aquests aspectes, també ens podem plantejar substituir les làmpades per d'altres de més eficients, com leds, afegir elements per automatitzar-ne l'encesa i l'apagada o sectoritzar adequadament (accions 29, 30 i 31).

## MILLORAR EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓ (15)

El sistema de distribució de la calefacció potser disposa de canonades de coure i radiadors d'aigua calenta. Cal verificar si els radiadors estan situats en llocs adequats o bé si hi ha mobiliari que obstrueix la convecció de l'aire calent que es genera.

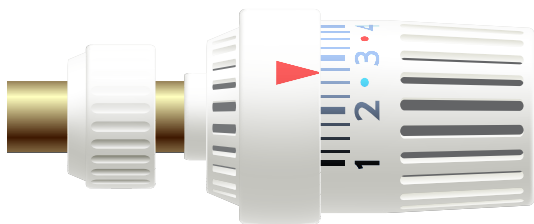
Les canonades provinents de la caldera convé que estiguin aïllades tèrmicament. Si no ho estan, aplicar un aïllament és una mesura fàcil i poc costosa.



Imatge 2. Exemple d'instal·lació de birets i elements per millorar l'estanqueïtat de les portes i finestres

## INSTAL·LAR VÀLVULES TERMOSTÀTIQUES (17)

Les vàlvules termostàtiques permeten regular la temperatura del radiador millor que les vàlvules convencionals i generar, per tant, un estalvi d'energia. L'avantatge és que la inversió és reduïda.



Imatge 3. Vàlvula termostàtica.  
Font: Freepik.com

## INSTAL·LAR SMART PLUGS I PROGRAMADORS (19)

Un smart plug és un endoll que es pot connectar i desconnectar de manera remota mitjançant una aplicació. Permet reduir consums d'aparells elèctrics i evitar stand-bys, per exemple.

Un programador és un aparell que permet limitar el temps d'accés a la xarxa elèctrica d'un aparell endollat.

També podem instal·lar regletes amb interruptors per als equips electrònics, com els ordinadors. Tots els aparells electrònics tenen adaptadors de corrent que tenen un petit consum paràsit fins i tot quan estan apagats. Connectant-los a regletes amb interruptor podem evitar aquest consum.



Imatge 4. Programadors, smart plugs i regletes amb pinterruptor.

## TRIA CONSCIENT DE MATERIALS (20)

Els productes de la construcció, mobiliari i altres, aporten substàncies a l'ambient. Per tal de tenir un ambient saludable i un aire lliure de contaminants, cal tenir cura de quins materials s'instal·len i s'utilitzen.

Per exemple, les pintures, adhesius, fustes, terres de plàstic, mobiliari... alliberen components orgànics volàtils (COV), que no són saludables. Seleccionem els materials mirant si tenen algun etiquetatge (aquí sota hi ha l'exemple d'unes etiquetes europees, però a Catalunya o Espanya no n'hi ha cap d'específica), o bé demanant les fitxes tècniques i buscant els valors de COV.

L'escola o institut pot elaborar una guia de compra sostenible i saludable que tingui en compte aquests criteris i d'altres com la proximitat del lloc de fabricació, que siguin materials d'origen natural (i no provinents del petroli), i que tinguin algun etiquetatge ecològic (per exemple una DAP — Declaració Ambiental de Producte—, Ecolabel, Blue Angel...).

Es recomana prioritzar materials que tinguin poca energia embeguda, és a dir, que la seva fabricació i transport hagin requerit poca quantitat d'energia respecte d'altres materials o productes. Aquesta guia pot incloure també material escolar (retoladors, pintures, paper, etcètera).

A part, l'ús d'ambientadors i encens no es recomana en absolut perquè aporten nombrosos compostos químics que poden ser perjudicials per a la salut.



Imatge 5. Exemple d'etiquetes de qualitat de l'aire interior

A part dels materials propis de l'escola, els productes de neteja del centre també poden alliberar substàncies tòxiques.

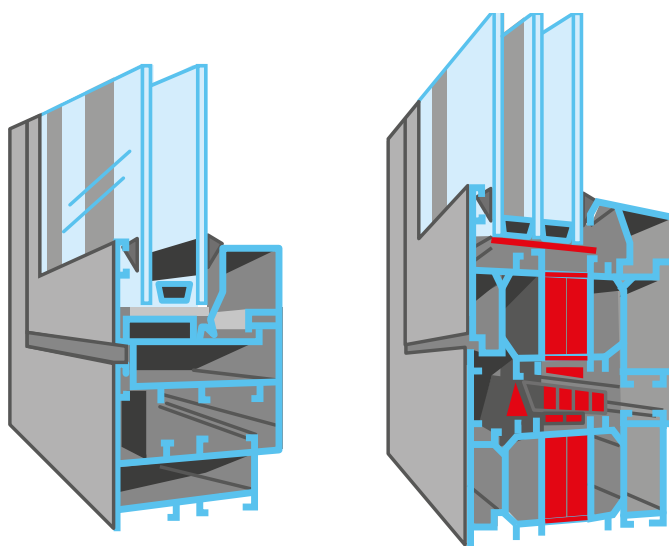
Es recomana que els responsables del centre i els equips de neteja es coordinin per tal d'utilitzar productes lliures de contaminants o amb les quantitats més baixes que trobem al mercat.

## 4.2 ENVOLUPANT I SISTEMES

### MILLORA DE FINESTRES I BALCONERES (21)

Les finestres i balconeres aporten llum i calor a les estances. En funció de la tipologia de marcs i vidres, es perdrà i es guanyarà més o menys energia; per tant, són un punt clau de la pell de l'edifici. Moltes escoles tenen finestres corredisses d'alumini i persianes o lamel·les exteriors.

Per al clima de Barcelona i similars és convenient que les finestres tinguin doble vidre i marcs suficientment aïllants. Si són d'alumini, cal que tinguin una bona ruptura de pont tèrmic (vegeu la foto aquí sota), ja que l'alumini és un bon conductor de la calor i interessa mantenir la calor o la frescor interiors.



Sense trencament del pont tèrmic

Amb trencament del pont tèrmic

Il·lustració 7. Exemple de tancament sense trencament de pont tèrmic (esquerra) i amb trencament de pont tèrmic (dreta).

Font: infografia "renovació de finestres", ICAEN

Si són de fusta, aquest ja és un material més aïllant.

En tots els casos, cal que les finestres tinguin unes prestacions mínimes tant tèrmiques (que es mesuren amb la transmissió tèrmica, U, expressada en W/m<sup>2</sup>K) com d'estanquitat (per evitar infiltracions).



Imatge 6. Seccions de finestres de fusta (esquerra, alumini (centre) i pvc (dreta))  
Font: "edificis de consum d'energies gairebé zero", ICAEN

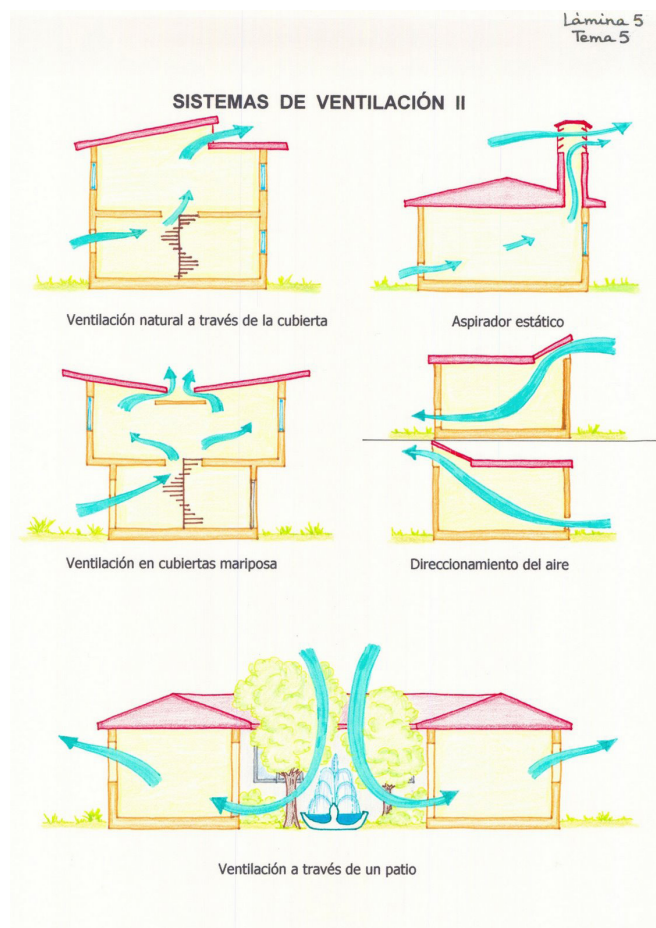
Un edifici necessita tenir una pell que mantingui l'interior en confort (inclou unes finestres prou aïllants), però també renovar l'aire interior.

Quan se substitueixen finestres antigues (que tenen generalment altes infiltracions d'aire) per productes més estancs, cal que la ventilació de les estances també quedi assegurada.

## VENTILACIÓ NATURAL I ENVOLUPANT (5, 21)

A part de millorar els hàbits i posar sondes de CO<sub>2</sub>, es poden incloure solucions tècniques per aprofitar el potencial de la ventilació natural i minimitzar la necessitat dels sistemes mecànics.

Cal fer un estudi tècnic previ i estudiar solucions com les finestres d'obertura automatitzada, noves entrades i sortides d'aire que permetin un bon escombratge de l'aire interior, etcètera.



Il·lustració 8. Estratègies de ventilació natural.  
Font: edificis de consum d'energia gairebé zero.  
Col·lecció quadern pràctic nº11, ICAEN.  
blog arquitectura bioclimàtica

<http://abioclimatica.Blogspot.Com/2008/10/arquitectura-bioclimtica.html>

## INSTAL·LAR AÏLLAMENT TÈRMIC (22)

L'aïllament tèrmic permet limitar el pas de calor entre l'interior i l'exterior. Hi ha molta oferta de productes al mercat. És preferible utilitzar materials autòctons, naturals i de baix impacte ambiental.

Per ser més eficient i conservar la inèrcia tèrmica, és convenient situar l'aïllament tèrmic a l'exterior dels murs i coberta. A més, així reduïm també els ponts tèrmics, tal com s'explica en l'apartat següent. Les solucions d'aquest tipus s'anomenen SATE (ETICS en anglès), sigles de solució d'aïllament tèrmic per a l'exterior.



Imatge 7. Instal·lació d'aïllament tèrmic per l'exterior.  
Font: Image by Alina Kuptsova from Pixabay

Els aïllaments tèrmics es classifiquen segons diverses propietats. La més destacable és la conductivitat tèrmica,  $\lambda$ , expressada en W/mK.

Lista de materials naturals: fibra de fusta, fibra de cànem, fibra de cel·lulosa, suro, llana d'ovella.



Imatge 8,9,10,11,12. Fibra de fusta, fibra de cànem, fibra de cel·lulosa, suro, llana d'ovella  
Font: EcoHabitat

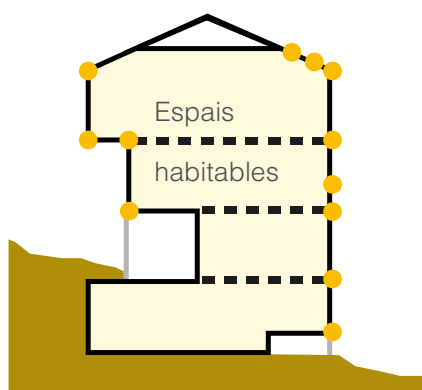
## TRACTAR ELS PONTS TÈRMICS (23)

Per evitar pèrdues de calor, cal tenir una pell de l'edifici ben aïllada i minimitzar la presència de ponts tèrmics.

El Codi tècnic de l'edificació defineix el pont tèrmic de la manera següent:

“Aquella zona de l'envolupant tèrmica de l'edifici en què s'evidencia una variació de la uniformitat de la construcció, ja sigui per un canvi de l'espessor del tancament o dels materials emprats, per la penetració completa o parcial d'elements constructius amb diferent conductivitat, per la diferència entre l'àrea externa i interna de l'element, etcètera, que comporten una minoració de la resistència tèrmica respecte a la resta del tancament”.

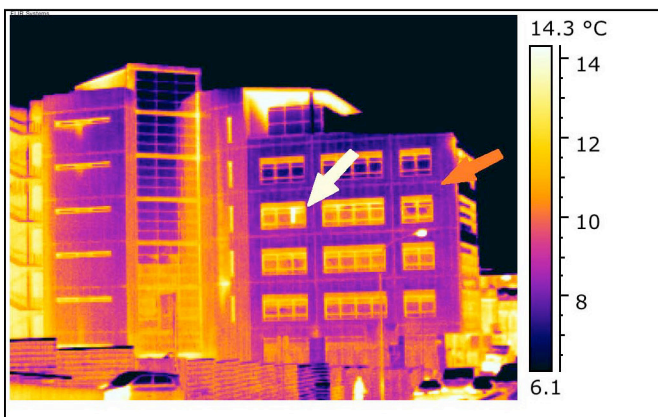
En altres paraules, els ponts tèrmics es donen allà on hi ha discontinuïtat en l'aïllament, sigui perquè té un gruix menor o perquè no n'hi ha, de manera que són focus importants de “fugues” de calor. Alguns llocs on hi sol haver ponts tèrmics són els punts on el forjat de cada planta arriba a la façana.



Il·lustració 9. En els Punts on es troba el forjat amb l'envolvent es solen produir ponts tèrmics.  
Font: elaboració pròpia

Si les façanes s'aïllen per fora, tindrem menys ponts tèrmics que si l'aïllament està col·locat per dins. Les càmeres termogràfiques són un aparell que ens permet visualitzar els ponts tèrmics.

També hi ha programes informàtics per simular el comportament de l'edifici i saber quanta energia es perd, per on es perd i si hi ha ponts tèrmics. Per eliminar o minimitzar els ponts tèrmics en un edifici construït, cal fer un estudi tècnic previ que inclogui propostes alternatives



Imatge 13. Imatge termogràfica d'un edifici. Les zones vermelles mostren aquelles àrees per on es produeix una major pèrdua energètica.  
Font: Informe Termogràfic del municipi de barcelona. Fundació Terra



## PROTECCIONS SOLARS (24)

Les proteccions solars són elements de la pell de l'edifici que aturen els rajos solars i, per tant l'entrada de calor a l'interior de les aules. Caldrà situar-les a l'exterior de les obertures (el vidre de les finestres ha de quedar a l'interior).

Han d'estar dissenyades per limitar o evitar l'entrada dels rajos solars a les èpoques càlides, però deixar-los passar a les èpoques fredes. Caldrà aplicar estratègies diferents segons l'orientació de la façana (N, E, S, O).

### Lames horitzontals:

Vista                      Característiques



Les proteccions horitzontals són el dispositiu més eficient per a orientacions a sud o la vora del sud. L'apantallament que produeixen és un segment circular.



Les lames horitzontals paral·leles a la façana tenen l'avantatge de permetre la circulació de l'aire a la vora d'aquesta. Les lames horitzontals inclinades donen millors protecció que si estan plegades verticalment.



Els tendals tindran les mateixes característiques que les proteccions massives, però poden ser enrotllables.



Quan es requereix protecció solar per a angles baixos, les lames penjades d'un voladís massís són eficients.



Una pantalla rectangular opaca o perforada i paral·lela al pla de façana, retalla els rajos de sol baixos.



Les lames horitzontals mòbils, donen un apantallament variable en funció de la seva posició.

Taula 2. Tipus i característiques de lames horitzontals

Font: Edificis de consum d'energia gairebé zero. Col·lecció Quadern pràctic nº11, ICAEN

## Lames verticals:

Vista	Característiques
	Les proteccions verticals funcionen bé a est i oest, per a orientacions properes. L'apantallament que produeixen és un sector circular.
	Les proteccions verticals obliqües donen apantallaments asimètrics. Separant-les de la façana s'evita la transmissió de calor.
	Les lames verticals mòbils poden ombrejar la tonalitat de la façana o bé obrir-se en diferents direccions la posició del sol.



Les proteccions verticals funcionen bé a est i oest, per a orientacions properes. L'apantallament que produeixen és un sector circular.



Les proteccions verticals obliqües donen apantallaments asimètrics. Separant-les de la façana s'evita la transmissió de calor.



Les lames verticals mòbils poden ombrejar la tonalitat de la façana o bé obrir-se en diferents direccions la posició del sol.

## Lames en gelosia:

Vista	Característiques
	Les proteccions tipus "en gelosia" són combinacions de les de tipus horitzontals i verticals, i el seu apantallament és també una superposició dels dos.
	Les proteccions tipus "en gelosia" amb elements verticals fixes oblics donen apantallaments asimètrics.
	Les proteccions tipus "en gelosia" amb elements horitzontals mòbils donen uns apantallaments flexibles. Degut al seu alt grau d'ombrejat les caixes d'ous són eficients als climes calorosos.



Les proteccions tipus "en gelosia" són combinacions de les de tipus horitzontals i verticals, i el seu apantallament és també una superposició dels dos.

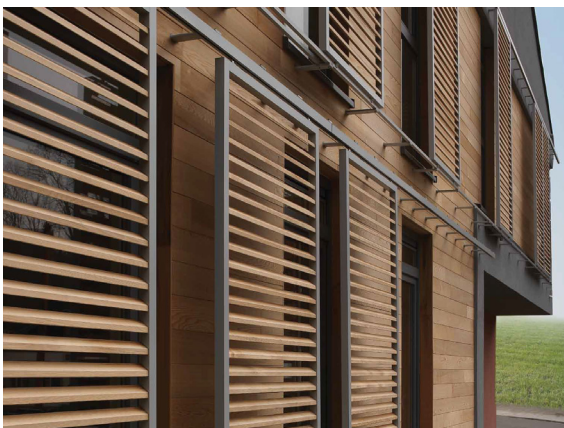
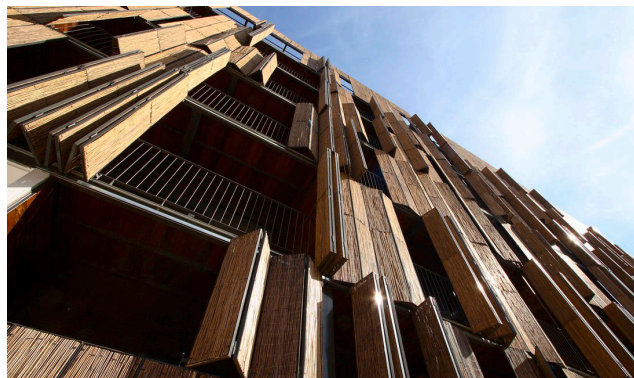
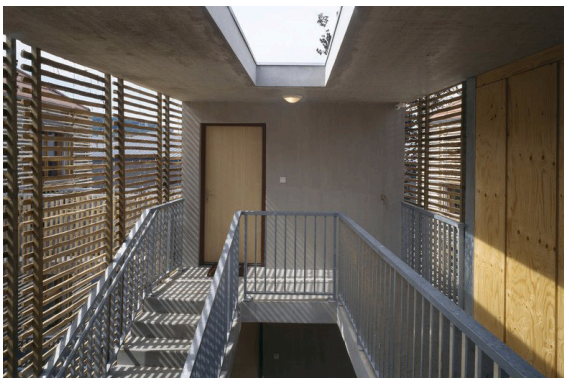


Les proteccions tipus "en gelosia" amb elements verticals fixes oblics donen apantallaments asimètrics.



Les proteccions tipus "en gelosia" amb elements horitzontals mòbils donen uns apantallaments flexibles. Degut al seu alt grau d'ombrejat les caixes d'ous són eficients als climes calorosos.

Taula 3. Tipus i característiques de lames verticals,  
Font: Edificis de consum d'energia gairebé zero. Col·lecció Quadern pràctic n°11, ICAEN



Imatge 14, 15, 16, 17. Exemples de proteccions solars.  
Font: <https://www.plataformaarquitectura.cl>

Quan se situen estors interiors per aturar els rajos solars, principalment s'aconsegueix reduir l'aportació de llum a l'interior de les aules, però no de la calor que prové del sol. Per tant, els estors i les cortines interiors actuen principalment com a reguladors de la llum natural i no per reduir la calor.

Tipologies de proteccions solars:

- Lamel·les horitzontals (a sud) / verticals (a est i oest). En orientació nord també pot ser necessària la protecció, ja que en determinades hores del matí, prop del solstici d'estiu, la incidència solar directa pot resultar calorosa i molesta.
- Brise soleil fixos / orientables (recomanables en general i especialment a sud)
- De diferents materials (fusta, alumini)

Beneficis de les proteccions solars:

- Les proteccions solars aporten principalment confort tèrmic a les aules durant les èpoques de calor.
- Les proteccions solars també aporten confort lumínic, quan la radiació incident a la façana és directa.
- Les proteccions aportarien una reducció del consum en refrigeració, en el cas que hi hagués un sistema que produís fred per al centre docent. Aquest cas no és habitual però podria anar en augment a causa del canvi climàtic. En cas de reduir el consum de refrigeració, també s'està reduint l'impacte ambiental associat a aquest consum.
- Més enllà de l'edifici, les proteccions solars poden instal·lar-se també als patis escolars per generar ombres que protegeixin de la calor i de la radiació solar, de manera que afavoreixin el confort i protegeixin la salut de la pell dels infants.

## SUPERFÍCIES FRESQUES (25)

Una part considerable de la radiació solar és absorbida per les superfícies exposades, com ara cobertes, façanes i paviments exteriors, i emmagatzemada en forma d'energia tèrmica. Una part d'aquesta energia arriba a l'interior dels edificis, i una altra part és alliberada a l'aire exterior; llavors és quan genera l'efecte "illa de calor".



Imatge 18,19. Exemples d'arquitectura tradicional que utilitza superfícies amb alta reflectivitat solar.  
Font: Pixabay

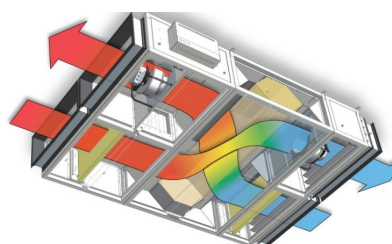
Les cobertes, les façanes i els paviments frescos estan preparats amb materials d'alta reflectivitat solar que les mantenen més fresques que les superfícies tradicionals.

En climes mediterranis, l'aplicació d'una pintura amb "propietats fresques" aporta una reducció de la temperatura superficial de la coberta de 12 °C i fins a 25 °C, segons la qualitat reflectiva.

## VENTILACIÓ MECÀNICA CENTRALITZADA (27)

La ventilació mecànica consisteix en un aparell amb ventiladors de gran cabal que, en el cas dels centres docents, inclouen un recuperador de calor, element que permet "recuperar" la calor de l'aire que extraiem.

Tal com es veu a la imatge, uns conductes recullen el flux d'aire "brut" de dins de l'edifici que passa al costat, sense barrejar-se, amb el flux d'aire "net" que ve de fora de l'edifici, per tal de cedir-li la calor. Així no és necessari escalfar tant l'aire i s'estalvia energia.



Imatge 20. Intercanviador de calor  
Font: <https://www.biddle.de/en/products/heat-recovery>

L'aire que entra primer passa uns filtres de partícules i pol·len, que cal anar canviant. Les persones encarregades del manteniment de l'edifici han de vetllar perquè el sistema de ventilació funcioni bé i tingui els filtres nets.

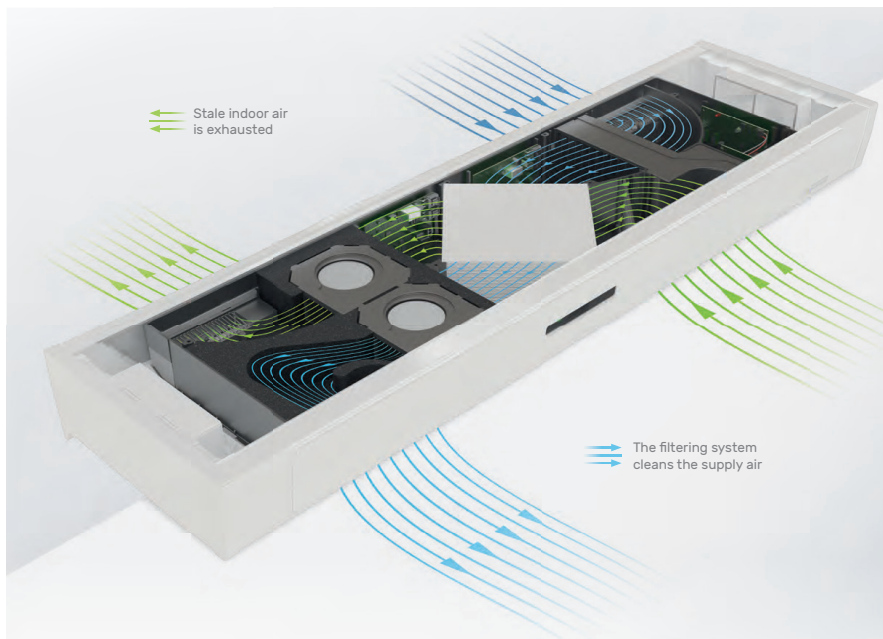
El sistema requereix tot un conjunt de conductes i reixetes que arriben a totes les estances. Funciona de manera automàtica i garanteix un aire net. Per tant, no cal obrir les finestres.

Aquest sistema s'instal·la en tots els centres nous. Però si es vol instal·lar en un edifici existent, cal fer un estudi i resulta més complicat per la necessitat de passar conductes i trobar un espai per a la maquinària.

## VENTILACIÓ MECÀNICA DESCENTRALITZADA (27)

Per a edificis existents, una opció per tenir una ventilació automàtica i més fàcil d'instal·lar són els sistemes anomenats descentralitzats, que es posen a cada estança. També cal fer-ne un estudi previ.

Incorporen un petit ventilador i és aconsellable que també hi hagi un recuperador de calor. Hi ha equips per posar als murs i d'altres per instal·lar en les obertures de finestres. En aquest darrer cas, es redueix la superfície transparent de l'obertura.



Imatge 21. Exemple d'un equip de ventilació mecànica descentralitzada.

Font: Thesan

## VENTILADOR DE SOSTRE (26)

Una manera econòmica i de fàcil instal·lació per millorar el confort quan fa calor i per retardar la necessitat de refrigerar és instal·lar ventiladors de sostre. No redueixen la temperatura, però sí la sensació tèrmica.

N'hi ha que permeten controlar la velocitat de gir.



Imatge 22. Ventilador de sostre.

### EQUIPS D'ALTA EFICIÈNCIA (20)

El centre docent pot tenir un pla d'adquisició d'equips d'alta eficiència energètica (que tinguin el segell Energy Star o la classe A+++). Pot tractar-se d'ordinadors, tauletes i altres com electrodomèstics de cuina.



Imatge 23. Etiquetes d'eficiència energètica.

### SUBSTITUIR LA CALDERA ANTIGA PER UNA BOMBA DE CALOR (32)

Molts centres disposen d'una caldera de gas natural per generar calor per a la calefacció i aigua calenta del centre. Quan aquesta caldera va envellint, resulta menys eficient. Hi ha aleshores dues opcions:

- Canviar la caldera per una de més nova. Aquest opció implica seguir utilitzant gas natural, que és un combustible fòssil.
- Canviar la caldera per una bomba de calor. Aquesta opció s'alineja amb la tendència a electrificar els edificis i permet combinar-se amb l'energia fotovoltaica per cercar un balanç d'energia neta. A més, en situacions futures d'onades de calor, la bomba de calor podria generar fred.

Seria molt recomanable aplicar mesures passives per reduir la demanda energètica abans de canviar la caldera. Un cop s'ha invertit en una caldera nova, és més difícil justificar una inversió econòmica en aquest tipus de mesures.

Des d'un punt de vista econòmic potser serà més rendible, a curt termini, canviar una caldera, però des d'un punt de vista ambiental i social, és més necessari incloure mesures de reducció de la demanda abans de canviar els sistemes energètics.

La bomba de calor d'aerotèrmia bombeja energia tèrmica (calor) de l'exterior a l'interior o viceversa. L'eficiència amb què ho fa es mesura amb el seu COP (de l'anglès, *coefficient of performance*) i es calcula dividint l'energia tèrmica entregada per l'equip per l'energia elèctrica que ha calgut subministrar per fer-ho:

$$COP = \frac{Q}{W} = \frac{\text{Energia tèrmica útil entregada}}{\text{Potència subministrada}}$$

El COP variarà en funció de la temperatura exterior o zona climàtica i la temperatura d'ús requerida a l'interior de l'edifici. Com més elevat sigui el COP, més eficient serà la màquina.

Actualment al mercat podem trobar COP de fins a 5. Si el COP està per sobre de 2,5, es pot considerar que la màquina és bastant eficient.

### 4.3 RENOVABLES

#### INSTAL·LAR ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA (33)

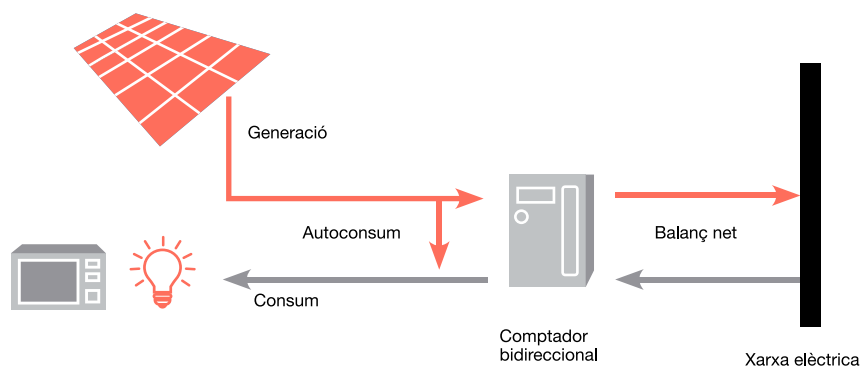
Els edificis docents acostumen a tenir una bona superfície de coberta i de façana que es pot recobrir amb mòduls fotovoltaics per generar electricitat. Aquests mòduls utilitzen un material que amb el raig de sol produeixen una circulació d'electrons.

Molt sovint s'utilitza silici cristal·lí, que té un to blau (com a la imatge).



Imatge 24. Instal·lació solar fotovoltaica.  
Font: Ajuntament de Barcelona

L'electricitat produïda pot consumir-se al mateix edifici i també enviar-se a la xarxa elèctrica quan en tenim excés o bé quan el centre no està ocupat.



Il·lustració 10. Funcionament instal·lació de generació.  
Font: ICAEN

Per millorar-ne el rendiment, cal orientar els mòduls fotovoltaics a sud i més aviat plans, amb un angle aproximadament de 35° amb el pla horitzontal. A l'estiu es genera més energia que a l'hivern perquè la radiació solar té més potència.

Els propers anys veurem que la tendència serà anar instal·lant més mòduls fotovoltaics.

Cal no confondre aquests amb les plaques solars tèrmiques per a aigua calenta que hi ha a algunes escoles i que no fan electricitat sinó que aporten calor. Acostumen a ser només per a les dutxes i la cuina.

Podeu trobar informació de com calcular el potencial de generació del vostre edifici a l'activitat 9.3 de la microxarxa, descrita a la Guia del professorat.

Aquí també hi podeu trobar més informació: <https://energia.barcelona/ca/com-generar-energia>

## SOLAR TÈRMICA (34)

L'energia solar tèrmica és renovable però està perdent protagonisme per la tendència que hi ha a electrificar els edificis. Les instal·lacions d'energia solar tèrmica són més complexes de dissenyar i de mantenir que les instal·lacions fotovoltaïques.

Tot i així, quan hi ha una demanda important d'aigua calenta pot ser un recurs interessant per tenir en compte.



Imatge 25.. Instal·lació solar tèrmica.  
Font: Ajuntament de Barcelona

Aquí podeu trobar més informació: <https://energia.barcelona/ca/com-generar-energia>

## BIOMASSA (34)

La biomassa és un recurs renovable que inclou la matèria orgànica que s'utilitza com a combustible: llenya, pèl·lets, residus orgànics per incinerar i biocombustibles.

En cremar arbres i plantes, retornem a l'atmosfera el CO<sub>2</sub> que havien absorbit durant la seva vida. Per això diem que aquest combustible és "neutre en carboni", perquè la "captació de CO<sub>2</sub>" i el seu "alliberament" a l'atmosfera s'han fet en un cicle relativament curt. En canvi, quan cremem combustibles fòssils estem retornant a l'atmosfera, en poc temps, el CO<sub>2</sub> que s'havia anat acumulant al subsol lentament durant milions d'anys.

D'altra banda, hem de tenir en compte que quan cremem biomassa, fruit de la combustió, es poden emetre partícules contaminants, que generen problemes de qualitat de l'aire.

En un centre docent, es pot instal·lar una caldera de biomassa per generar calor per a calefacció i aigua calenta sanitària. És recomanable en llocs on hi hagi el recurs de biomassa a prop i no hi hagi una problemàtica de qualitat de l'aire.

Per tant, a la ciutat de Barcelona no es considera recomanable, per problemes de qualitat de l'aire.



En tot cas, la caldera hauria de disposar de l'etiqueta d'ecodisseny per minimitzar l'emissió de contaminants a l'aire.



Imatge 26. Biomassa i caldera de biomassa.

Font: Edificis de consum d'energia gairebé zero. Col·lecció Quadern pràctic nº11, ICAEN

També pot ser que l'escola rebi energia mitjançant una xarxa de calor de districte, alimentada per biomassa o altres energies.

## ENERGIA EÒLICA (34)

L'energia eòlica recupera l'energia del vent per fer electricitat.

És un recurs més utilitzat en zones de molt vent i força constant.

Llavors s'instal·len turbines de gran envergadura, que podem veure des de ben lluny.

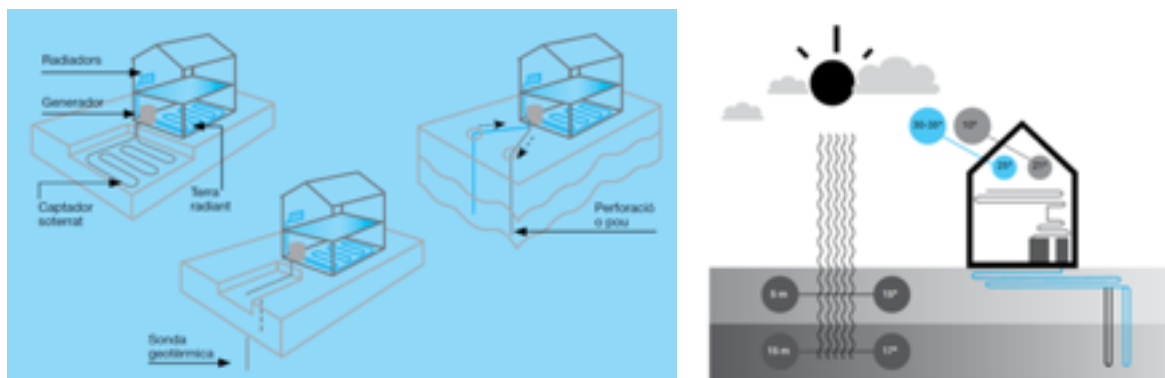
Pel que fa a la instal·lació de turbines en edificis, es fa molt poc sovint.

En l'entorn urbà, el recurs eòlic és molt turbulent i no s'obtenen eficiències interessants.

## ENERGIA GEOTÈRMICA (34)

L'energia geotèrmica utilitza el terreny per intercanviar calor.

És com una bomba de calor però que en comptes de bombejar calor des de l'aire exterior a l'interior, ho fa des del terreny. Té l'avantatge que el terreny té una temperatura força constant durant tot l'any, i l'eficiència del sistema és superior al d'una bomba de calor convencional. És interessant per a demandes importants de calor. La inversió és alta i, per tant, no és una de les alternatives més interessants per als centres docents de Barcelona.



Il·lustració 11. Energia geotèrmica de baixa temperatura.

Font: Edificis de consum d'energia gairebé zero. Col·lecció Quadern pràctic nº11, ICAEN

Altres recursos de consulta

- [Agenda de la Construcció Sostenible.](#)
- [Toolkit ZEMEDS](#)
- [EURONET 50/50](#)
- [ASPB – Reduir l'exposició a la contaminació de l'aire a les escoles de Barcelona](#)
- [Guia “Rehabilita’m” per a l’habitatge eficient i saludable a Barcelona](#)
- [Criteris de disseny dels centres docents. Generalitat de Catalunya](#)
- [Manual de eficiencia energética en centros docentes: Uso y mantenimiento \(EREN Castilla y León\)](#)
- [Edificis de consum gairebé nul. ICAEN](#)
- [Rehabilitació energètica dels edificis. Infografies. ICAEN](#)

**Sumem energies**

<http://www.barcelona.cat/escolessostenibles>