

PROPOSTES PER A LA MILLORA DE L'EFICIÈNCIA ENERGÈTICA D'UN EDIFICI

-TREBALL DE RECERCA-



PSEUDÒNIM: Lluna vermella

CURS: 2022/23

GRUP: 2n Batxillerat

DATA: 20-12-2022

RESUM

Avui en dia, un dels sectors que produeix més emissions de gasos d'efecte hivernacle és el de l'edificació. A Europa, es calcula que aquest és el responsable del 40% del consum energètic total i del 36% de les emissions. Amb l'objectiu de plantejar diverses propostes per reduir el consum energètic d'un edifici i millorar el seu nivell de sostenibilitat, el treball estudiarà què s'entén per un edifici energèticament eficient i proposarà una sèrie de mesures a adoptar per millorar-lo.

Paraules clau

consum energètic, sostenibilitat, propostes de millora, edifici energèticament eficient

RESUMEN

Hoy en día, uno de los sectores que produce mayores emisiones de gases de efecto invernadero es el de la edificación. En Europa, se calcula que éste es el responsable del 40% del consumo energético total y del 36% de las emisiones. Con el objetivo de plantear varias propuestas para reducir el consumo energético de un edificio y mejorar su nivel de sostenibilidad, el trabajo estudiará qué se entiende por un edificio energéticamente eficiente y propondrá una serie de medidas a adoptar para su mejora.

Palabras clave

consumo energético, sostenibilidad, propuestas de mejora, edificio energéticamente eficiente

SUMMARY

Nowadays, one of the sectors that produces the most greenhouse gas emissions is the building sector. In Europe, it is estimated that this is responsible for 40% of total energy consumption and 36% of emissions. With the aim of coming up with several proposals to reduce the energy consumption of a building and improve its level of sustainability, the work will study what is meant by an energy efficient building and propose a series of measures to be adopted to improve it.

Keywords

energy consumption, sustainability, improvement proposals, energy efficient building

ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ	6
2. OBJECTIUS	8
3. MARC TEÒRIC	9
3.1. Edificis eficients energèticament.	9
3.2. En què consisteix la rehabilitació energètica?	10
3.2.1. Avantatges de la rehabilitació energètica	11
3.3. La rehabilitació energètica i el canvi climàtic	13
3.4. Mesures de rehabilitació que es poden adoptar	15
3.4.1. Mesures passives	15
3.4.1.1. L'orientació de l'edifici	17
3.4.1.2. L'impacte de la radiació solar	19
3.4.1.3. Ventilació natural	24
3.4.1.4. Sistemes d'aïllament	27
3.4.2. Mesures actives	33
3.4.2.1. Il·luminació	33
3.4.2.2. Renovació de la caldera	35
3.4.2.3. Electrodomèstics	36
3.4.2.4. Ús d'energies alternatives	36
3.4.2.5. Ús sostenible de l'aigua	42
3.5. Normes i entitats en suport a la rehabilitació	45
3.5.1. La Unió Europea: El pacte verd	45
3.5.2. Programa Next Generation i els Reials decrets llei 19/2021 i 853/2021.	46
3.5.3. Les normes UNE	48
3.6. Edificació i sostenibilitat	49
3.6.1. Inspecció tècnica d'edificis (ITE)	49
3.6.2. Qualificació i certificació energètica	51
	4

4. MARC PRÀCTIC	56
4.1. Cas específic: Escola XXX	56
4.1.1. Motiu de la selecció de l'edifici	56
4.1.2. Objectius	57
4.1.3. Anàlisi de l'edifici; diagnosi de la situació actual	57
4.1.3.1. Descripció general	57
4.1.3.2. Dades generals	58
4.1.3.3. Orientació	59
4.1.3.4. Façana	61
4.1.3.5. Finestres i bastiments	62
4.1.3.6. Instal·lació lumínica	64
4.1.3.7. Instal·lació d'aigua	66
4.1.3.8. Instal·lació de gas i calefacció	69
4.1.3.9. Aparells electrònics	72
4.1.3.10. Electrodomèstics	72
4.1.3.11. Vegetació	73
4.1.3.12. Ventilació	74
4.1.4. Propostes de millora energètica per l'escola XXX	75
4.1.4.1. Mesures passives	75
4.1.4.2. Mesures actives	81
4.2. Entrevista	88
5. CONCLUSIONS	91
6. WEBGRAFIA	93
7. AGRAÏMENTS	96

1. INTRODUCCIÓ

En aquest treball s'ha fet una recerca sobre l'eficiència energètica en edificis, un dels temes més importants en l'actualitat a causa de la seva relació amb la crisi climàtica.

Les raons que m'han portat a fer el meu treball sobre aquest tema han estat dues. En primer lloc, durant els últims anys m'ha cridat molt l'atenció el camp de l'arquitectura, tant, que s'ha convertit en la branca del coneixement a la que m'agradaria dedicar-me en un futur. Per això, no podia desaprofitar l'oportunitat d'apropar-me a aquesta disciplina.

La segona raó està relacionada amb la crisi climàtica. Tenint en compte que els edificis són responsables de gran part de les emissions que afecten negativament al nostre planeta, prenc com a objectiu conèixer què s'entén per un edifici energèticament eficient i quines són les mesures que es poden adoptar per millorar-lo en aquest aspecte.

Aquest treball consta de dos grans blocs. En el primer bloc, es fa una explicació teòrica sobre què s'entén per un edifici energèticament eficient i com hi està relacionada la rehabilitació energètica. Seguidament, es presenten les possibles mesures de millora de l'eficiència energètica d'un edifici.

En el segon bloc, s'hi troba el desenvolupament de la part pràctica, i que es pot dividir en dues parts. La primera part correspon a l'anàlisi de la situació de l'escola XXX i a les propostes de millora energètica pels aspectes detectats. La segona part consisteix en una entrevista realitzada a dos arquitectes del municipi per obtenir un punt de vista més professional.

Com a recursos principals, s'han realitzat cerques a Internet per poder entendre els conceptes i una visita, acompanyada dels arquitectes anomenats anteriorment, a l'escola XXX per fer l'anàlisi i la diagnosi de les instal·lacions, que després m'ha servit per a proposar les possibles millores. A més a més, he completat el treball amb una entrevista als arquitectes que m'ha ajudat a resoldre dubtes i a desenvolupar gran part del treball.

Finalment, fer aquest treball de recerca m'ha ajudat a estar més segura del que vull per un futur i m'ha aportat uns coneixements molt enriquidors tant personalment com acadèmicament. Espero que quan ho llegiu ho gaudiu tant com jo ho he gaudit fent-lo.

2. OBJECTIUS

Els objectius d'aquest treball són:

- Entendre que és un edifici energèticament eficient.
- Estudiar com es pot millorar l'eficiència energètica d'un edifici.
- Plantejar diverses propostes per reduir el consum energètic d'un edifici i millorar el seu nivell de sostenibilitat.
- Entrevistar a una persona especialitzada en el tema per obtenir un punt de vista més professional.

3. MARC TEÒRIC

3.1. Edificis eficients energèticament.

Un edifici energèticament eficient és aquell que redueix al màxim les seves necessitats de consum d'energia externa amb la finalitat d'estalviar i fer un ús racional d'aquesta.

Segons l'eficiència energètica, els edificis es poden classificar en:

- **Edificis de baixa energia:** Són aquells que utilitzen menys energia que un edifici convencional. Estan formats per elements com ara finestres amb doble vidre, un bon aïllament, etc.
- **Edificis d'ultra baixa energia:** Són similars als de baix consum, però aquests no tenen un consum per sota de la mitja considerada normal sinó que ha de ser igual o inferior al 10% del consum.
- **Edificis d'energia zero.** S'aplica als edificis amb un consum d'energia neta propera a zero. És a dir, l'energia usada prové del mateix edifici gràcies a l'ús d'energies renovables que hauria de ser igual a l'energia demanada per l'edifici.
- **Edificis d'energia plus.** En aquest cas, l'energia produïda per l'edifici a partir de fonts renovables és major a l'energia demanada per l'edifici. En generar més energia de la consumida, aquestes poden ser emprades per satisfer altres necessitats.

3.2. En què consisteix la rehabilitació energètica?

Ara que ja coneixem que és un edifici enèrgicament eficient podem comprendre més fàcilment que és la rehabilitació energètica.

El verb rehabilitar fa referència a tornar una cosa al seu estat inicial. En aplicar-ho al camp de la construcció, aquesta definició perd part del seu significat, ja que en reformar un edifici, l'objectiu no és només recuperar el seu estat inicial, sinó millorar-lo en tots els seus aspectes, tals com la seguretat, el confort i sobretot la sostenibilitat. Llavors, podem definir la rehabilitació energètica com el conjunt d'accions que podem realitzar en un edifici o habitatge amb la finalitat de millorar-ne l'eficiència energètica.



Fig.1 Eficiència energètica d'un habitatge (Font: Fundació Asturiana de l'energia)

3.2.1. Avantatges de la rehabilitació energètica

Ara que sabem què significa rehabilitar energèticament un edifici, passem a parlar de per què és una acció necessària, que s'ha d'aplicar al màxim nombre d'edificis possible.

En els últims anys, l'eficiència energètica en edificis s'ha convertit en un tema de gran importància. Tant, que la certificació energètica s'ha transformat en un dels punts imprescindibles a l'hora de comprar o llogar un edifici o habitatge.

La millor eina a usar per aconseguir una bona certificació és, sense dubte, la rehabilitació energètica. Aquesta és imprescindible per la conservació i la seguretat tant dels habitants com del planeta, ja que impacta positivament en aspectes essencials per a la nostra vida com ara la salut, el confort, la sostenibilitat del planeta, l'estalvi i l'accessibilitat.

Aquests en són alguns dels múltiples beneficis que ens mostren que la rehabilitació energètica és una acció realment necessària:

Més sostenibilitat.

- Es redueix el consum d'energia innecessària, i fins i tot, es pot produir gran part de l'energia que es consumeix de forma renovable.
- Contribueix a reduir el consum de recursos naturals com ara els combustibles fòssils reduint, d'aquesta manera, les emissions de gasos d'efecte hivernacle i la lluita contra el canvi climàtic.
- Permet incorporar materials renovables, reciclats i reciclables i, alhora, disminuir l'impacte de l'edifici en el medi ambient.

Més salut i confort.

- Augmenta el confort tèrmic i acústic, i, per tant, el benestar dels seus ocupants.
- Resol problemes de salubritat com l'aparició d'humitats i fongs a causa de la manca d'aïllament o falta de ventilació.

Més estalvi

- S'aconsegueix un gran estalvi energètic que servirà per a recuperar el cost d'algunes de les millores de rehabilitació realitzades.
- S'augmenta el valor de l'edifici en el mercat immobiliari, ja que representa una millora en la qualificació energètica.

3.3. La rehabilitació energètica i el canvi climàtic

Un dels reptes ambientals i socials als quals s'enfronta la societat actual és, sense dubtes, el canvi climàtic.

Com segurament tots sabem, **canvi climàtic** és el nom usat per referir-se a la variació del clima de la Terra. Durant la seva història, el nostre planeta ha sofert diversos canvis climàtics, però tots ells causats per fenòmens naturals, com ara l'impacte de meteorits. En l'actualitat hi ha diverses evidències que indiquen l'inici d'un nou canvi climàtic, però aquesta vegada causat per l'acció humana amb la crema de combustibles fòssils.

Aquestes evidències científiques sobre un possible canvi climàtic es van començar a acumular en la dècada dels 80 i fins a l'actualitat, no han fet més que créixer a ritmes insostenibles. Així ens ho mostra l'últim informe publicat el 28 de febrer del 2022 pel Grup Intergovernamental d'Experts sobre el Canvi Climàtic (IPCC), ***“Malgrat els esforços generats fins al moment per reduir els riscos, el canvi climàtic causat per l'ésser humà encara segueix provocant reaccions perilloses en la naturalesa i afectant la vida de milers de milions de persones de tot el món.”***

En aquests moments, la ciència ens indica que el canvi climàtic és irrefutable, però també en diu que no és massa tard per detenir el seu avenç. Si volem que el nostre planeta tingui un futur i que el sistema de vida actual sigui millor en les pròximes dècades, és necessari una forma de vida molt més eficient i menys contaminant.

Ara bé, com pot la rehabilitació energètica contribuir en la reducció d'aquesta crisi climàtica?

El conjunt dels edificis d'Europa es troba entre els majors contribuïdors a la crisi climàtica, però fins al moment ha sigut un dels sectors menys assenyalats. A Europa, els edificis són responsables del 40% del consum energètic total i del 36% de les emissions dels gasos d'efecte hivernacle. En el cas d'Espanya, el consum energètic correspon a un 30% mentre que el percentatge d'emissions arriba al 40%.

La contaminació produïda per aquests edificis afecta de forma negativa a la salut del planeta, afavorint al canvi climàtic. Tanmateix, gràcies als seus múltiples beneficis ambientals, la rehabilitació energètica s'ha transformat en la millor manera per reduir aquests percentatges i millorar l'eficiència energètica dels edificis.



Fig. 2 La Torre Agbar de Barcelona com a exemple d'edifici verd (Font: Flickr)

3.4. Mesures de rehabilitació que es poden adoptar

Segons l'Institut per la Diversificació i estalvi de l'Energia, la calefacció és la principal font de consum energètic amb un 41,5% de l'energia total, seguit pels electrodomèstics amb un 25,9%, l'aigua calenta sanitària amb un 18,8%, la cuina 8%, la il·luminació amb un 4,9% i finalment l'aire condicionat amb el 0,9% del consum total.

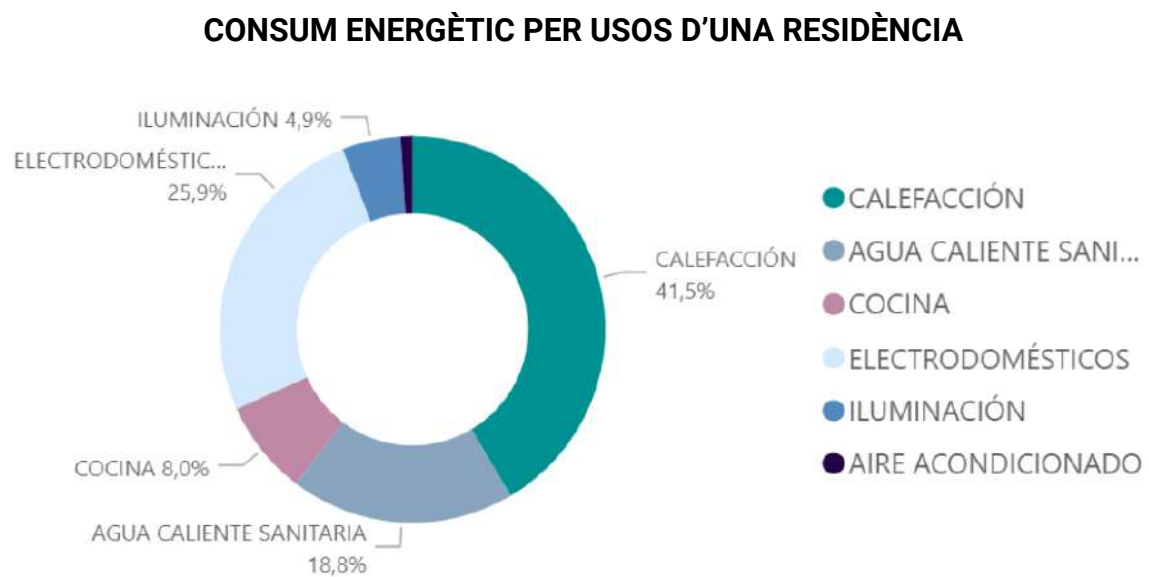


Fig. 3 Consum energètic per usos d'un edifici (Font: Institut de la diversificació i estalvi de l'energia)

La reducció d'aquest consum energètic es pot aconseguir gràcies a diverses mesures les quals podem classificar en passives i actives.

3.4.1. Mesures passives

Les mesures passives són totes aquelles actuacions que no realitzem directament sobre el consum d'energia sinó que apliquem sobre l'estructura i l'envoltant de l'edifici de manera que es redueixi la dependència energètica d'aquest.

L'envoltant tèrmic d'un edifici es compon de tots els tancaments, que separen els recintes habitables de l'ambient exterior, i les particions interiors, que separen espais habitables (aquells que requereixen unes determinades condicions de confort, com ara dormitoris) dels no habitables (aquells que no requereixen mantenir condicions de confort com ara el garatge).

Per una altra part, l'estructura o esquelet d'un edifici és l'encarregada de mantenir l'edifici en peu i aquesta està formada per elements com ara els pilars, els murs o les bigues.



Fig. 4 L'envoltant d'un edifici (Font: Obres amb garantia)

Les principals estratègies passives que se solen portar a terme se solen classificar en:

- ❖ L'orientació de l'edifici.
- ❖ L'impacte de la radiació solar.
 - Aprofitament de la radiació solar.
 - Limitació de la radiació solar.
- ❖ Ventilació natural.
- ❖ Sistemes d'aïllament.
 - Substitució de finestres.

3.4.1.1. L'orientació de l'edifici

L'orientació és el paràmetre més rellevant per gaudir d'una sensació de benestar i d'un estalvi energètic en il·luminació i climatització, ja que la quantitat d'impacte solar i d'aire en l'edifici està determinada per aquesta.

Una bona orientació és aquella que aprofita els rajos solars en les diferents èpoques de l'any, és a dir, que permet escalfar l'edifici a l'hivern i evitarà que entrin els raigs solars a l'estiu. Mentre que una mala orientació influirà de forma negativa en la despesa energètica.

La principal estratègia que podem portar a terme sobre l'orientació és la redistribució de les habitacions, és a dir, canviar l'ús de l'interior de l'habitatge de manera que estalviem en calefacció i aire condicionat segons el tipus de façana.

Ara bé, per poder redistribuir l'interior s'han de conèixer les característiques de cada façana pel que fa a l'impacte del sol i el vent.

Orientació nord: Façana amb poca insolació, és a dir, el sol no incideix de forma directa només rep una mica de radiació solar a primera i última hora del dia. Llavors, les habitacions situades al nord seran les més fredes durant l'hivern i més fresques durant l'estiu.

Orientació est: Els raigs solars hi incideixen des del matí fins al migdia. A l'estiu la radiació incidirà més directament i durant més temps proporcionant llum i escalfor durant les primeres hores del matí. Mentre que a l'hivern, la radiació serà molt més suau fent que la façana estigui fresca, ja que els raigs no arriben a escalfar-la.

Orientació sud: La façana sud és, sense dubte, la que rep major radiació solar, sobretot a l'estiu. És agradable durant l'hivern, però a l'estiu la calor pot resultar excessiva. És l'orientació més valorada, perquè li toca el sol i disposa de llum durant tot el dia.

Orientació oest: Per aquesta façana, el sol incideix a partir del migdia, fins a les últimes hores del dia, és a dir, fins que es pon el sol. A l'estiu és molt calorosa, ja que els raigs solars hi incideixen quan la temperatura ambiental és alta.

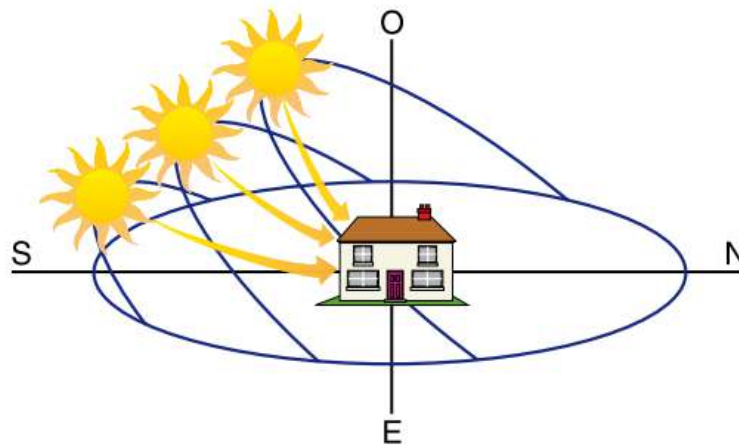


Fig. 5 Incidència dels raigs solars segons l'orientació (Font: Llibre Tecnologia 4 ESO Ed. Mc Gaw Hill)

3.4.1.2. L'impacte de la radiació solar

La quantitat de radiació que rep cada façana depèn de diversos factors, com ara l'ombra o l'orientació. Aquesta radiació, mitjançant mesures passives, es pot aprofitar o limitar per millorar el confort.

Aprofitament de la radiació solar

Un sistema passiu que es pot instal·lar per aprofitar aquesta radiació solar és el mur trombe.

- **Mur Trombe:** El Mur Trombe és un mur de massa tèrmica que pot estar construït de pedra, formigó o maons amb un vidre simple col·locat al davant i dues obertures, una superior i l'altre inferior. Aquest ha d'estar orientat cap on surt el sol (est) i la seva idea principal es basa en el funcionament de l'efecte hivernacle, que consisteix a retenir els rajos solars que entren a través dels vidres per augmentar la temperatura interior, i la diferència de densitat de l'aire calent i l'aire fred, provoca diferents corrents depenent l'obertura que estigui oberta.



Fig. 6 Edifici amb Mur Trombe (Font: Angels Inocencio, Enginyeria de l'edificació)

Un dels beneficis d'aquest sistema és que el podem utilitzar tant a l'estiu com a l'hivern.

Durant els dies d'hivern, els raigs solars creen un efecte d'hivernacle entre el vidre i el mur, escalfant l'aire que ve de la part inferior del mur i acumulant calor. A la nit, a causa de la inèrcia tèrmica del mur, la cedeix a l'interior de l'habitatge. En les zones càlides és molt important el control d'aquest sistema i sovint es tapa el mur per no tenir guanys tèrmics.

Durant els dies d'estiu, si obrim les obertures de la part superior i inferior del vidre, es crearà un corrent d'aire a l'interior de la cambra que traurà l'aire calent i el canviarà constantment per fresc. Perquè funcioni i no escalfi l'interior, les obertures interiors han d'estar tancades. A la nit, aprofitant que el mur està fred, es tanquen les obertures exteriors i s'obren les interiors amb l'objectiu de deixar que l'aire circuli i es refredi l'interior.

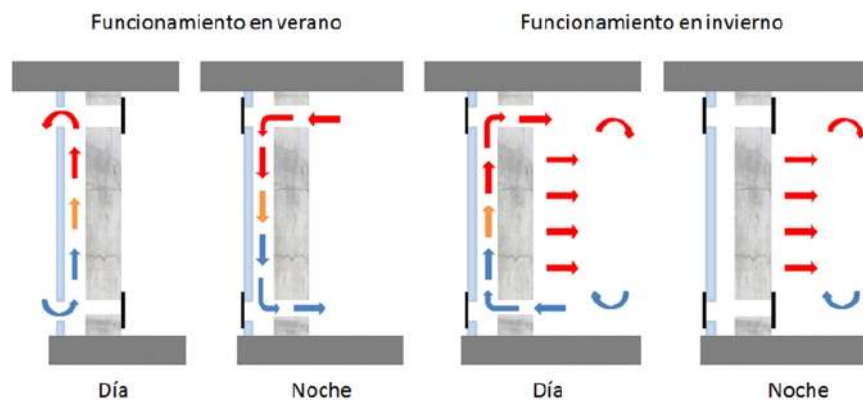


Fig. 7 Diferents usos del Mur Trombe (Font: Habitatge Saludable)

Limitació de la radiació solar

Els sistemes de control solar es basen en la regulació de la quantitat de radiació que incideix als nostres habitatges. Aquests es poden classificar en dos grups; elements inherents a l'edifici i elements afegits a l'edifici.

- **Elements inherents a l'edifici:** aquests es poden dividir en elements fixos (voladissos, lames fixes) i elements mòbils exteriors o interiors (tendals, persianes, porticons, cortines).

Fer un bon ús de les persianes i les cortines ens pot ajudar a reduir fins a un 10% del consum energètic de l'edifici. Per exemple: a l'hivern, quan s'estigui utilitzant la calefacció, obrir les persianes durant el dia i tancar-les durant la nit per reduir el fred que pot filtrar-se per les finestres. A l'estiu passa a l'inrevés, hem de tancar les finestres que rebin els rajos solars durant el dia per evitar que la temperatura interior augmenti.

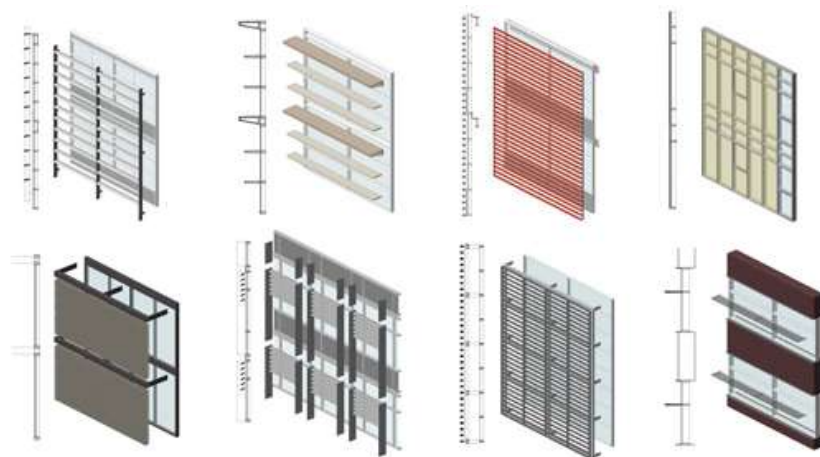


Fig. 8 Elements inherents a l'edifici (Font: Grama Consultores)

➤ **Elements afegits a l'edificació, com la vegetació.**

Arbres de fulla caduca: Els arbres de fulla caduca són aquells que en el període d'hivern perden parcialment o totalment el seu fullatge.

La plantació d'aquests davant d'una façana és un bon sistema de regulació de la radiació, ja que al no tenir fulles a l'hivern els rajos incideixen sense cap dificultat. Mentre que a l'estiu passa el contrari, en tenir fulla aquestes fan ombra i dificulten que els rajos solars entrin.

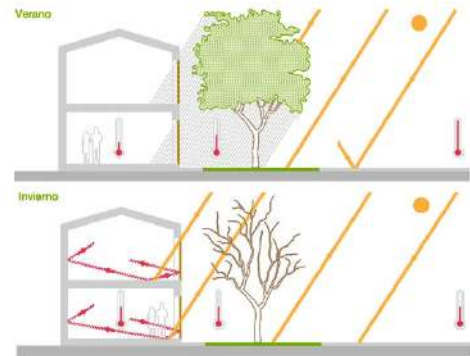


Fig. 9 Vegetació com a reguladora de la radiació (Font: BiU Arquitectura)

Cobertes verdes: Aquest sistema consisteix a enjardinar la teulada amb l'objectiu d'impedir que la calor produïda per la incidència de la radiació solar sobre l'edifici penetri a l'interior. Aquest tipus de coberta, actua com aïllant tèrmic, mantenint la temperatura interior constant i agradable. Durant el dia absorbeix la calor de l'edifici i durant la nit la dissipa a l'exterior.



Fig. 10 Coberta verda (Font: Ecoindustria)

Façanes verdes: Cada dia es veuen més façanes verdes, ja que són un element clau per obtenir una arquitectura més sostenible i reduir l'impacte dels edificis en el medi ambient.

Els murs vegetals es poden utilitzar tant a l'interior com a l'exterior de la façana. En alguns casos se sol usar plantes de fulla caduca, de les quals ja hem parlat anteriorment, que garanteixen protecció enfront de la radiació solar a l'estiu permetent el pas de la radiació solar a l'hivern.

A part dels avantatges paisatgístics, les façanes verdes impliquen una sèrie de millores mediambientals i de confort semblants a les de les cobertes verdes.



Fig. 11 Façana verda del museu Quai Branly, París (Font: Paisatgisme digital)

Tots els elements anomenats anteriorment comparteixen el mateix objectiu, regular la quantitat de calor que incideix al nostre habitatge. També comparteixen els mateixos beneficis entre els quals trobem els següents:

- ❖ **Estalvi energètic:** Es redueix el consum energètic, ja que es disminueixen els consums d'il·luminació, calefacció, i climatització.
- ❖ **Confort tèrmic:** Es regula la temperatura interior afavorint l'augment del confort tèrmic i la reducció de l'ús dels sistemes de climatització.

- ❖ **Sostenibilitat:** Es millora la sostenibilitat dels edificis. La regulació i el control de la radiació solar permeten una gran reducció del consum energètic i les emissions de gasos com el CO₂.

3.4.1.3. Ventilació natural

Existeixen moltes maneres de climatitzar un edifici, però no totes són igual d'eficients.

Una de les més emprades actualment és la ventilació mecànica, és a dir, l'aire condicionat. Aquest sistema disposa de molts avantatges, com ara refrescar les nostres cases i millorar la nostra qualitat de vida i nivell de confort. Ara bé, l'aire condicionat també té una sèrie d'inconvenients, entre els quals destaquen els efectes negatius que té sobre la salut i les importants conseqüències sobre l'augment de les emissions de gasos amb efecte hivernacle a causa de la utilització de gas refrigerant i el consum d'electricitat.

En lloc de l'aire condicionat, es podrien utilitzar altres sistemes de climatització menys contaminants com ara la **ventilació creuada**, la **xemeneia solar**, els **patis interiors** i la **façana ventilada**.

- **Ventilació creuada:** La ventilació creuada és un dels sistemes de climatització més eficients, que té com a objectiu generar corrents d'aire natural, que no només permetin ventilar, sinó també renovar l'aire interior.

Per poder obtenir aquesta ventilació natural, bàsicament haurem d'obrir una finestra a la façana on més bufi el vent, i una altra al costat oposat. Això fa possible que l'aire circuli des de la zona d'altres pressions a les de baixes i com a conseqüència, es generarà un corrent d'aire interior, que normalment ens permetrà mantenir més fresc el nostre habitatge i reduir els consums d'aire condicionat.



Fig. 12 Ventilació creuada (Font: Arqzon)

- **Xemeneia solar:** La xemeneia solar és un element de refredament on s'aprofita l'energia solar de manera passiva per regular la temperatura interior de l'habitatge.

Aquest sistema consisteix en una xemeneia de superfície fosca protegida per una coberta de vidre entre la qual se situa la cambra d'aire. Durant les hores de llum i utilitzant la radiació solar, s'escalfa l'aire de la cambra creant una convecció natural.

En escalfar-se l'aire, disminueix la seva densitat i és expulsat a l'exterior. El seu lloc l'ocuparà l'aire de més avall (que ha entrat de l'exterior) i començarà a escalfar-se.

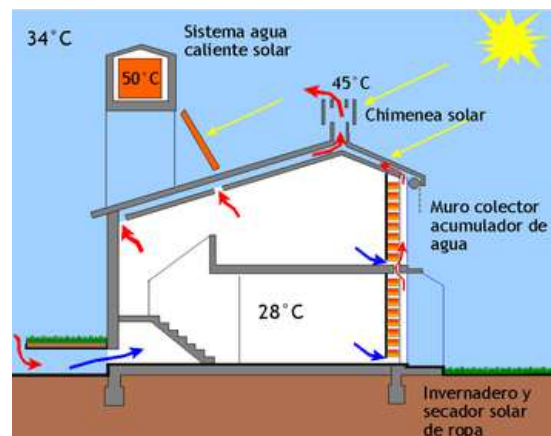


Fig. 13 Esquema del funcionament del sistema de refredament d'una xemeneia solar (Font: Wikipedia)

- **Patis interiors:** Aquest sistema consisteix en el fet que els patis acumulen fred a la nit i el cedeixen durant el dia a les habitacions que l'envolten. Quan l'aire s'hagi escalfat, ascendeix pel pati per convecció, i es torna a refredar durant la nit.

Tenir un habitatge o edifici amb pati interior té múltiples beneficis que no només afecten l'eficiència energètica sinó també al nivell de vida i confort. Entre aquests beneficis destaquen:

- ❖ La ventilació natural.
- ❖ Comunicació entre espais.
- ❖ Il·luminació natural.
- ❖ Contacte amb la natura.



Fig. 14 Pati interior amb vegetació (Font: Arquitectura i disseny)

- **Façana ventilada:** La façana ventilada és un sistema que consisteix a crear una cambra ventilada entre la façana de l'edifici i unes plaques exteriors muntades sobre una estructura ancorada a la façana. Aquestes plaques poden ser de pedra, de fusta, de panells sandvitx, etc.

Aquest sistema permet un millor comportament tèrmic de l'interior de l'edifici. L'aire fred entra per la part inferior dels panells, s'escalfa en absorbir la calor produïda per la radiació solar, i surt per la part superior, dissipant aquesta calor a l'exterior de la cambra.

A l'estiu, l'augment de la temperatura a l'interior de la cavitat durant els mesos d'estiu genera un "efecte xemeneia" que empeny l'aire cap amunt, reduint així la temperatura de la paret que dona a l'interior de l'edifici. És a dir, ho manté més fresc.

Durant l'hivern, les façanes ventilades aporten estabilitat tèrmica, ja que actuen com a acumulador de calor ajudat per la capa d'aïllant tèrmic del sistema. D'aquesta manera eviten la fuga de calor des de l'interior amb el corresponent estalvi energètic.



Fig. 15 Façana ventilada (Font: ABC Construccions)

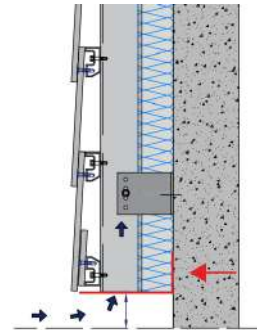


Fig. 16 Funcionament d'una façana ventilada (Font: Decoració)

3.4.1.4. Sistemes d'aïllament

En molts habitatges, la gran part de l'energia que s'usa a l'hora d'escalfar o refredar els espais, es perd. Això significa més consum energètic, menys confort, més contaminació i més despesa energètica.

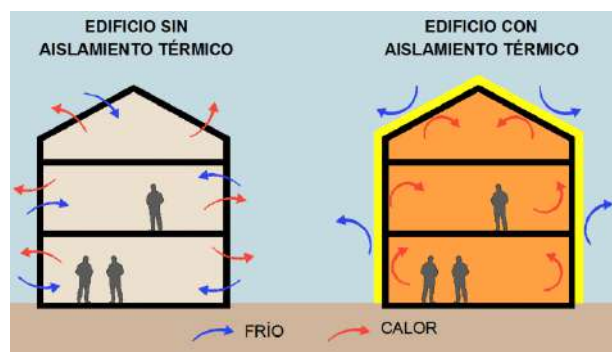


Fig. 17 Comparació d'un edifici amb aïllament tèrmic i un sense (Font: Bropro)

L'única solució per evitar que això succeeixi és un bon aïllament de l'habitatge, ja que és aquest el que permet regular la temperatura interior fent que a l'estiu els espais es mantinguin frescos i que a l'hivern la calor es quedi retinguda a l'interior.

A part d'això, assegurar que l'edifici tingui un bon aïllament té altres avantatges com ara:

- **Estalvi del consum energètic.** Un bon sistema d'aïllament permet controlar la temperatura de l'espai sense dependre d'altres sistemes com ara la calefacció o l'aire condicionat, la qual cosa permet una gran reducció en la factura de la llum.
- **Menys humitat en l'edifici.** Permet evitar l'acumulació no desitjada d'humitat.
- **Augment del valor de l'edifici.** Representa un valor afegit al valor de l'edifici.
- **Reducció de les emissions de CO₂.** La millora del sistema d'aïllament no només beneficia als residents sinó també al medi ambient, ja que s'eviten les pèrdues d'energia la redueix les emissions de diòxid de carboni.
- **Augment de la comoditat.** Un bon sistema d'aïllament permet una millor condició de comoditat, perquè aquest assegura una bona temperatura.

De sistemes d'aïllament n'hi ha de dos tipus, aïllaments de façanes i aïllaments de finestres i obertures.

Aïllaments de façana

D'aïllaments de façana podem diferenciar de dos tipus, els aïllaments exteriors i aïllaments interiors.

➤ Aïllament exterior

SATE són les sigles que utilitzem per a referir-nos al Sistema d'Aïllament Tèrmic per l'Exterior. El sistema SATE és el sistema d'aïllament més emprat en façanes a causa dels grans avantatges que comporta des del punt de vista d'estalvi energètic i mediambiental, provocant d'entre un 17% i un 36% de reducció en el consum energètic segons les condicions climàtiques de la zona on es trobi l'edifici.

El sistema està format per la combinació en obra de diversos materials. En primer lloc, es col·loca un perfil perimetral d'arrencada en alumini per a la correcta alineació i anivellació del sistema. Seguidament, s'instal·la, per mitjà de la fixació mecànica, l'aïllament (que pot ser planxa de poliestirè expandit o llana mineral) i es revesteix amb malla de fibra de vidre embeguda en morter especial. I finalment, se li dona l'últim acabat pintant-lo.

En el cas de les cobertes, la millora del material aïllant es realitza quan s'ha de fer una rehabilitació deguda a les males condicions en què es troba o per evitar filtracions d'aigua. Es col·loca el nou material aïllant entre les bigues i per sobre, la capa d'impermeabilització que protegirà contra els efectes meteorològics i la radiació solar.

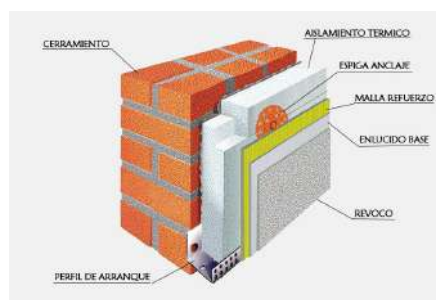


Fig. 18 Parts del SATE (Font: SF23 Arquitectes)



Fig. 19 Coberta amb aïllament exterior (Font: Barnacork)

➤ Aïllament interior

Hi ha dues opcions d'aïllament interior.

La primera opció es coneix com a aïllament en cambra d'aire (insuflació) i és el sistema més utilitzat en aïllament interior, encara que també es pot utilitzar en exterior. Aquest sistema consisteix a omplir les cambres d'aire de l'interior de les parets amb material aïllant, com ara perles de poliestirè expandit o borres de llana mineral. Però per poder omplir-les s'han de dur a terme perforacions cada certa distància la qual cosa implica l'inconvenient de trencar el revestiment.

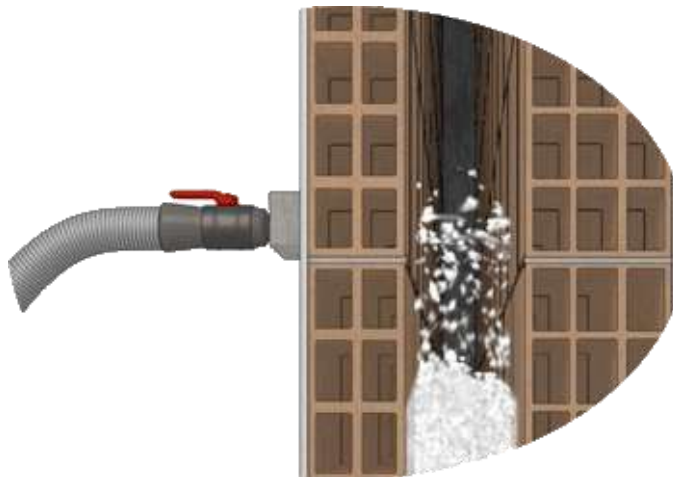


Fig. 20 Aïllament tèrmic per insuflació. (Font: Ecogreenhome)

La segona opció consisteix a col·locar una paret que pot ser de ceràmica o de guix laminat amb aïllament entre la façana i la nova paret. Aquesta solució és la menys usada, ja que significa una perduda d'espai interior, caldria tornar a revestir de nou i passar les instal·lacions, la qual cosa suposaria una despesa excessiva.

Aïllament de finestres i obertures

Les obertures tenen la finalitat d'il·luminar els espais interiors amb llum natural, aquestes poden estar situades a la façana (com ara les finestres) o a la coberta (com les claraboies o la lluernà).

Aquesta part de l'envoltant ha de garantir un alt nivell d'aïllament tèrmic, assegurar l'estanquitat al pas de l'aire i mantenir un bon nivell d'il·luminació. Igual que les façanes i les cobertes, les finestres i les obertures en general, també han de tenir un bon aïllament, i per això disposem de diverses mesures per millorar-les.

La principal mesura que se sol portar a terme és la substitució dels vidres simples per dobles envidriament, ja que els vidres simples tenen una transmitància tèrmica (U) elevada ($5,8 \text{ W/m}^2\text{K}$) i com més alta sigui aquesta, menor serà l'efecte d'aïllament.



Fig. 21 Finestra de PVC amb doble envidriament (Font: Perfil Solsona)

Podem definir la transmitància tèrmica com el flux de calor que passa per unitat de temps i superfície entre un material (en aquest cas el vidre) que separa dos espais amb diferents temperatures.

Però, no sempre s'han de portar a terme les mateixes millores, aquestes depenen de les característiques de la zona on estigui situat l'edifici. Per exemple, si ens trobem en regions amb molt de vent no millorarem els mateixos aspectes que si ens trobem al costat del mar. En el primer cas, els vidres de les finestres han de tenir característiques de resistència davant del vent llavors hauríem de millorar aquest aspecte, mentre que en regions properes al mar és necessària l'aplicació de tractaments anticorrosius als marcs.

Un altre aspecte que es pot millorar en les finestres són els marcs i els bastiments, que són els encarregats del tancament de portes i finestres.

Els bastiments poden ser de diversos materials entre els quals destaquen la fusta, el PVC i l'alumini. Cadascun dels materials anteriors té unes característiques pròpies que fan que un sigui més adient que un altre segons la funció que hagin de realitzar.

Fusta:

- És un material natural la qual cosa el fa ser el més sostenible.
- És considerat un aïllant per naturalesa i ofereix un bon aïllament tant tèrmic com acústic.
- És un material natural que es dilata amb els canvis de temperatura i necessita cert manteniment.

PVC:

- El PVC té una transmitància tèrmica baixa la qual cosa significa que té un efecte d'aïllament elevat.
- És un material no conductor i és molt resistent.

Alumini:

- L'alumini és un material molt resistent davant el desgast i la corrosió i no es deteriora fàcilment.
- És un material transmissor del fred i la calor i si no es reforça amb el trencament de pont tèrmic, deixarà escapar part del fred o calor que s'empri per condicionar l'interior de l'habitatge.

3.4.2. Mesures actives

A diferència de les mesures passives, les mesures actives són aquells que s'apliquen directament sobre els sistemes de consum energètic com ara la il·luminació o els electrodomèstics.

Algunes de les principals mesures actives que se solen dur a terme per tal de reduir el consum energètic són:

- Millorar la il·luminació
- Renovar caldera
- Substituir electrodomèstics
- Usar energies alternatives
- Fer un ús més sostenible de l'aigua

3.4.2.1. Il·luminació

Al llarg dels anys, han anat apareixent diferents variants de bombetes, entre les quals, podem destacar tres tipus: la bombeta d'incandescència, la bombeta halògena i finalment la LED. Ara bé, no totes les anteriors són igual d'eficients.

La **bombeta d'incandescència** ha sigut un dels invents més utilitzats per l'home des de la seva creació fins a principis del segle XXI. Però, a causa de la seva baixa eficiència energètica, actualment la seva fabricació està prohibida. Encara que siguin barates, aquestes bombetes posseeixen un gran nombre de desavantatges entre els quals destaca la gran quantitat d'energia que es perd en forma de calor.

Després de les bombetes d'incandescència trobem una altra variant, les **bombetes halògenes**. Com a avantatge, aquestes bombetes s'encenen a l'instant, tenen una gran capacitat lumínica i arriben a consumir un 40% menys que les incandescents.

Ara bé, també compten amb una sèrie de desavantatges entre els quals destaquen l'emissió d'una gran quantitat de calor i una vida útil força baixa, d'aproximadament 3.000 hores.

I finalment trobem les LED, les quals han estat utilitzades com a solució per tal de reduir el consum energètic. La il·luminació amb bombetes LED té major eficiència i una durabilitat molt més alta, aquestes consumeixen fins a un 80% menys d'energia que les d'incandescència i gairebé no tenen perdudes en forma de calor.



Fig. 22 Bombeta incandescent, halògena i led (Fonts: Wikipedia, Tradein, Ikea)

3.4.2.2. Renovació de la caldera

En els habitatges, la substitució de la caldera és una altra de les mesures actives fetes servir per a millorar l'eficiència energètica, però aquesta només es pot portar a terme quan la caldera estigui espatllada o es trobi en molt males condicions. En aquest cas es recomana substituir-la per una de condensació, les més eficients i sostenibles del mercat.

Les calderes de condensació contribueixen a l'estalvi energètic, ja que aprofiten la calor dels fums quan són evacuats per preescalfar l'aigua sanitària o del circuit de calefacció.

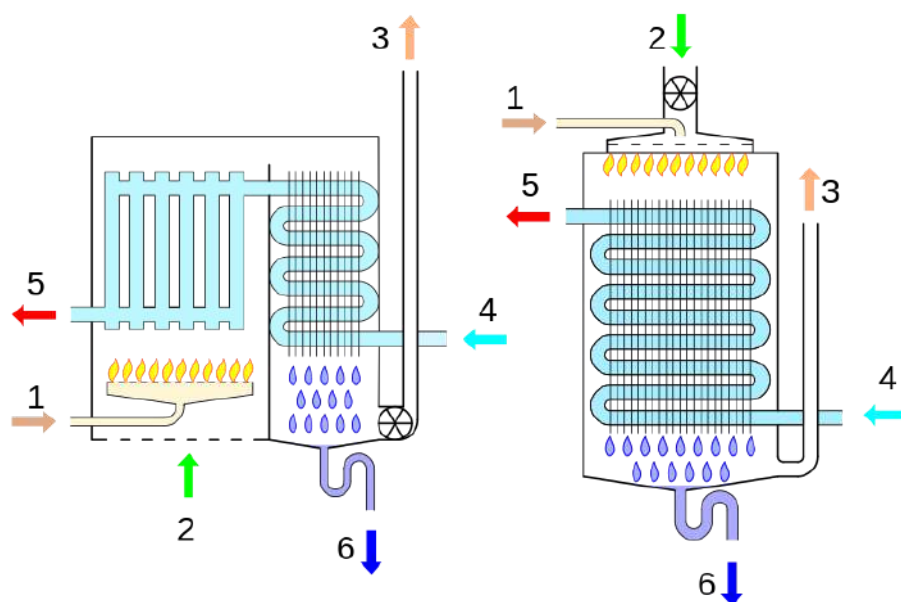


Fig. 23 Funcionament d'una caldera de condensació (Font: Climatització Mallorca)

Gràcies a aquest reaprofitament podem dir que produïm més amb menys, és a dir, escalfem més aigua amb cada cop menys combustible. Això és el que fa que sigui més eficient en l'ús del combustible i que emeti menys gasos d'efecte hivernacle. Estadísticament, les calderes de condensació poden estalviar fins a un 35% o 40% de gas i redueixen les emissions de CO₂ millorant així les condicions de l'aire.

3.4.2.3. Electrodomèstics

Els electrodomèstics són la principal font de consum energètic, i per tal de reduir-lo la millor opció és utilitzar electrodomèstics d'una qualificació energètica elevada, ja que són aquests els que permeten un major rendiment i un menor consum energètic.

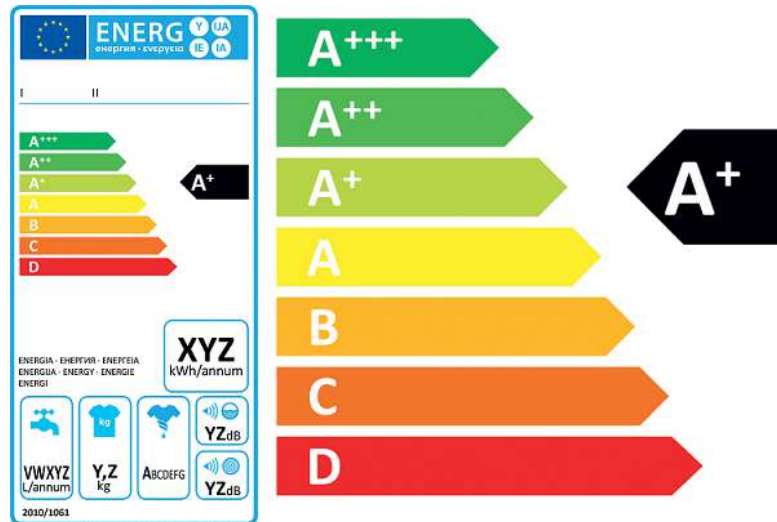


Fig. 24 Etiqueta energètica d'una rentadora (Font: Funnatic)

3.4.2.4. Ús d'energies alternatives

Com hem vist anteriorment, el que busca la rehabilitació energètica és reduir el consum energètic i la millor manera que fer-ho és amb energies alternatives.

Ara bé, quan parlem d'energies alternatives no ens hem de confondre amb energies renovables o netes. Hi ha molta gent que els usa com a sinònims, però la veritat és que no tenen el mateix significat.

Per saber realment en què consisteix la diferència entre els conceptes anteriors, comparem les seves definicions.

- **Energia alternativa:** Són aquelles que s'obtenen de formes alternatives, és a dir, de formes diferents de com s'obtenen les utilitzades majoritàriament (petroli, carbó, gas natural i energia nuclear).
- **Energia renovable:** L'energia renovable és aquella que s'aconsegueix de fonts renovables, és a dir, inesgotables. Podem dir que totes les energies renovables, menys la hidràulica, són alternatives; això no obstant, no a l'inrevés.
- **Energia neta:** Entenem per energia neta aquella que no genera emissions a l'atmosfera i no contamina de qualsevol altra manera.

Els últims dos conceptes s'usen per definir fonts d'energia que són respectuoses amb el medi ambient, però que en alguns casos no es compleixen al mateix temps. Per exemple, el millor exemple d'energia renovable, però no neta és la biomassa.

Llavors, dins de les energies alternatives trobem energies com ara la solar, l'eòlica, la mareomotriu, la geotèrmica, la biomassa i el biogàs. Totes elles energies que s'obtenen de diferent manera que les fòssils (petroli, gas natural...)

De les anteriors, les que se solen instal·lar en una rehabilitació per l'autoconsum són la solar fotovoltaica, la solar tèrmica, l'eòlica i la geotèrmica.

Energia fotovoltaica

L'energia fotovoltaica permet transformar la radiació solar en energia elèctrica. A través de la instal·lació de panells fotovoltaics, la radiació absorbida es transforma en energia elèctrica d'origen renovable que pot ser utilitzada per al consum propi.



Fig. 25 Panells solars fotovoltaics (Font: Blog Blue Sol)

Si tenim com a objectiu obtenir una reducció en la factura de la llum i reduir les emissions dels gasos, millorant l'eficiència energètica de les nostres llars, la instal·lació de panells fotovoltaics és el millor mitjà.

Per conèixer la importància de tenir instal·lats aquests panells, compararem les característiques d'un edifici que tingui el sistema instal·lat i un que no.

Amb panells fotovoltaics:

- ❖ Obtenció d'energia neta i renovable que no emet gasos d'efecte hivernacle.
- ❖ Estalvi en la factura de la llum, obtenció d'energia elèctrica sense cap cost.
- ❖ Autoconsum energètic garantit, ets l'amo de l'energia que consumeixes.
- ❖ Augmenta el valor de l'immoble.

Sense panells fotovoltaics:

- ❖ Actualment, es pot contractar l'electricitat a distribuïdores que garanteixen que l'energia prové de fonts renovables. Ara bé, segueixen havent-hi usuaris que usen energia elèctrica d'origen fòssil, altament contaminant.
- ❖ Valors elevats en la factura de la llum.
- ❖ L'energia depèn de l'empresa elèctrica.
- ❖ El preu es manté idèntic.

Per tant, la possibilitat de tenir instal·lats panells i utilitzar la nostra pròpia energia no només ens permet ser més independents de les grans companyes, sinó que ens permet estalviar a llarg termini independentment de la pujada dels preus.

En cas de no ser possible la instal·lació de les plaques fotovoltaïques, una altra gran opció és contractar l'energia elèctrica a una empresa que ens assegurï que aquesta s'ha obtingut de fonts renovables.

Energia solar tèrmica

La instal·lació de panells solars tèrmics proporciona subministrament d'aigua calenta sanitària i calefacció reduint el consum d'altres energies.

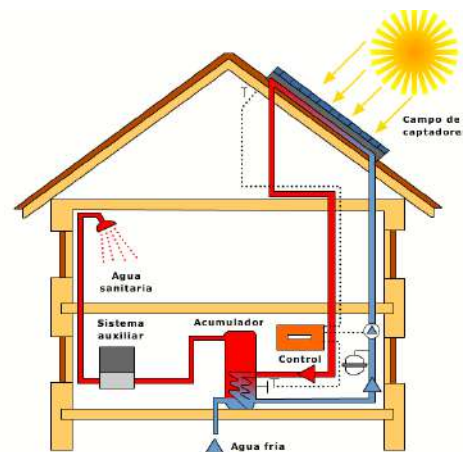


Fig. 26 Funcionament de l'energia solar tèrmica
(Font: Energies Plasència)

Alguns dels beneficis que proporciona aquesta instal·lació són semblants als de l'energia fotovoltaica:

- ❖ L'energia solar tèrmica permet obtenir aigua calenta escalfada amb una energia gratuïta i no contaminant, la qual cosa permet reduir les emissions de gasos d'efecte d'hivernacle.
- ❖ Permet un gran estalvi en les despeses de gas i electricitat.
- ❖ Els panells instal·lats actualment requereixen un baix manteniment, és suficient amb una revisió anual.

Energia eòlica

L'obtenció d'energia elèctrica mitjançant aerogeneradors és una altra opció per millorar eficientment un edifici.

S'aprofiten dels recursos eòlics mitjançant la utilització d'aerogeneradors de potència inferior als 100 kW que solen estar situats a la part superior de l'edifici.

A diferència dels dos sistemes d'obtenció d'energia anomenats anteriorment, aquest requereix unes condicions determinades, ja que només es poden instal·lar en zones on fa vent.



Fig. 27 Aerogenerador i panells fotovoltaics per l'autoconsum (Font: Revista Saunier Duval)

Energia geotèrmica

Podem definir l'energia geotèrmica com un sistema energètic 100% renovable que aprofita les elevades temperatures de l'interior de la terra per a produir calor i electricitat de manera sostenible.

Gràcies a la seva disponibilitat durant les 24 hores del dia i els 365 dies de l'any i al manteniment d'una temperatura constant durant totes les estacions (més baixa que la de l'exterior durant l'estiu i més alta durant l'hivern), és considerat un dels sistemes d'obtenció d'energia més eficients.

Per obtenir la calor de la terra és necessari excavar i enterrar unes sondes de captació, és a dir, unes canonades de polietilè amb líquid caloportador (aigua i glicol). Aquestes canonades absorbeixen la calor de la terra, escalfant el líquid interior i transportant-lo a la bomba de calor, on el líquid cedirà la seva calor i serà transformada en energia.



Fig. 28 Sistema d'aprofitament de l'energia geotèrmica (Font: Estalvi Tèrmic)

A part de la seva disponibilitat, anomenada anteriorment, trobem altres beneficis, com ara:

- ❖ Un consum molt reduït.
- ❖ Baix cost en manteniment, ja que no es necessita cap classe de combustió.
- ❖ Una vida útil llarga, pel fet que les bombes de calor són equips dissenyats per funcionar entre 20 i 25 anys sense reduir la seva eficiència.
- ❖ Obtenció de calefacció i refrigeració amb el mateix sistema. Com deia abans, gràcies a la temperatura constant del subsol, la bomba de calor pot proporcionar calefacció durant l'hivern, refrigeració durant l'estiu i aigua calenta durant tot l'any.
- ❖ Augment del valor de l'habitatge.
- ❖ Independència energètica.
- ❖ Utilitza tecnologia renovable, la qual és bona tant per la nostra economia com pel planeta.

3.4.2.5. Ús sostenible de l'aigua

L'aigua és un dels recursos més importants del planeta i fer un ús responsable d'aquest és essencial degut a la seva escassetat. Un dels aspectes que caracteritzen els edificis sostenibles és la bona gestió de l'aigua, és a dir, aquests han de tenir sistemes d'aprofitament d'aigües pluvials i una bona gestió de les aigües residuals.

- La **captació i l'emmagatzemament de les aigües pluvials** representa una gran opció per abastir amb aigua de qualitat de manera constant, viable i econòmica a les persones.

Les aigües pluvials es poden captar de les teulades. Una vegada filtrades, s'emmagatzemen en un dipòsit i es poden usar per a la cisterna del vàter, per a reg de les plantes, etc.

- La **reutilització de les aigües residuals** representa una altra forma de gestionar les aigües. Dins d'aquestes podem diferenciar de dos tipus, per una part, trobem les **aigües grises** (aigües residuals de les dutxes i dels lavabos) que tractades i emmagatzemades en un dipòsit, es poden fer servir per a la cisterna del vàter. Per una altra part, les **aigües negres**, que procedeixen dels desguassos de la cuina o del vàter, i una vegada sotmeses a un procés de depuració biològic, es poden usar per a reg.
- **Sistemes Urbans de Drenatge Sostenible:** Igual que els sistemes de drenatge convencional, la seva principal funció és evitar el risc d'inundacions, però a més en té d'altres, com ara impedir la contaminació de les aigües, minimitzar costos econòmics en la gestió de pluvials i millorar el paisatge urbà.

Els Sistemes Urbans de Drenatge Sostenible en lloc de portar l'aigua de la pluja al sistema d'evacuació de la ciutat, procura infiltrar-la en el jardí, evitant que passi per zones contaminants, per omplir els aqüífers.

Formen part d'aquests sistemes les cobertes ecològiques, els jardins verticals, els paviments permeables, els embornals filtrants, els canals permeables i els aiguamolls.

La seva instal·lació ens aporta efectes positius com ara la reducció de la problemàtica, tant en volum com en contaminació, dels abocaments per desbordaments del sistema de sanejament en episodis de pluja. O també, la millora el rendiment de l'EDAR (Estació Depuradora d'Aigües Residuals), reduint-ne la despesa energètica i contribuint a la descarbonització del cicle urbà de l'aigua.



Fig. 29 Coberta ecològica de l'Estació de Ferrocarril i Autobusos de Logronyo (Espanya). (Font: Ministeri per a la Transició Ecològica)

3.5. Normes i entitats en suport a la rehabilitació

Més del 75% del parc immobiliari europeu és ineficient des del punt de vista energètic, la qual cosa ha provocat la preocupació de diferents entitats. Així mateix, en els últims anys, aquesta preocupació ha permès la creació de diverses normes que recolzen i aconsellen la rehabilitació energètica com a millor solució per tal de reduir el consum energètic i millorar l'eficiència dels edificis.

Entre aquestes normes podem destacar *"El pacte verd"*, com una proposta internacional i els Reials Decrets Llei i les normes UNE com a propostes nacionals.

3.5.1. La Unió Europea: El pacte verd

El Pacte Verd Europeu es va crear el desembre del 2019 i consisteix en un conjunt de mesures, proposades per la Comissió Europea, amb l'objectiu de millorar el benestar de les persones i aconseguir que la Unió Europea sigui climàticament neutre d'aquí al 2050, és a dir, aconseguir obtenir emissions de gasos d'efecte hivernacle iguals o menors a les que es poden eliminar per altres vies.

Per tal d'arribar a complir aquesta finalitat és necessari actuar en tots els sectors que hi intervenen, com ara l'edificació.

Un dels pilars clau del Pacte Verd és *"L'onada de la renovació"*, una estratègia per millorar l'eficiència energètica dels edificis. La Comissió aspira almenys a duplicar les taxes de renovació en els pròxims 10 anys i a garantir que les renovacions donin lloc a més eficiència energètica i dels recursos. Així, es millorarà la qualitat de vida de les persones que viuen als edificis i els utilitzen, es reduiran les emissions de gasos d'efecte hivernacle d'Europa, es fomentarà la digitalització i es millorarà la reutilització i el reciclatge de materials.

D'aquí al 2030, es podrien renovar 35 milions d'edificis a tot Europa i crear-se fins a 160.000 llocs de treball verds addicionals al sector de la construcció.

Cada any només l'1% dels edificis a Europa és objecte de renovacions destinades a reduir el consum d'energia. Incentivar les renovacions és clau per descarbonitzar el sector de la construcció, recuperar l'economia i combatre la pobresa energètica.

Aquestes renovacions són crucials per reduir les emissions i el consum d'energia dels edificis i millorar la seva qualitat de vida, garantint una transició ecològica justa.

3.5.2. Programa Next Generation i els Reials decrets llei 19/2021 i 853/2021.

A Espanya, una de les mesures que s'ha utilitzat per tal d'impulsar la rehabilitació energètica, ha estat el programa d'ajudes per a la rehabilitació integral d'edificis residencials i habitatges finançat per la UE.

Mitjançant aquest programa (Next Generation UE) es preveu arribar a les 510.000 actuacions de renovació en el 2026.

Fins al moment, en 2019 es van arribar a rehabilitar un total de 31.100 habitatges, i encara que sigui un 10% més del que es va rehabilitar en el 2018, el Govern té com a objectiu multiplicar les actuacions per 10 d'aquí al 2030, el que significa arribar a rehabilitar un total de 300.000 habitatges a l'any.



Fig. 30 Edifici en rehabilitació (Font: Llapasi)

Algunes de les actuacions que s'estan portant a terme gràcies a aquest programa són, per exemple, la millora de l'aïllament i els bastiments dels edificis, la instal·lació de plaques solars i fotovoltaiques, la millora de l'accessibilitat als edificis, el canvi de finestres en habitatges... Aquestes actuacions es poden portar a terme sobre habitatges unifamiliars, pisos, edificis residencials, barris, entorns residencials o recintes educatius.

Els objectius globals d'aquest programa són:

- ❖ Reduir un 30% el consum d'energia no renovable.
- ❖ Descarbonitzar la calefacció i la refrigeració i baixar la demanda.
- ❖ Ajudar a retallar les emissions en 650.000 tones de diòxid de carboni a l'any.
- ❖ Combatre la pobresa energètica.
- ❖ Executar 510.000 rehabilitacions d'aquí al 2026.

Per complir aquests objectius, el govern ha aprovat dos Reials Decrets Llei. Dins del sistema jurídic espanyol, un Reial decret Llei és una norma jurídica pròpia de països amb monarquia parlamentària que deriva del poder executiu i és dictada en cas d'urgent necessitat.

Aquests Reials Decrets van ser publicats l'octubre de l'any 2021. En primer lloc, el Reial decret Llei 19/2021 amb la finalitat d'imposar l'activitat de rehabilitació d'edificis i, seguidament, el Reial decret Llei 853/2021, el qual regula els programes d'ajuda en matèria de rehabilitació residencial i habitatge social.

El principal propòsit d'aquestes normes és impulsar la rehabilitació i millorar el parc d'habitatges espanyol, que es caracteritza per l'antiguitat dels seus edificis, amb més de la meitat anteriors a 1980, la qual cosa, en relació amb la seva qualificació energètica, més del 81% dels edificis se situa a les lletres E, F o G, en termes d'emissions, i més d'un al 84% en el cas del consum energètic.

3.5.3. Les normes UNE

A part dels Reials decrets trobem un altre conjunt de normes en suport a la rehabilitació, les UNE. Les sigles UNE provenen d'“*Una Norma Espanyola*” i fan referència al conjunt de normes tècniques creades pel Comitè Tècnic de Normalització (CTN).

El catàleg normatiu UNE està format per diverses normes tècniques destinades a diferents àmbits, com ara l'accessibilitat, la conservació, l'aïllament, la ventilació o la digitalització, aspectes relacionats amb l'activitat de rehabilitació.

Dins d'aquest catàleg, podem trobar des de normes per avaluar les prestacions energètiques dels edificis fins a normes per calcular les demandes energètiques i l'eficiència de les instal·lacions, sistemes i productes implicats. També compte amb un extens nombre de normes tècniques relacionades amb els tancaments, els aïllaments i la ventilació.

Totes aquestes normes contribueixen a l'estalvi i l'eficiència energètica i serveixen de suport quan s'emprèn una rehabilitació. Ara bé, a diferència dels Reials decrets llei anomenats anteriorment, les normes UNE són de caràcter voluntari, és a dir, no són d'obligatori compliment, llevat que una llei, real decret o reglament estableixi que determinada UNE és de compliment obligat.

3.6. Edificació i sostenibilitat

A l'hora d'iniciar una rehabilitació energètica s'ha de tenir en compte diversos aspectes, com ara la normativa o la gran varietat de mesures que es poden dur a terme. Ara bé, abans de començar qualsevol rehabilitació, l'edifici ha d'haver passat per una inspecció tècnica.

3.6.1. Inspecció tècnica d'edificis (ITE)

La Inspecció Tècnica d'Edificis o ITE és un sistema de control d'edificis de caràcter obligatori. Consisteix en una inspecció visual realitzada per un tècnic expert, que té com a objectiu analitzar i determinar la situació en què es troba l'edifici i informar els propietaris sobre les actuacions que han de dur a terme per tal de mantenir un bon nivell de manteniment i conservació.



Fig. 31 Control de l'edifici (Font: Coses Legals)

La ITE se sol portar a terme en edificis d'entre 45 i 50 anys i aquesta s'ha de renovar cada cert temps després de la primera. En cas d'edificis plurifamiliars, no és necessari que el tècnic accedeixi a tots els habitatges, amb un 70% és suficient. Ara bé, aquest ha de comprovar tots els elements comuns de l'edifici, com ara façanes, terrats, instal·lacions de sanejament i fontaneria.

Al llarg de la inspecció, el tècnic anirà completant l'informe ITE, un document on s'indiquen:

- Les característiques generals de l'edifici i l'estat de conservació.
- Les deficiències detectades i la seva gravetat.
- El temps per rectificar aquestes deficiències.
- Una qualificació sobre l'estat general de l'edifici.
- Les propostes tècniques de millora.
- La certificació de l'eficiència energètica de l'edifici

Un cop realitzat aquest informe, es passarà a l'elaboració del certificat d'aptitud, un document on es determina si l'edifici és apte per viure.

Si després de dur a terme la inspecció no s'han detectat problemes en l'edifici, la ITE estarà aprovada i es programarà una pròxima inspecció. Però, en cas que aquesta estigui suspesa, el tècnic ordenarà unes millores de manteniment i rehabilitació que s'hauran de dur a terme en un temps determinat.

En el segon cas, quan s'obté el certificat d'aptitud amb deficiències descrites com lleus o greus, s'haurà d'aprovar un programa de rehabilitació. Aquest programa tindrà com a objectiu prioritzar les intervencions de rehabilitació que li són necessàries a l'edifici.

3.6.2. Qualificació i certificació energètica

Després que un edifici passi la ITE, tota la informació recollida determinarà la qualificació energètica i la certificació energètica.

Qualificació energètica

S'entén per **qualificació energètica** com el sistema oficial utilitzat, tant a Espanya com a la resta d'Europa, per avaluar i comparar l'eficiència energètica dels edificis. Dit d'una altra manera, la qualificació energètica és el resultat de calcular el consum d'energia necessari per satisfer les necessitats energètiques de l'edifici en condicions normals.

Aquest sistema classifica, segons el seu consum energètic i les seves emissions de CO₂, els edificis en una escala de set lletres, on la lletra A correspon a l'edifici més eficient i la lletra G a l'edifici menys eficient.

A l'hora de calcular la qualificació energètica s'han de tenir en compte els següents aspectes:

- L'any de construcció.
- La normativa vigent.
- Les condicions climàtiques de la zona on es troba l'edifici.
- L'envoltant.
- Instal·lacions.

Quan parlem de la normativa de construcció podem dir que aquesta no s'ha mantingut fixa i que ha anat evolucionant amb el pas dels anys. Per això, saber l'any de construcció de l'edifici és clau per conèixer la normativa tèrmica aplicada a aquest, i, per tant, les característiques tèrmiques dels diferents tancaments que el formen.

Els edificis anteriors al 1981 no van estar regulats per cap llei de construcció. Va ser a partir d'aquest mateix any quan es van començar a aprovar diverses normatives amb relació a la construcció d'edificis. Entre aquestes trobem les següents:

- **NBE-CT-79 (1981-2006):** Es van introduir millores considerables als sistemes constructius, com, per exemple, l'obligatorietat de col·locar aïllament tèrmic a les façanes.
- **NRE-AT-87 (1989-2007):** Només es va aplicar a Catalunya i solament millorava alguns dels aspectes de la normativa anterior.
- **CTE 2006 (2007-2014):** El Codi Tècnic de l'Edificació va entrar en vigor el 29 de març de 2006. Les millores que va aportar van oferir resultats excel·lents en el camp energètic. Entre aquestes millores trobem l'eliminació de ponts tèrmics als edificis o l'obligació d'incorporar sistemes d'energies renovables.
- **CTE 2013:** Aquest és més restrictiu que l'anterior i indicava que totes les rehabilitacions que anaven més enllà del manteniment havien de complir amb el límit de la demanda energètica.
- **CTE 2019:** Aquesta va entrar en vigor el 24 de setembre del 2020 i és la que, actualment, regular les característiques que han de tenir els edificis a construir.

Inclou millores en la seguretat de l'estructura, la salubritat, la protecció davant del soroll i l'estalvi energètic.

Cada normativa que s'aprova millora les condicions de l'anterior, per tant, un edifici construït segons una normativa més recent serà més eficient energèticament que els construïts amb normatives anteriors, produint menys emissions, generant menys consum i proporcionant més confort als usuaris.

Certificació energètica

La **certificació energètica** és el mitjà pel qual s'atorga una qualificació energètica. Aquesta té com finalitat promocionar l'eficiència energètica en els edificis i la utilització d'energies renovables per l'obtenció d'energia i la reducció d'emissions.

Dues formes a partir de les quals s'atorga aquesta qualificació són el certificat energètic i l'etiqueta energètica.

- **Certificat energètic:** Aquest document ens indica les característiques energètiques d'un edifici, des de la quantitat d'energia que consumeix fins a quant contamina.

A l'hora d'adquirir un nou habitatge és molt importat comprovar que sigui energèticament eficient i hi ha dues maneres per fer-ho. La primera seria revisant tots els elements que formen part de l'edifici, com ara la calefacció, l'aïllament o la ventilació, o simplement consultant el certificat d'eficiència energètica, el qual, des del 2013, és obligatori en tots els habitatges.

El certificat d'eficiència energètic té com a objectiu determinar el consum d'energia i la producció de CO₂ anual d'un habitatge. Per fer-ho, avalua tots els elements que utilitzen energia en la llar, com els sistemes de calefacció o els electrodomèstics.

Aquest certificat està dividit en diferents annexos. En la primera pàgina trobem l'etiqueta energètica, de la qual parlaré més detalladament en el següent punt, i en les altres trobem especificacions energètiques com ara:

- La identificació de l'habitatge.
 - La normativa d'estalvi i eficiència energètica vigent.
 - Les característiques tèrmiques de l'habitatge.
 - La qualificació energètica assignada.
 - La llista de mesures recomanades pel tècnic.
 - Les comprovacions, proves i inspeccions dutes a terme.
-
- **L'etiqueta energètica:** Distintiu que ens mostra el nivell de qualificació d'eficiència energètica obtinguda per l'edifici.

Aquesta etiqueta és semblant a la que porten actualment els electrodomèstics, ja que tenen la mateixa finalitat, classificar l'eficiència energètica per lletres. Quan un edifici té una etiqueta energètica amb una A o B poden considerar-se els més eficients, mentre que la C i la D fan referència a una eficiència mitjana. La E i la F ens assenyalen que l'edifici és poc eficient, i la G que es troba en el nivell més baix de l'escala, la qual cosa significa que és el menys eficient. Per això, es recomana escollir un habitatge que tingui, almenys, la qualificació D.



Fig. 32 Parts d'una etiqueta energètica (Font: Certificats Energètics)

1. Dades de l'edifici.
2. Codi BIDI.
3. Escala de qualificació energètica.
4. Indicadors numèrics de qualificació energètica
5. Registre
6. Data de caducitat (tenen una validesa de 10 anys)

4. MARC PRÀCTIC

4.1. Cas específic: Escola XXX

4.1.1. Motiu de la selecció de l'edifici

En primer lloc, m'agradaria agrair a l'escola per haver-me permès fer aquest treball. Només algú que està disposat a millorar constantment, s'exposa a propostes de treballs en les que l'objectiu és observar què pot millorar.



Fig. 33 Logotip de l'escola (Font: Àgora, escola XXX)

Des de la seva construcció fins ara, l'escola XXX ha estat el lloc d'estudi primari de gran part de la població del municipi.

He estat escolaritzada en aquest centre 7 anys i puc dir que aquest ha estat el principal motiu de la meva selecció. És un edifici que conec molt bé i crec que això m'ha beneficiat a l'hora de localitzar els aspectes a tenir en compte per poder fer propostes, que contribueixen a millorar la seva sostenibilitat energètica.

Des de la seva construcció, el centre ha estat objecte de diverses reformes que l'han millorat en molts aspectes, i com és normal en edificis construïts fa uns anys en els que les normatives constructives no eren tan exigents com les actuals, aquestes millores formen part d'un procés de millora contínua.

4.1.2. Objectius

- Fer una diagnosi de la situació actual de l'edifici quant a aspectes tant constructius com d'ús que influeixen a la demanda energètica.
- Plantejar diverses propostes per reduir el consum energètic de l'edifici i millorar el seu nivell de sostenibilitat.

4.1.3. Anàlisi de l'edifici; diagnosi de la situació actual

4.1.3.1. Descripció general

L'escola XXX és un recinte educatiu constituït per 5 edificis.

- **1r edifici:** L'edifici principal està format per dues plantes i en aquest es troba la secretaria, la direcció i les aules de P4, P5 i primària.
- **2n edifici:** Està situat davant de la façana nord de l'edifici principal i en aquest es troben les aules de P3.
- **3r edifici:** El tercer edifici és el menjador amb cuina, aquest està orientat cap a l'est.
- **4t i 5è edifici:** Els dos últims corresponen a la guarderia.



Fig. 34 Foto aèria de l'escola XXX (Font: Captura de Google Maps, 2022)

4.1.3.2. Dades generals

DADES GENERALS	
Ubicació:	Av. XX n. X, 4XXXX M.
Any de construcció de l'edifici principal:	1986
Referència cadastral:	86XXXXXXXXXXXX
Superfície total:	13.931 m ²
Superfície construïda:	3.428 m ²

CROQUIS I FOTOGRAFIES DEL CENTRE	
 <p>Fig. 35 Croquis de l'Escola XXX (Font: Seu electrònica del Cadastre)</p>	 <p>Fig. 36 Fotografia de la façana de l'escola (Font: Escola XXX)</p>  <p>Fig. 37 Fotografia de l'escola (Font: Escola XXX)</p>

4.1.3.3. Orientació

Orientació nord: La façana principal de l'edifici central es troba orientada cap al nord. En aquesta podem localitzar espais com ara secretaria i direcció a la planta principal i tres aules a la primera planta. Aquestes reben poca insolació, el sol no incideix de forma directa fent que a l'estiu siguin molt agradables, però a l'hivern poden resultar fredes.



Fig. 38 Façana nord de l'Escola XXX.

Orientació est: En el cas de les aules amb orientació est, els raigs solars hi incideixen des del matí fins a migdia. En aquesta façana es troben localitzades, majoritàriament aules. Aquestes poden ser caloroses des de mig matí fins quan deixi d'incidir el sol durant els mesos en què ja puja la temperatura.



Fig. 39 Façana est de l'Escola XXX
(Font: Escola XXX)

Orientació sud: La façana sud és, sense dubte, la que rep major radiació solar, sobretot a l'estiu. A part de les aules, en aquesta façana es troba el gimnàs, que disposa de llum durant tot el dia i durant l'estiu els porxos li fan ombra.



Fig. 40 Façana sud de l'Escola XXX.

Orientació oest: Per aquesta façana, el sol incideix a les classes a partir del migdia, fins a les últimes hores del dia, és a dir, fins que es pon el sol. Són aules molt agradables, des del migdia fins a la tarda durant els mesos que fa més fred i durant els mesos en què ja fa més calor, poden resultar molt caloroses.



Fig. 41 Façana oest de l'Escola XXX.

4.1.3.4. Façana

La façana de l'edifici principal és de maons amb cambra d'aire i un gruix de 28 cm. No presenta cap problema ni anomalia.

L'edifici del menjador compte amb un aïllament SATE de poliestirè expandit amb un gruix de 6 cm (mínim recomanat). Com hem vist en el marc teòric, SATE són les sigles d'un Sistema d'Aïllament Tèrmic Exterior, el sistema d'aïllament més emprat en façanes gràcies als seus grans avantatges pel que fa a l'estalvi energètic.



Fig. 42 Façana de maons.



Fig. 43 Aïllament SATE de la façana del menjador.

4.1.3.5. Finestres i bastiments

Finestres de doble vidre amb cambra d'aire i bastiment d'alumini. Aquestes no són les que es van instal·lar durant la construcció de l'edifici, es van anar canviant durant els últims anys.

En tota la instal·lació només queden dues finestres de les antigues que es troben al despatx de la directora. Aquestes són de metall.



Fig. 44 Finestra antiga d'un vidre.

Pel que fa a les finestres he detectat dues anomalies.

- Floridura en la cambra d'aire de dues finestres de la façana nord. La humitat de la cambra d'aire es condensa pels canvis bruscs de temperatura que hi ha entre l'exterior i l'interior.
- Mal segellament. Encara que les finestres estiguin segellades amb silicona hem detectat un forat en una de les classes sota la finestra, entre el bastiment i la paret. Permet l'entrada d'aire de l'exterior.



Fig. 45 Forat que deix entrar l'aire.



Fig. 46 Floridura en la cambra d'aire.

Com a protecció de la radiació solar, hi ha instal·lades unes cortines gruixudes que no deixen passar la llum solar quan estan posades. Aquestes s'utilitzen quan es vol projectar a la pissarra i evitar que entri llum de l'exterior.

També té funció d'aïllant tèrmic.



Fig. 47 Cortines de les aules.

Tendals

Tendals per protegir del sol a la façana est de la guarderia i per fer ombra al pati durant els dies de sol.



Fig. 48 Tendal a la façana est de la guarderia.



Fig. 49 Tendal per fer ombra al pati.

4.1.3.6. Instal·lació lumínica

Podem dividir el sistema d'il·luminació en dos grups, la lluminària exterior i la lluminària interior.

- La **lluminària interior** es basa principalment en panells amb tubs fluorescents, aquests es troben en bon estat i proporcionen la il·luminació necessària per treballar.

També trobem il·luminació LED, però en menor quantitat. Aquesta es troba localitzades a l'entrada de l'edifici, secretaria i direcció, zones que es van reformar fa uns anys.



Fig. 50 Fluorescents de les aules de P3.



Fig. 51 Fluorescents de les aules de l'edifici principal.

- La **il·luminació exterior** està distribuïda per la façana principal i la façana del parvulari. A la façana principal s'utilitzen bombetes incandescentes que s'encenen durant la nit. També, trobem llums d'emergència al porxo principal i a l'entrada dels lavabos exteriors, però aquestes últimes no consumeixen gaire.



Fig. 52 Il·luminació a la façana de l'edifici de parvulari.



Fig. 53 Il·luminació a la façana de l'edifici principal.



Fig. 54 Llum d'emergència a l'entrada dels lavabos exteriors.



Fig. 55 Llums d'emergència al porxo principal.

4.1.3.7. Instal·lació d'aigua

Aixetes

Segons el que s'ha observat, la instal·lació d'aigua és la que genera més pèrdues. S'ha pogut localitzar diferents tipus d'aixetes, entre aquestes les de pom giratori són les que presenten més inconvenients, ja que en alguns casos, el pom es troba oxidat, la qual cosa dificulta el seu tancament i afavoreix les pèrdues d'aigua. S'ha observat que no disposen de reductor de cabal i en ser aixetes antigues és complicat, en alguns casos, adapta-hi reductors de cabal.



Fig. 56 Aixeta amb polsador.



Fig. 57 Aixeta exterior.



Fig. 58 Aixeta de pom giratori.



Fig. 59 Cisterna elevada dels lavabos dels alumnes.

Lavabos

Les cisternes dels vàters dels alumnes no tenen possibilitat de doble descàrrega. Alguns dels vàters deixen anar aigua contínuament.

Aigua sanitàària calenta

Les úniques zones de les instal·lacions que disposen d'aigua calenta són la cuina del menjador i el lavabo del conserge. L'aigua de la cuina s'obté a partir d'un escalfador d'eficiència energètica A. Mentre que la del lavabo s'obté gràcies a la caldera.



Fig. 60 Escalfador d'aigua de la cuina del menjador.

Lavabo del conserge

Aquest ha estat reformat recentment i és l'únic que disposa de dutxa amb aigua calenta, cisterna amb doble descàrrega i una aixeta monocomandament amb regulador de cabal en bones condicions.



Fig. 61 Aixeta monocomandament del lavabo del conserge.



Fig. 62 Cisterna amb doble descàrrega del lavabo del conserge.

Sistema de reg

L'hort i els arbustos situats a la part sud es reguen amb un sistema per degoteig connectat a una aixeta. Mentre que la resta de vegetació és regada amb mànega.



Fig. 63 Sistema per degoteig i manega connectats a l'aixeta.



Fig. 64 Hort i vegetació regats amb sistema de degoteig.

Aigua de pluja

L'aigua de pluja es recol·lecta a les teulades i es canalitza a través de les baixants i col·lectors fins a la riera situada a l'exterior del recinte educatiu.



Fig. 65 Riera on desemboca l'aigua acumulada a la coberta.

4.1.3.8. Instal·lació de gas i calefacció

La generació tèrmica compta amb un sistema format per una caldera de gas marca BAXI mod. CPA 230 - BT de 230 kW de potència connectada a dues línies de calefacció.

La caldera consta amb una data de fabricació del febrer del 2013, té una pressió màxima de 5 bar i una temperatura màxima de 100 °C. Aquesta es troba localitzada en la sala de la caldera situada a la façana oest.



Fig. 66 Característiques del cremador de la caldera.



Fig. 67 Caldera.



Fig. 68 Porta d'accés a la sal de la caldera.

El sistema de calefacció usat està format per radiadors i, com ja he dit, està dividit en dos circuits, la línia que alimenta la planta principal i la línia que alimenta la primera planta. Aquesta divisió afavoreix molt al consum energètic, ja que l'aire calent s'acumula a la part alta i segurament la durada de funcionament de la calefacció de la part alta pot ser inferior a la de la línia de la part baixa.

De radiadors n'he trobat de tres tipus, radiadors de xapa d'acer, radiadors de ferro fos i radiadors d'alumini, aquests últims es van instal·lar fa poc a la zona reformada. Tots tres tipus disposen de vàlvules manuals de tancament.



Fig. 69 Radiador de xapa d'acer.



Fig. 70 Radiador de ferro fos.



Fig. 71 Radiador d'alumini.

Hi ha classes on les taules i les estanteries es troben col·locades tapant els radiadors. Aquests mobles impedeixen el pas de la calor i redueixen l'eficàcia dels radiadors.



Fig. 72 Taules i estanteries que impedeixen el pas de la calor que prové dels radiadors.

4.1.3.9. Aparells electrònics

El centre disposa d'una aula d'ordinadors. Aquests, en acabar les classes, s'apaguen les torres, però no es desendolla l'armari de comunicacions.



Fig. 73 Armari de comunicacions (rack)



Fig. 74 Sala d'ordinadors.

4.1.3.10. Electrodomèstics

En tot el centre, l'únic espai on hi ha electrodomèstics és a la cuina del menjador.



Fig. 75 Cuina.



Fig. 76 Nevera.

4.1.3.11. Vegetació

La vegetació que hi ha al recinte educatiu està composta per un hort, arbres i arbustos. L'arbrat que hi ha a les façanes oest i part de l'est i sud són de fulla caduca. Aquests tipus d'arbres són útils per evitar que accedeixin els raigs solars a les classes durant l'estiu. També es troben distribuïts pel pati amb l'objectiu de fer ombra durant els mesos més calorosos i deixar passar el sol a l'hivern.



Fig. 77 Arbres de fulla caduca a la façana oest.



Fig. 78 Arbres de fulla caduca a la façana est.



Fig. 79 Racó al pati amb ombra.



Fig. 80 Arbre de fulla caduca a la façana sud.

4.1.3.12. Ventilació

L'edifici principal no disposa d'aire condicionat, ja que no està en funcionament durant l'estiu. Els dies de calor s'obren les portes i les finestres de les aules. L'edifici principal també disposa d'un pati interior utilitzat principalment com a magatzem.

Al parvulari, igual que les aules de l'edifici principal, obren portes i finestres per ventilar.

El menjador disposa de bomba de calor per augmentar la confortabilitat de l'espai tant a l'hivern com a l'estiu.



Fig. 81 Aire condicionat del menjador.



Fig. 82 Pati interior usat com a magatzem.

4.1.4. Propostes de millora energètica per l'escola XXX

Després de fer l'anàlisi de la situació de l'escola, hem vist que és un recinte que ha estat objecte de diverses reformes des de la seva construcció.

L'escola es va construir l'any 1986 respectant la normativa **NBE-CT-79**, que va entrar en vigor el 1981. La normativa constructiva d'aleshores no era tan restrictiva com l'actual i amb aquestes reformes s'ha anat adaptant a les noves regulacions que contínuament van apareixent. És per aquest motiu que ha estat objecte de millores en molts aspectes.

Seguidament, presentarem algunes propostes que poden millorar alguns aspectes tant constructius com d'ús que influeixen a la demanda energètica i fer del centre un recinte encara més eficient energèticament. Podem dividir aquestes propostes en mesures passives i mesures actives, dos conceptes que ja hem estudiat a la part teòrica del treball.

4.1.4.1. Mesures passives

Proteccions contra la radiació

- Instal·lar tendals a la façana sud del parvulari per evitar un excés de radiació que escalfi la zona de ventilació als mesos de més calor.



Fig. 83 Finestra de la façana sud de parvulari.



Fig. 84 Finestres de la façana sud de parvulari.



Fig. 85 Exemple de lames (Font: Toldos Valencia)



Fig. 86 Exemple de tendal (Font: Leroy Merlin)

- Plantar arbres de fulla caduca davant la façana est.

Els arbres bloquejaran la radiació solar durant l'estiu i permetran el seu pas durant l'hivern. Tenen l'avantatge que no necessiten gaire manteniment.



Fig. 87 Moreres, exemple d'arbre de fulla caduca (Font: Arbres Mediterrani)

- Instal·lar lames a totes les finestres de la primera planta.

Amb la proposta dels arbres no es pot resoldre el problema de la radiació solar a la primera planta. Per això, es proposa la instal·lació de les lames a totes les finestres de la primera planta de les façanes sud, est i oest.

En aquest cas no es recomana instal·lar-hi tendals, ja que encara que siguin el dispositiu per excel·lència per la protecció solar i l'única cosa que cal tenir en compte és recollir-los en cas de pluja o vent fort, seran difícils de manipular en la primera planta.



Fig. 88 Zona on es plantarien els arbres.



Fig. 89 Exemple de lames (Font: Archi Expo)

Aïllament

- Assegurar bons segellaments en totes les finestres.

Una bona solució per segellar els marcs de les finestres és utilitzar silicona, un material barat i fàcil d'aplicar. La silicona evitarà fugues i entrades d'aire a les aules i permetrà mantenir la temperatura.

En el cas del forat detectat en una de les classes, no es podria utilitzar la silicona per tapar-ho. S'hauria d'emprar un material com ara la massilla per a paret.

- Disminuir el gradient tèrmic dels dos dobles vidres amb condensació d'aigua i/o floridures.

Per evitar la condensació d'aigua i/o floridures en el vidre s'ha d'augmentar l'aïllament tèrmic del tancament mitjançant el suplement d'un material aïllant o increment de l'espessor. Una opció molt senzilla i assequible és el plàstic de bombolles, que es pot enganxar amb aigua sobre el vidre.



Fig. 90 Finestra amb paper de bombolla (Font: Cadena Ser)

- Passar les cortines en acabar les classes.

A totes les aules hi ha instal·lades unes cortines gruixudes que no deixen passar la llum. Com hem vist en l'anàlisi de l'edifici, aquestes poden funcionar com a aïllant tèrmic, per això es recorda que, en acabar les classes, passar les cortines per mantenir la temperatura interior.



Fig. 91 Cortines passades després d'acabar les classes.

Ventilació

- Afavorir la ventilació creuada.

El centre disposa d'un pati interior que afavoreix la ventilació natural. Es recorda, durant els mesos de calor, obrir les portes i finestres que donen a aquest per crear corrents d'aire que permetran la ventilació creuada a les classes.



Fig. 92 Porta d'accés al pati interior.



Fig. 93 Finestres del passadís que donen al pati interior.



Fig. 94 Aula amb finestres que donen al pati interior.

➤ Crear un pati interior amb vegetació.

Fer del pati que hi ha a l'edifici principal un espai amb vegetació. Durant els mesos de calor, el pati acumula fred a la nit i el cedeix a l'interior durant el dia. Si aquest tingués vegetació, s'incrementaria el fred acumulat i s'allargaria el procés de cessió.

A més a més, per fer d'ell un espai més energèticament eficient, aquesta vegetació podria plantar-se en contenidors grans i aprofitar l'aigua de pluja dels pendents de les teulades que aboquen al pati. Aquests contenidors es podrien obtenir reutilitzant contenidors vells d'escombraries que ja no s'utilitzin al municipi.



Fig. 95 Pati interior amb vegetació (Font: Jardineria On)

4.1.4.2. Mesures actives

Calefacció i temperatura a classe

- Augmentar l'eficàcia dels radiadors amb material reflector

Col·locar material reflector darrere dels radiadors, això farà que la calor que surt d'aquests no es perdi a través de les parets. Gràcies a l'efecte reflectant, l'aire calent es reten en l'interior durant més temps, augmentant l'eficàcia.



Fig. 96 Radiador amb panell reflector (Font: Killmybill)

- Separar mobiliari del costat dels radiadors.

En algunes de les aules del centre hi ha taules o prestatgeries col·locades de manera que tapen els radiadors. Si l'element més proper és un moble, aquest absorbirà la calor evitant que es distribueixi correctament per tota l'aula.

Com a solució, cal evitar col·locar mobles davant dels radiadors per afavorir la convecció i poder escalfar la totalitat de l'aula. Si és possible, haurien de separar-se aquestes taules i prestatgeries una certa distància dels radiadors.



Fig. 97 Taules que tapen el radiador.

Aigua

- Instal·lar un dipòsit de recollida de l'aigua de pluja.

Com hem vist en l'anàlisi, tota l'aigua de pluja que s'acumula a les teulades es canalitza cap a la riera. Si s'arribés a instal·lar el dipòsit, aquest recollirà l'aigua de la canalització i es podrà aprofitar per a reg o conduir directament a zones de reg.



Fig. 98 Baixant de recollida d'aigua de pluja.

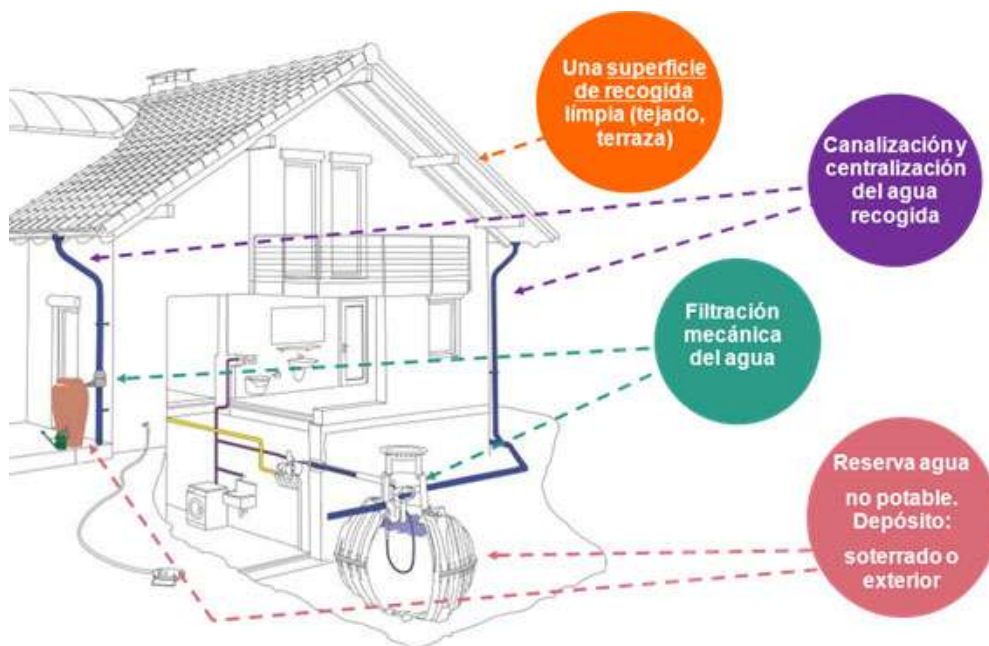


Fig. 99 Esquema d'aprofitament d'aigua de pluja amb dipòsits. (Font: Agua de lluvia)

- Col·locar paviments permeables als escocells dels arbres amb un diàmetre, com a mínim, igual al de la capçada per afavorir la infiltració de l'aigua de pluja i l'estalvi d'aigua.



Fig. 100 Paviment permeable a l'escocell de l'arbre (Font: Bellaterra)

- Introduir un objecte voluminós, com ara una ampolla d'aigua o una totxana, dins de la cisterna dels vàters.

Això provocaria una reducció de la capacitat del dipòsit, fent que no es desaprofiti tanta quantitat d'aigua cada vegada que utilitzem el mecanisme de descàrrega.



Fig. 101 Ampolla d'aigua introduïda dins d'una cisterna (Font: Easyecotips)

- Evitar pèrdues d'aigua als vàters.

Si els vàters deixen anar aigua contínuament, és perquè la junta de goma no tanca hermèticament el fons de la cisterna. En cas que el defecte fos causat per calç, una proposta de manteniment és treure la junta i rentar-la amb vinagre. En cas que el problema no fos aquest, es pot canviar per una de nova.

- Disminuir el cabal de sortida d'aigua de les aixetes.

Gran part de les aixetes del centre no disposen de reguladors de cabal o es troben en mal estat. Es proposa instal·lar reguladors d'aigua a totes aquelles que no en tinguin i canviar les que no funcionen bé per unes noves amb regulador de cabal incorporat.



Fig. 102 Reguladors de cabal (Font: OCU)



Fig. 103 Aixetes de polsador amb regulador de cabal incorporat (Font: Roca)

Obtenció d'energia elèctrica

- Instal·lar plaques solars en aquelles cobertes més accessibles i encarades al sud, com per exemple la de l'edifici del parvulari.

Les plaques solars cada vegada són més comunes a causa de la seva producció d'energia neta. Els raigs solars arriben a les cel·les fotovoltaïques de la placa i generen un camp d'electricitat entre elles i, per tant, un circuit elèctric. En col·locar-se al sud, la llum serà més intensa i incidirà durant més hores.



Fig. 104 Coberta de parvulari (Font: Captura Google Maps, 2022)

L'opció de posar un aerogenerador de baixa-mitja potència es desestima per les possibles molèsties per soroll que podria ocasionar i la irregularitat en el subministrament.

- Contractar l'energia elèctrica a una empresa que ens asseguri que aquesta prové de fons renovables.

En cas que no es poguessin instal·lar les plaques, aquesta seria una molt bona opció.

Il·luminació

Accions:

- A mesura que es vagin espatllant les actuals lluminàries interiors (fluorescents) substituir-les per LED, que permetran un gran estalvi energètic de fins al 50%.



Fig. 105 Fluorescents, actual lluminària del centre.

- Canviar la lluminària exterior (incandescència) per LED.

Les LED gasten fins a un 80% menys d'electricitat que les bombetes incandescentes, no emeten calor i no inclouen components contaminants.

Usos:

- Reduir el consum elèctric aprofitant al màxim la llum natural durant les hores que fa sol. Evitar usar la il·luminació artificial si no cal, ja que segons l'aula on ens trobem, en podem tenir prou amb la llum natural.

Aparells electrònics

Accions:

- Desendollar tots els aparells electrònics en acabar les classes.

La majoria dels aparells electrònics continuen consumint energia quan els apaguem per l'interruptor i segueixen endollats al corrent. Per facilitar l'eliminació d'aquest consum, es recomana endollar els aparells que funcionen alhora en una regleta amb interruptor i apaga-la en acabar.



Fig. 106 Reglet amb interruptor (Font: Computerhoy)

4.2. Entrevista

Núria Gassó i Jordi Castellví són dos arquitectes del poble M. a qui he tingut l'oportunitat d'entrevistar. Al llarg de l'entrevista, he pogut conèixer la seva opinió professional sobre l'eficiència i la rehabilitació energètica, que m'ha ajudat a desenvolupar gran part del treball. A més a més, he aprofitat el fet que la Núria fos dona arquitecte, per conèixer la seva experiència en el camp tècnic.

L'entrevista, que es troba als annexos del treball, va ser realitzada el 21 d'octubre al seu estudi d'arquitectura i està formada per 21 preguntes que, segons la temàtica, podem dividir en tres grups.

La dona en l'arquitectura

Les preguntes d'aquest punt tenen com a objectiu conèixer l'opinió de la Núria sobre el paper de la dona en l'arquitectura. Un dels meus somnis és dedicar-me a aquesta branca de la tecnologia i no podia desaprofitar l'oportunitat de conèixer el punt de vista d'una dona, que ha estat formada en una carrera tècnica.

L'opinió de Núria és que la dona ha estat exclosa en molts àmbits de la societat. Tanmateix, això ha anat canviant i cada cop hi ha més igualtat.

En el camp tècnic, depenent de la carrera, podem veure com cada cop hi ha més presència de dones. Un exemple és l'arquitectura, on els percentatges entre homes i dones són cada cop més equilibrats.

També deia que el fet que siguem dones no ens perjudicarà a l'hora de cursar una carrera tècnica. Ara bé, en el que podem tenir dificultat és en el fet de ser principiants, però això ho podem viure tothom.

Hem millorat molt com a societat, però encara segueixen havent-hi persones ignorants que no ho accepten i deixen anar comentaris innecessaris. És un fet que ens torcarà viure i davant del qual hem de saber actuar.

L'eficiència i la rehabilitació energètica

El segon grup de preguntes són de caràcter tècnic. Jordi i Núria, m'han fet comprendre que l'eficiència energètica té un paper molt important en la construcció. Sobretot en els nous projectes, que han de respectar una normativa per assegurar que tots els edificis es construeixin o rehabilitin respectant uns mínims energètics.

Amb el pas d'anys, l'eficiència energètica ha anat adquirint cada com més importància. Als anys 90, no estava inclosa en la formació universitària. Tanmateix, en els últims 10 anys, podem veure com ha anat creixent el seu valor i s'ha incorporat en gran part de l'ensenyament universitari.

La millor eina per aconseguir una bona eficiència energètica és la rehabilitació energètica, que ens permet obtenir un gran estalvi energètic incidint favorablement en aturar el canvi climàtic.

Hi ha dos tipus de rehabilitació, la rehabilitació parcial (canviar fusteries, millorar l'aïllament tèrmic...) i la rehabilitació integral que és més complexa i, per tant, més costosa. A causa del preu, la gent sovint prefereix la rehabilitació parcial davant de la integral. El que no sap, és que és ineficaç reformar una part i deixar l'altra sense modificar, ja que el que estalviïs per un lloc es perd per l'altre. Això no obstant, si és necessària una rehabilitació i no es disposa dels diners necessaris, hi ha altres solucions, com els fons Europeus "*Next Generation*". Subvencions com aquesta afavoreixen l'increment de rehabilitacions en el país.

Per tant, a l'hora de rehabilitar s'hauria de millorar energèticament tot. Però, com he dit abans, el primer que s'hauria de tenir en compte és l'aïllament tèrmic i la producció d'energia.

En el sector de construcció, la rehabilitació energètica és la solució per lluitar contra el canvi climàtic i aquesta rehabilitació depèn tant de les tècniques utilitzades com dels materials emprats, com ara els suros naturals o les llanes de roca, en lloc de derivats del petroli, per aïllar.

Millores energètiques a M.

Per últim, les preguntes del tercer grup tenen com a objectiu conèixer la situació energètica del nostre municipi. Em diuen que a M., l'ajuntament ha posat molta voluntat a què tothom intenti reciclar i ser més sostenible en el tema d'aparells elèctrics. També s'han reduït les taxes per afavorir la instal·lació de plaques fotovoltaiques i promoure la seva utilització.

Així mateix, també hem parlat de les possibles millores que podem realitzar a l'escola. Durant els últims anys, l'ajuntament ha contribuït a nombroses reformes al recinte educatiu i es té previst dur-ne a terme més en un futur.

Algunes propostes que han sorgit durant la conversa han estat la plantació d'arbres com a protecció de la radiació solar, la utilització de la ventilació creuada, la instal·lació de plaques fotovoltaiques, etc.

5. CONCLUSIONS

Un cop feta la investigació, m'he adonat d'un fet fins ara poc valorat per part de la societat. Durant els darrers anys, segur que tots hem sentit a parlar de l'increment dels desastres mediambientals i la desagradable situació en què es troba el nostre planeta. Sovint relacionem aquests problemes amb els sectors del transport i la indústria, però molt rarament ho fem amb el sector de l'edificació, ja que aquest és el menys assenyalat.

Els edificis són responsables d'una important part de les emissions de gasos d'efecte hivernacle que provoquen al canvi climàtic. Per evitar-ho s'ha d'implantar la rehabilitació energètica en el sector de l'edificació, que no tan sols ens permetrà transformar-ho, sinó que també orientar-ho cap a un model sostenible que generi menys emissions.

Malgrat que s'estiguin portant a terme diversos projectes amb l'objectiu d'impulsar la rehabilitació, no serà una feina fàcil, ja que la gent no està disposada a invertir els grans imports que aquesta implica. Una possible solució són les subvencions europees, però aquestes no poden abastar a tot el parc immobiliari.

S'haurien de buscar altres possibilitats i, fins a no trobar aquestes, podem aplicar totes aquelles mesures que considerem assequibles econòmicament i que no per això deixen de ser efectives i molt interessants a tenir en compte per a contribuir a reduir l'impacte que suposa l'edificació avui en dia.

Amb la realització d'aquest treball, també s'ha volgut portar a la pràctica tot el coneixement obtingut durant la investigació amb l'anàlisi de l'escola i les propostes de millora energètica. En aquest cas, vaig tenir el consell i l'ajuda de dos arquitectes del municipi, dels quals he aconseguit un punt de vista

professional, molt important pel desenvolupament del meu treball. Ha estat una experiència molt enriquidora acadèmicament que m'ha apropat al món de l'arquitectura.

Un cop feta l'anàlisi de l'edifici i proposades les millores energètiques he conclòs que realment no es tracta d'un edifici ineficient.

Aquest es va construir seguint una normativa no tan restrictiva com l'actual. Però, amb el pas dels anys, ha estat objecte d'un elevat nombre de reformes que l'han millorat en molts aspectes energètics.

Tanmateix, encara pot seguir millorant en altres aspectes. Com molts edificis que ja tenen uns anys, l'anar revisant i actualitzant contínuament aquells aspectes tant constructius com d'ús fan possible que l'edifici esdevingui cada cop més i més eficient energèticament.

En general, estic molt satisfeta amb el resultat obtingut i, haver assolit tots els objectius, m'ha permès ampliar el meu coneixement obtenint-ne una petita base pels meus estudis futurs.

6. WEBGRAFIA

Rehabilitació i eficiència energètica d'edificis:

- http://icaen.gencat.cat/ca/energia/usos_energia/edificis/rehabilitacio-energetica-dedificis/ (05/12/2022)
- https://commission.europa.eu/news/focus-energy-efficiency-buildings-2020-02-17_es (30-10-2022)
- <https://www.mitma.gob.es/ministerio/proyectos-singulares/prtr/vivienda-y-agenda-urbana/programa-de-ayudas-para-la-rehabilitacion-integral-de-edificios-residenciales-y-viviendas> (06-12-2022)
- <https://www.consilium.europa.eu/es/infographics/renovation-wave/> (14-12-2022)
- <https://www.leroymerlin.es/dms/leroyMerlinKit/pdfs/Guia-de-eficiencia-invierno-2015.pdf> (17-12-2022)

Últim informe de l'IPCC:

- www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2022/02/PR_WGII_AR6_spanish.pdf (20-10-2022)

Sostenibilitat:

- http://www.arqgea.com/docs/Sostenibilitat_ITeC.pdf (02-10-2022)

Mesures de rehabilitació:

- <https://www.endesa.com/ca/blogs/blog-d-endesa/climatitzacio/orientacion-habitatge-energia> (06-11-2022)
- https://ecodes.org/hacemos/energia-y-personas/rehabilitacion-energetica-de-viviendas/hacia-una-eurohttps://ajuntament.barcelona.cat/lafabricadelsol/sites/default/files/rehabilitam_fes_me_eficient_saludable.pdfpa-saludable-y-renovada-edificios-rehabilitados (17-12-2022)
- <https://www.cubiertasdiansa.com/en-que-consiste-el-aislamiento-sate/> (01-12-2022)
- https://es.wikipedia.org/wiki/Caldera_de_condensaci%C3%B3n (30-09-2022)

Consum energètic per usos en el sector residencial:

- <https://informesweb.idae.es/consumo-usos-residencial/informe.php> (06-12-2022)

Les normes en suport a la rehabilitació:

- <https://revista.une.org/41/las-normas-en-apoyo-a-la-rehabilitacion.html> (04/04/2022)

Certificació energètica:

- https://icaen.gencat.cat/ca/energia/usos_energia/edificis/certificacio/preguntes_frequents/ (04/04/2022)
- https://icaen.gencat.cat/ca/energia/usos_energia/edificis/certificacio/informacio_ciutada/ (15-12-2022)

Inspecció tècnica d'edificis (ITE)

- <https://habitatge.gencat.cat/ca/ambits/preguntes-frequents/inspeccio-tecnica-d-edificis-ite/> (14/12/2022)

7. AGRAÏMENTS

La realització d'aquest treball no hauria estat possible sense la supervisió de la meva tutora a qui agreixo molt els seus consells i la seva orientació.

També, m'agradaria donar les gràcies als arquitectes Núria Gassó i Jordi Castellví per la generositat que han mostrat en dedicar part del seu temps en contestar-me les preguntes i acompanyar-me a la visita al centre.

Finalment, li estic especialment agraïda a l'escola XXX per haver-me permès visitar les instal·lacions i fer aquest treball.

Moltes gràcies!

