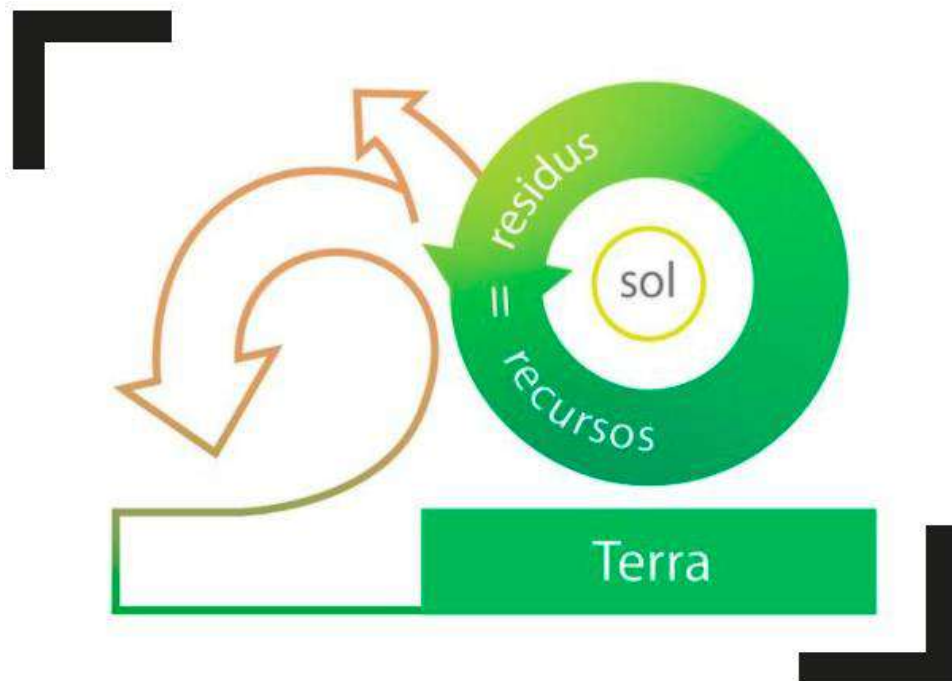




Màsters i Postgraus

POSTGRAU EN SOSTENIBILITAT I ARQUITECTURA

ES@LA
SERT

COAC

arquitectes.cat

Curs 2020/2021

8^a edició Postgrau Sostenibilitat i

Arquitectura - PSiA

Treballs del taller de projectes

Pròleg

L'Escola Sert i el **COAC** estan compromesos amb els Objectius de Desenvolupament Sostenible de les Nacions Unides (ODS) i la lluita per l'Emergència Climàtica.

És per aquest motiu que aquest curs 2020-21 l'Escola Sert ha recuperat el **Postgrau en Sostenibilitat i Arquitectura – PSiA**.

La situació del planeta i dels recursos naturals demanden una resposta de part del nostre col·lectiu a la que volem fer front. L'especialització en sostenibilitat serà imprescindible pel bon exercici de la professió en els propers anys.

Des de L'escola Sert volem agrair a la

direcció del curs **Gerardo Wadel** i **Albert Serra** i a tot l'equip docent la dedicació i entrega en aquesta **edició 2.0** que recull l'experiència de les 7 edicions anteriors (entre 2009 i 1016) i actualitza el contingut amb les noves exigències en matèria de sostenibilitat que en molts casos han passat de ser recomanacions a normes d'obligat compliment.

Escola Sert.

Reptes

Els reptes de sostenibilitat que cal assolir en els propers anys es podrien resumir en els ODS de l'ONU, els europeus (Green Deal...), estatals (transició energètica...) de Catalunya (emergència climàtica...), de Barcelona (Pla Clima...), que estan aprofundint els **requeriments de sostenibilitat en l'àmbit professional de l'edificació, en general, i dels arquitectes, en particular.**

I vindran nous reptes, impulsats per la urgència de resposta al sobreescalfament i el estrès hídric, la transformació de l'economia convencional en circular, les noves metodologies ambientals europees, la neutralització de la petjada de

carboni, la reducció de la vulnerabilitat social i la pobresa energètica, els requeriments creixents dels promotors públics (per exemple, les Instruccions tècniques per a l'aplicació de criteris de sostenibilitat en projectes d'obres) i els condicionants del context post crisi del coronavirus.

Cal doncs, **formar-se adquirint nous coneixements i capacitats de resposta a les necessitats de sostenibilitat de la nostra professió i el nostre sector, l'edificació.**

Equip docent del PSiA.

Objectius del postgrau

_ Proporcionar una visió de la sostenibilitat ambiental i explorar **com incideixen les seves demandes físiques** en l'àmbit de l'edificació, per tal de poder **definir objectius de millora** relatius al consum de recursos i a la generació de residus que suposa la construcció i l'ús dels edificis, per **fer front als reptes actuals i futurs**.

_ Desenvolupar un **coneixement avançat i operatiu capaç d'assolir el domini tècnic de les metodologies i eines** disponibles per a l'avaluació de la **viabilitat ambiental, econòmica i normativa** en el projecte arquitectònic i en la gestió d'edificis.

_ Obtenir **un nivell d'especialització en sostenibilitat ambiental** tant en projectes d'edificació d'obra nova com de rehabilitació.

Competències del postgrau

El postgrau actualitza la visió, el coneixement i la pràctica adients per **crear i definir estratègies de sostenibilitat concordes als reptes** que ens hem fixat com a societat (ODS Nacions Unides, Green Deal UE, transició energètica, emergència climàtica, etc.).

Proporciona, per tant, les capacitats professionals per desenvolupar projectes d'edificació d'obra nova i rehabilitació en el **rol de projectista d'arquitectura o director d'equips tècnics interdisciplinaris**.

I ho fa aportant **coneixements adients per determinar i coordinar les tasques d'especialistes** com ara assessories ambientals, enginyeries

de climatització, experts en simulació energètica, biòlegs, etc., en l'àmbit dels projectes d'edificació i davant dels requeriments normatius exigents.

Per tal de donar resposta als estàndards **d'edificis de consum quasi nul, l'economia circular en la gestió dels materials, la reducció de la petjada de carboni en el cicle de vida** i altres requeriments ambientals de l'edificació.

Mòduls del postgrau

1. L'edifici de consum quasi nul: visió, conceptes, criteris i casos

Introducció a una visió crítica de la sostenibilitat al sector de l'edificació. Anàlisi de la pràctica professional des de les respostes que s'estan donant als reptes de sostenibilitat assumits per la societat com ara emergència climàtica, transició energètica, economia circular i vulnerabilitat social. Proposta d'uns objectius i una metodologia capaç d'aportar propostes adequades de projecte, obra, ús i desconstrucció d'edificis. Casos d'estudi explicats pels seus autors.

2. Mètodes d'avaluació i millora: energia, aigua, materials i residus

Aprofundiment de la visió de la sostenibilitat a l'edificació i definició d'elements tècnics de treball a partir de la parametrització del projecte d'arquitectura. Formulació d'estratègies de millora per vectors ambientals (energia, materials, aigua, residus...) avaluades per mètodes de modelització que empen indicadors d'impacte. Comparació qualitativa i quantitativa entre el projecte i les seves referències. Exercicis d'avaluació quantificada per vectors ambientals.

Mòdul 3. Visites a obres i introducció a la certificació.

Coneixement de casos reals i en funcionament que donen resposta als reptes de la sostenibilitat, explicats 'in situ' pels seus autors o gestors. Visites a edificis residencials i terciaris localitzats a l'Àrea Metropolitana de Barcelona, de construcció recent. Presentació de les principals eines de certificació voluntària de la sostenibilitat de l'edificació (VERDE, LEED, BREEAM, DGNB, Passivhaus, etc.) així com de l'estàndard públic i d'ús lliure Level(s), de la Unió Europea.

4. Pràctica professional: el taller de projectes sostenibles

Desenvolupament d'estudis de millora de sostenibilitat en casos reals, escollits pels alumnes i treballats en equip, amb l'aplicació dels coneixements adquirits al llarg del postgrau. Desenvolupament d'un projecte, en un nivell inicial, amb verificació de la seva reducció d'impactes ambientals respecte de la referència normativa o la pràctica a l'ús. Posada en comú dels coneixements de cada grup i cas a partir del debat al taller, la presentació final i l'edició d'un recull de projectes.

Equip de treball

Postgrau Sostenibilitat i Arquitectura

Directors

Albert Sagrera, Gerardo Wadel

Coordinadors temàtics

Fabian López, Luca Volpi, Paula Serra

Docents convidats

Elisabet Silvestre, Jorge Vidal, Roger Tudó, Pol Massoni, Coque Claret, David Juárez, Sandra Martín-Lara, Gina Sorolla, Pere Linares, Jordina Vidal, Oriol Gavalrà, Teresa Montlleó i Cristina Gamboa

Edició i compaginació

Catalina Wadel Bollini

Escola Sert, Col·legi d'Arquitectes de Catalunya

Director

Alberto López i Crespo

Formació

Aitana Arroyo i Samsó, Neus Bazaga i Benavente, Sara Hurtado i Ortuño, Anna Pastor i Burballa, Lourdes Rubio i Naya, Núria Curto i Aragonés, Laura Trias i Cortés, Josep Callís i Figueres, Cristina Fortuny i Farrús, Fina Casas i Vilardaga, Elisabet Antequera, Jordi Mateu i Robuste, Ester Soldevila i Colomer, Teresa Montiel i Sánchez

Ocupació

Elena Puigmal Crespo

Taller del projecte sostenible

1. Objectius

Ambiental

Assolir un grau d'especialització ambiental en edificació, amb visió de cicle de vida, orientació vers els vectors de l'energia, l'aigua, els materials i els residus d'edificació i enfocament metodològic basat en l'anàlisi parametritzada (quantificació d'impactes, comparació amb referències conegudes, etc.), tant en projectes d'edificació d'obra nova com de rehabilitació. Aplicar i integrar els coneixements dels mòduls 1, 2 i 3 del postgrau en el desenvolupament de projectes.

Es demana, com a mínim, que sempre hi hagi una avaluació qualitativa d'impactes i que aquests es quantifiquin fins on es pugi en cada cas, ja sigui calculant, aproximant o basant-se en referències conegudes.

Cada treball ha d'incloure una explicació tècnica dels objectius, estratègies, accions i referències ambientals més o menys comuna per tots de manera que es pugui fer una lectura clara i continuada de totes les propostes. Aquesta explicació hauria d'incloure els vectors ambientals d'energia, aigua, materials i residus pel que fa al territori (quan correspongui), la mobilitat associada, l'emplaçament i l'edificació (quan correspongui), des d'una perspectiva de cicle de vida.

De pràctica

Assajar els diferents rols de treball ambiental en edificació desenvolupats al llarg del postgrau (projectista, coordinador d'equip, especialista, assessor, etc.) en la producció d'un projecte, recreant les condicions reals de la pràctica professional.

D'intercanvi

Fomentar l'intercanvi d'idees, d'enfocaments i d'informació entre participants, docents i convidats de diferents tipus de formació, professions, procedències geogràfiques, àmbits de treball, etc.

Taller del projecte sostenible

2. Estructura i funcionament

Continguts i funcionament

El taller té com a objecte la realització de projectes d'edificació d'obra nova, completament d'obres paralitzades, reordenament d'espais exteriors i interiors, rehabilitació, etc., recreant les condicions habituals de treball pròpies d'aquells casos (un concurs, un encàrrec, una proposta, un estudi, etc.) en que es donen les característiques d'exigències ambientals estrictes en energia, aigua, materials i residus, visió de cicle de vida, i objectiu de màxima aproximació possible al tancament dels cicles materials.

Amb una modalitat de treball pràctic a realitzar i amb producció de material d'entrega, el taller es basarà en casos reals en el que, a més de fer un projecte ambientalment avançat, les estratègies i accions hauran de quantificar-se en paràmetres comuns i validar-se des dels punts de vista ambiental, tècnic, normatiu i de gestió econòmica.

Quina capacitat proporciona

En finalitzar el taller els participants han de ser capaços, per sí mateixos i/o en col·laboració amb altres professionals, d'establir objectius de sostenibilitat en

projectes, determinar estratègies i accions per assolir-los, triar mètodes i paràmetres per avaluar-los, definir referències conegudes per comparar-los, de forma coordinada amb el procés habitual de desenvolupament de projectes d'edificació.

Taller del projecte sostenible

3. Modalitat de treball

Més que desenvolupar projectes en detall (nivell de bàsic) es pretén desenvolupar estratègies de projecte (nivell de proposta de concurs o avantprojecte) que, no obstant, han d'arribar a tenir prou definició com per permetre una avaluació ambiental quantificada (tal com s'assenyala al punt Continguts i funcionament).

El taller tindrà un perfil pràctic i per això s'anomena taller. Tot i així es preveu la realització de breus presentacions teòriques, explicacions i debats comuns per tots els participants.

Es desenvoluparan els diferents treballs en grups de 3 o 4 persones. Es treballarà en part a les sessions i en part fora més enllà. En l'horari de classe, amb assessoria en temes específics (docents convidats, responsables d'energia, aigua, materials, residus, etc.) i fora de l'horari de classe, es realitzarà el desenvolupament del treball. Com que el postgrau s'estructura en 120 hores presencials més altres hores no presencials, es considera que part de les segones es dediquen al treball del taller.

La definició del treball a desenvolupar ha d'abordar la qüestió del model econòmic i de gestió que un apartat específic, però no massa extens, on hi hagi un plantejament general d'aquest model faran possibles

les idees arquitectòniques que es proposen.

És a dir que se'n demana, un pressupost aproximat, unes etapes en el temps (si calen), un origen dels fons necessaris, unes amortitzacions (si calen), uns recursos d'explotació o un retorn (si calen), una idea sobre el tipus d'associació legal o civil que impulsaria el projecte, etc.

4. Temes a desenvolupar

S'ha considerat oportú estudiar la possibilitat de desenvolupar projectes centrats en la problemàtica que afecta actualment al sector de l'edificació (obres paralitzades, canvis d'usos forçats, projectes que han d'acabar-se amb menys pressupost, nous projectes d'aprofitament d'infraestructures existents, projectes sense creixement de sostre ni inversió pública, casos d'obsolescència funcional o tècnica, etc.).

Els casos, un cop definit el tema i el tipus d'intervenció (per tal de distribuir-los entre tots), han de ser proposats per cada equip de treball.

Projectes i integrants del taller

1. Rehabilitació energètica d'una illa de l'Eixample, Barcelona

Adrià Serrano
Mar Amengual
Maurici Sadurní
Sílvia Trullàs

2. Rehabilitació d'un bloc d'habitatges de l'Àrea Metropolitana, Cornellà de Llobregat

Marta Bou Colominas
Daniel Merino Fajardo
Carles Tuca Vancells
Carme Vilanova Barrué

3. Projecte de nova Escola Sant'Anna Bevagna, Itàlia

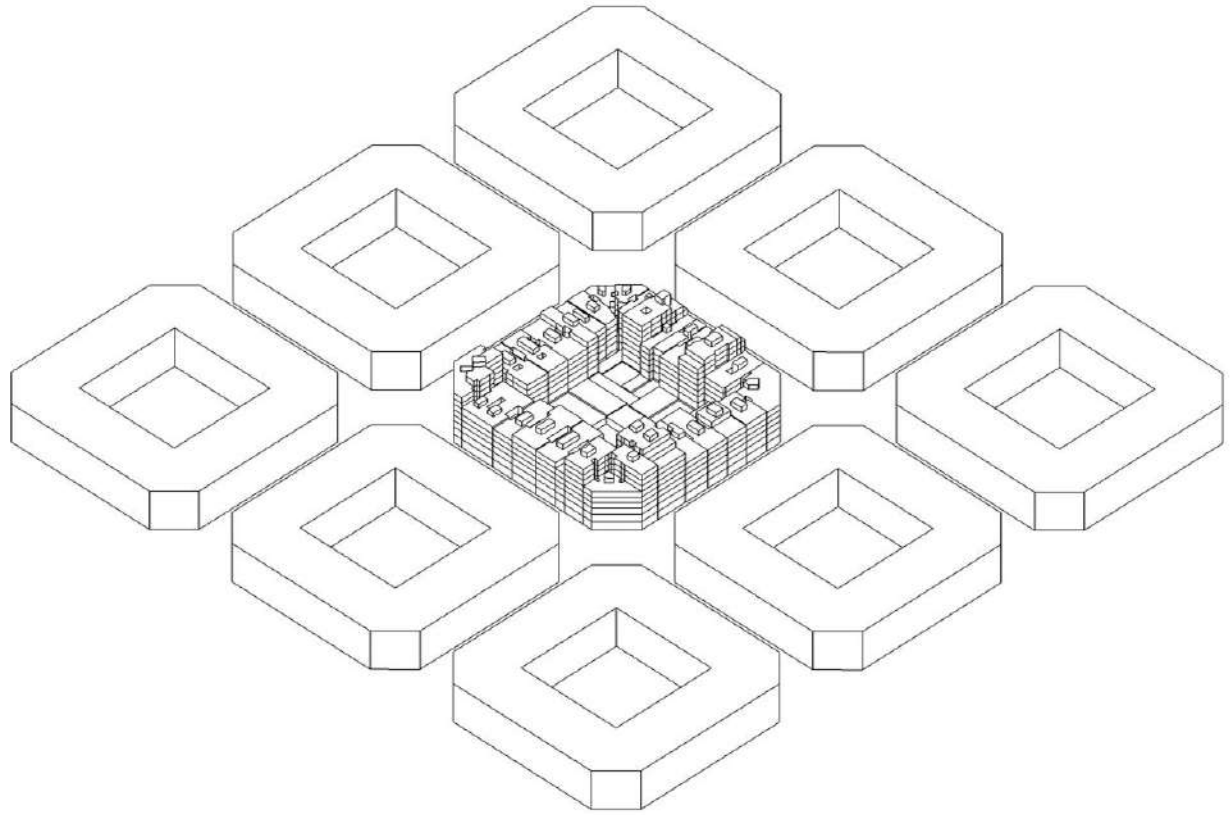
Ilaria Caprioli
Lorenzo Marchi
Maria Assis Ferreira
María José Martínez

4. Rehabilitació de la masia SilkHouse, Sant Mori

Anna Casadevall
Carme Argudo
Lara Petinal
Laura Rodriguez

5. Ampliació de l'Escola Josep Maria Xandri, Sant Pere de Torelló

Víctor Bertran
Gaspar Costa
Pau Massana
Sonia Triviño



REHABILITACIÓ ENERGÈTICA D'UNA ILLA DE L'EIXAMPLE

Equip de treball:

*Adrià Serrano
Mar Amengual
Maurici Sadurní
Sílvia Trullàs*

REHABILITACIÓ ENERGÈTICA D'UNA ILLA DE L'EIXAMPLE

Ens acostem a Barcelona per aconseguir una ciutat adaptada als nous temps, una ciutat sostenible, on la petja dels ciutadans sigui respectuosa amb el planeta. Per fer-ho, involucrem a l'administració pública, els seus mitjans, les eines i els seus instruments de planejament, per poder fer realitat un projecte de rehabilitació energètica d'una illa de l'Eixample.

L'actuació s'emmarca dins d'un model urbanístic sostenible i el marc normatiu d'eficiència energètica de l'edificació, on l'administració serà promotora conjuntament amb la resta d'agents, de la rehabilitació energètica i la gestió dels seus recursos energètics a través de la constitució d'una comunitat energètica. Es promourà la seva gestió en el temps, a través d'una comunitat constituïda per veïns, administració i empreses concessionàries: La comunitat illa.

Barcelona es una magnífica ciutat, i té una base perfecta per a poder fer aquest apropament, l'illa de l'Eixample és com un píxel dins d'una imatge. El que pretenem és modificar un píxel (illa), anar multiplicant l'actuació, i obtenir una imatge final millorada (Barcelona).

L'estudi avarca l'illa i els elements que la componen: el bloc, l'habitatge passant amb façanes a carrer i al pati interior d'illa. Aquest es centra en la gestió d'aquells recursos que son cabdals per la millora de la qualitat de vida a la ciutat: l'aprofitament de l'aigua, la reducció de la demanda energètica, l'ús racional de l'energia, la gestió dels materials i la salut dels seus habitants.

El document ens ofereix un catàleg de solucions i possibilitats variades que acompanyen a les nostres estratègies de millora, sempre des de el punt de vista de la illa, el bloc o l'habitatge. Per cada una d'elles es pondera el cost, l'impacte d'obra i el benefici energètic.

Podem dir que el nostre treball és la base, l'enunciat per anar enfilant un discurs i una discussió de com podem involucrar l'administració, la propietat privada i als professionals de l'arquitectura, l'urbanisme i el sector energètic per començar a definir la imatge d'una Barcelona sostenible. Sabem el perquè, hem estudiat el com, creiem que el quan, és ara. Només ens falta començar a fer-ho.

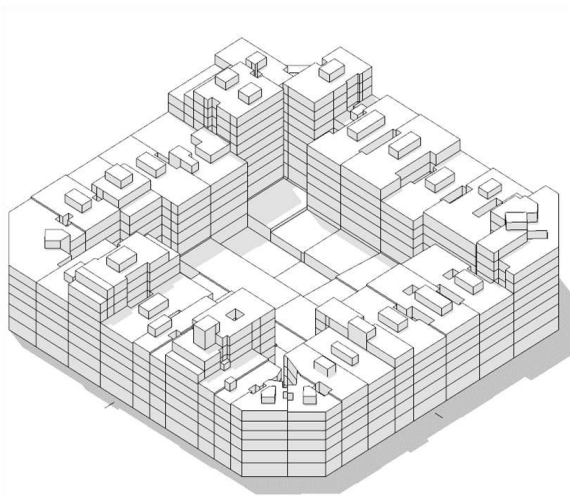
COMUNITAT ILLA

Un nou model urbà sostenible

Illa de referència

L'objecte de l'actuació és l'estudi per a la transformació d'un àmbit de sòl urbà consolidat, ILLA DE L'EIXAMPLE, d'acord amb un model urbanístic sostenible i el marc normatiu d'eficiència energètica de l'edificació, la gestió dels seus recursos energètics a través d'una comunitat energètica i promoure la seva gestió a través d'una comunitat constituïda per veïns, administració i empreses concessionàries.

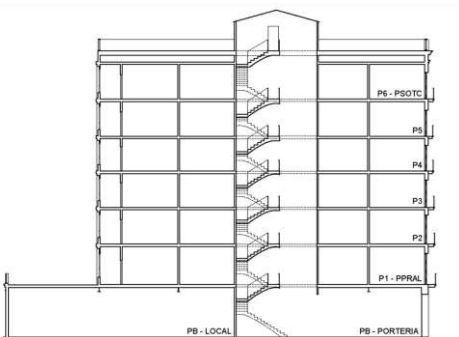
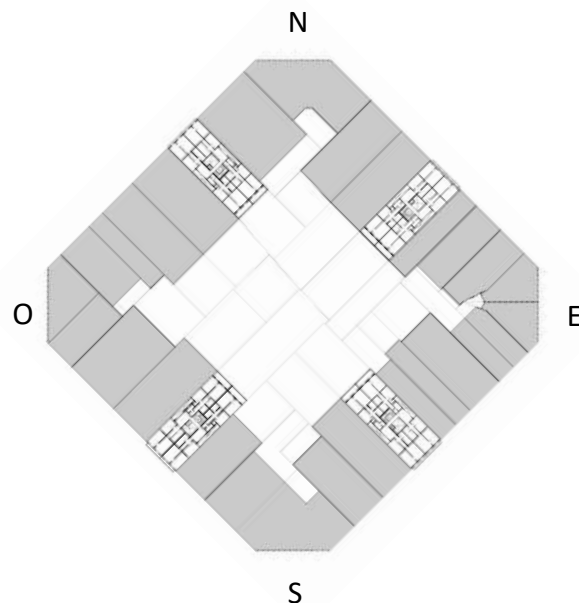
Per altre banda l'actuació ve motivada pel compromís que les administracions públiques han pres amb els ODS (Objectius de Desenvolupament Sostenible) establerts per les Nacions Unides.



COMUNITAT ILLA

Un nou model urbà sostenible

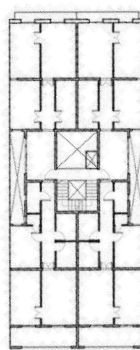
Illa i bloc de referència



Secció bloc de referència



Alçat carrer



Planta tipus

Situació

Illa compresa entre el carrers Aribau, Muntaner, Còrsega i Paris.

Antiga Esquerra de l'Eixample

Usos

77,3% Residencial

9,90% Comercial

4,30% Oci i hosteleria

2,10% Cultural

4,40% Magatzem/aparcament

1,80% Oficines

Superfície construïda

60,774 m²

Superfície de coberta

10.528,86 m²

Superfície pati d'illa

3.895,82 m²

Comunitats (nombre de parcel·les)

31

Nombre d'habitatges

341

Nombre d'usuaris (CTE)

2387

Bloc tipus

Edifici de 1911 entre mitgeres de PB +6 amb 2 habitatges passants per replà, pati d'escala cobert, dos patis de ventilació laterals i dos locals en planta baixa

Habitatge tipus

Habitatge passant amb dues obertures a carrer i galeria a pati d'illa

Superfície habitatge

149 m²

% de m² construïts

Oci i hosteleria

4,3%

Cultural

2,1%

Magatzem/Parquing

4,4%

Oficina

1,8%

Comerc

9,9%

Residencial

77,3%

Usos

COMUNITAT ILLA

Un nou model urbà sostenible

Principi formador

L'actuació arranca amb la delimitació d'un àmbit de rehabilitació edificatòria (D.A. 5a TR Llei d'urbanisme. DL1/2010)

1. Objecte. Executar obres sobre edificis existents per:

- Garantir la prestació de l'ús pel qual han estat projectades
- Obtenir millores d'interès general
- Millorar la qualitat i la sostenibilitat del medi urbà

La propietat, estarà subjecte a:

- Participar en un règim de distribució equitativa de les càrregues i beneficis de l'actuació.
- Consentir les obres d'intervenció sobre l'edifici
- Costejar les obres de rehabilitació

2. Iniciativa. A càrrec de l'Administració , mitjançant una gestió directa o indirecta. Inclourà els Propietaris que subscriuran un conveni amb l'Administració per a la seva execució. El procés donarà cabuda a la participació d'empreses en règim de concessió.

3. Instrument. Es portarà a terme amb la figura Pla de Millora Urbana, PMU, que determinarà les operacions urbanístiques i d'intervenció sobre la edificació que comportin desenvolupar el model urbanístic sostenible.

4. Desenvolupament. Mitjançant :

- Un projecte tècnic per a la determinació, valoració i execució de les actuacions
- Un instrument de gestió urbanística de reparcel·lació, amb la creació d'una junta de compensació :

a. Distribució dels beneficis i càrregues entre propietaris i administració

b. Costos i els beneficis en proporció a la quota de participació en la comunitat illa

c. Els beneficis derivats del sostre disponible suporten les despeses en funció de la quota de participació.

d. Formada per tots els agents: comunitats de veïns, administracions actuant i empreses concessionàries.

3. Instrument de conservació: Junta de conservació:

a. Garanteix el manteniment

b. Garanteix la gestió futura de l'illa

c. Formada per tots els agents: comunitats de veïns, administracions actuant i empreses concessionàries

5. Actuació. Mitjançant l'obertura d'un procés d participació ciutadana :

a. Els propietaris, llogaters i comerciants dels immobles de l'illa , constituïts en comunitat de veïns.

b. Les administracions actuant , Ajuntament i Generalitat de Catalunya

c. Tècnics assessors acordats per les dues parts

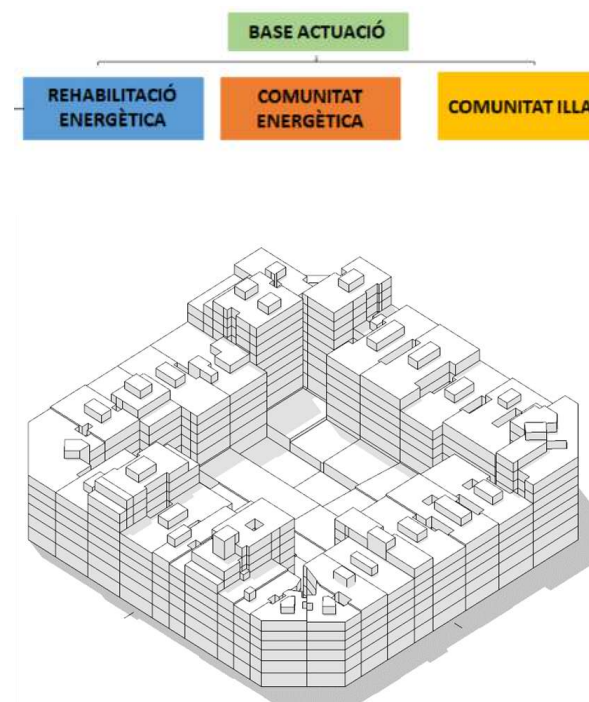
Seguirà tres fases:

a. Propostes de les comunitats de veïns, *brainstorming* de propostes.

b. Creació de plataformes de treball formades per membres de diferents comunitats per tal de treballar les propostes juntament amb l'asserament tècnic

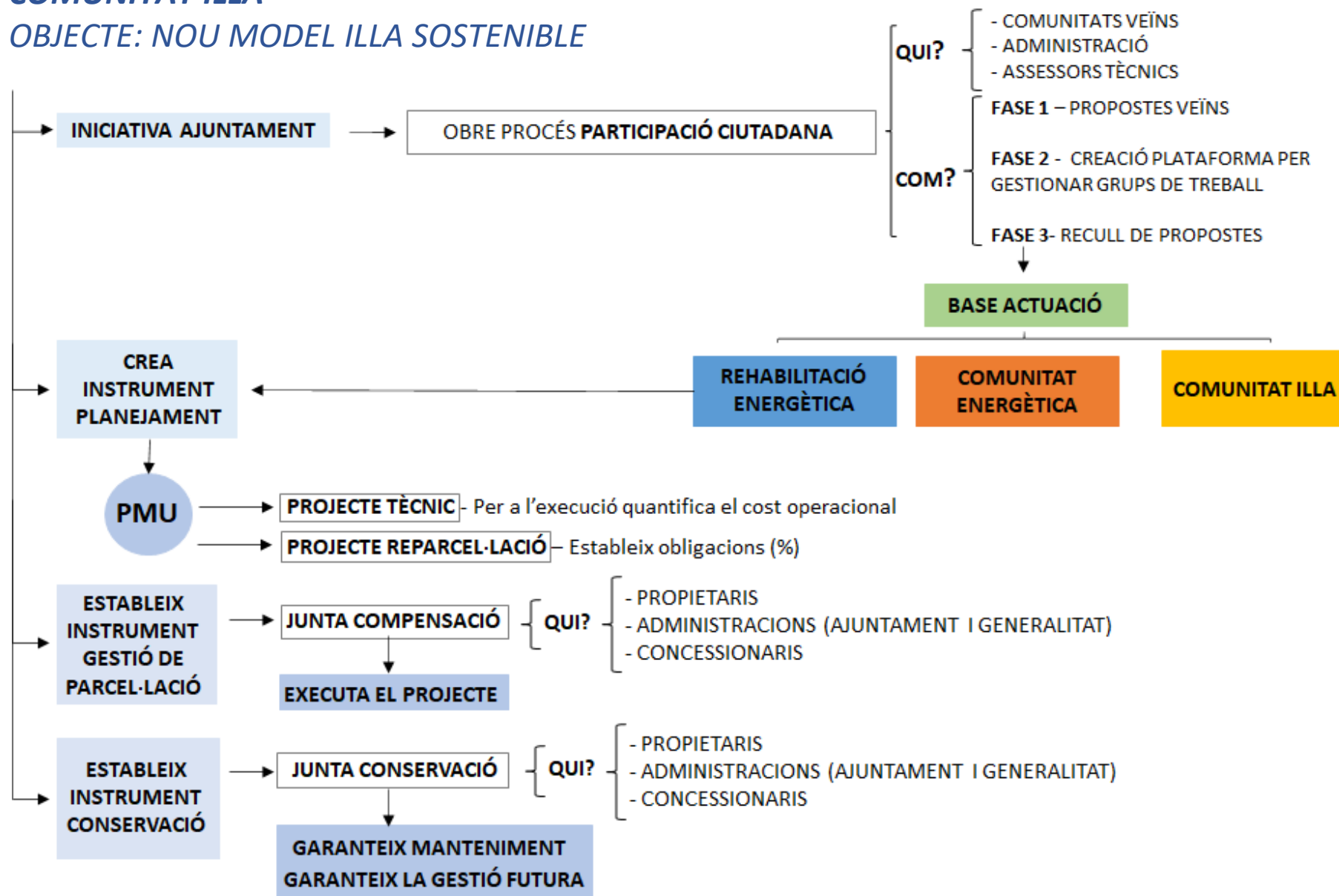
c. Exposició dels resultats i tria de les propostes més recolzades, que seran **la base d' actuació**

6. Base d'actuació. El conjunt de propostes s'inscriuen en tres grans apartats que estructuraran i son la base de l'actuació que recollirà el PMU:



COMUNITAT ILLA

OBJECTE: NOU MODEL ILLA SOSTENIBLE



REHABILITACIÓ ENERGÈTICA

OBJECTE

La rehabilitació energètica proposada s'estructura en cinc àmbits :

1. Gestió de l'aigua.

2. Reducció de la demanda energètica

3. L'ús racional de l'energia

4. Gestió dels materials

5. Gestió de la salut

Per a l'estudi dels diferents àmbits s'ha pres com a referència:

1. Referències climàtiques. L'àbac psicomètric. Ens defineix les estratègies bioclimàtiques més adients d'acord amb les possibilitats i exigències del clima.

2. Referències a estudis existents Pla d'energia pel canvi climàtic i qualitat de l'aire de Barcelona 2011/2020 i estudi del consum residencial a l'Estat Espanyol (*Eurostat european comission* i IDAE)

3. Referències, simulació amb eina de càlcul HULC (Herramienta unificada LIDER CALENER)

Per a la millora de cada un dels àmbits es proposa un conjunt d'estratègies i es proposen un ventall de mesures possibles

Les diferents mesures s'avaluen des de diferents punts de vista :

Localització: On distingim si les estratègies afecten a l'Habitatge, al bloc d'habitatges o a l'illa sencera



Afectació: On distingim el grau d'afectació de les actuacions sobre el patrimoni privat i la possible complexitat tècnica, aquesta serà alta, mitja o baixa



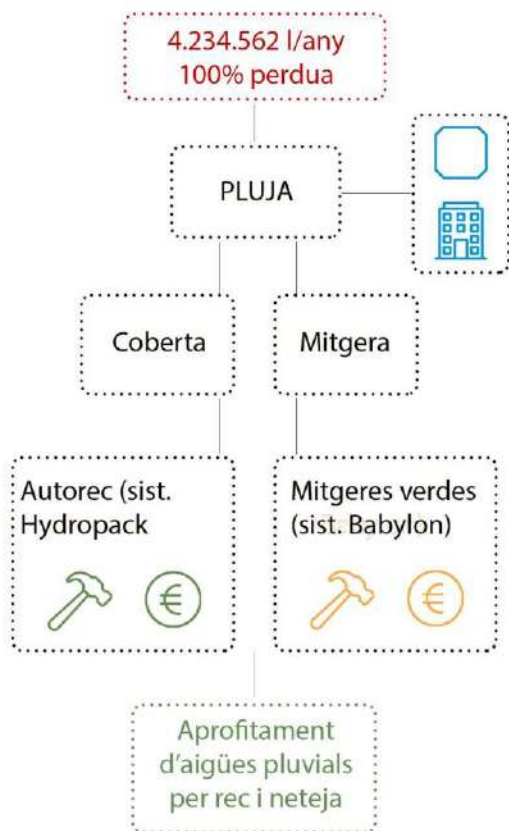
Afectació: On distingim el grau d'afectació de les actuacions sobre el patrimoni privat i la possible complexitat tècnica, aquesta serà alta, mitja o baixa



GESTIÓ DE L'AIGUA

Ús de l'aigua de pluja

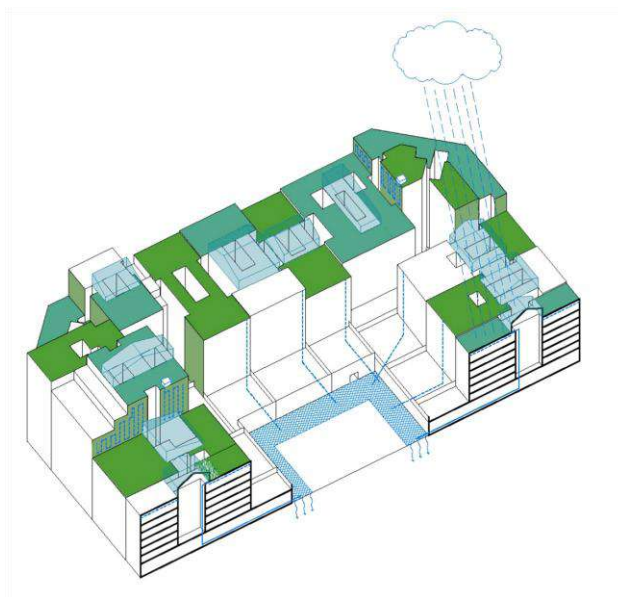
El seu objectiu és l'aprofitament de l'aigua de pluja per tal d'implantar un model de cobertes i mitgeres verdes i enjardinades i la millora del freàtic amb la infiltració dels sobrants al terreny.



Pluviometria

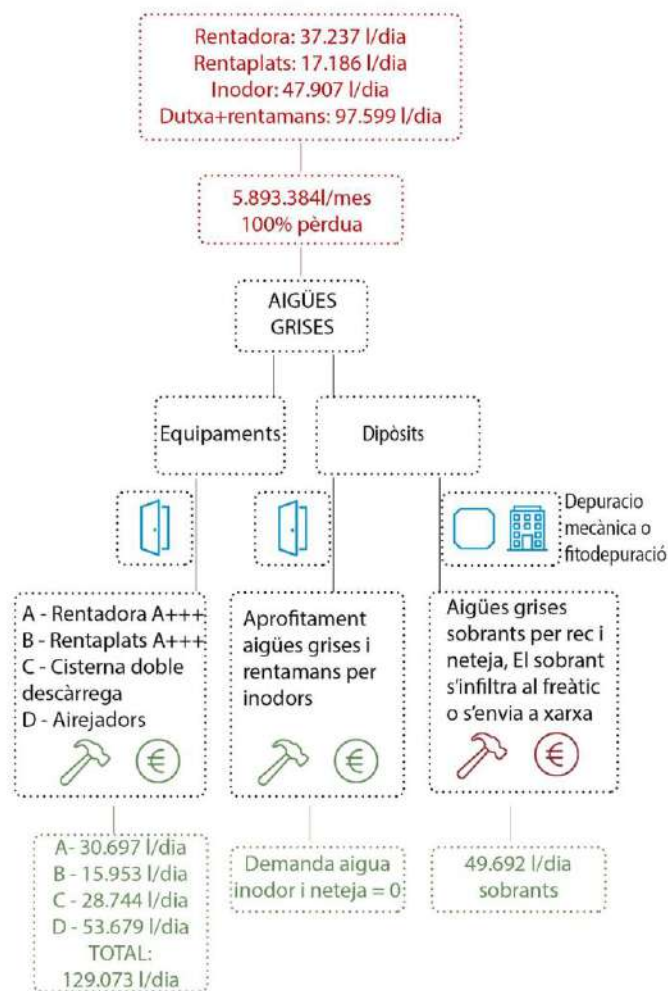
S'han agafat unes dades aproximades, definint 5 tipus de coberta: coberta verda, atri, paviment ceràmic, part de coberta invertida acabada en grava, i la part del pati interior que proposem de terra compacta. A més, agafem la mitjana de precipitació de l'any 2019.

Es defineixen dos tipus d'estratègia a nivell d'illa: en Coberta autoreg amb un sistema Hydropack i en mitgera, reg amb dipòsit amb un sistema Babylon. Per el sobrant d'aigua de pluja es decideix fer infiltració en el terreny.



GESTIÓ DE L'AIGUA

Ús de les aigües grises



Dades de consum

S'ha fet una hipòtesis per agafar les dades de referència:

Blocs de 2 habitatges/planta, 3 habitacions dobles i 1 individual que resulten en 7 usuaris segons CTE.

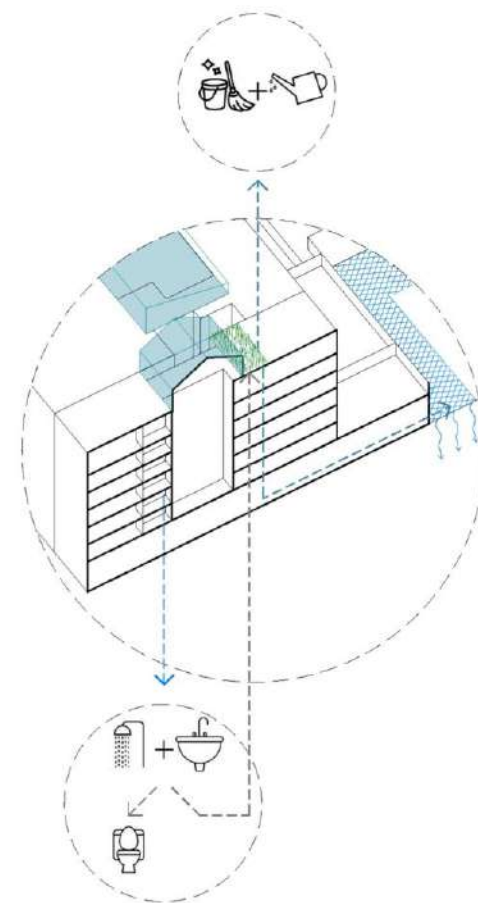
Són un total de 2.387 usuaris.

L'inodor i la dutxa representen un 45% del consum total i lavabo i rentadora un 32%. Al ser els equips amb més consum són els que s'estudien per reduir la demanda d'aigua.

Actuacions

A nivell **habitatge**, es proposa una substitució d'equipaments d'alta eficiència energètica (A+++), inodors de doble descàrrega (2L/4L) i la col·locació airejadors a les aixetes de lavabo i dutxa, ja que no implica la intervenció d'una professional.

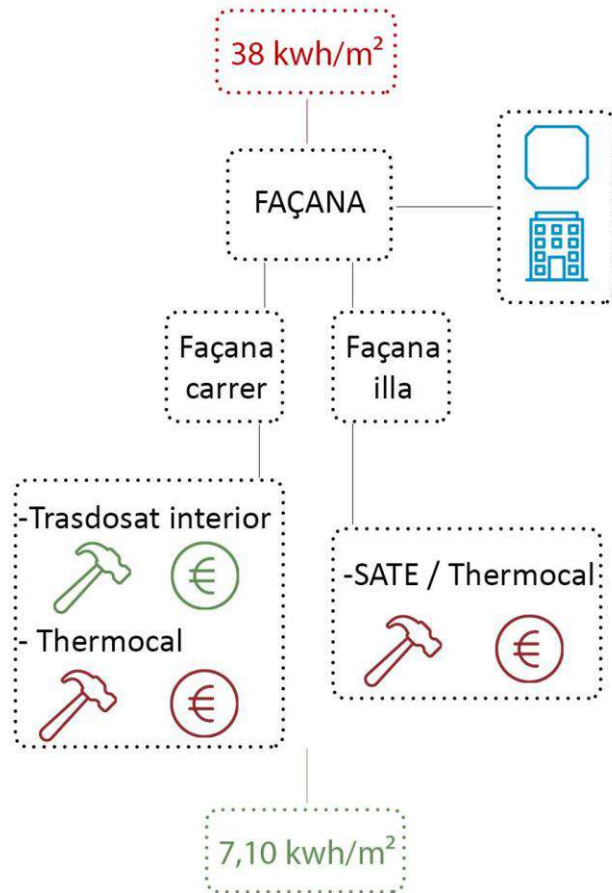
A nivell habitatge i bloc, es proposa la reutilització de les aigües grises de lavabo i dutxa per cisterna d'inodor amb un dipòsit intern. Les aigües grises sobrants, es tracten en una fitodepuradora i es reutilitzen per rec i neteja. La resta s'infiltra al terreny



REDUCCIÓ DE LA DEMANDA ENERGÈTICA

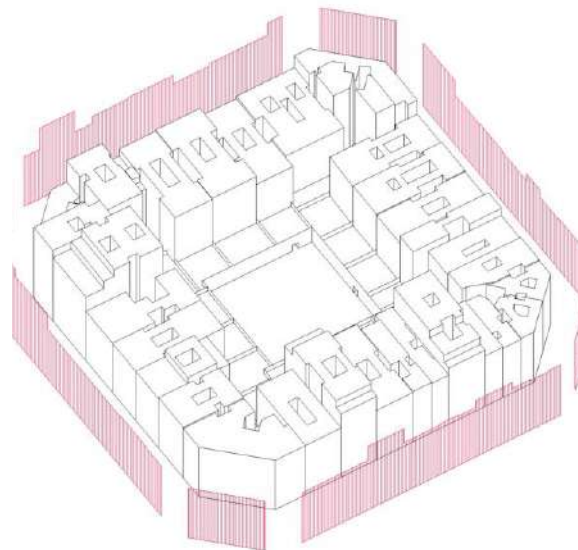
Millora de l'envolupant

Façana carrer



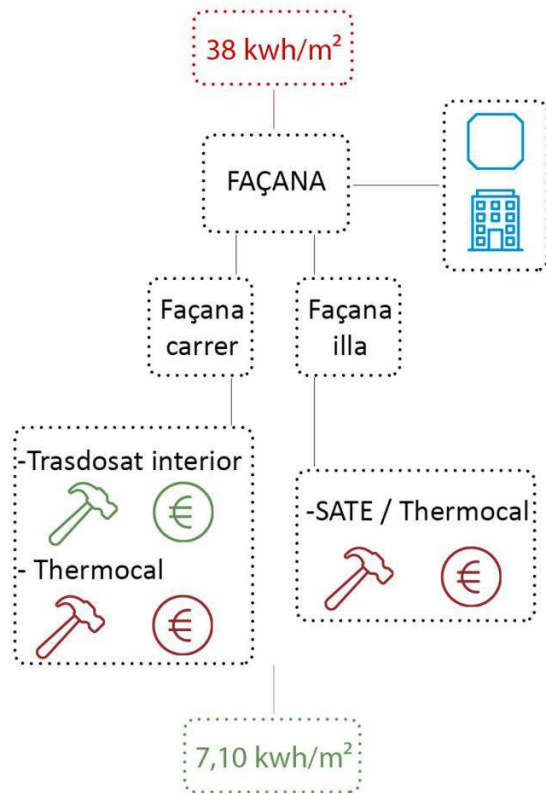
es **actuacions** s'han organitzat d'acord amb les diferents estratègies a seguir, en relació a les condicions climàtiques. De cada una se'n deriva una quantia de demanda i s'enumeren les possibles actuacions a realitzar. De cada una d'elles es reflexa la reducció de la demanda aconseguida i se'n avalua el seu impacte i el seu cost econòmic:

.. **Actuació sobre l'evolvent.** Encaminades a millorar la U del materials que componen aquest sistema.

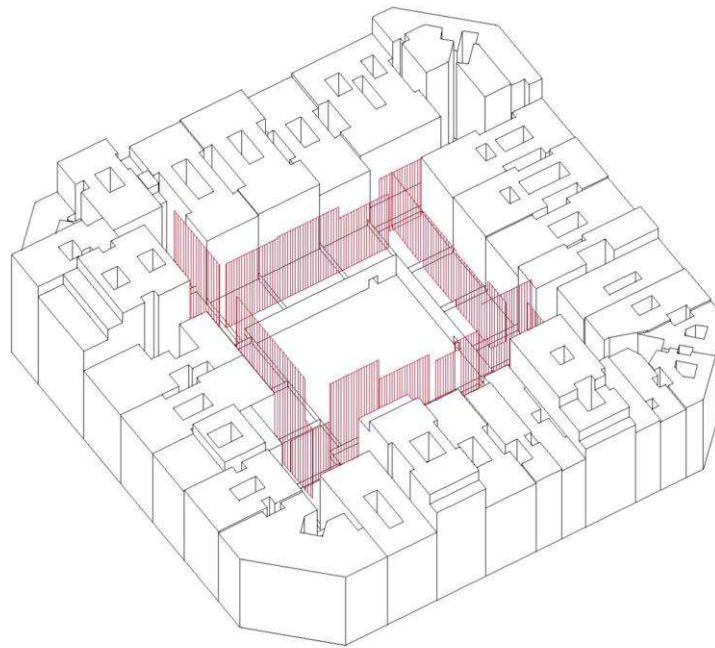


REDUCCIÓ DE LA DEMANDA ENERGÈTICA

Millora de l'envolvent



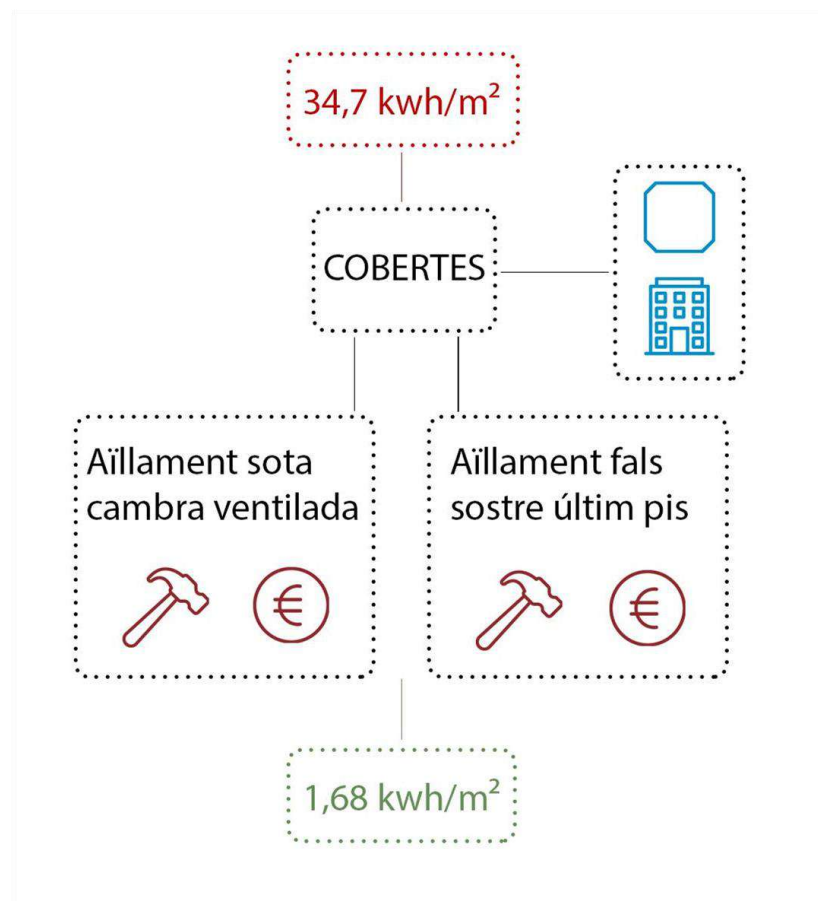
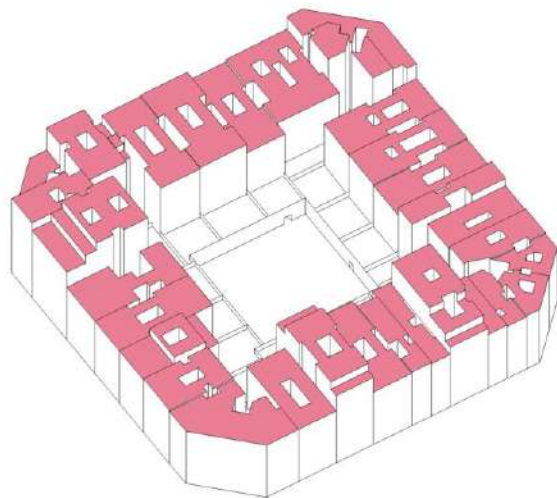
1. Actuació sobre l'evolvent. Encaminades a millorar la U del materials que componen aquest sistema.



REDUCCIÓ DE LA DEMANDA ENERGÈTICA

Millora de l'envolvent

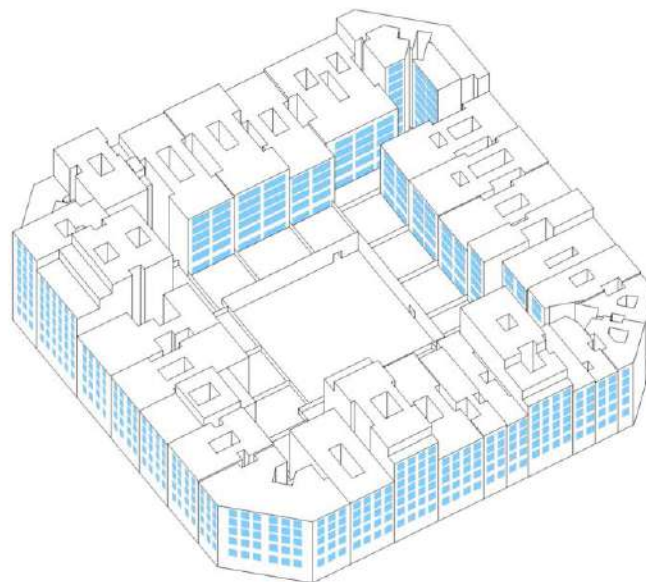
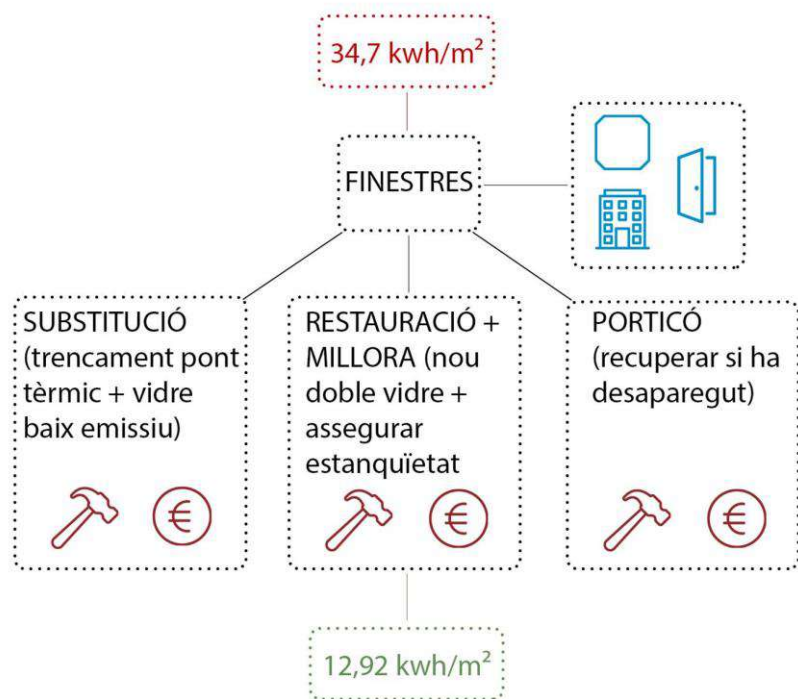
1. Actuació sobre l'evolvent. Encaminades a millorar la U del materials que composen aquest sistema.



REDUCCIÓ DE LA DEMANDA ENERGÈTICA

Millora de l'envolvent Finestres

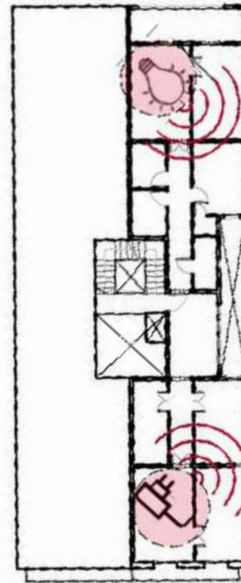
1. Actuació sobre l'evolvent. Encaminades a millorar la U del materials que componen aquest sistema.



REDUCCIÓ DE LA DEMANDA ENERGÈTICA

Guanys interns

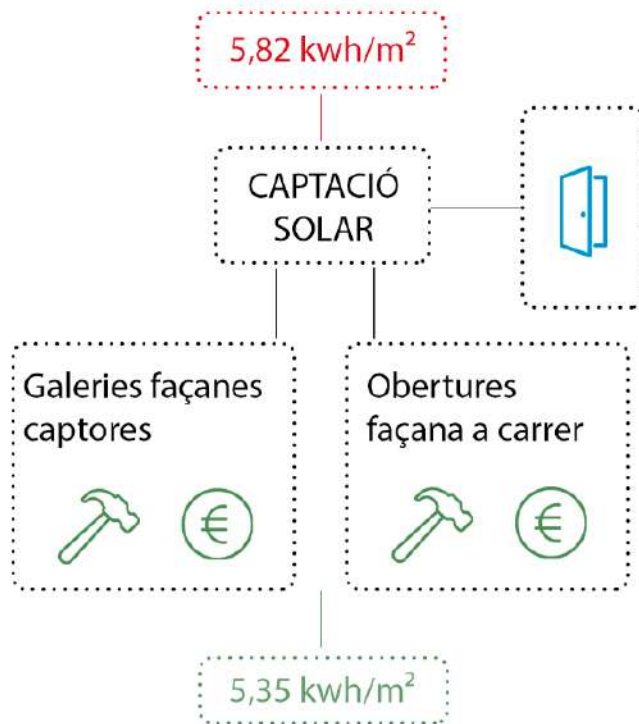
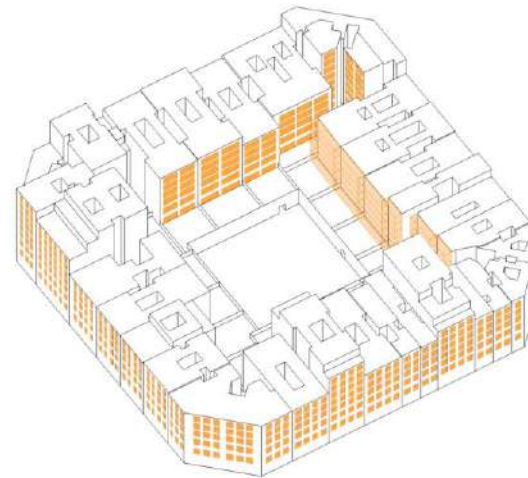
2. Gestió dels guanys interns. Ens beneficiem del calor que dissipen els sistemes d'il·luminació, equipament i l'ocupació. La millora de l'evolvent ens ajudarà a millorar els guanys interns.



REDUCCIÓ DE LA DEMANDA ENERGÈTICA

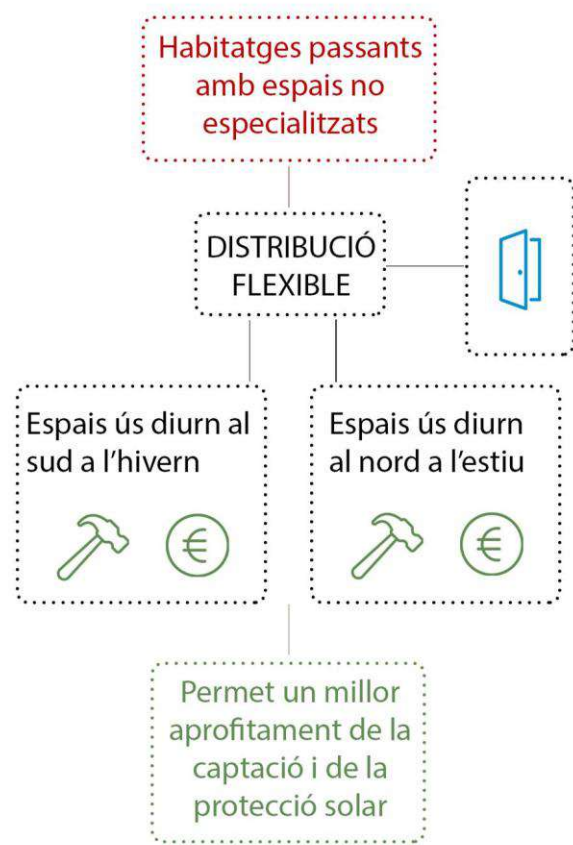
Captació solar directa

3. Captació solar. Es potencien les galeries i façanes captadores, en aquestes evitem la col·locació de vidres amb control solar i baixos emissius. En aquest sentit es potencia els paviments hidràulics amb un bon coeficient de captació i acumulació, en detriment del de fusta.

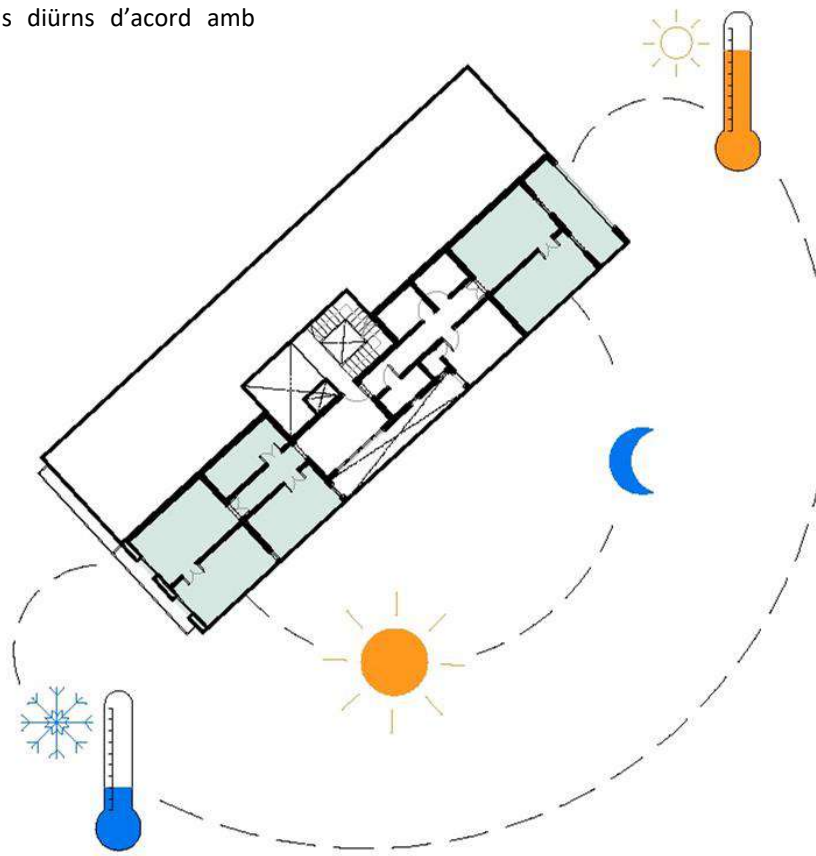


REDUCCIÓ DE LA DEMANDA ENERGÈTICA

Distribució nit/dia estiu/hivern



4. Distribució nit / dia i estiu / hivern. Per tal d'aprofitar els beneficis de les zones en ombra a l'estiu i les zones amb sol a l'hivern es planteja un tipus de distribució prou flexible de forma que puguem variar els espais diürns d'acord amb l'estació de l'any.

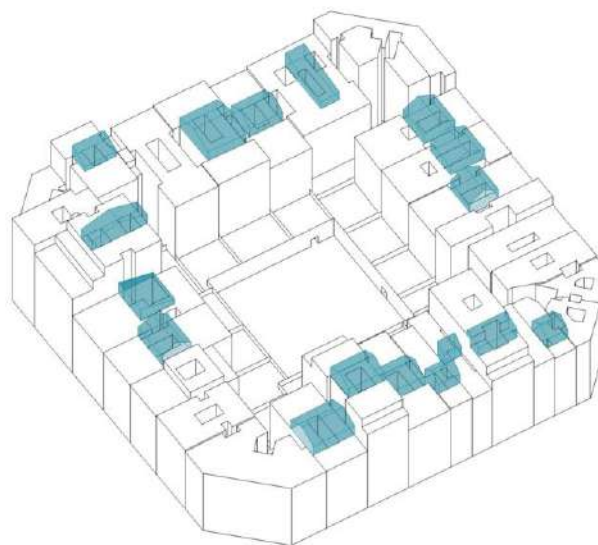
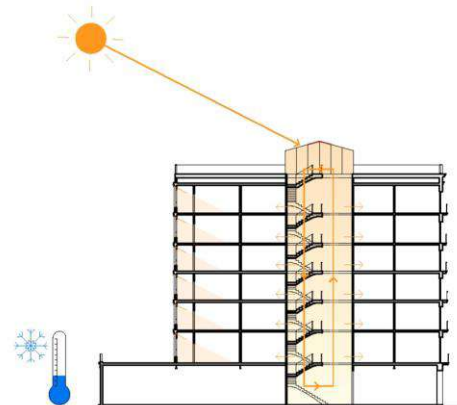


REDUCCIÓ DE LA DEMANDA ENERGÈTICA

Pati d'escala i patis interiors

Hivern

5. Pati d'escala i patis interiors. Es tracta d'espais diàfans de gran alçada amb incorporació d'aire per la part inferior i sortida per la part superior. Ens permeten la gestió de la ventilació amb un pretractament d'aire a l'hivern i la creació de corrents de ventilació a l'estiu



PRE ESCALFAMENT
DE L'AIRE DE FORMA
PASSIVA

DISMINUIR EL
SALT TÈRMIC



utilitzar els patis
d'escaleres i/o de
ventilació

ATRI /HIVERNACLE
en coberta
-Captació a l'hivern
-Succiona l'aire
calent a l'estiu



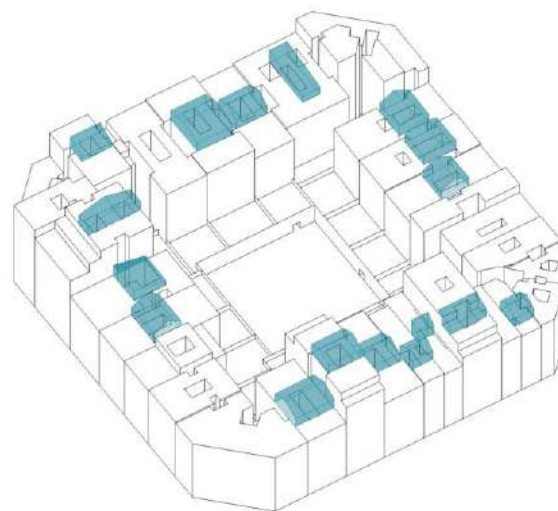
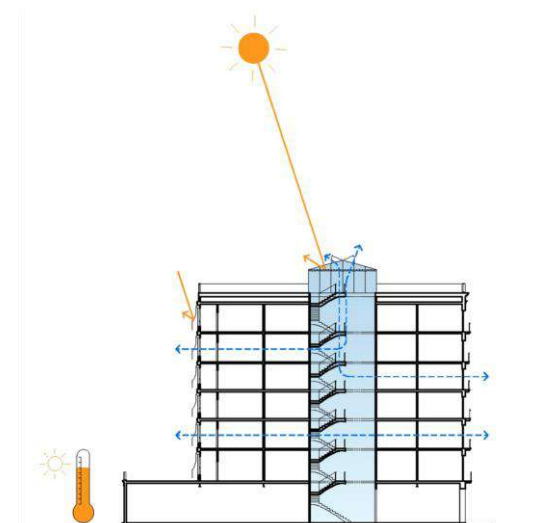
Reduir calefacció a
l'hivern i afavorir la
ventilació a l'estiu

REDUCCIÓ DE LA DEMANDA ENERGÈTICA

Pati d'escala i patis interiors

Estiu

5. Pati d'escala i patis interiors. Es tracta d'espais diàfans de gran alçada amb incorporació d'aire per la part inferior i sortida per la part superior. Ens permeten la gestió de la ventilació amb un pretractament d'aire a l'hivern i la creació de corrents de ventilació a l'estiu



PRE ESCALFAMENT
DE L'AIRE DE FORMA
PASSIVA

DISMINUIR EL
SALT TÈRMIC



utilitzar els patis
d'escaleres i/o de
ventilació



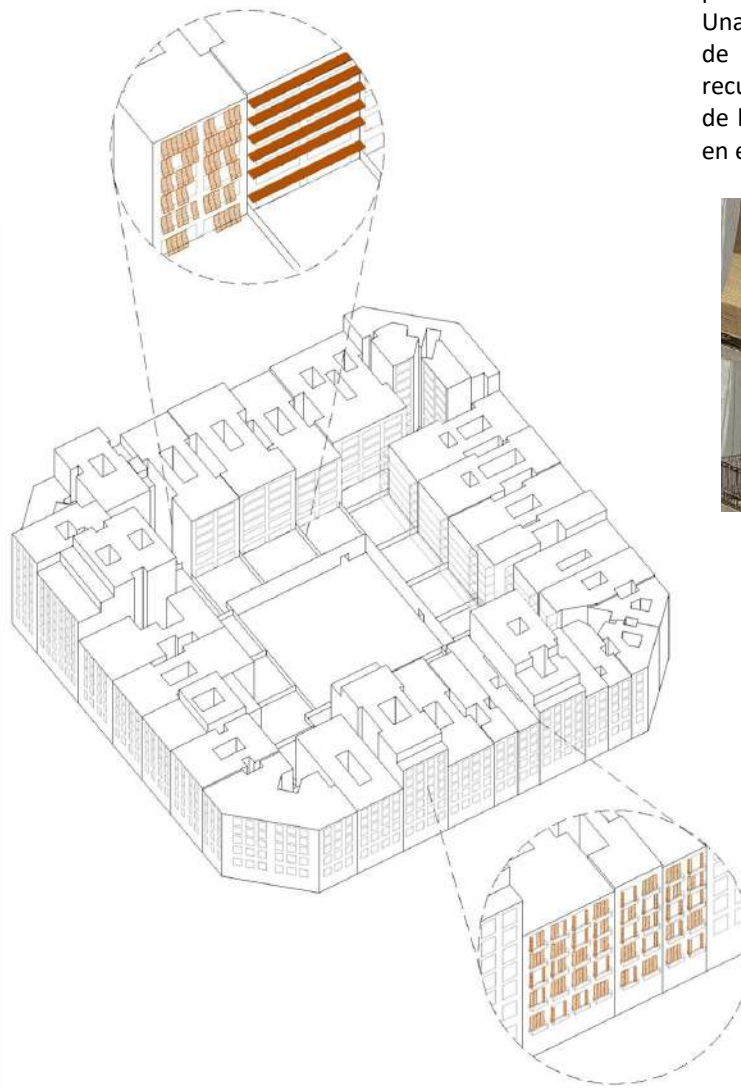
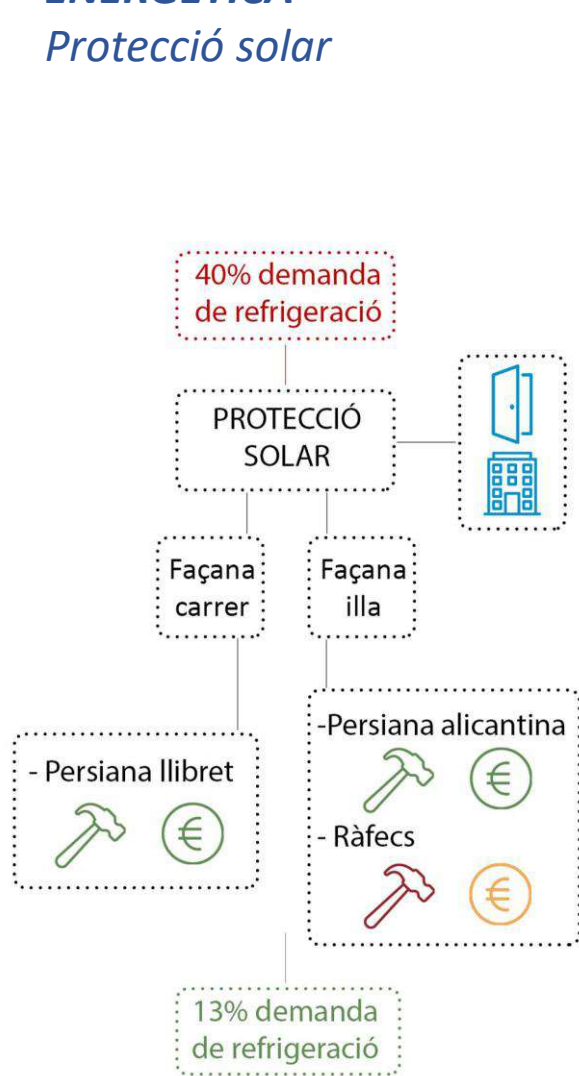
ATRI /HIVERNACLE
en coberta
-Captació a l'hivern
-Succiona l'aire
calent a l'estiu



Reduir calefacció a
l'hivern i afavorir la
ventilació a l'estiu

REDUCCIÓ DE LA DEMANDA ENERGÈTICA

Protecció solar



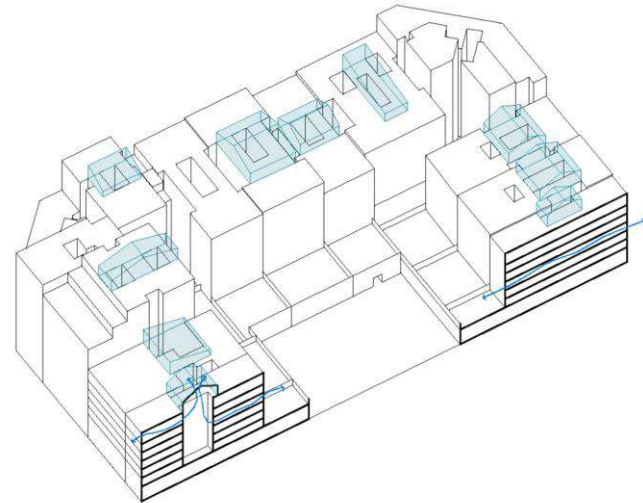
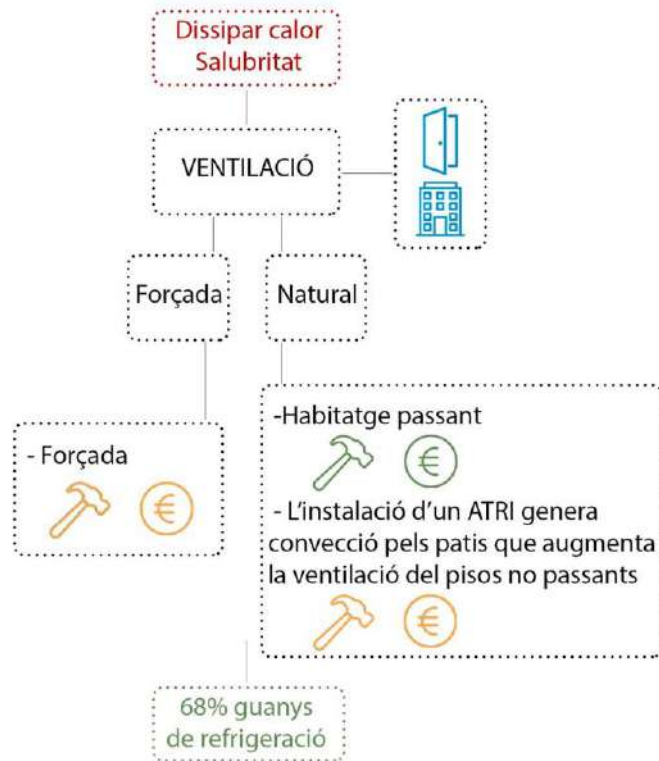
6. Protecció solar. Malgrat que majoritàriament els habitatges estan dotats d'elements de protecció hi ha força obertures que no en tenen. Una bona gestió ens permet reduir la demanda de refrigeració del 40 al 13%. Es proposa recuperar les proteccions tradicionals, porticons de llibret, persianes alicantines i disposar ràfecs en els patis interiors en les plantes altes



REDUCCIÓ DE LA DEMANDA ENERGÈTICA

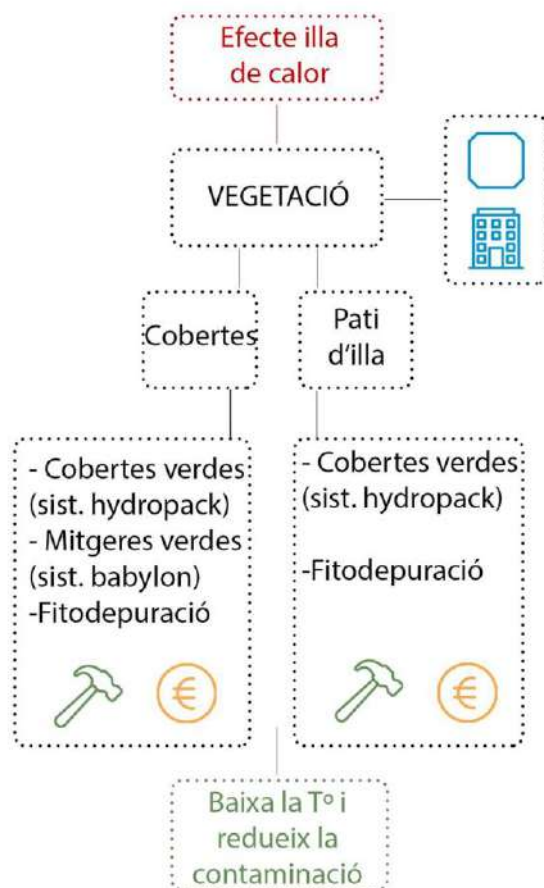
Ventilació

7. Ventilació. Per tal de garantir la dissipació del calor i garantir les condicions de salubritat de l'aire. Es potencia la ventilació creuada entre la façana interior i l'exterior, potenciant les distribucions interiors que la permetin i perant les finestres batents en els aments interiors

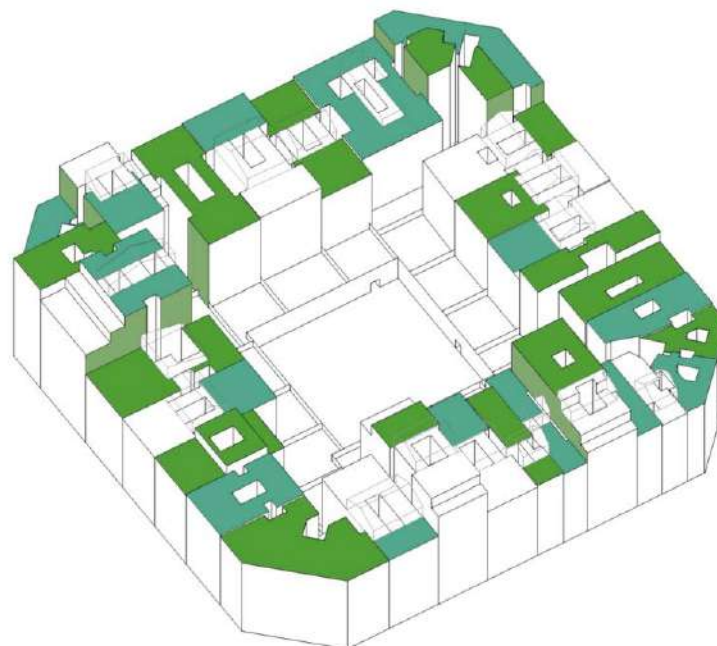


REDUCCIÓ DE LA DEMANDA ENERGÈTICA

Vegetació



8. Vegetació. Per tal de reduir l'efecte d'illa de calor produït pel sobre escalfament dels materials de coberta i de mitgeres, es proposa la plantació d'espècies amb un baix consum. Per això es proposen cobertes verdes tipus Hydropack i mitgeres amb sistema Babilon de baix impacte sobre les construccions existents



ÚS RACIONAL DE L'ENERGIA

REDUCCIÓ DEL CONSUM

Calefacció

Refrigeració

1. Reducció del consum de calefacció.

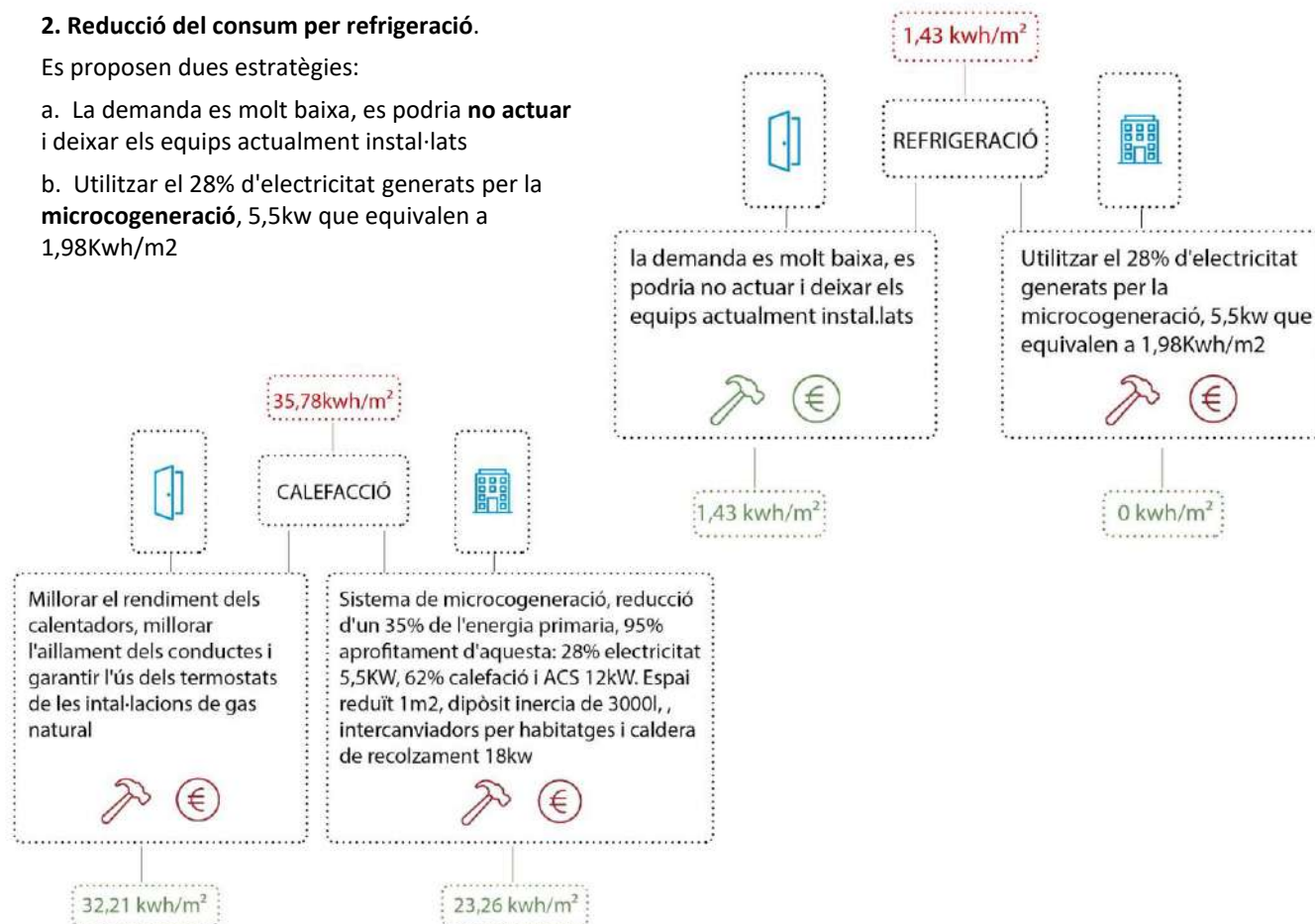
Es proposen tres opcions:

- El 90% de l'energia consumida es gas natural, principalment consumit per calderes de combustió amb instal·lacions interiors de radiadors. Es proposa la **renovació de calderes** per altres amb major rendiment, millorar l'aïllament de conductes, la sectorització de circuits i la instal·lació de termòstats per zones.
- Instal·lació d'un sistema centralitzat de **microcogeneració** per comunitat. Aquest ens proporcionaria una reducció del 35% de l'energia primària. El 95% d'aquest s'aprofita per a la producció, en un 28% d'electricitat, 5,5KW i el 62% en calefacció i ACS amb 12KW. El generador de 500kg i 1m², s'acompanya d'un dipòsit d'inèrcia de 300l. Caldrà disposar intercanviadors de calor per a cada habitatge i calderes de recolzament.
- Es descarta el sistema d'abastament per **Distric Heating** per inexistència de xarxa en aquest àmbit.

2. Reducció del consum per refrigeració.

Es proposen dues estratègies:

- La demanda es molt baixa, es podria **no actuar** i deixar els equips actualment instal·lats
- Utilitzar el 28% d'electricitat generats per la **microcogeneració**, 5,5kw que equivalen a 1,98Kwh/m²



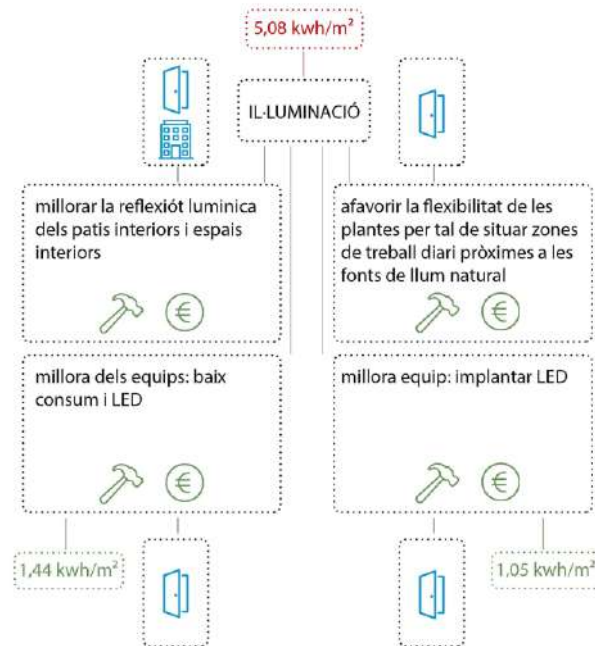
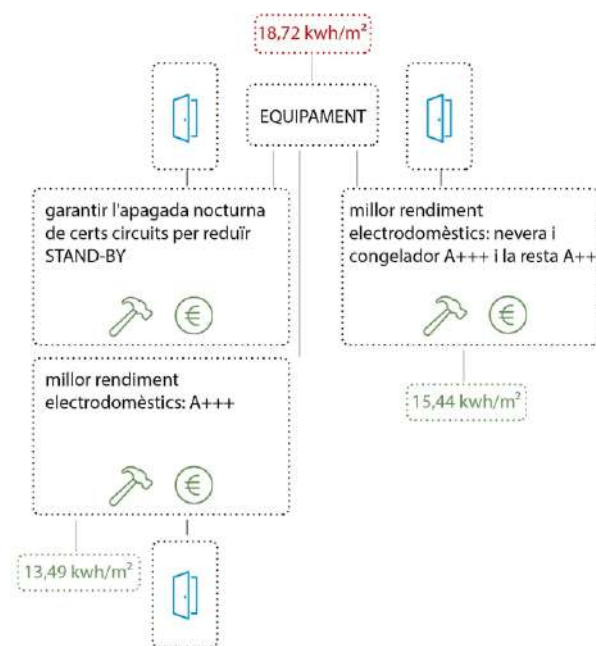
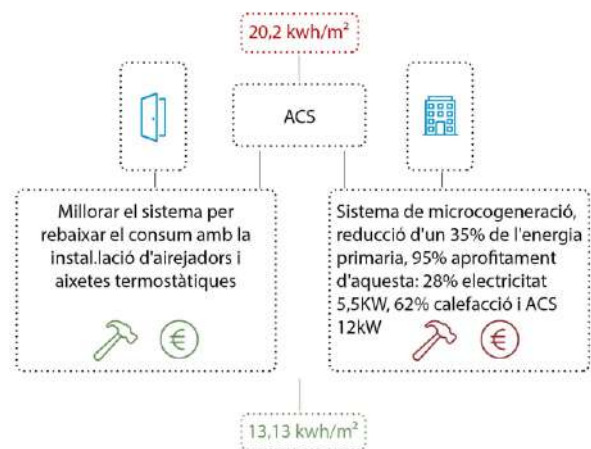
ÚS RACIONAL DE L'ENERGIA

REDUCCIÓ DEL CONSUM

Aigua Calenta Sanitaria

Il·luminació

Equipament



3. Reducció del consum d'ACS. Es proposen dues estratègies:

a. millorar els equips per reduir el consum amb la instal·lació d'airejadors i aixetes termostàtiques

b. Sistema de **microcogeneració**, reducció d'un 35% de l'energia primària, 95% aprofitament d'aquesta: 28% electricitat 5,5KW, 62% calefacció i ACS 12kW

4. Reducció del consum d'il·luminació. Es proposen les següents estratègies:

a. millorar la **reflexió lumínica** dels patis interiors i espais interiors

b. afavorir la **flexibilitat** de les plantes per tal de situar zones de treball diari pròximes a les fonts de llum natural

c. **millora dels equips**: Eliminar els equips d'incandescència i halògens, substituir-los per sistema LED i mantenir fluorescents, i bombetes de baix consum

d. millora dels equips: Implantar sistema LED a tot l'habitatge

5. Reducció del consum de l'equipament. Es proposen les següents estratègies:

a. Garantir l'apagada nocturna de certs circuits per reduir STAND-BY

b. Millor rendiment electrodomèstics: Els de més consum podrien Nevera i congelador serien A+++ i la resta A++

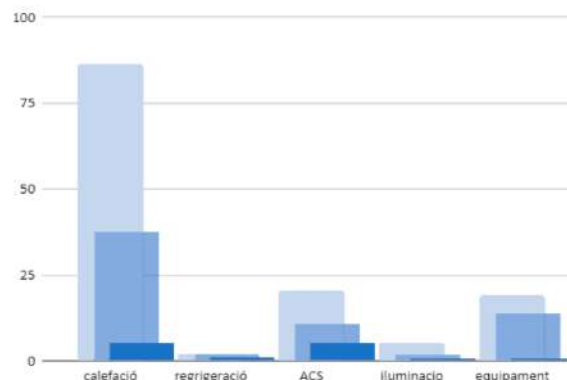
c. Màxim rendiment electrodomèstics A+++

Per altre banda cal indicar que una millora en el rendiment d'il·luminació i equips pot disminuir l'aportació dels guanyos interns a la calefacció.

ÚS RACIONAL DE L'ENERGIA

ÚS D'ENERGIES RENOVABLES

Geotèrmia



1. Geotèrmia

Es planteja una instal·lació centralitzada de geotèrmia per bloc tipus.

- a. Mes de febrer com a referència (6kwh/m2)
- b. Regim de funcionament del sistema de 5h/dia
- c. Potència de consum de 42w/m2

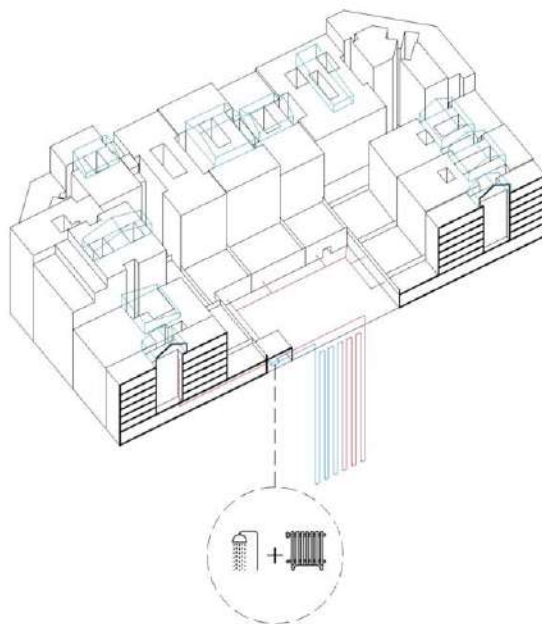
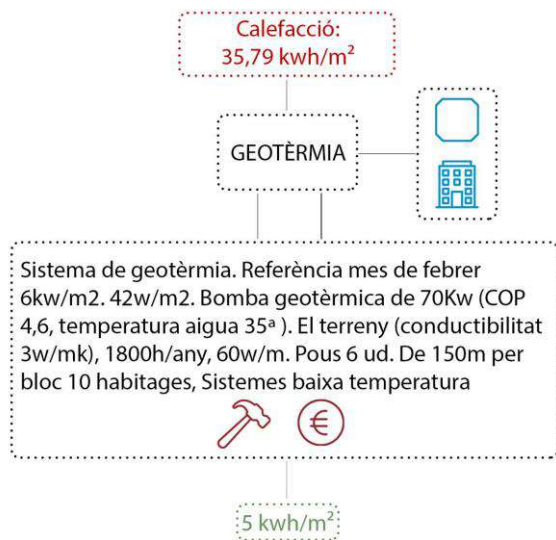
La demanda total es de 63.000w que es cobrirà amb una bomba geotèrmica de 70Kw, COP de 4,6. Temperatura de l'aigua 35º

Nº Pous = $913m/150m = 6$ pous de 150 m de profunditat.

El sistema de geotèrmia ens conduiria a instal·lar sistemes de calefacció de baixa temperatura o alimentar a un sistema d'aerotèrmica.

Els punts més problemàtics son:

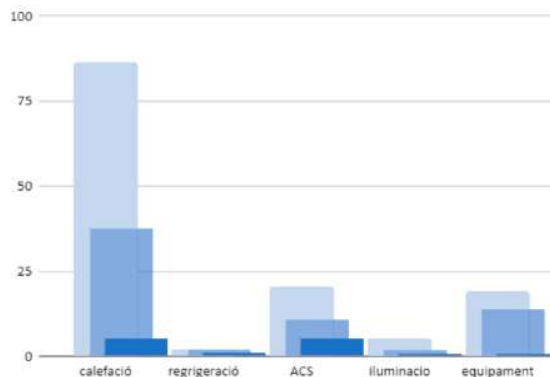
- a. L'espai per a pous en el pati d'illa i el gran nombre de comunitats dificulta la implementació
- b. Gran dificultat per situar els pous captors a la Planta baixa dels edificis existents.
- c. Poca disponibilitat de soterranis 3 de 31 comunitats.



ÚS RACIONAL DE L'ENERGIA

ÚS D'ENERGIES RENOVABLES

Solar fotovoltaica



Il·luminació: 1,05 kwh/m²
Equipament 13,49 kwh/m²

SOLAR

Sistema fotovoltaic, que cobreix la demanda d'il·luminació i equipament. La instal·lació per a 10 habitatges 38012W/dia 62 mòduls, espai a coberta de 10x17m.



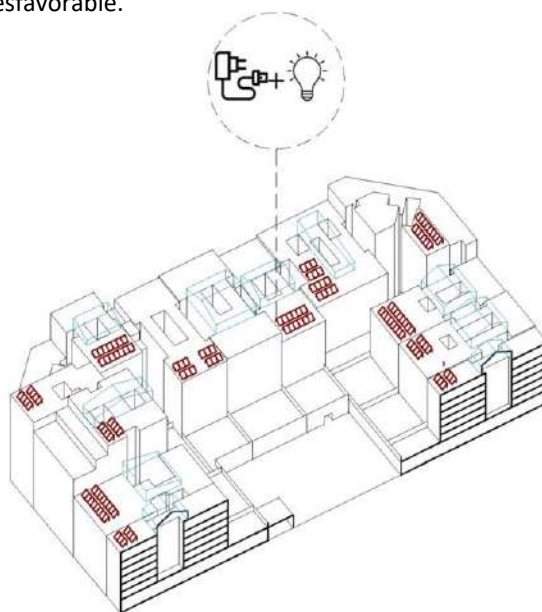
0 kwh/m²

2. Solar fotovoltaica

Hem dimensionat el sistema solar fotovoltaic per tal de cobrir la demanda energètica, d'un bloc tipus amb una demanda de 38.012w diaris

- a. il·luminació 1,05 Kwh/m²
- b. Equipament 13,49 Kwh/ m²

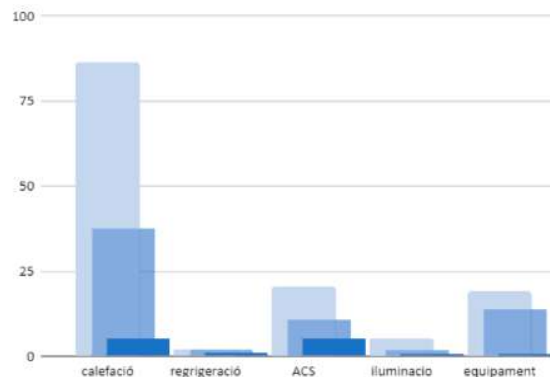
D'acord amb les dades, el dimensionat de l'espai de coberta on s'instal·larà el sistema requereix un espai de 9 x 18 metres, tenint en compte l'angle de 23º del mes de desembre més desfavorable.



ÚS RACIONAL DE L'ENERGIA

ÚS D'ENERGIES RENOVABLES

Solar fotovoltaica + geotèrmia



Calefacció 35,79 kwh/m²
Il·luminació: kwh/m²
Equipament 13,49 kwh/m²

SOLAR +
GEOTÈRMIA

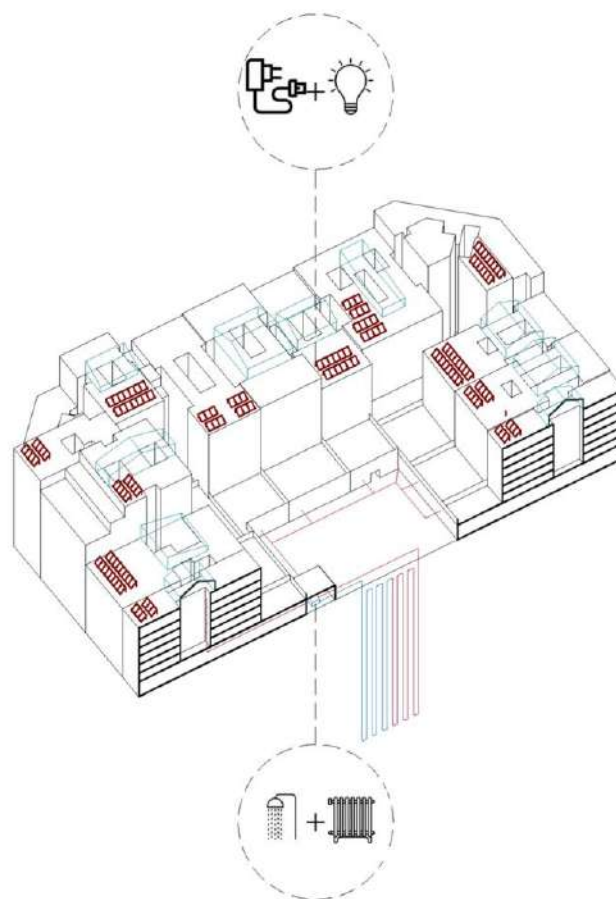
El sistema amb fancoils podria estar complementat per l'energia elèctrica solar en manca aportació de geotèrmia



0 kwh/m²

3. Solar i geotèrmia

La combinació de les dues tecnologies podria ser molt favorable amb la instal·lació d'equips de bombes de calor, alimentades per l'energia geotèrmica i el seu consum mecànic vindria garantit per l'energia fotovoltaica.



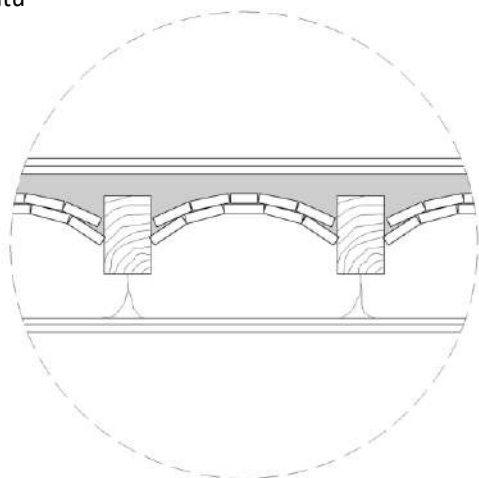
GESTIÓ DELS MATERIALS

Rehabilitació edificatòria

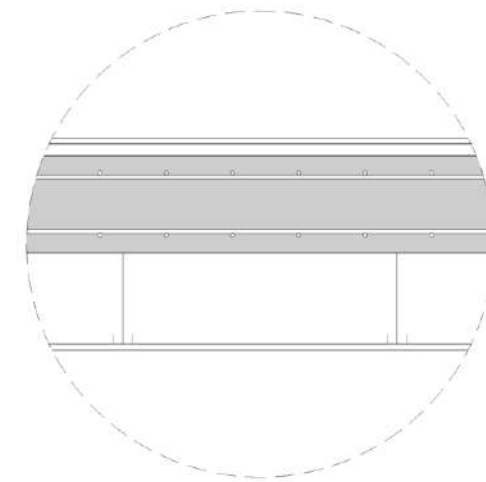
1. La rehabilitació edificatòria

Es planteja avaluar la continuïtat dels elements que configuren els edificis. Davant la creixent tendència a eliminar els elements estructurals interiors per a formar una nova estructura i mantenir únicament les façanes. Hem avaluat l'impacte mediambiental que això significa per tal de justificar la continuïtat d'aquest.

Es compara l'impacte del forjat tradicional de l'Eixample, del qual suposem que ja ha tancat el seu cicle de vida al tenir més de 100 anys, amb l'impacte que tindria el seu enderroc i la construcció d'un forjat de llosa de formigó feta in situ



Forjat tradicional de revoltó ceràmic i bigues de fusta



Forjat de llosa de formigó in situ



Edifici al carrer d'Enric Granados. 2021



Edifici al creuament del carrer Comptal amb Via Laietana. 2009

GESTIÓ DELS MATERIALS

Rehabilitació edificatoria

1. La rehabilitació edificatoria

Es planteja avaluar la continuïtat dels elements que configuren els edificis. Davant la creixent tendència a eliminar els elements estructurals interiors per a formar una nova estructura i mantenir únicament les façanes. Hem avaluat l'impacte mediambiental que això significa per tal de justificar la continuïtat d'aquest

Forjat tradicional (cicle tancat)

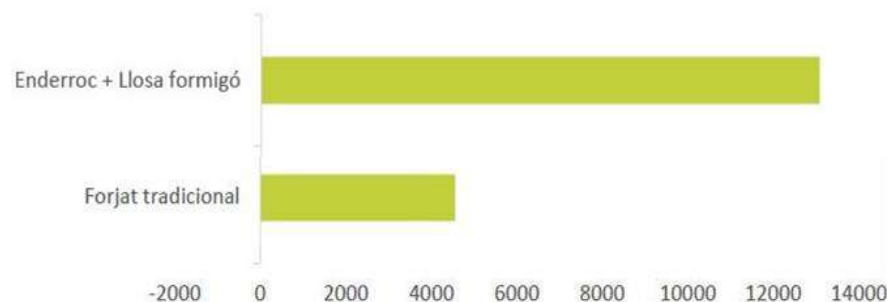
Energia: 47.838,14 MJ

Impacte: 4.550,80 kgCO₂

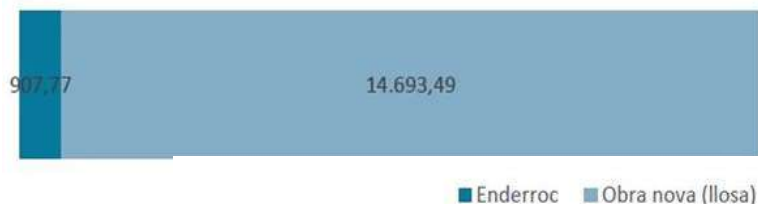
Enderroc + Llosa de formigó

Energia: 45.264,89 MJ

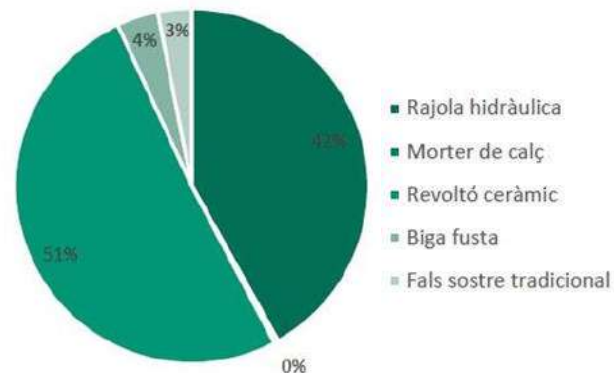
Impacte: 15.601,26 kgCO₂



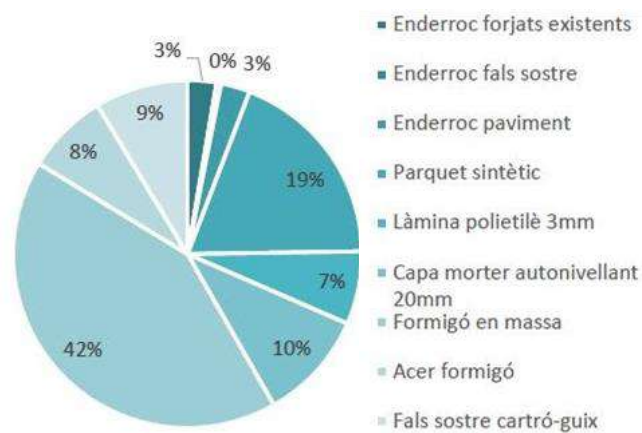
Emissions de CO2 segons la solució constructiva (kgCO₂)



Aportació emissions de CO2 enderroc + llosa de formigó (kgCO₂)



Emissions de CO2 per partida forjat tradicional (kgCO₂)



Emissions de CO2 per partida enderroc + llosa de formigó (kgCO₂)

GESTIÓ DELS MATERIALS

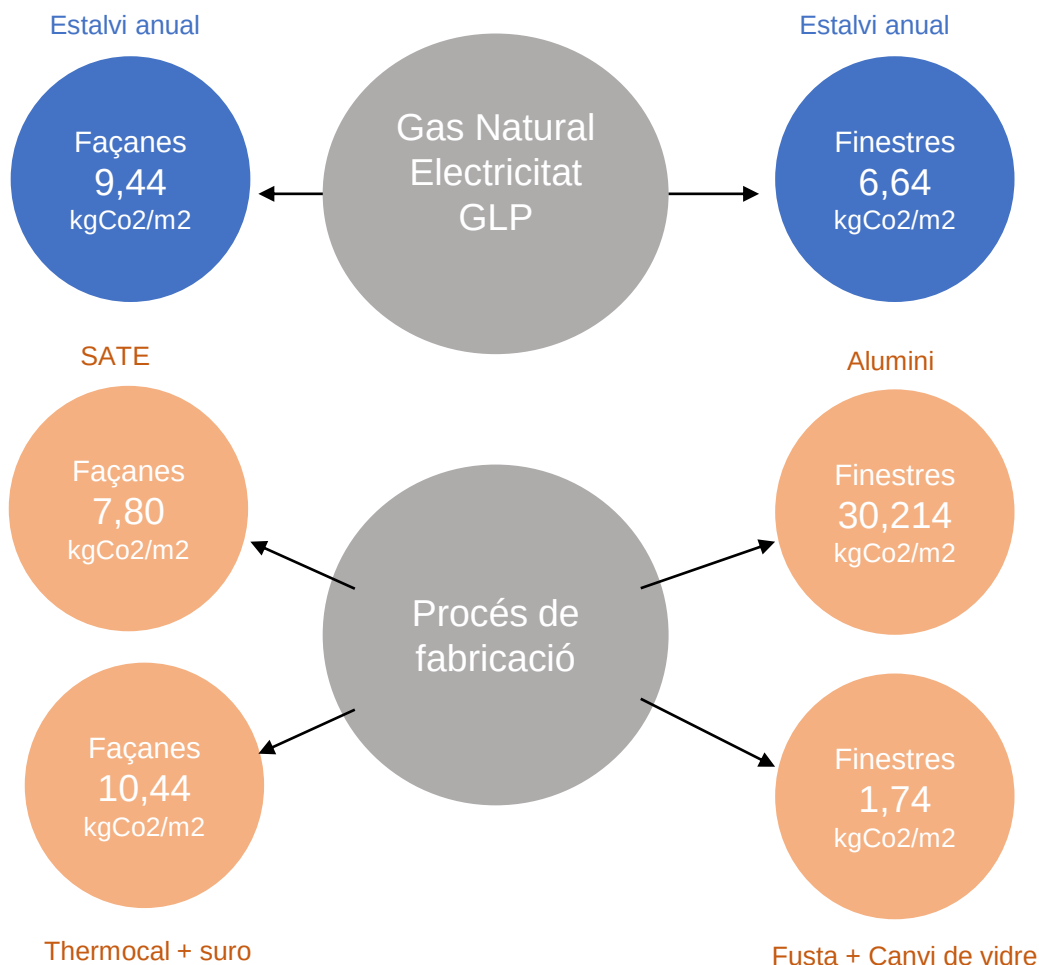
Rehabilitació energètica

2. La rehabilitació energètica. Per tal de validar les operacions de reducció de la demanda:

Millora de l'aïllament de façanes, cobertes i tancaments practicables, es procedeix a comparar l'impacte ambiental de la fabricació i posta en obra d'aquests materials amb el benefici energètic que aquestes operacions poden significar.

En el cas de les façanes el cost de l'impacte de fabricació en KgCo₂/m² es recupera amb menys de 1,5 anys.

En el cas de les finestres d'alumini caldran 5 anys per recuperar l'impacte de fabricació. En el cas de la fusta és immediat.



GESTIÓ DE LA SALUT

El fet d'actuar de forma global sobre una illa i regular la intervenció sota l'empара d'un instrument de planejament com el PMU, ens permet recollir mesures d'actuació que poden anar a favor de la millorar les condicions de salut dels habitants de l'illa i que resten recollides tant per la normativa sectorial com les polítiques d'actuació d'acord amb els ODS.

ESTRATÈGIES

Reduir la mala qualitat de l'aire i l'efecte nociu dels materials considerats com a emissius de substàncies volàtils tòxiques

Reduir l'efecte produït pels camps elèctrics

Reduir l'efecte produït pels camps magnètics

Reduir el sedentarisme vinculat a les zones urbanes densificades

ACTUACIONS

Estudi acurat

Per detectar les principals deficiències i potencials orígens de perill per la salut

Disposicions de SALUT,

D'acord amb l'estudi

Formaran part dels plecs tècnics en el PMU i en qualsevol projecte i actuació

- En la contractació
- El l'execució,
- En el manteniment

Potenciar les cobertes i patis com espais de salut i relació

Millora de les condicions de l'entorn amb la vegetació de les cobertes i la possibilitat de l'ús d'horts urbans i altres activitats que fomentin l'activitat física i social

COMUNITAT ENERGÈTICA

La realitat del model

1.1 Objectius

1. Implantar un model que complementa el procés de reducció de demanda i el consum amb la rehabilitació edificatòria, on el seu objectiu es l'autonomia energètica de l'illa

2. L'objectiu social: oferir beneficis energètics lligats als mediambientals, econòmics i socials, per sobre de la rendibilitat financera

3. Generar energia procedent de fonts renovables (solar, geotèrmia, solar geotèrmia) la seva distribució, subministre i consum.

1.2 definició Serà una entitat jurídica de participació voluntària i oberta controlada pels seus membres: associacions, cooperatives, empreses i administració

Serà una de les derivades de la junta de compensació i la junta de conservació que han promogut i gestionat el procés de transformació de l'illa.

1.3 Models de gestió

La comunitat energètica serà una derivada vinculada als dos grans instruments que han gestionat el procés de transformació de l'illa:

a. La junta de compensació

b. La junta de conservació

Això implica la participació de tota els agents

1.4 Estratègies

La comunitat es planteja dues estratègies:

1. Cobrir la demanda

D'acord amb els estudis de demanda i el dimensionat de les instal·lacions es garanteix la seva cobertura i la comunitat establirà mecanismes per tal de concentrar les intensitats de consum en les hores de màxima producció

2. promoure la equidistribució energètica

Una de les hipòtesis de treball en la rehabilitació energètica, ha estat el fet de suposar que dins d'una mateixa illa, una mateixa tipologia edificatòria està sotmesa a entorns i condicions climàtiques diferenciades. Bàsicament pel factor de l'asolellament, fet que implica demandes energètiques diferents en un mateix espai , generant dèficit o excés d'asolellament i captació solar.

Un de les estratègies de la comunitat es compensar aquets diferencials de demanda. La comunitat garanteix la cobertura de la demanda d'energia dels habitatges i preveu un increment de demanda per aquells que es veuen agreujats per la seva situació.

Cal indicar que en les simulacions realitzades no hem pogut apreciar grans diferències de demanda energètica en funció de la orientació.
Resta pendent avaluar el model sense control solar .

3. Mecanisme de finançament, derrama Zero

Un dels elements de finançament de la comunitat, és l'establiment d'una quota equivalent a la factura energètica estimada amb fonts convencionals, d'acord amb els estudis realitzats i els coeficients de participació en la comunitat.

Per això serà fonamental la monitorització conjunta de tot el consum

4. Expansió de la comunitat

Un cop hagi garantit la demanda als membres de la comunitat, es planteja la interconnexió amb altres comunitats energètiques.

5. Problemàtica

L'actual model elèctric dificulta la constitució d'aquest tipus de comunitat ja que les xarxes interiors més enllà d'una comunitat passen a ser gestionades per les companyies.

Cal preveure en un futur canvi de de la legislació del sector energètic que faciliti la lliure associació.

COMUNITAT ENERGÈTICA

La realitat del model

OBJECTIU

1. Autonomia energètica de l'illa
2. Beneficis energètics lligats als mediambientals, econòmics i socials
3. Generar energia procedent de fonts renovables

DEFINICIÓ

entitat jurídica de participació voluntària i oberta controlada pels seus membres

GESTIÓ

derivada vinculada :

La junta de compensació

La junta de conservació

ESTRATÈGIES

1. Cobrir la demanda

2. promoure la equidistribució energètica

3. Mecanisme de finançament, derrama Zero

4. Expansió de la comunitat

Comunitat de propietaris

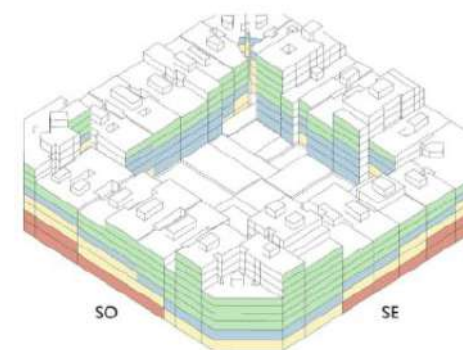
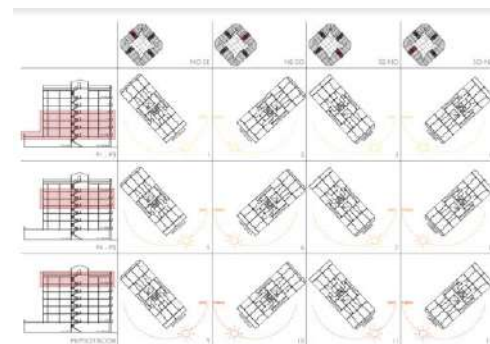
- Promotor de la iniciativa
- Compromès amb el model de transició energètica
- Importància del sentit de pertinença
- Cooperació voluntària

Administració:

- Posa a disposició mitjans
- subvencions i finançament
- Intermedia entre les parts
- Acota el risc dels actors
- Política de foment a llarg termini
- Facilitar tasca administrativa

Empresa privada

- Aporta solució tecnològica
- Model de negoci
- Transparència i garanties



COMUNITAT ILLA

Continuïtat del model

Serà l'organisme que garantirà la continuïtat en el temps de la intervenció i garantirà el manteniment de model.

Serà una entitat jurídica de participació voluntària i oberta controlada pels seus membres: associacions, cooperatives, empreses i administració

La comunitat energètica serà una derivada vinculada als dos grans instruments que han gestionat el procés de transformació de l'illa:

- a. La junta de compensació
- b. La junta de conservació

Això implica la participació de tots els agents:

- **Comunitat de propietaris, ciutadà**
- **Administració, local i autonòmica**
- **Empresa privada, com a concessionaris**

1. Objectius

Garantir la continuïtat del nou model social d'entendre a ciutat i que ha estat especialment treballat en el procés de participació ciutadana, i recollit en el PMU

2. Manteniment i gestió

Garantir la gestió i el manteniment de la comunitat ILLA, funció específica desenvolupada per la junta de conservació.

3. Oferta de serveis

Oferir serveis a la comunitat, d'acord amb les necessitats dels veïns:

- 1. facilitar la redacció, execució i contractació de les obres i projectes socio-ecològics
- 2. facilitar la compra col·lectiva de béns
- 3. oferir serveis: llar infants, bugaderia, espai per a objectes i bens amb segona oportunitat, espais de reparació col·lectiva...



COMUNITAT ILLA

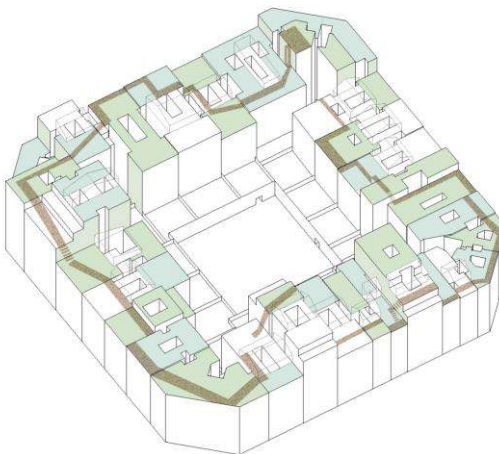
Continuïtat del model

4. Abordar projectes de futur

La comunitat ILLA pot ser un gran instrument per proposar i projectar projectes de futur encaminats a desenvolupar i millorar el concepte d'illa sostenible.

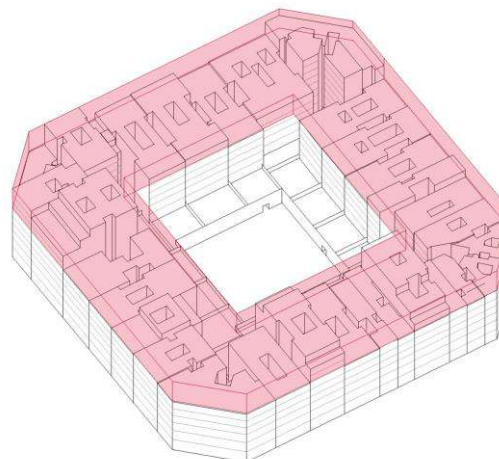
Les propostes poden ser les que inicialment va recollir el procés de participació ciutadana i les que sorgeixen derivades de l'experiència de la comunitat.

Cal tenir en compte que la comunitat ILLA és un projecte en constant EVOLUCIÓ I MILLORA:



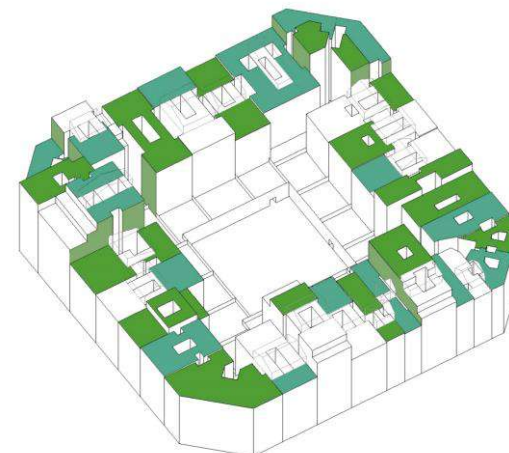
Anella verda

Les cobertes es revelen com espai potencial per a implantar un nou model urbà. Colonitzem les cobertes amb una passera per vianants, creant un espai lliure per gaudir de l'illa en comunitat.



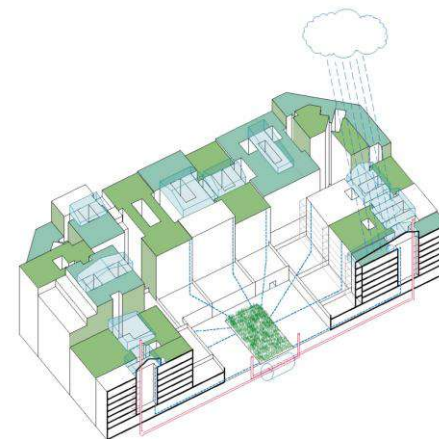
Requalificació de l'edificabilitat

L'edificabilitat disponible en les diferents parcel·les podria ser objecte de conveni entre administració i propietaris per a la compra per part de l'administració com a equipament.



Els horts urbans i les cobertes jardí

El model de comunitat sostenible podrà gaudir de les seves cobertes i els patis d'illa oferint la possibilitat del cultiu i la gestió d'horts urbans



Futurs models de producció d'energia

La ciència i la tecnologia avancen a ritmes frenètics, creiem que l'illa ha d'estar oberta a futurs models de producció.

COMUNITAT ILLA

Continuïtat del model

5. Model replicable

Aquest treball pretén fer un recull de propostes enfocades en la rehabilitació energètica d'una illa de l'Eixample, la seva gestió i els instruments legals i administratius que creiem que la podrien fer possible.

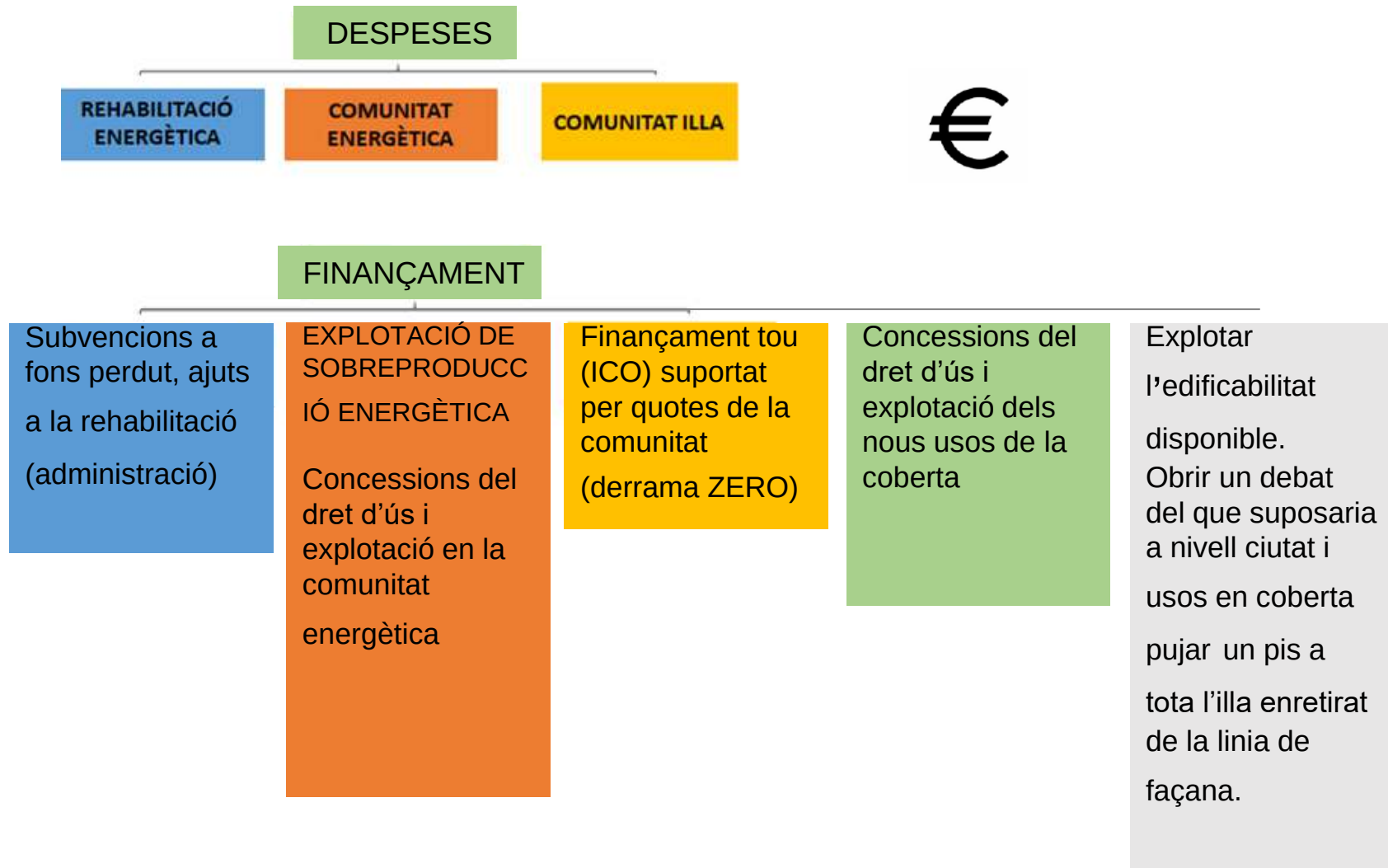
Es pensa com un model replicable i extensiu.

Aconseguirem un Eixample sostenible en el futur?

I una Barcelona?



DESPESES I FINANÇAMENT



DESPESES I FINANÇAMENT

Finançament tou (ICO)

suportat per quotes de la comunitat (derrama ZERO)

Dades reals: Despeses d'un pis de 6,61 ml de cruïa a l'Eixample = Gas, Electricitat i ½ aigua = 700 € anuals

Hi caben 58 pisos x planta x 5 plantes = 290 pisos + locals

700 € x 290 pisos = 203.000 €

CREDIT BANCARI A 10 anys = 2.030.000 €

CREDIT BANCARI A 20 anys = 4.060.000 €

CREDIT BANCARI A 10 anys = 6.090.000 €



VEINS

AJUNTAMENT

ORGANISMES DE FINANCIACIÓ

NO ELS HI SUPOSA
UN SOBRECOST

EN COMPTES DE SUBVENCIONAR EL
TOTAL DEL COST NOMES SUBVENCIONA
ELS INTERESSOS

CONCEDEIX CREDIT

WIN

WIN

WIN

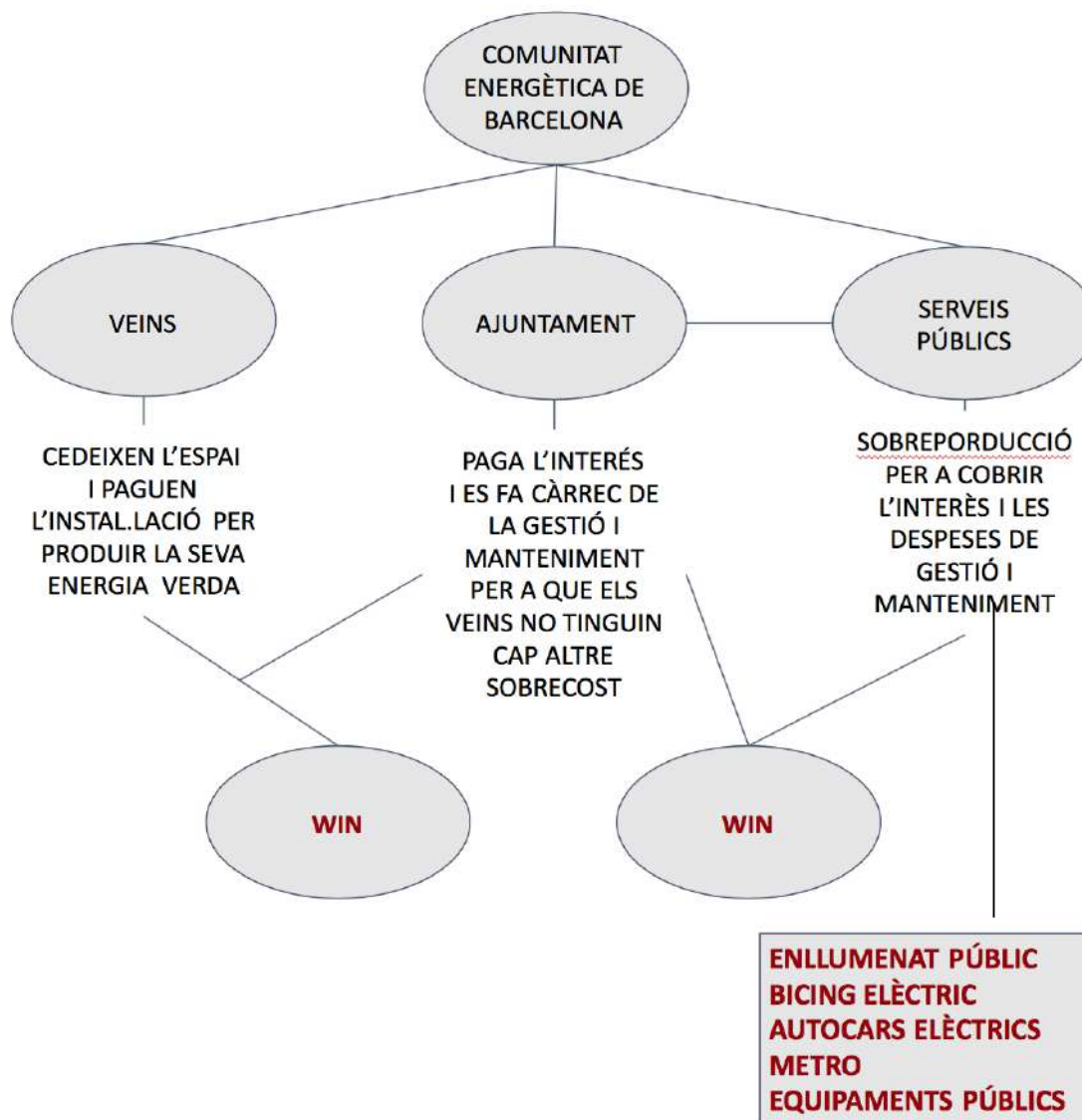
DESPESES I FINANÇAMENT

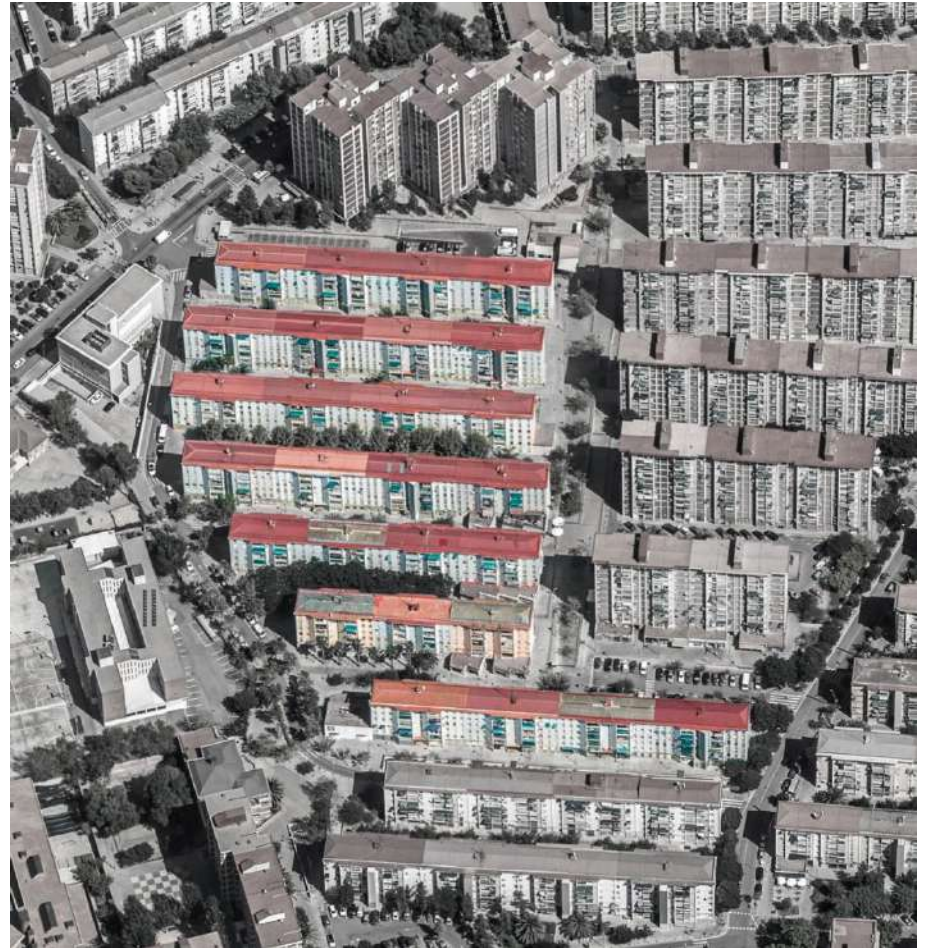
Finançament tou (ICO)

suportat per quotes de la
comunitat (derrama ZERO)

Dades reals: Despeses d'un pis de 6,61 ml de
crugia a l'Eixample = Gas, Electricitat i ½ aigua =
700 € anuals

Hi caben 58 pisos x planta X 5 plantes = 290
pisos + locals





REABHILITACIÓ BLOC AMB

Equip de treball:

Marta Bou Colominas

Daniel Merino Fajardo

Carles Tuca Vancells

Carme Vilanova Barrué

Cornellà de Llobregat

Introducció

Aquest cas d'estudi arrenca a partir del concurs convocat pel Consorci Metropolità de l'habitatge (CHAMB) per a la contractació dels serveis integrats d'inspeccions tècniques, redacció de projectes de rehabilitació, direcció d'obres, direcció de les obres, emissió de certificats d'eficiència energètica i la gestió comunitària amb les comunitats de propietaris en edificis residencials pertanyents a àrees de conservació i rehabilitació (exp.2020.00018). A més de donar resposta a les demandes del concurs, l'objectiu és estudiar la rehabilitació tenint en compte altres vectors ecològics més enllà de l'energètic com ara el cicle de vida dels materials, l'estalvi d'aigua i la biohabitabilitat. El repte consisteix en donar solucions d'arquitectura ecològica a comunitats de rendes baixes i/o en risc de vulnerabilitat.

El context és el barri de Sant Ildefons a Cornellà, un exemple de "barraquisme vertical" fruit de les promocions urbanístiques de molt baixa qualitat constructiva i material durant els anys 60-70 del franquisme; que ha resultat en habitatges sense aïllament tèrmic i amb poca inèrcia, ambients sense ventilació natural i alta humitat.

Són construccions poc adaptades al nostre clima que requereixen grans consums d'energia per temperar l'habitatge (tan a l'estiu com a l'hivern), traduïnt-se en elevades factures d'electricitat i/o gas en cas que l'usuari les pugui afrontar o en el pitjor dels casos, situacions de pobresa energètica i risc per a la salut de les persones.

L'estudi analitza la manera de reduir la demanda energètica dels edificis (com a mínim als nivells de l'actual codi tècnic de l'edificació) a través de programes informàtics de simulació adequant-se a la realitat econòmica i social. Buscant la utilització de materials saludables i de baix impacte mediambiental, introduint sistemes de reutilització d'aigua per a inodors i renaturalitzant l'espai públic aprofitant els beneficis que la biofília pot aportar a la salut, mentre es redueix l'efecte illa de calor i es desimpermeabilitza el sòl.

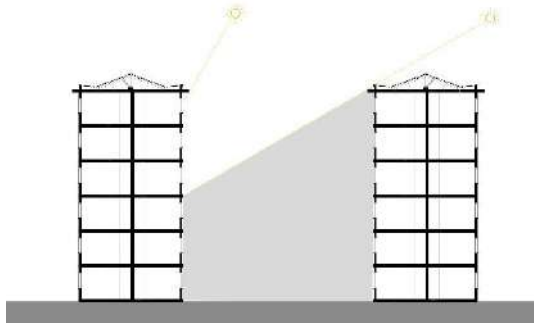
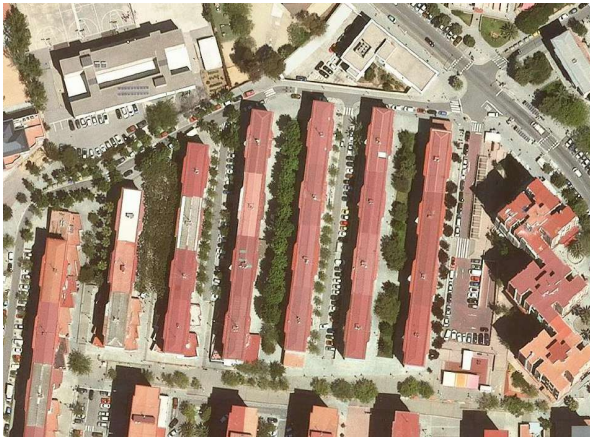
Les obres als edificis, tindrien un cost aproximat de 90.000 euros i permetrien estalviar anualment 175.116 KW/h. La Tarifa General 2.0A del mercat regulat estima el preu de l'energia en 0,063 €/kWh, per tant, l'amortització econòmica de la intervenció es duria a terme en poc més de 8 anys.

Aquesta inversió, a mig termini, representaria un estalvi anual d'uns 460 euros per família. Tanmateix, la disciplina arquitectònica sense conèixer l'usuari i el seu nivell de despesa no és suficient per millorar la qualitat de vida de les famílies, sinó que cal acompanyar-la amb polítiques socials. Sense descartar la participació d'iniciatives privades, cal que l'administració pública adopti un rol actiu per aconseguir un enfoc integral, que pren absoluta rellevància en el moment de modificar l'espai públic.

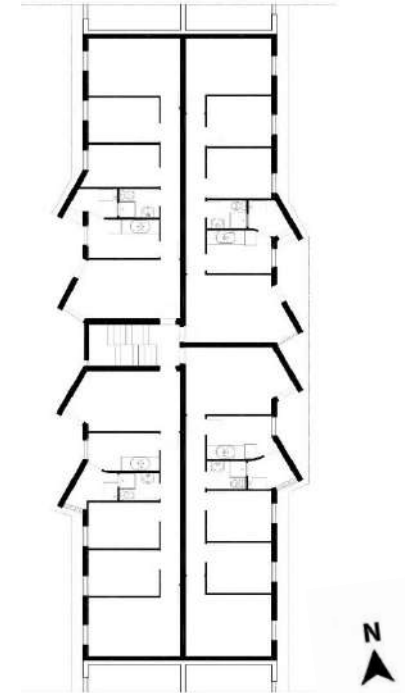
Descripció

Bloc d'habitatge dels anys 60-70

Aquest teixit de blocs ha estat construït per a la immigració i continua sent així a l'actualitat. Les noves generacions, fills d'immigrants abandonen el barri amb habitatges petits i de baixa qualitat per millors habitatges, facilitant l'accés a nous immigrants demandants d'habitatges barats.



Fotografia façana / Font: CHAMB



Bloc d'habitatge plurifamiliar

Descripció

Bloc d'habitatge dels anys 60-70, amb una superfície construïda total de 1434,00m², de planta baixa més cinc plantes tipus, amb quatre habitatges per replà, amb una superfície construïda de 60,00m² i una superfície útil de 50 m² per a cada habitatge.

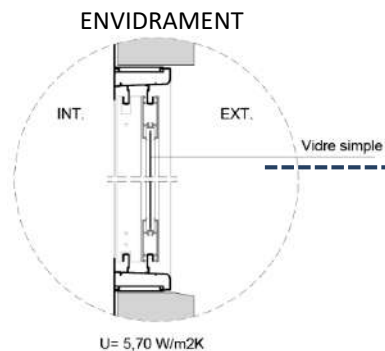
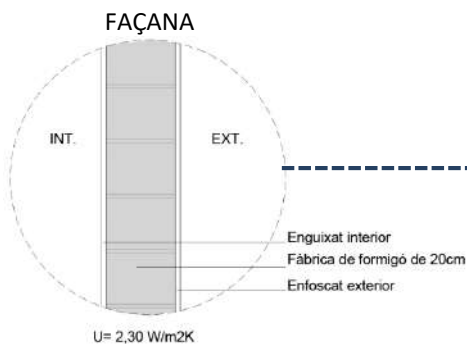
S'estima una ocupació, en funció dels dormitoris, de 96 persones aproximadament.

Sistemes constructius del bloc d'habitatge plurifamiliar existent

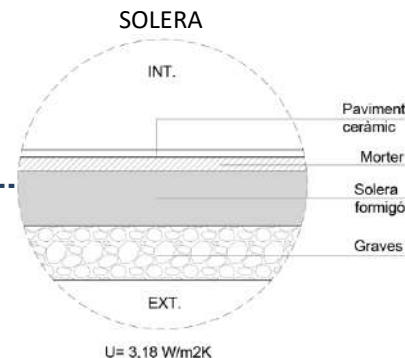
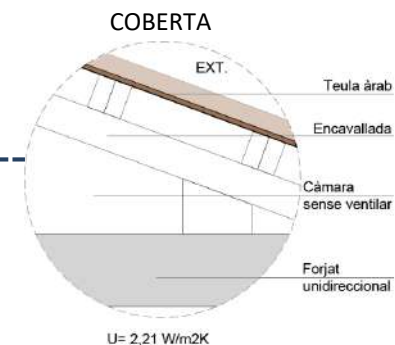
La baixa qualitat dels materials utilitzats en la seva construcció relacionat amb el seu context històric, fa que tinguem habitatges sense aïllament i amb poca inèrcia, donant lloc a una elevada demanda de calefacció que es tradueix en elevades factures de electricitat i/o gas que la gent qui hi viu no es pot permetre.

	kWh/m ²	kWh
Demanda de calefacció	120,70	172356,00
Demanda refrigeració	4,60	1575,00

Dades obtingudes mitjançant la simulació amb SG SAVE



Fotografia façana / Font: CHAMB



Rehabilitació Bloc AMB
ENERGIA

Anàlisi exprés amb el Climate Consultant:

L'OMS considera que no existeixen riscos per a la salut si la temperatura als habitatges es manté en un rang de entre 18°C y 24°C. Si prenem aquest rang i introduïm les dades per Barcelona obtenim:

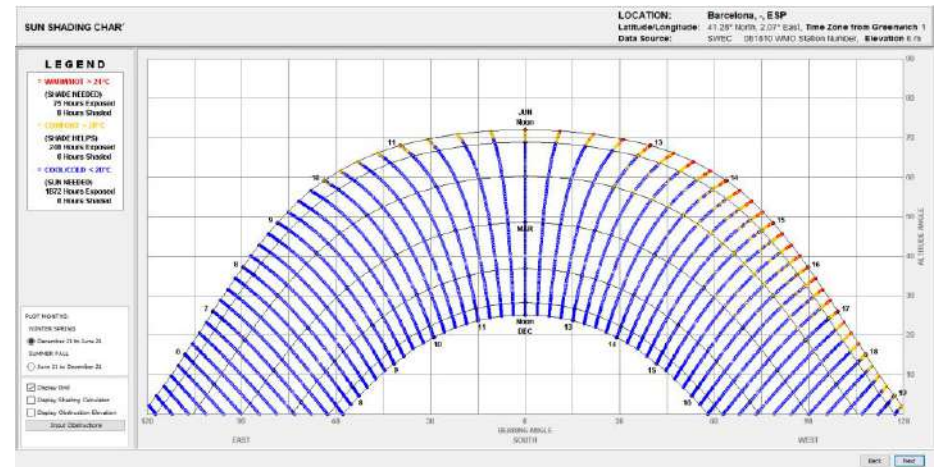
Climograma de Givoni

Mesos fred

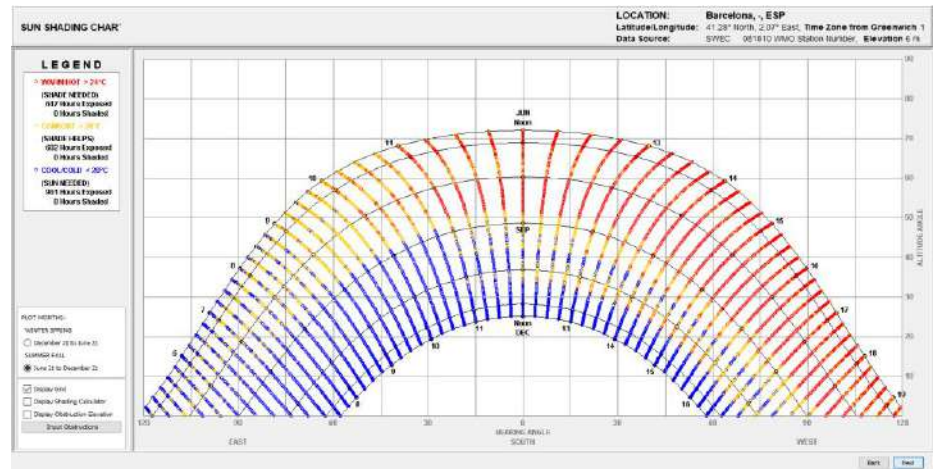
- Guanys interns: migdies de desembre, gener, febrer i novembre.
- Captació solar: en gran part de les hores dels mesos de novembre, desembre, gener i febrer
- Calefacció convencional: durant les hores més fredes dels mesos de novembre, desembre, gener i febrer.

Mesos càlids

- Protecció solar: serà necessària durant el migdia i la tarda dels mesos de juny, juliol, agost, setembre. Al matí serà aconsellable en els mesos de juny, juliol i agost.
- Ventilació natural i mecànica: durant el migdia de juny i gran part de l'horari de juliol, agost i setembre.
- Inèrcia tèrmica: aprofitant aquesta estratègia durant les hores més caloroses dels mesos juliol, agost i setembre.
- Guanys interns: a primera hora del matí de juny, juliol, agost i setembre
- Deshumidificació : els mesos de juliol, agost i setembre.



Necessitats d'assoleig i/o ombra del 21 Desembre al 21 Juny



Necessitats d'assoleig i/o ombra del 21 Juny al 21 Desembre

PSYCHROMETRIC CHART
California Energy Code

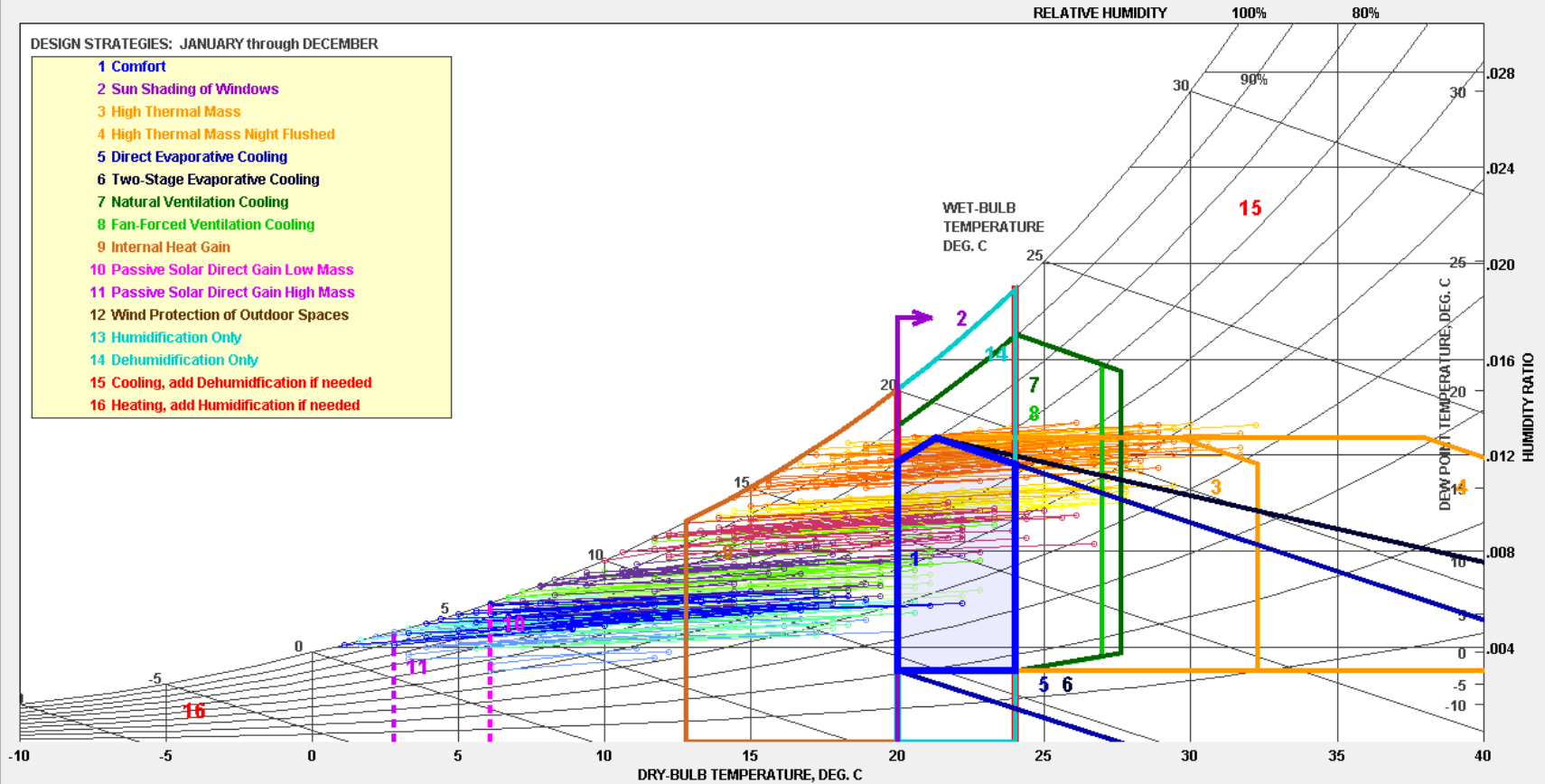
LOCATION: Barcelona, -, ESP
Latitude/Longitude: 41.28° North, 2.07° East, **Time Zone from Greenwich** 1
Data Source: SWEC 081810 WMO Station Number, **Elevation** 6 m

LEGEND

● JAN ● JUL
● FEB ● AUG
● MAR ● SEP
● APR ● OCT
● MAY ● NOV
● JUN ● DEC

DESIGN STRATEGIES: JANUARY through DECEMBER

- 1 Comfort
- 2 Sun Shading of Windows
- 3 High Thermal Mass
- 4 High Thermal Mass Night Flushed
- 5 Direct Evaporative Cooling
- 6 Two-Stage Evaporative Cooling
- 7 Natural Ventilation Cooling
- 8 Fan-Forced Ventilation Cooling
- 9 Internal Heat Gain
- 10 Passive Solar Direct Gain Low Mass
- 11 Passive Solar Direct Gain High Mass
- 12 Wind Protection of Outdoor Spaces
- 13 Humidification Only
- 14 Dehumidification Only
- 15 Cooling, add Dehumidification if needed
- 16 Heating, add Humidification if needed



Click on Design Strategy to select or deselect.

Back Next

Estudi de les possibles estratègies i solucions per reduir la demanda energètica del bloc d'habitatge plurifamiliar existent.

LOCALIDAD	ESTRATEGIAS DE DISEÑO																							
	Protección solar			Ventilación			Inercia			Enfriamiento por evaporación			Deshumidificación			Ganancias internas			Captación solar			Calefacción convencional		
	C	I	F	C	I	F	C	I	F	C	I	F	C	I	F	C	I	F	C	I	F	C	I	F
Barcelona																								
A Coruña																								
Madrid																								
Sevilla																								

C Meses cálidos **I** Meses intermedios **F** Meses fríos
■ Necesidad muy alta ■ Necesidad alta ■ Necesidad media ■ Necesidad baja No necesaria

Imatge / Font Doc.
Rehab. Exprés
Margarita de
Luxán

Aplicación de estrategias de diseño por meses, según localidad

Estudi de possibles solucions:

Demanda de calefacció

Segons l'estudi, s'estima una demanda de calefacció a Barcelona que oscil·la entre 55 i 120kWh/m2 depenent de orientació i posició del habitatge dintre del bloc. La demanda de refrigeració a l'estiu es inferior a 24kWh/m2.

Conclusió

En conclusió, els habitatges que pateixen més son els de les últimes plantes per exposició a l'hivern i sobreescalfament a l'estiu. Per això millorar el comportament de la coberta es important.

També, es important millorar el comportament tèrmic dels habitatges situats a les plantes baixes, ja que pateixen falta de radiació solar degut a la seva orientació, Est i Oest, i la ombra dels blocs similars del voltant que es projecten ombres entre ells.

Paraments:

Les estratègies de millora extrapolables al nostre edifici d'estudi serien:

OPCIÓ A: Aïllament per l'exterior (SATE)

Aïllament per l'exterior (SATE), mitjançant suro negre o llana de roca, ofereix un major control dels ponts tèrmics en cantells de forjats, contorns de buit i caixes persianes.

OPCIÓ B: Aïllament per l'interior

Extradossat directe per el interior amb llana de roca (major resistència tèrmica) o suro (que segurament es millor des de el punt de ACV. L'inconvenient d'aquest sistema es que no soluciona els ponts tèrmics i que han de moure's les elèctriques.

En contrapartida el preu es gairebé la meitat d'un SATE i no cal bastida ni llicències ni permís de la propietat de veïns. L'opció B es pot complementar amb pintures tèrmiques (a l'interior o l'exterior).

Coberta:

Les estratègies de millora extrapolables al nostre edifici d'estudi serien:

OPCIÓ A: Aïllament sobre forjat de sota coberta

Aïllament convencional en plaques de llana de roca sobre forjat sota coberta.

OPCIÓ B: Aïllament insuflat a l'espai de sota coberta

Aïllament insuflat en l'espai sota coberta sobre el forjat de l'última planta. El material d'aïllament podria ser cel·lulosa (alta resistència tèrmica) o suro (amb prestacions tèrmiques no tan bones com la cel·lulosa però amb l'avantatge de ser un material hidròfug).

Tant l'opció A com la B es poden millorar amb l'ús d'una pintura reflectant sobre la coberta.

Paraments:

Les estratègies de millora extrapolables al nostre edifici d'estudi serien:

OPCIÓ A: Aïllament per l'exterior (SATE)

OPCIÓ B: Aïllament per l'interior

Tabla 91. Resumen de soluciones para los paramentos de fachada

Sistema	Producto	Precio (€/m²)	Espesor (mm)	Conductividad (W/m.K)	Resistencia térmica (m²K/W)	Reflectancia visible (%)	Reflectancia infrarroja cercano (%)
SATE	SATE EPS Aislamiento exterior	75,62	60,0	-	1,31	-	-
	Trasdosado con yeso	52,11	48,0	-	1,19	-	-
	Trasdosado ladrillo	50,11	50,0	-	1,04	-	-
	Trasdosado directo EPS	37,25	45,0	-	0,80	-	-
	Trasdosado de lana	46,02	48,0	-	0,96	-	-
Aislamiento en paramentos	Trasdosado cercho	52,01	30,0	-	0,77	-	-
	Cámara_núcleo	28,58	-	0,038-0,043	1,18-1,32	-	-
	Cámara_vacíola	23,56	-	0,037-0,042	1,19-1,35	-	-
	Cámara_lana mineral	28,58	-	0,034-0,045	1,11-1,47	-	-
	Cámara_EPS	30,58	-	0,034-0,035	1,43-1,47	-	-
	Cámara_vacío	30,58	-	0,037-0,060	1-1,38	-	-
	Aislante reflectante	3,33	3,0	-	-	-	-
Otros	Tegol	110	10,0	-	0,25	-	-
	Vegetación	30,43	-	-	-	-	-
	Acristal	14,46	0,7	0,096	-	87	97
Pinturas	Sopral	12,6	0,8	0,188	-	-	-
	Gaia	18,14	0,5	0,150	-	-	88,2
	Th-Coat	16,87	0,75	0,093	-	-	87,7
	Tonguete	-	0,3	0,066	-	-	-
	Emulsió	10,38	0,1	0,065	-	-	-
	Supertherm	13-15	0,4	-	-	83,5	83,5-92,20

Imatge / Font Doc. Rehab. Exprés Margarita de Luxán

Paramentos	Exterior	01
Condiciones	Invierno / verano	
Nombre genérico	Sistema de aislamiento térmico exterior	
Descripción general	Sistema de aislamiento por el exterior, constituido por aislamiento térmico, en el presupuesto se considera poliestireno expandido, de 50mm de espesor adherido según universal STR-UD3-0000, y acabado final con revoco en base silicato, color claro.	
Casa comercial (web)	Genérico	
Nombre producto	Sistema de aislamiento térmico exterior con 50 mm de aislante	
Casos que comercializan	Baumit, Weber, Sto, Mapei, ...	
Datos		
	Precio (€/m²)	75,6
	Peso (kg/m²)	15,2
	Espesor (mm)	60
	Resistencia térmica (m²K/W)	1,33
	Resistencia a la difusión de vapor	60-100
	Resistencia al fuego	-
Operativa	Permite presencia usuarios	SI
	Límite futuras actuaciones	SI
	Posibilidad de eliminación	SI
	Periodicidad de reparación	NO
	Especialización de mano de obra	Especialista autorizado
	Puesta de obra sencilla	SI
	Licencia de obra	SI
	Permiso Comunidad de Vecinos	SI
Recomendaciones	El aislamiento por el exterior es el sistema más eficaz de mejora del comportamiento térmico de la envolvente de fachada, reduce las transferencias térmicas manteniendo la merca de la construcción por el interior y eliminando los puentes térmicos, además permite realizarlo con presencia de los vecinos. En este caso, es preciso tener no solo el permiso de la comunidad, sino realizar proyecto y solicitar licencia de obra y de andamio.	
Ubicaciones	Todas las localidades	

Paramentos	Interior	05
Condiciones	Invierno / verano	
Nombre genérico	Trasdosado directo lana de roca	
Descripción general	Trasdosado interior con sistema de placas de yeso laminado con aislante térmico de lana de roca incorporado. Seis disponible con espesor de lana de roca de 30mm y placas de 13 mm.	
Casa comercial (web)	Genérico	
Nombre producto	Trasdosado de placa de yeso laminado con lana de roca 30 mm	
Casos que comercializan	Pladur, Knauf, Placo	
Datos		
	Precio (€/m²)	46,82
	Peso (kg/m²)	8,6
	Espesor (mm)	48
	Resistencia térmica (m²K/W)	0,96
	Resistencia a la difusión de vapor	-
	Resistencia al fuego	A2-s1,d0
Operativa	Permite presencia usuarios	SI
	Límite futuras actuaciones	NO
	Posibilidad de eliminación	SI
	Periodicidad de reparación	NO
	Especialización de mano de obra	Bricolaje
	Puesta de obra sencilla	SI
	Licencia de obra	NO
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO
Recomendaciones	En este caso, es conveniente realizar un estudio de condensación por si es preciso incorporar una barrera de vapor. El espesor de la solución reduce el espacio del interior y obliga a la reinstalación de electricidad (cables de registro y mecanismos), al posterior pintado o trasdosado de la superficie y colocación de rodapiés (incluido en el costo). Respecto a las soluciones de trasdosado tradicionales, esta presenta la ventaja de la sencillez y rapidez de ejecución. El aislamiento de lana mineral mejora el comportamiento al fuego del sistema, pudiendo llegar a mejorar el acabado por absorción, si se diseña al efecto.	
Ubicaciones	Todas las localidades	

Paramentos	Interior	06
Condiciones	Invierno / verano	
Nombre genérico	Trasdosado directo cercho	
Descripción general	Trasdosado interior con cercho natural negro. Para evitar la caída de partículas durante el uso de la adfación, se recomienda pintar la superficie con pintura resistente a trinchas o bien trasdosarlo con placa de cartón yeso de 12,5mm.	
Casa comercial (web)	Genérico	
Nombre producto	Cercho negro natural	
Casos que comercializan	Anomix (Portugal), Exteron distribuidores en toda la península (Rumark, Enkhaus, Mafra/Portel, Lamy/Mafra, ...)	
Datos		
	Precio (€/m²)	52,61
	Peso (kg/m²)	3-3,6
	Espesor (mm)	30
	Resistencia térmica (m²K/W)	0,77
	Resistencia a la difusión de vapor	Elevada
	Resistencia al fuego	E, B2 con recubrimiento
Operativa	Permite presencia usuarios	SI
	Límite futuras actuaciones	NO
	Posibilidad de eliminación	SI
	Periodicidad de reparación	NO
	Especialización de mano de obra	Bricolaje
	Puesta de obra sencilla	SI
	Licencia de obra	NO
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO
Recomendaciones	Es conveniente realizar un estudio de condensación por si es preciso incorporar una barrera de vapor. El espesor de la solución reduce el espacio del interior y obliga a la reinstalación de electricidad (cables de registro y mecanismos), al posterior pintado o trasdosado de la superficie y colocación de rodapiés (incluido). La pintura a emplear ha de ser resistente a los trinchas, en caso contrario, aparecerán manchas negras, astilladuras, en la superficie.	
Ubicaciones	Todas las localidades	

Paramentos	Interior	17
Condiciones	Invierno / verano	
Nombre genérico	Revestimiento continuo	
Descripción general	Aislante térmico de cerámica de limitado espesor conformado por 60% de microbolas cerámicas huecas con 8-16% de árido de silicio y pequeñas cantidades de uretán glicol, white spint y aceite mineral.	
Casa comercial (web)	Gaia	
Nombre producto	Gaia	
Casos que comercializan	Gaia	
Datos		
	Precio (€/m²)	18,14
	Espesor mínimo recomendado (mm)	0,5
	Color	Blanco
	Permeabilidad al vapor de agua	60 cm²/m²·ds
	Conductividad térmica (W/m.K)	0,15
	Resistencia térmica (m²K/W)	20-300 mm (1)
	Reflex. infr. verano 780-2500 nm (%)	98,2
	Reflex. infr. invierno 3000nm (%)	94,6
	Emissividad (%)	-
	Vehículo	Agua
	Aglutinante	Silicona sanitaria: acrílica
	Dispersión	Agua
	Secado al medio	2 horas (var) - 4 horas (fin)
	Secado total	25 días
	COV's máximo	-
Operativa	Permite presencia usuarios	SI
	Límite futuras actuaciones	NO
	Posibilidad de eliminación	NO
	Periodicidad de reparación	NO
	Especialización de mano de obra	Bricolaje / Pintor
	Puesta de obra sencilla	SI
	Licencia de obra	NO
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO
Recomendaciones	Se han de aplicar 3 capas (separado el horón), en superficies poco porosas hay que aplicar una capa previa diluida en 15-20% de agua. Funciona como fotocatalítico porque si NO2 se posiciona en la capa exterior (eliminando hasta 150 bacterias y virus y siendo resistente a las raspa). No tiene formaldehídos (4R).	
Ubicaciones	Todas las localidades	

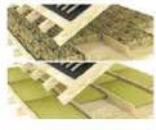
Coberta:

Les estratègies de millora extrapolables al nostre edifici d'estudi serien:

OPCIÓ A: Aïllament sobre forjat de sota coberta

OPCIÓ B: Aïllament insuflat a l'espai de sota coberta

Imatges / Font Doc. Rehab. Exprés Margarita de Luxán

Techo		Interior	63
Condiciones	Invierno / verano		
Nombre generico	Aislamiento sobre forjado de bajo cubierta		
Descripción general	Colocación de manta de aislamiento térmico en forjado de bajo cubierta.		
Casa comercial (vivienda)	Ganadería		
Nombre producto	Aislamiento térmico expandido en forjado		
Casas que comercializan	Rockwool, Isover, Basf, Unipol, Iso-Envas, Amiant, Novol, Stalco, ...		
Datos	Peso (kg/m²)	9,13	
	Peso (kg/m³)	10	
	Espesor (mm)	140	
	Conductividad térmica (W/m.K)	0,037	
	Resist. térmica añadida (m².K/W)	3,78	
Operativa	Permite presencia usuarios	SI	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	SI	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Reciclaje	
	Punto de obra sencilla	SI	
	Uso de obra	NO	
	Permite Comunidad de Vecinos	SI	
Recomendaciones	Este tipo de solución es muy eficaz en las viviendas de última planta o aquellas en contacto con locales no calefaccionados, ya que reduce las transferencias térmicas. Presenta la ventaja de su menor coste y efectividad al reducir puentes térmicos. Comúnmente se emplea lana mineral pudiendo, en su lugar, emplearse cualquier tipo de aislamiento térmico que permita el paso de vapor de agua e su travesía (no XPS, vidrio celular, ...).		
Ubicaciones	Todas las localidades		

Finestres:

Les estratègies de millora extrapolables al nostre edifici d'estudi serien:

OPCIÓ A: Substituir vidre

Reutilitzar les fusteries existents però substituir el vidre per un doble vidre + làmina baix-emissiva en la cara interior del vidre exterior, que millora el comportament del vidre en hivern. Avantatges front opció A son el cost i que es reutilitza la fusteria existent (reduir – reutilitzar-reciclar).

OPCIÓ B: Fusteria altes prestacions amb ruptura de pont tèrmic.

La de la fitxa es d'alumini perquè es la que surt a l'estudi però podríem veure els valors/preu d'una de fusta per si convé per ACV.

Tabla 94. Resumen de soluciones para techos

Sistema	Producto	Precio (€/m²)	Espesor (mm)	Peso (kg/m²)	Resistencia térmica (m²K/W)
Falso techo	Aislamiento bajo forjado	44,35	113	8	1,43
	Insulada lana mineral	40,30	50	1,8-2,8	1,11-1,47
	Insulada corcho	35,50	50	2,4	1,1,26
	Insulada fibra de roble	44,30	50	1,9-2,5	1,16-1,32
	Insulada celulosa	39,50	80	2,4	1,15-1,35
	Inyección EPS	47,53	50	0,8-1,0	1,43-1,47
	Capítulo laminado	15,30	200	7,11	4,46
Bajo cubierta	Bajo cubierta	14,00	200	15,20	4,00
	Insulada fibra de roble	14,30	200	9,10	5,55
Transparencia	Insulada celulosa	12,00	200	9,12	4,76
	Aislamiento sobre forjado	5,12	140	9,9	9,38
	Transparencia EPS	42,19	45	4,6	0,80
	Transparencia	52,29	45	4,6	0,80
	Transparencia corcho	47,00	50	3,0-3,6	1,25-1,35
	Transparencia Harioth	35,29	50	1,3,6	1,20
	Transparencia vidrio celular	40,19	50	20,3	1,08
Otros	Ventilador solar	30,96	-	1,8	-
Techo	Pavimento	19,33	3,20	-	-

Imatge / Font Doc. Rehab. Exprés Margarita de Luxán

Techos		Interior	62
Condiciones	Invierno / verano		
Nombre genérico	Aislamiento sobre forjado de bajo cubierta		
Descripción general	Incorporación de celulosa aislada, de 20 cm de espesor, en forjado (techo existente)		
Casa comercial (vivienda)	Ganadero		
Nombre producto	Aislamiento térmico de celulosa		
Casas que comercializan	Isocel, Stalco, bio-klima natura, Isocel		
Datos	Peso (kg/m²)	12	
	Peso (kg/m³)	8-12	
	Espesor (mm)	200	
	Conductividad térmica (W/m.K)	0,042	
	Resist. térmica añadida (m².K/W)	4,76	
Operativa	Permite presencia usuarios	SI	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	SI	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Especialista autorizado	
	Punto de obra sencilla	SI	
	Uso de obra	NO	
	Permite Comunidad de Vecinos	SI	
Permite propietario	NO		
Recomendaciones	Este tipo de solución es muy eficaz en las viviendas de última planta o aquellas en contacto con locales no calefaccionados, ya que reduce las transferencias térmicas. Mejora el comportamiento de aislamiento y reduce las transferencias térmicas de verano. El espesor ha incorporado ha de ser al máximo posible (20-30 cm) porque con el tiempo aumenta la densidad y pierde prestaciones. Presenta la ventaja de su menor coste respecto a las actuaciones desde el interior, así como su mayor efectividad al eliminar los puentes térmicos a través del forjado de bajo cubierta.		
Ubicaciones	Todas las localidades		

Tabla 92. Resumen de soluciones para vidrios y carpinterías

Sistema	Producto	Precio (€/m² e 12vid)	Transparencia térmica (W/m².K)	Reflexancia (%)
Láminas	Lámina control solar 3M	92	-	36 (30% 52 (40% 40)
	Lámina control Solarcheck	49 (Silver 20) y 70 (Silver 20)	-	64 (Silver 20) / 7 (Silver 20)
	Lámina reflectiva 3M	Aprox. 100	-	77
	Lámina bajo emisiva, 3M	84-148	-	47
	Lámina bajo emisiva, Solarcheck	48	-	42
Sustitución carpintería	Carpintería 4-15-80	370	2	-
	Doble carpintería	221,43	3,7	-
	Doble acristalamiento 4-8-8	43,38	3,1	-
	Doble acristalamiento 4-8-80	62,46	2,1	-
Otras	Doble acristalamiento 4-10-4	36,68	3	-
	Doble acristalamiento 4-10-80	62,30	1,8	-
	Doble capa en acristalamiento	5,05	-	-
	Doble capa	1,3-4,5	-	-
Carpinterías	Capitaneos, aluminio reflectante	8,16	-	20
	Capitaneos, aluminio	1,25	2	-
	Forma carpintería aluminio	9,23	-	-
Carpinterías	Forma carpintería aluminio	12,31	-	-
	Carpinterías aluminio policolor	19,22-5	10-16	-
	Carpinterías aluminio inoxidable	58	10-16	-
	Carpintería aluminio	8,9	-	50-70

Imatge / Font Doc. Rehab. Exprés Margarita de Luxán

Anàlisi bloc d'habitatge plurifamiliar amb el SG SAVE (OpenStudio + EnergyPlus)

Degut al seu emplaçament, orientació i sistemes constructius del seu envolupant fa que tinguem habitatges sense aïllament i amb poca inèrcia, donant transmitàncies tèrmiques altes, provocant una elevada demanda de calefacció.

Anàlisi

Guanys

Principalment els guanys són per finestres, i té una doble lectura, en els mesos fred ens va bé que tinguem aquests guanys, en canvi en els mesos càlids es necessiten de proteccions solars com persianes o de altres elements de protecció solar..

Pèrdues

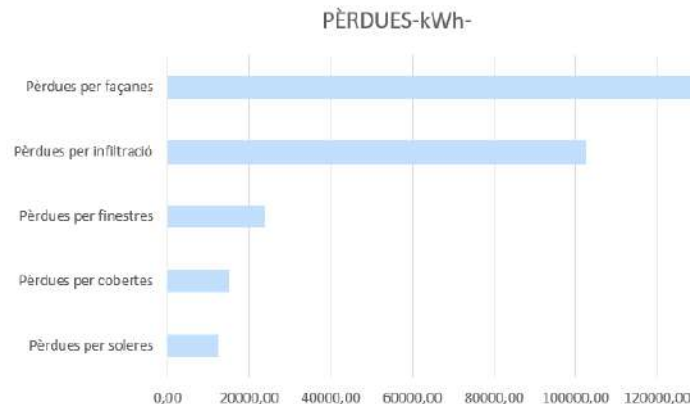
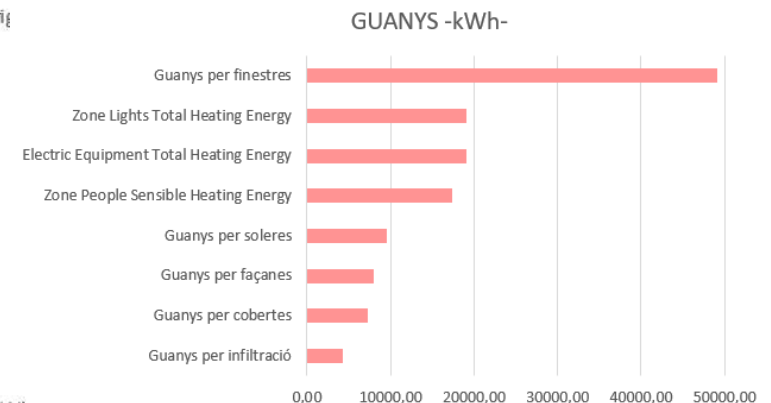
Aquest gràfic de barres de pèrdues, és un dels més importants de l'anàlisi, ja que ens dona pistes on em de intervenir per tal de reduir aquestes pèrdues, i per tant reduir la demanda tan alta de calefacció.

En primer lloc ens hauríem de centrar en millorar les façanes, en segon lloc les infiltracions, que queda relacionat amb la millora de façana, finestres i control dels ponts tèrmics. I una vegada millorades les finestres, hauríem de centrar-nos en la coberta i la solera per aquest ordre.

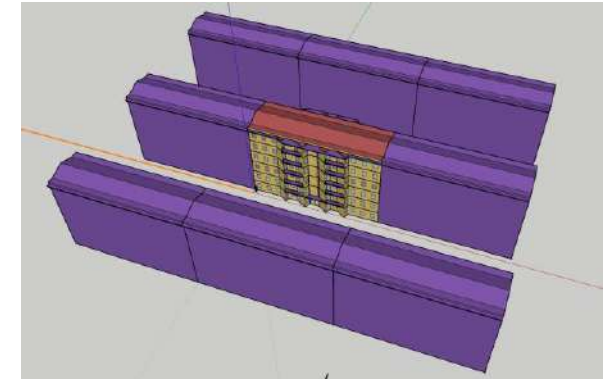
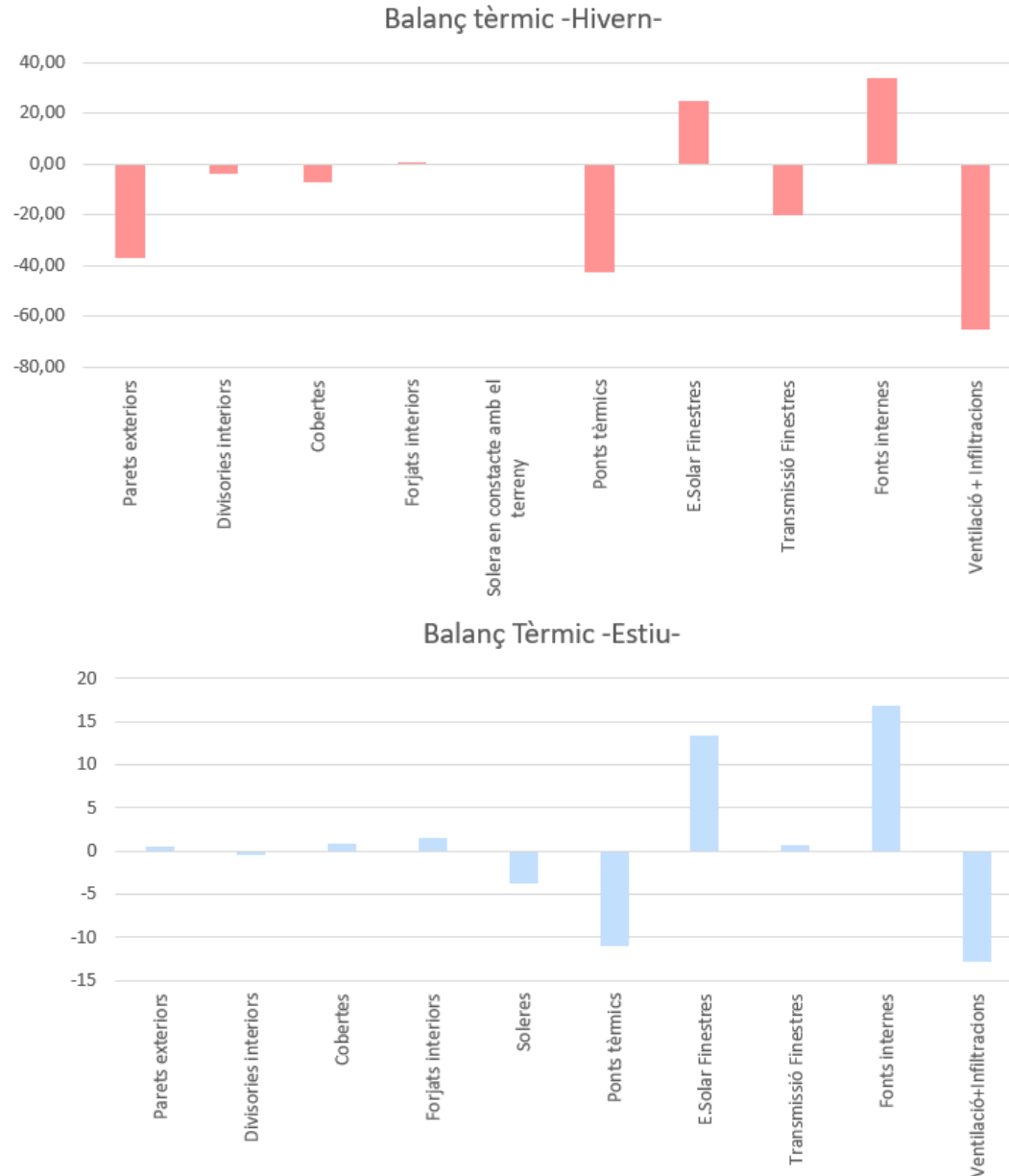


	kWh/m²	kWh
Demanda de calefacció	120,70	172356,00
Demanda refrigeració	4,60	1575,00

Dades obtingudes mitjançant la simulació amb SG SAVE



Balanç tèrmic del bloc d'habitatge plurifamiliar amb el SG SAVE (OpenStudio + EnergyPlus)



Simulació amb SG SAVE

Anàlisi

Balanç tèrmic –Hivern-

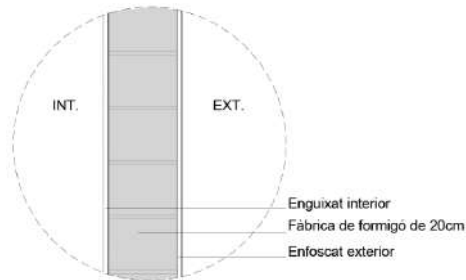
Les pèrdues en els mesos de hivern son a través de les parets exteriors, ventilació + infiltracions, i ponts tèrmics. I els guanys son a través de les finestres i de la càrrega interna dels usuaris, però no son suficient per contrarestar les pèrdues.

Balanç tèrmic –Estiu-

En canvi, en els mesos d'estiu els majors guanys de KWh es a través de les finestres i la càrrega interna dels usuaris. I per la baixa qualitat i prestacions de l'envolupant, s'obtenen pèrdues a favor de la dissipació de calor a través de les infiltracions i dels ponts tèrmics. S'ha de recordar que els habitatges s'orienten Est-Oest.

Anàlisi dels paraments exteriors amb el SG SAVE (OpenStudio + EnergyPlus)

La millor solució es aïllar per l'exterior mitjançant SATE, i així controlar els ponts tèrmics.



$U = 2,30 \text{ W/m}^2\text{K}$
TANCAMENT EXTERIOR EXISTENT



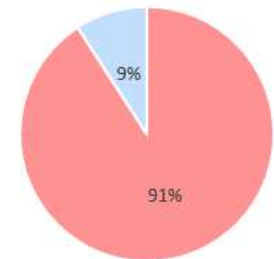
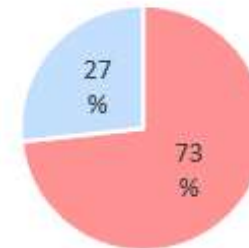
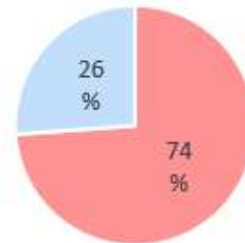
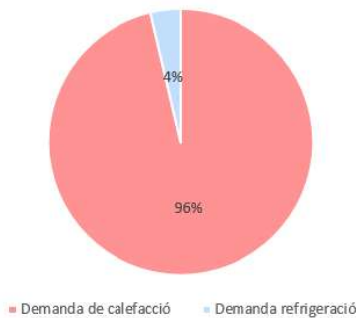
$U = 0,41 \text{ W/m}^2\text{K}$
SATE EPS de 8,00cm



$U = 0,36 \text{ W/m}^2\text{K}$
SATE SURO NEGRE de 10,00cm



$U = 0,66 \text{ W/m}^2\text{K}$
TRASDOSAT LLANA DE ROCA de 4,50cm

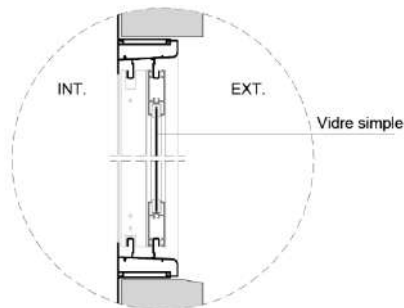


	EXISTENT		SATE EPS		SATE SURO NEGRE		AÏLLAMENT INTERIOR	
	kWh/m ²	kWh	kWh/m ²	kWh	kWh/m ²	kWh	kWh/m ²	kWh
Demanda de calefacció	120,70	172356,00	33,60	47858,00	32,90	46847,00	62,30	88933,00
Demanda refrigeració	4,60	1575,00	11,90	4089,00	12,00	4122,00	6,30	2186,00

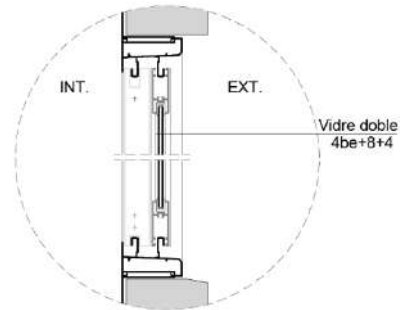
Dades obtingudes mitjançant la simulació amb SG SAVE

Anàlisi de les fusteries amb el SG SAVE (OpenStudio + EnergyPlus)

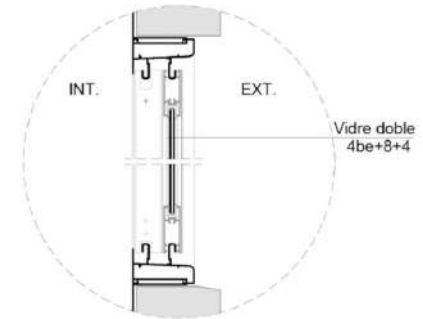
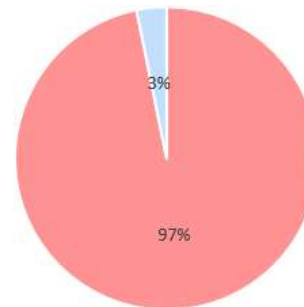
La millor solució es canviar la fusteria per una nova amb ruptura de pont tèrmic, baixa permeabilitat i vidre baix emissiu. L'inconvenient es que té un cost elevat pels usuaris.



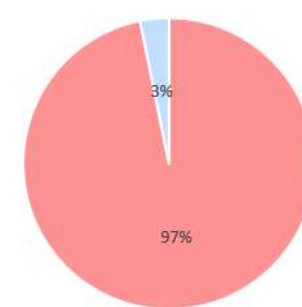
$U = 5,70 \text{ W/m}^2\text{K}$
FUSTERIA EXISTENT



$U = 2,10 \text{ W/m}^2\text{K}$
CANVI DE VIDRE PER UN VIDRE DOBLE BAIX EMISSIU



$U = 1,60 \text{ W/m}^2\text{K}$
CANVI DE FUSTERIA



	EXISTENT		VIDRE DOBLE 4BE+8+4		NOVA FUSTERIA FUSTA	
	kWh/m ²	kWh	kWh/m ²	kWh	kWh/m ²	kWh
Demanda de calefacció	120,70	172356,00	115,60	165150,00	115,30	164636,00
Demanda refrigeració	4,60	1575,00	3,80	1311,00	3,80	1314,00

Dades obtingudes mitjançant la simulació amb SG SAVE

Proposta de bloc millorat amb el SG SAVE (OpenStudio + EnergyPlus)

Aquesta proposta de millora del bloc esta pensada per aplicar-la en aquest ordre, en el cas que no es pogués actuar d'un cop.

Conclusió

Principalment la intervenció que major redueix la demanda del bloc, es la d'aïllar per l'exterior mitjançant un SATE, controlant les infiltracions per la opaca i la reducció i control dels ponts tèrmics, a més de evitar que hi apareguin condensacions dins dels habitatges.

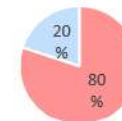
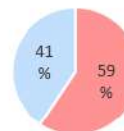
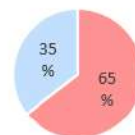
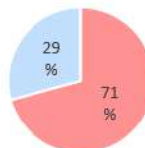
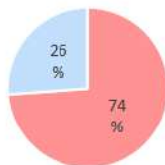
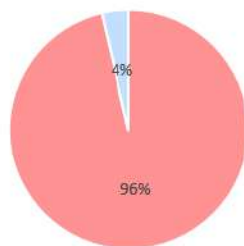
Aplicant totes aquestes solucions, arribem a reduir la demanda de calefacció per cinc. I ens situen per sota dels valors de referencia pel Ministeri per a edificis nous residencial del tipus bloc.

Demanda calefacció < 35,20Kwh/m²

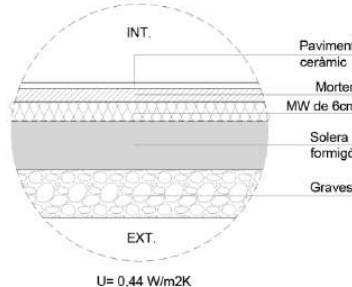
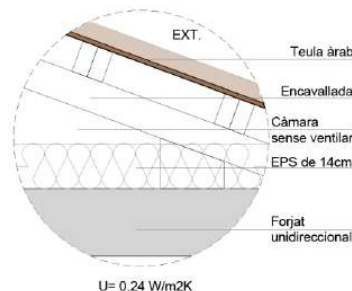
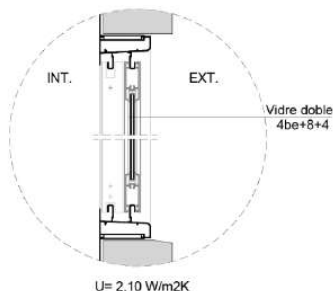
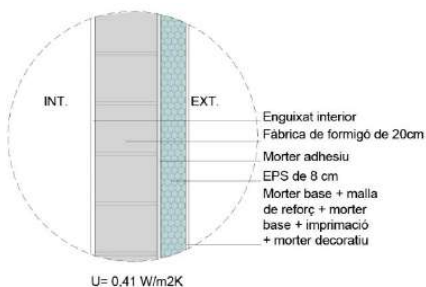
Demanda refrigeració < 7,10Kwh/m²

	EXISTENT		SATE		SATE + VIDRES		SATE+VIDRES+COBERTA		SATE+VIDRES+COBERTA+SOLERA		SATE+VIDRES+COBERTA+SOLERA +VENTILACIÓ MECÀNICA	
	kWh/m ²	kWh	kWh/m ²	kWh	kWh/m ²	kWh	kWh/m ²	kWh	kWh/m ²	kWh	kWh/m ²	kWh
Demanda de calefacció	120,70	172356,00	33,60	47858,00	26,70	38056,00	20,80	29642,00	19,90	28267,00	23,70	32631,00
Demanda refrigeració	4,60	1575,00	11,90	4089,00	11,00	3783,00	11,40	3892,00	13,60	4675,00	5,90	2008,00

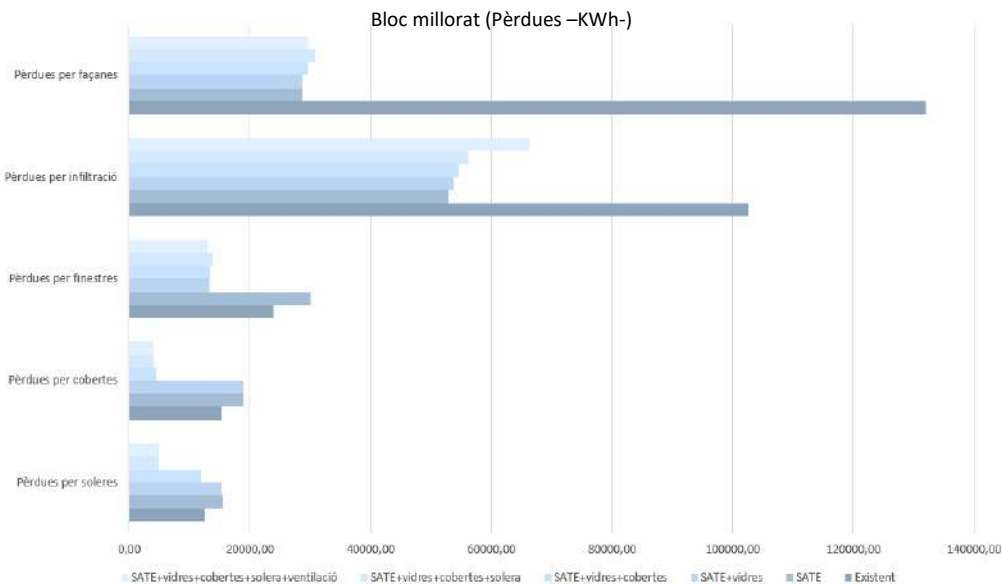
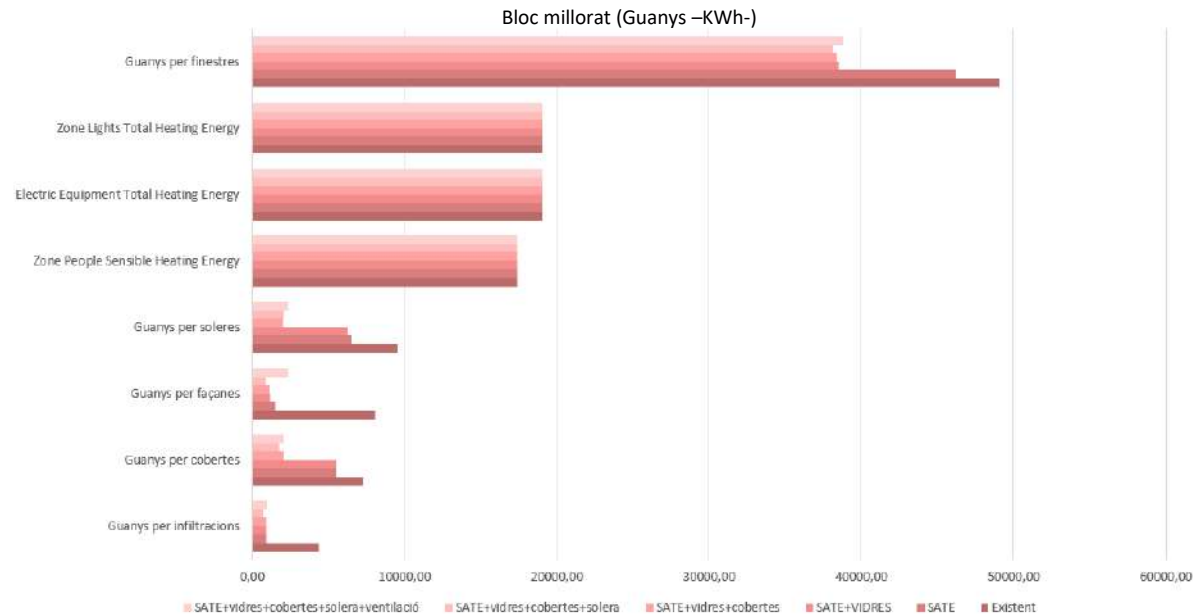
Dades obtingudes mitjançant la simulació amb SG SAVE



■ Demanda de calefacció
■ Demanda refrigeració



Guany i pèrdues del bloc d'habitatge plurifamiliar millorat amb el SG SAVE (OpenStudio + EnergyPlus)



Conclusions

Guanyys

Després de les millores, veiem que els guanyys per les finestres segueix sent la principal font de guanyys, i ens afavoreix per tal de captar radiació solar en els mesos de hivern.

Pèrdues

En canvi, en el gràfic de pèrdues podem avaluar d'una forma objectiva la eficàcia de cada una de les solucions adoptades en la proposta de millora.

Balanç tèrmic del bloc d'habitatge plurifamiliar millorat amb el SG SAVE (OpenStudio + EnergyPlus)



Conclusió

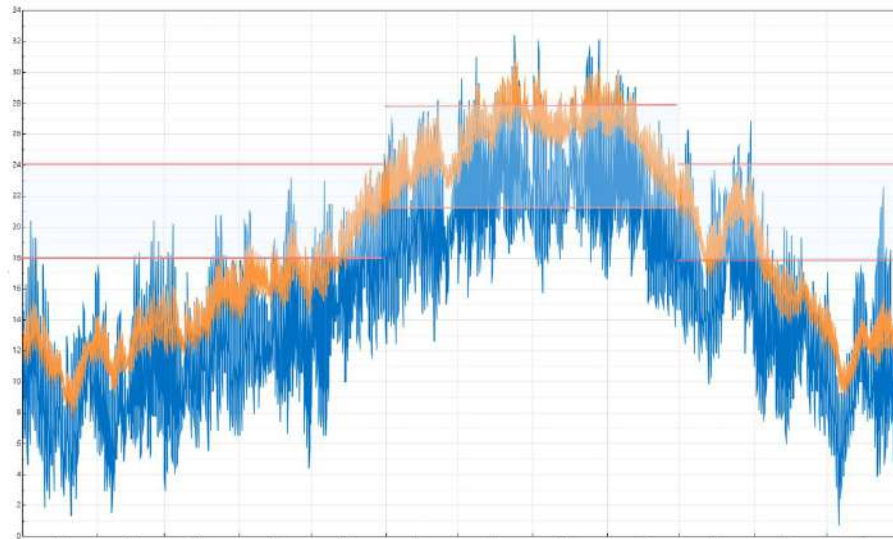
Balanç tèrmic –Hivern-

S'observa l'evolució de les pèrdues en els mesos de hivern son a través de les parets exteriors, ventilació + infiltracions, i ponts tèrmics. I els guanys son a través de les finestres i de la càrrega interna dels usuaris, però no son suficient per contrarestar les pèrdues. Les infiltracions no han millorat molt degut a que solament s'han canviat els vidres senzills per dobles conservant les fusteries existent.

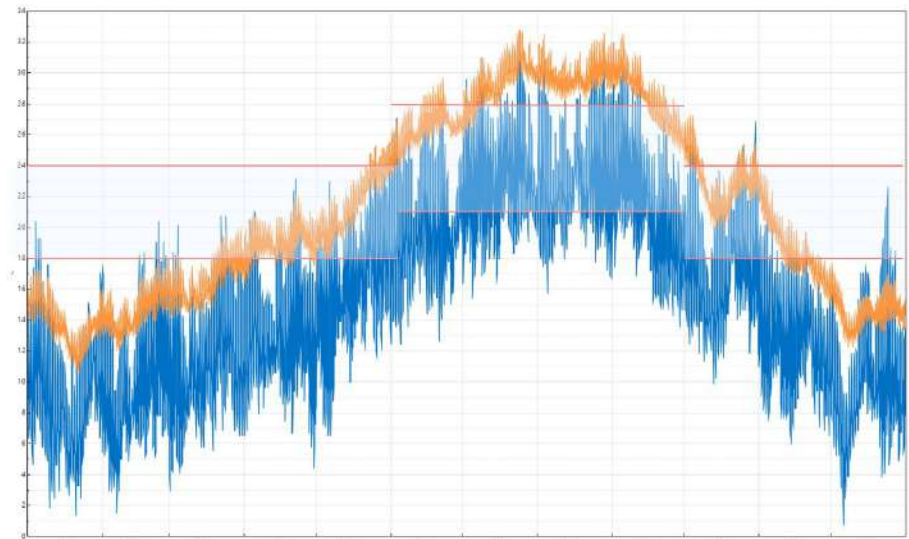
Balanç tèrmic –Estiu-

En canvi, en els mesos d'estiu els majors guanys de KWh es a través de les finestres i la càrrega interna dels usuaris. Com els habitatges s'orienten Est-Oest, i després de fer la simulació, no creiem necessàries implementar proteccions solar addicionals de les persianes que ja hi ha col·locades.

Gràfic de temperatures del bloc millorat amb el SG SAVE (OpenStudio + EnergyPlus)



Temperatures de CONFORT EXISTENT



Temperatures de CONFORT MILLORAT SATE

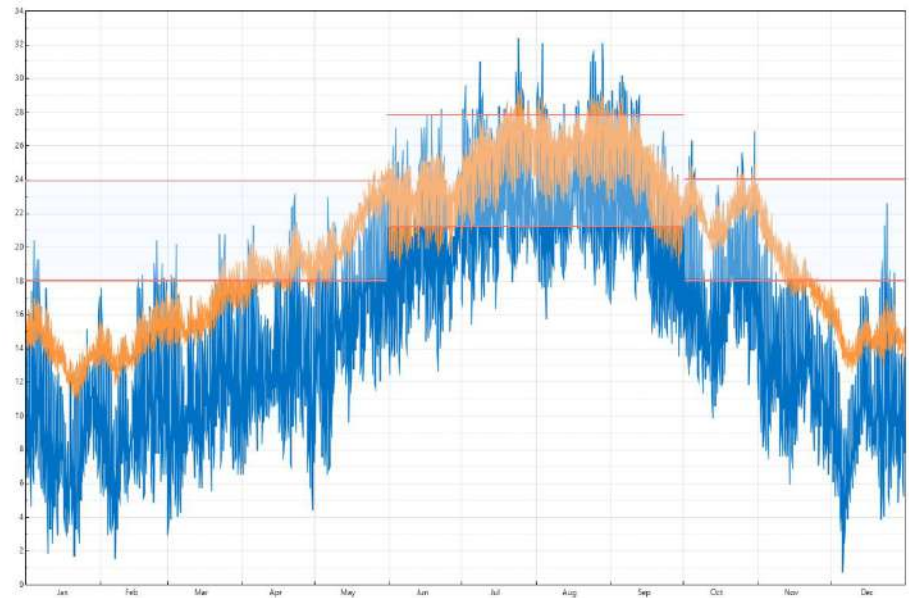
Conclusió

Gràfic de la evolució de les temperatures

S'observa en el gràfic de les temperatures del bloc existent que hi tenim molts mesos temperatures interiors inferiors a les temperatures de confort, i per tant la necessitat de les sistemes actius de calefacció.

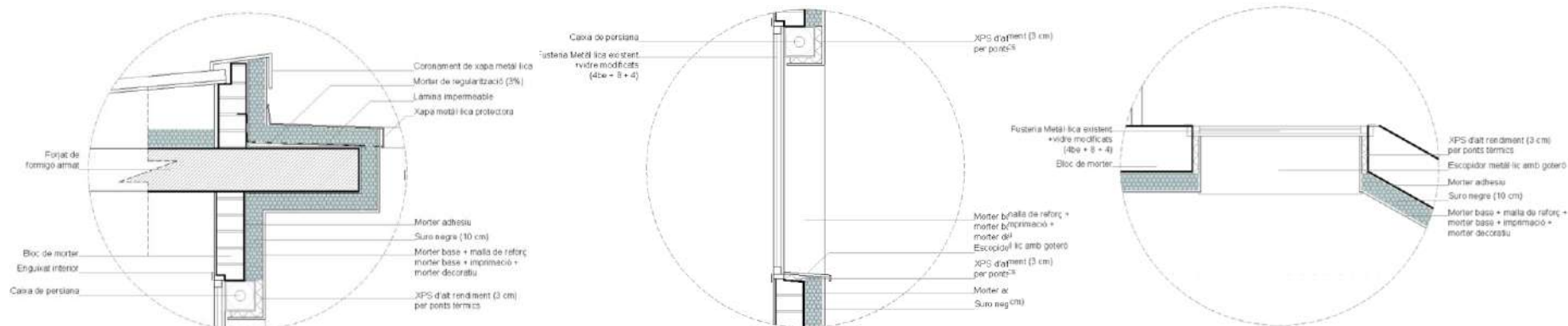
Una vegada aplicada la solució de aïllament per l'exterior SATE, es veu una millora, tenint més mesos en confort, i el diferencial de temperatura no es tan gran respecte a la temperatura de confort.

I finalment, i tenim un gràfic amb totes les solucions proposades per la millora del bloc aplicades, i observem una millora significativa amb molt més hores en confort, fins i tot en els mesos de estiu.



Temperatures de CONFORT SATE + VIDRES+ COBERTA+SOLERA+ VENTILACIÓ MECÀNICA

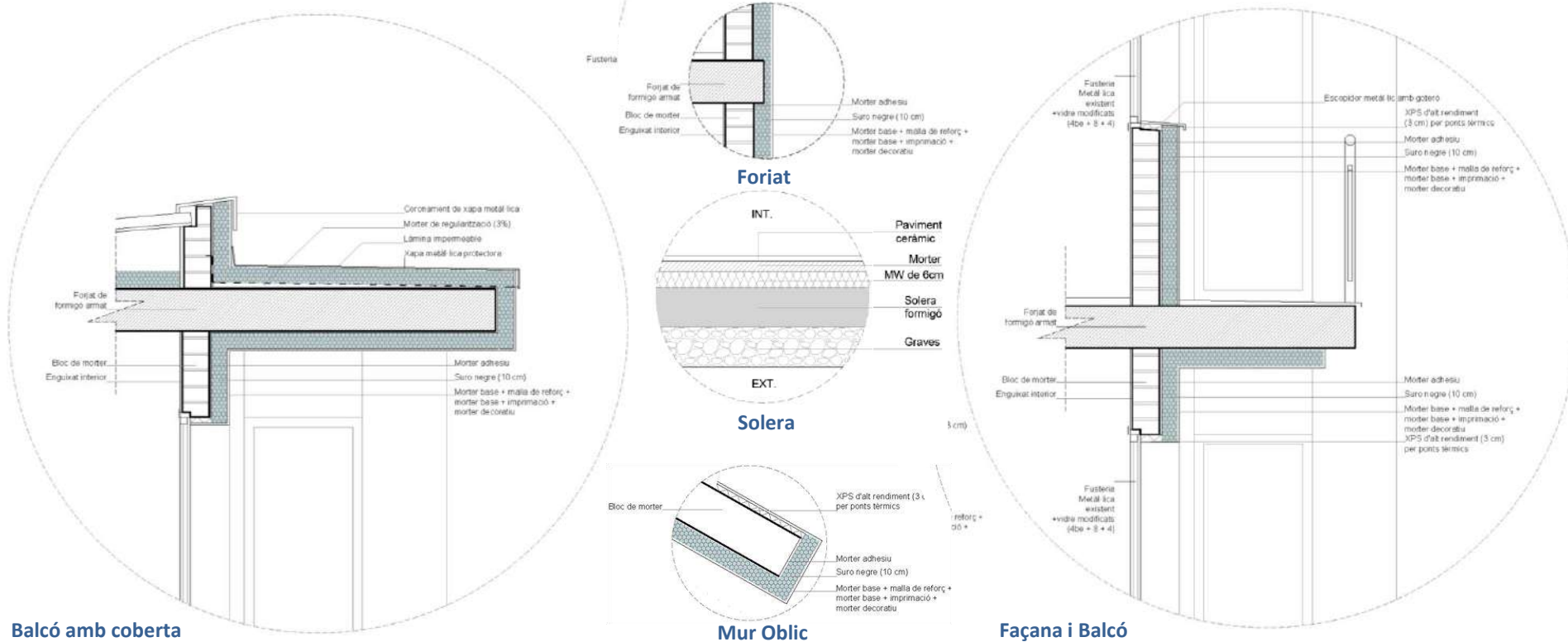
Detalls Constructius e 1:20



Façana amb coberta

Finestra (vertical)

Finestra (horitzontal)



Balcó amb coberta

Mur Oblic

Façana i Balcó

Rehabilitació Bloc AMB
MATERIALS

Cas d'estudi 2

Rehabilitació Bloc AMB.

IMPACTE DELS MATERIALS

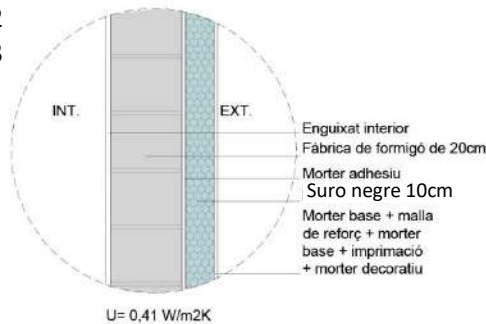
Una ràpida quantificació dels m2, m3 i kg de material que representen cadascuna de les actuacions deixa veure que només la façana concentra gairebé el 70% del pes dels materials en la rehabilitació del bloc.

SATE:

768.4m2

76.84m3

1775kg

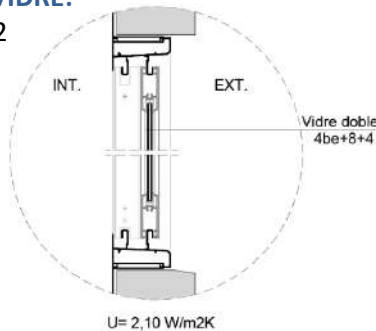


DOBLE VIDRE:

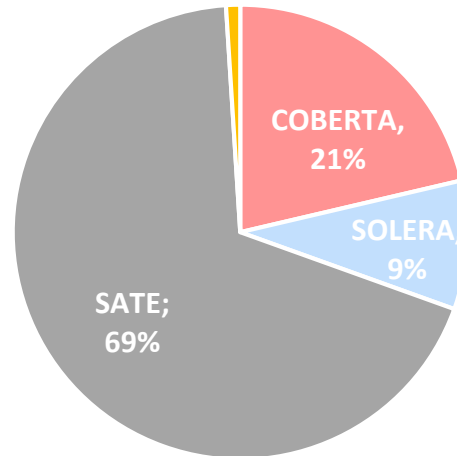
162.1m2

1.3m3

26kg



VIDRES, 1%



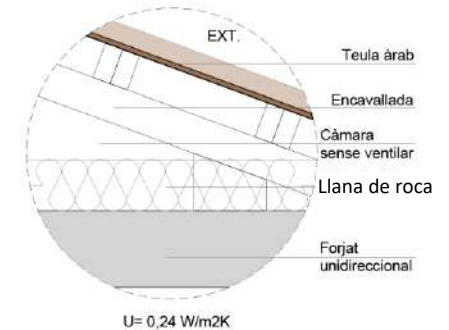
Percentatge del pes de cada actuació respecte del total en kg

ÀILLAMENT COBERTA:

219.5m2

30.73m3

553kg

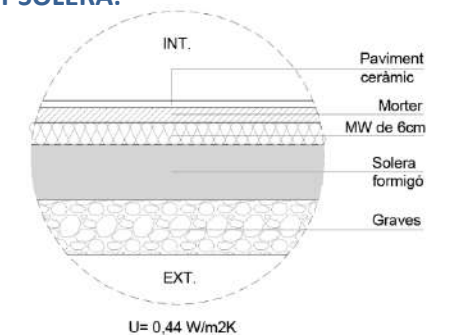


ÀILLAMENT SOLERA:

219.5m2

13.17m3

237kg



ANÀLISI IMPACTES

Anàlisi de les diferents opcions de material i el seu impacte associat en termes d'energia i emissions.

Anàlisi dels sistemes que componen la rehabilitació.

Material	Espec. Tèrmiques			Pes kg/m2	Energia				Emissions A1-A3-B2			font
	Conduct(w /mk)	Resist(m²· K/W)	Transm.(W/ m2K)		MJ/m2 (Total)	MJ/kg	MJrenov /UF	MJ/UF no renov	kgCO2/m2	kgCO2/kg	kgCO2equi vUF	
XPS Poliestirè extruït	0.03	2.35	0.43	2.59	213.59	82.38	6.32	207.27	9.35	3.61	6.04	DAP - Danosa Danopren
EPS Poliestirè expandit	0.03	2.46	0.41	1.20	150.11	125.09	7.42	86.40	5.49	4.57	3.43	ICE
Suro negre	0.04	2.33	0.43	11.00	44.00	4.00			2.09	0.19		ICE
Fibra de Vidre	0.04	2.37	0.42	1.62	45.36	28.00			2.19	1.35		ICE
Rockwool - Llana de Roca	0.04	2.50	0.40	3.00	33.78	11.26	1.30	11.20	3.24	1.08	1.20	DAP -Rockwool
Llana Ovella - Wool4Build	0.03	2.42	0.41	3.20	38.37	11.99			3.82	0.62		DAP -WOOL4BUILD
Fibra de fusta - Gutex-Thermowall	0.04	2.16	0.46	13.84	177.04	12.79	383.00	1,830.00	-13.12	-0.95	-164.00	DAP - Gutex

Escala materials

Aïllaments

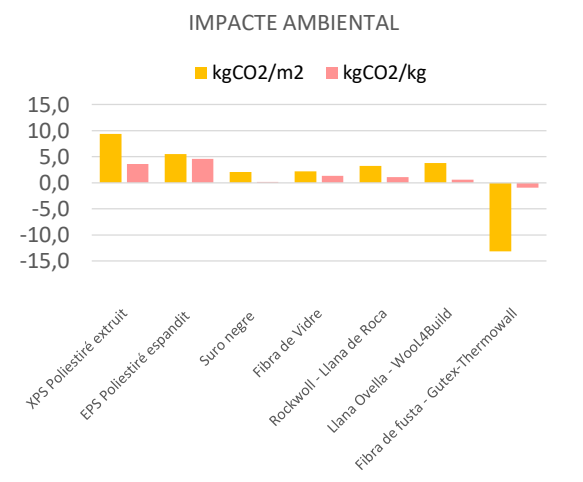
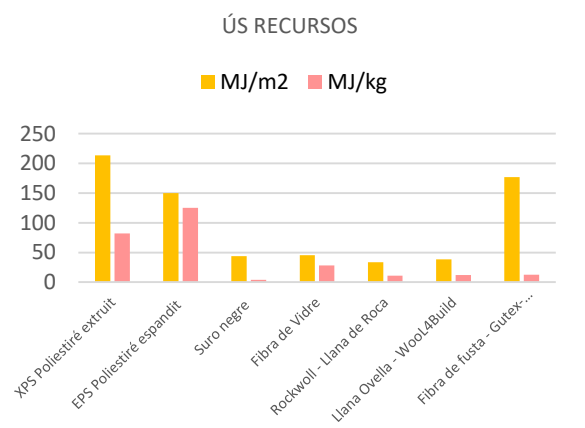
El material amb més impacte a la rehabilitació en aquest cas tant per pes com per volum és l'aïllament (present en el SATE, la coberta y la solera). Per aquest motiu hem volgut analitzar en detall les diferents opcions de material i el seus impactes associats.

Resultat de la presa en consideració de l'impacte ambiental, la higroscopicitat, el comportament al foc i la vulnerabilitat a l'atac d'insectes el material per el que ens decanem es el **SURO NEGRE**.

Escala sistemes

Solera i sota-coberta

Extrapolant els resultats obtinguts a dalt podem calcular l'impacte provocat en la rehabilitació energètica de la coberta y la solera.



IMPACTE MILLORA AÏLLAMENT SOLERA:

- 6cm LLANA DE ROCA
- 2cm MORTER
- 1,1cm PAVIMENT CERÀMIC

MJ/m2	MJ/kg	KgCO2/m2	KgCO2/kg
310.81	24.59	17.55	1.68

IMPACTE MILLORA AÏLLAMENT SOTA COBERTA:

- 14cm LLANA DE ROCA

MJ/m2	MJ/kg	KgCO2/m2	KgCO2/kg
47.30	11.26	4.54	1.08

ANÀLISI IMPACTES

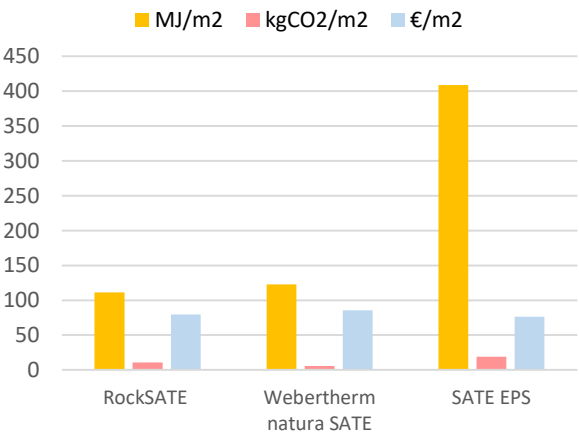
El sistema que impactarà més en termes d'unitat de superfície serà el SATE (sistema d'aïllament tèrmic per l'exterior). Per aquest motiu s'inclou l'impacte econòmic a l'anàlisi

Escala sistemes

SATE

Tant el sistema RockSATE amb llana de roca com Webertherm natura SATE amb suro negre representen una reducció de l'impacte a la quarta part en termes de energia primària.

COMPARATIVA



	Espec. Tèrmiques	Pes	Energia		Impacte		Preu
Material	Transm. (W/m2K)	kg/m2	MJ/m2 (Total)	MJ/kg	kgCO2/m2	kgCO2/kg	€/m2
RockSATE	0.44	15.10	111.49	7.38	10.69	0.71	79.63
Webertherm natura SATE	0.40	23.10	122.60	5.31	5.71	0.25	85.57
SATE EPS	0.41	13.30	408.67	30.73	19.04	1.43	76.19

SATE WEBERTHERM NATURA

Unitat	Descripció	Import
Materials		
m²	Perfil d'arrencada "WEBER", d'alumini, de 60 mm d'amplada i 0,88 mm de gruix, amb goteró, per anivellació i suport dels panells aïllants dels sistemes d'aïllament tèrmic per l'exterior sobre la línia de sòcol; inclús kit de fixació per a perfil.	0.77
m²	Mortor polimèric d'altres prestacions reforçat amb fibres, Webertherm Base, "WEBER", color gris, compost de ciment gris, càrregues minerals, resines hidròfugues redispersables, fibres i additius especials, per a aplicar amb llana, per adherir els panells aïllants i com capa base, tipus GP CSIII W2, segons UNE-EN 998-1.	5.04
m²	Panell rígid d'aglomerat de suro natural expandit, sense additius, Webertherm Placa Corcho "WEBER", de color marró, de 60 mm d'espessor, segons UNE-EN 13170, resistència tèrmica 1,5 m²K/W, conductivitat tèrmica 0,04 W/(mK), molt transpirable, Euroclasse E de reacció al foc segons UNE-EN 13501-1.	36.96
m²	Espiga de polipropilè amb clau de plàstic reforçat amb fibra de vidre, Webertherm Espiga H3 "WEBER", de 95 mm de longitud, per fixació de panells aïllants.	1.5
m²	Mortor polimèric d'altres prestacions reforçat amb fibres, Webertherm Base, "WEBER", color blanc, compost de ciment blanc, càrregues minerals, resines hidròfugues redispersables, fibres i additius especials, per a aplicar amb llana, per adherir els panells aïllants i com capa base, tipus GP CSIII W2, segons UNE-EN 998-1.	7.2
m²	Malla de fibra de vidre antiàlcals, Webertherm 160 "WEBER", de 3,5x3,8 mm de llum de malla, 160 g/m² de massa superficial, 0,52 mm de gruix i de 0,11x50 m, per armar morters.	1.88
m²	Mortor de calç imitació d'estuc tradicional, tipus CR CSI W2, segons UNE-EN 998-1, per a ús en interiors o en exteriors, Webercal Flexible "WEBER", color a escollir, compost de calç aèria, resines sintètiques, càrregues i pigments minerals i additius orgànics i inorgànics, impermeable a l'aigua de pluja i permeable al vapor d'aigua, subministrat en sacs.	6.69
m²	Subministrament i instal·lació. Inclou mà d'obra i mitjans auxiliars	25.53
TOTAL		85.57

SATE WEBER EPS

Unitat	Descripció	Import
Materials		
m²	Perfil d'arrencada "WEBER", d'alumini, de 60 mm d'amplada i 0,88 mm de gruix, amb goteró, per anivellació i suport dels panells aïllants dels sistemes d'aïllament tèrmic per l'exterior sobre la línia de sòcol; inclús kit de fixació per a perfil.	0.77
m²	Mortor polimèric d'altres prestacions reforçat amb fibres, Webertherm Base, "WEBER", color gris, compost de ciment gris, càrregues minerals, resines hidròfugues redispersables, fibres i additius especials, per a aplicar amb llana, per adherir els panells aïllants i com capa base, tipus GP CSIII W2, segons UNE-EN 998-1.	5.04
m²	Panel rígido de poliestireno expandido, Webertherm Placa EPS "WEBER", de color blanco, de 80 mm de espesor, según UNE-EN 13163, resistencia térmica 2,16 m²K/W, conductividad térmica 0,037 W/(mK), Euroclase E de reacción al fuego según UNE-EN 13501-1	27.54
m²	Espiga de polipropilè amb clau de plàstic reforçat amb fibra de vidre, Webertherm Espiga H3 "WEBER", de 95 mm de longitud, per fixació de panells aïllants.	1.54
m²	Mortor polimèric d'altres prestacions reforçat amb fibres, Webertherm Base, "WEBER", color blanc, compost de ciment blanc, càrregues minerals, resines hidròfugues redispersables, fibres i additius especials, per a aplicar amb llana, per adherir els panells aïllants i com capa base, tipus GP CSIII W2, segons UNE-EN 998-1.	7.2
m²	Malla de fibra de vidre antiàlcals, Webertherm 160 "WEBER", de 3,5x3,8 mm de llum de malla, 160 g/m² de massa superficial, 0,52 mm de gruix i de 0,11x50 m, per armar morters.	1.88
m²	Mortor de calç imitació d'estuc tradicional, tipus CR CSI W2, segons UNE-EN 998-1, per a ús en interiors o en exteriors, Webercal Flexible "WEBER", color a escollir, compost de calç aèria, resines sintètiques, càrregues i pigments minerals i additius orgànics i inorgànics, impermeable a l'aigua de pluja i permeable al vapor d'aigua, subministrat en sacs.	6.69
m²	Subministrament i instal·lació. Inclou ma d'obra i mitjans auxiliars	25.53
TOTAL		76.19

ROCK SATE ROCKWOOL

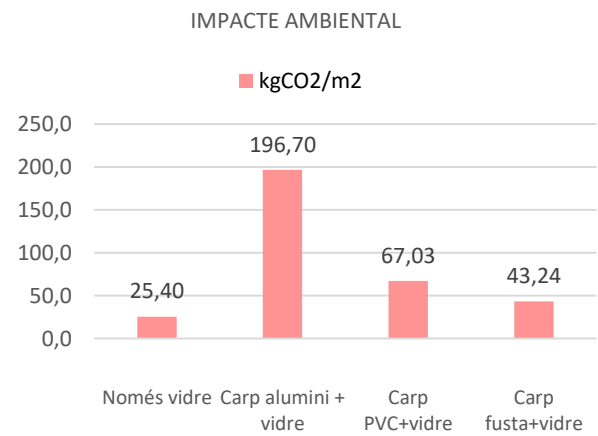
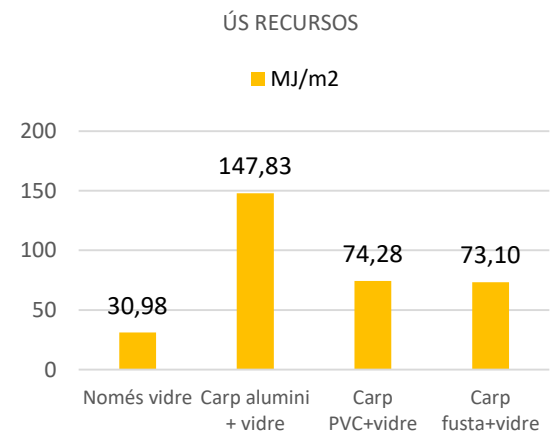
Unitat	Descripció	Import
Materials		
m²	Perfil para zócalo/panel de arranque	0.77
m²	Mortero adhesivo REDArt Adhesivo (15 mm)	6.04
m²	Panel de lana de roca de Doble Densidad ROCKSATE DUO PLUS (80mm)	26.81
m²	Fijación mecánica REDArt Anclajes	3
m²	Mortero armadura para el embebido de la malla de refuerzo REDArt Capa Base (5,0mm)	7.2
m²	Malla de refuerzo REDArt malla estándar	2.88
m²	Mortero de acabado REDArt acabado Silicato / Silicona disponibles en más de 200 colores (1,5mm)	7.4
m²	Subministrament i instal·lació. Mitjans auxiliars inclosos	25.53
TOTAL		79.63

ANÀLISI IMPACTES

Anàlisi de les diferents opcions de material i el seu impacte associat en termes d'energia i emissions.

Anàlisi dels sistemes que componen la rehabilitació.

		Pes	Energia					Emissions A1-A3-B2	
Material	Transm. (W/m2K)	kg/m2	MJ/m2 (Total)	MJ/kg	MJrenov/kg	MJno renov/kg	kgCO2/m2	kgCO2/kg	font
Només vidre	2.10	15.00	30.98	15.98	0.66	15.32	25.40	1.69	DAP - Guardian
Carp alumini + vidre	1.70	31.96	147.83	115.87	115.87		196.70	6.15	DAP - Exlabesa
Carp PVC+vidre	1.30	21.98	74.28	52.31	52.31		67.03	3.05	DAP-Rehau
Carp fusta+vidre	1.60	26.57	73.10	46.53	46.53		43.24	1.63	DAP-Zuhaizki



Escala sistemes

Tancaments practicables

Extrapolant els En aquest cas la tria passa per la reducció d'impactes al limitar la intervenció a la substitució dels vidres conservant i adaptant les fusteries existents.

En l'anàlisi dels impactes no s'ha tingut en compte l'impacte de l'enderroc que implicaria el canvi de les fusteries. En aquest cas s'agreuja encara més l'impacte per la substitució total de les fusteries

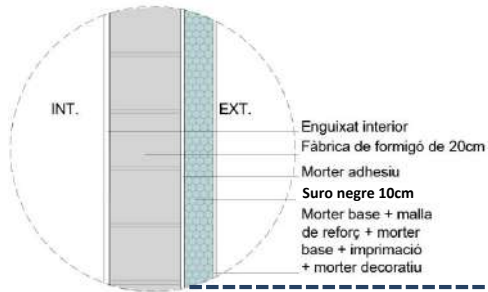
IMPACTE TOTAL

L'impacte total de la rehabilitació energètica en termes d'energia es de 177.601,12 MJ i de 1.483,09 kgCO₂ per bloc.

Impactes totals diferents actuacions

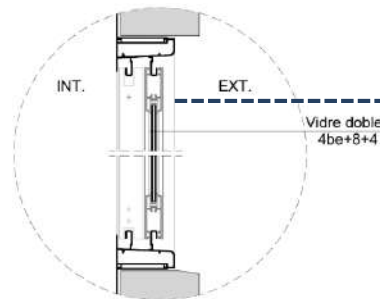
SATE:

94,156.80 MJ - 443.75kgCO₂ - 5.71 kgCO₂/m²



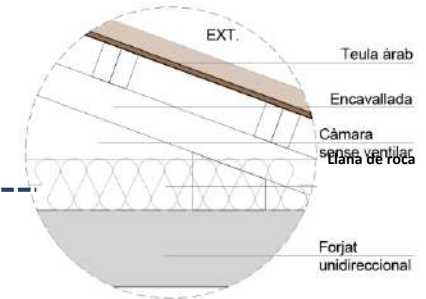
DOBLE VIDRE:

5.019 MJ - 43.94KgCO₂ - 25.40 kgCO₂/m²



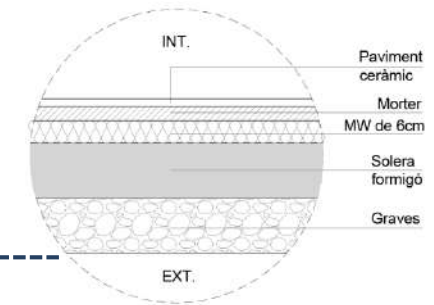
AÏLLAMENT COBERTA:

10.358 MJ - 597.24 kgCO₂ - 4.54 kgCO₂/m²



AÏLLAMENT SOLERA:

68.067 MJ - 398.16kgCO₂ - 17.55 kgCO₂/m²



AMORTITZACIÓ EN TERMES D'ENERGIA I ECONÒMICS

El total de l'energia primària fruit de la intervenció de rehabilitació energètica ascendeix a 177.601 MJ per bloc.

Tanmateix l'estalvi en el consum energètic generat ascendeix a 630.418MJ anual.

ESTALVI ENERGÈTIC

Energia Primària anual

El SG Save ens facilita el càlcul perquè aplica automàticament els factors de conversió de energia final a energia primària.

Energia primària edifici EXISTENT: 293.558 kW/h
Energia primària edifici REFORMAT: 118.442kW/h

Passant els kW/h a MJ obtenim:

Energia primària edifici EXISTENT: 1.056.809 MJ
Energia primària edifici REFORMAT: 426.391 MJ

Per tant obtenim un estalvi anual de **630.418 MJ**

Estimem que l'impacte en termes d'energia es compensa amb l'estalvi energètic de **6 mesos** (considerem que els valors serien una mica superiors als quantificats perquè no s'han considerat enderrocs, mitjans auxiliars...).

ESTALVI ECONÒMIC

Cost intervenció

Estimem els següents costos/m2:

- sate: 85,57€/m2
- millora solera: 46,95€/m2
- aïllament sota coberta: 12,54€/m2
- canvi vidre doble BE+ adaptació fust.: 70,54€/m2

	m2	€/m2	€
SATE	768.4	85.57	65,751.99
Solera	219.5	46.95	10,305.53
Coberta	219.5	12.54	2,752.53
Vidres	162.1	70.54	11,434.53
		PEM	90,244.58

Donant lloc a un PEM per bloc de poc mes de 90.000€.

AMORTITZACIÓ ECONÒMICA

Cost energia

Agafant com a referencia la Tarifa General 2.0A del mercat regulat que estima 0.063 €/kWh:

$$175.116 \text{ kW/h} * 0.063 \text{ €/kWh} = 11.032,31 \text{ €}$$

Per tant, l'amortització econòmica de la intervenció es durà a terme en poc mes de 8 anys.

Aquesta inversió a mitjà termini representa un estalvi anual d'uns 460 euros per família.

Tanmateix cal destacar que algunes d'aquestes famílies podrien trobar-se actualment en una situació de pobresa energètica, ja que la despesa damunt esmenada per aconseguir el confort tèrmic amb calefacció /refrigeració no estaria al seu abast.

La rehabilitació energètica doncs té una dimensió social i no només econòmica.

Rehabilitació Bloc AMB
AIGUA

Cas d'estudi 2

Rehabilitació Bloc AMB.

ESPAI URBÀ I RENATURALITZACIÓ

Biofília, augment de la evapotranspiració i reducció del efecte illa de calor.

Verd urbà

Estat actual

El polígon estudiat, té una greu carència de zones verdes y permeables. Els testers del blocs s'orienten a sud i nord. El tester sud rep una important insolació als mesos càlids, contribuint al sobreescalfament dels habitatges en cantonada.

Proposta

Re-naturalitzar l'espai públic, augmentant la coberta vegetal i la permeabilitat del sol, amb:

- plantació d'arbrat
- substitució dels escocells i els parterres de gespa per jardins de pluja.
- testers verds, amb entapissants i enfiladisses.
- transformar una de les pèrgoles existents i creació de una nova per enfiladisses caduques.
- Permeabilització de les zones de pàrquing i algunes àrees de passeig.

Fotomuntatge bloc rehabilitat i nou i espai públic



Cas d'estudi 2 Rehabilitació Bloc AMB.

ESPAI URBÀ I RENATURALITZACIÓ

Superfície i estratègies

Superfície verda

Després del procés de renaturalització del polígon obtenim:

- 163 exemplars arboris
- 2.440m2 de jardins de pluja
- 1.900m2 de paviments permeables
- 758m2 de tester coberts amb entapissants i enfiladisses
- 230m2 coberts amb pèrgoles amb enfiladisses

Estratègies

Gabions per a crear un volum on plantar noves espècies que actuen com refugis de petita fauna.



Font . Pastor – Morales. El camino del agua en el paisaje urbano, barrio de Bon Pastor.

Testers verds: per millorar la percepció de l'espai públic i combatre el sobreescalfament de la façana.



Font. Retrofachadas.info

Manteniment i reforç dels espais lliures entre blocs amb arbrat. Ombres projectades, millora de la privacitat entre blocs, disminució de la temperatura, major evapotranspiració i captura CO2.

Aprofitar una de les pèrgoles existents i creació d'una nova per enfiladisses caduques: espai d'ombra per persones i vehicles.

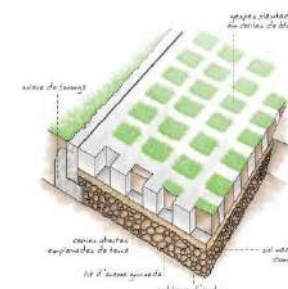


Jardins de pluja: disminució la infiltració i acumulació amb la introducció de SUDs a sota.



Font . Pastor – Morales. El camino del agua en el paisaje urbano, barrio de Bon Pastor.

Paviments permeables per augmentar la infiltració i reduir les escorrenties i reduir el sobreescalfament dels paviments a l'estiu.



Font. Manual xerojardineria Govern Balear.



Cas d'estudi 2

Rehabilitació Bloc AMB.

ESPAI URBÀ I RENATURALITZACIÓ

Beneficis

Beneficis

- Disminució de la temperatura per l'augment de la evapotranspiració provocada per les plantes. Com que la màxima es dona al mes de Juliol ens ajuda a pal·liar els efectes de la illa de calor.
- Protecció de la incidència radiació ultraviolada i ombres projectades sobre els paraments: disminució de la percepció del calor i del sobreescalfament dels blocs i paviments
- Augment de la permeabilitat i de la infiltració.
- Beneficis físics i psíquics derivats del contacte directe amb la vegetació (cal evitar espècies que puguin provocar al·lèrgies i emissió COV's).
- Atenuació dels sorolls per absorció, reflexió i enmascarament amb altres d'agradables.
- Disminució de les escorrenties.
- Segrest de CO2 i millora de la qualitat de l'aire

Evapotranspiració

Segons l'Agència Estatal de Meteorologia la mitjana de temperatura al Observatori del Prat (Aeroport) pel període 1981 a 2010 fou de 16.1°C.

Segons l'estudi hidrològic de Josep A. Plana Castellví, *"Una aportación al estudio hidrológico del Llobregat"* la evapotranspiració real al Prat del Llobregat (d'on hem agafat les dades per al Plou) és potencialment del 91% de la precipitació anual.

Això ens dona un valor teòric aproximat de 505m/any.

També ens informa que la màxima evapotranspiració es dona al mes de Juliol.

El Ministeri per la Transició Ecològica ofereix un servei de Geoportal amb dades de la ETR.

Es possible consultar el servei a:
<https://www.mapama.gob.es/ide/metadatos/index.html?srv=metadata.show&uuid=7c53bb13-b89d-4c26-a777-26d548680713>

La información cartográfica que se puede visualizar en este servicio es la siguiente:



Cas d'estudi 2

Rehabilitació Bloc AMB.

ESPAI URBÀ I RENATURALITZACIÓ

Necessitats hídriques

Necessitats hídriques

El manual de reg de Parcs i Jardins de Barcelona ens aporta informació interessant quan volem establir quines seran les necessitats estimades de reg en el Polígon.

Després del procés de renaturalització del polígon les necessitats de reg, un cop tinguda en compte la pluviometria veiem que no hi ha necessitat de reg els mesos d'Octubre a Març. El mes amb més demanda és Juliol. Si calculem l'aigua de reg necessària per aquest mes:

- Arbrat i jardins de pluja: 246.440mm
- Testers verds: 76.558mm
- Pèrgoles amb enfiladisses: 23.230mm

Per tant el més amb més demanda aquesta la podem estimar en 346.228mm o litres.

Coeficient de cultiu Kc

Tots el verd considerat té els mateixos coeficients el que en facilita el reg i el manteniment.

Cultiu	Kc Hivern	Kc prim. - tardor	Kc Estiu
Entapissants	0.2	0.4	0.6
Arbustos	0.2	0.4	0.6
Arbres	0.2	0.4	0.6

Font. Parcs i Jardins Bcn

K _c tapitzants	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,6	0,8	0,8	0,6	0,4	0,2	0,2	
Necessitats mm/dia	0,2	0,2	0,4	1	1,2	2,5	3,4	3	1,9	0,6	0,3	0,2	
Necessitats mm/mes	5	6	11	30	36	76	101	89	58	18	8	6	443
Necessitats de reg mm/mes	-12	-74	-37	17	27	76	101	89	43	-28	-48	-36	353
Necessitats de reg mm/setmana	-3	-17	-9	4	6	18	24	21	10	-6	-11	-8	82

K _c arbusts	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,6	0,8	0,8	0,6	0,4	0,2	0,2	
Necessitats mm/dia	0,2	0,2	0,4	1	1,2	2,5	3,4	3	1,9	0,6	0,3	0,2	
Necessitats mm/mes	5	6	11	30	36	76	101	89	58	18	8	6	443
Necessitats de reg mm/mes	-12	-74	-37	17	27	76	101	89	43	-28	-48	-36	353
Necessitats de reg mm/setmana	-3	-17	-9	4	6	18	24	21	10	-6	-11	-8	82

K _c arbres	0,2	0,2	0,2	0,4	0,4	0,6	0,8	0,8	0,6	0,4	0,2	0,2	
Necessitats mm/dia	0,2	0,2	0,4	1	1,2	2,5	3,4	3	1,9	0,6	0,3	0,2	
Necessitats mm/mes	5	6	11	30	36	76	101	89	58	18	8	6	443
Necessitats de reg mm/mes	-12	-74	-37	17	27	76	101	89	43	-28	-48	-36	353
Necessitats de reg mm/setmana	-3	-17	-9	4	6	18	24	21	10	-6	-11	-8	82

Cas d'estudi 2

Rehabilitació Bloc AMB.

Estalvi d'aigua

Disseny i equips

Es consideraran superfícies de captació aquelles en que, excepte les operacions de manteniment no siguin transitables. Des de un punt de vista quantitatiu es poden utilitzar totes les superfícies de recollida disponibles i siguin adequades qualitativament.

A nivell quantitatiu, expressat en tant per un la seva eficiència, s'agafen els següents coeficients de escorrenties en funció del tipus de coberta:

Coberta dura inclinada	0,80 a 0,90
------------------------	-------------

Aplicació de les aigües grises

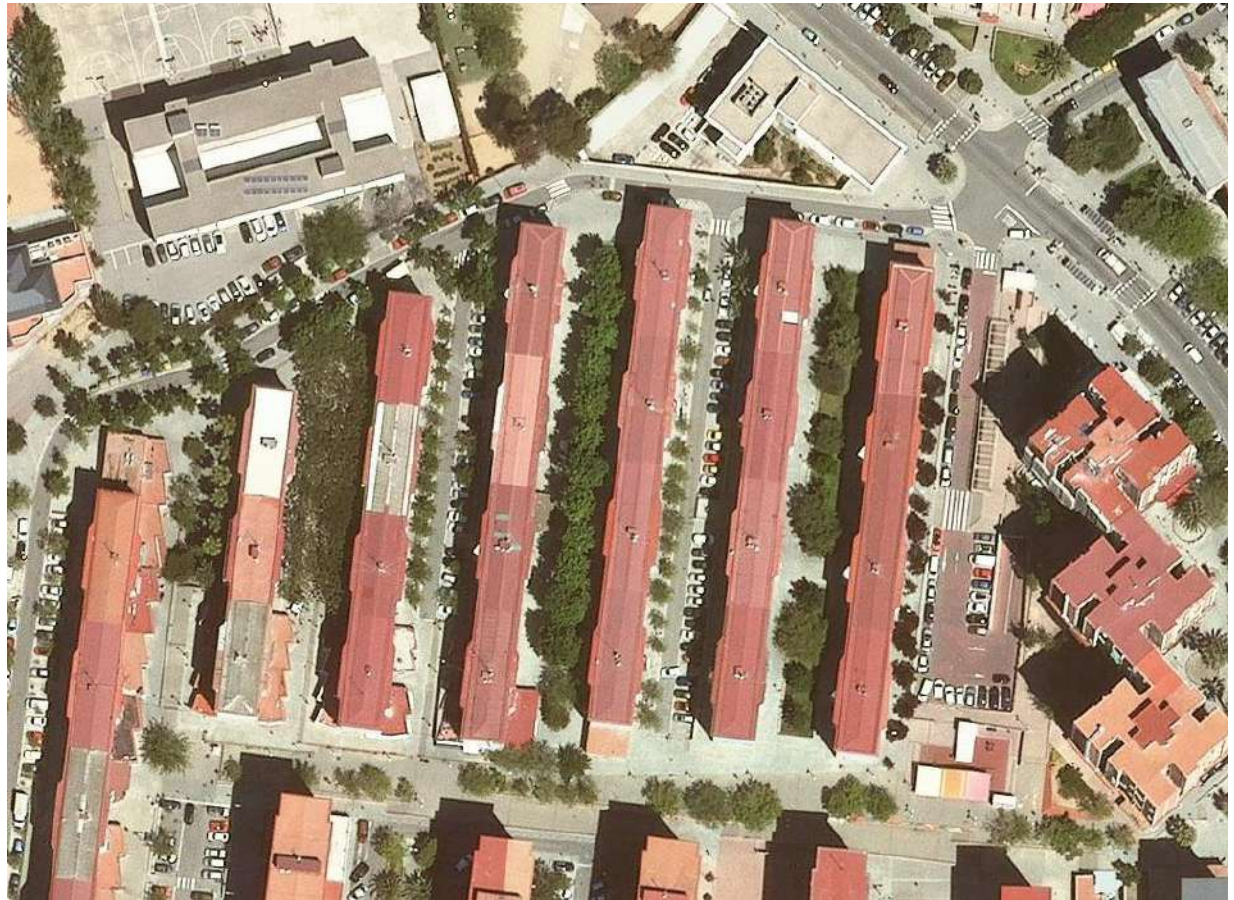
S'utilitzarà les aigües grises per a les següents aplicacions :

Interior de l'edifici: Cisternes inodors

Aplicació de l'aigua pluvial

S'utilitzarà l'aigua de pluja per a les següents aplicacions :

Exterior de l'edifici Rec



Dimensionat del dipòsit

Es preveu la instal·lació d'un dipòsit per reaprofitar les aigües grises dels rentamans i dutxes per reutilitzar-les en les cisternes dels inodors.

Reutilització aigües grises

Segons la base de càlcul per a un escenari convencional, la demanda anual per abastir les cisternes dels inodors son 703.252,80 litres.

Per tant es necessita un dipòsit de 2,00 m3 per bloc, aquest es dimensiona dia a dia, i tindrà un punt d'aigua comunitari per si es dones el cas de que no s'ompli per satisfer la demanda . En el nostre cas es vol reutilitzar 3,934,08 litres dies que provenen de rentamans i dutxes, per tant cada dia hauria de anar-se pel clavegueram 1,934 litres una vegada omplert el dipòsit de 2,00 m3, però com es una demanda variable i continua al llarg del dia, aquest dipòsit anirà omplint-se i buidant-se funció dels usuaris del bloc.



Número de persones

Per a un habitatge de tres habitacions li correspon quatre persones, segons el Decret 21/2006 que regula els criteris ambientals i ecoeficiència en els edificis. En total el bloc compte amb 96 persones.

Número de habitaciones									
	Un único espacio	1 H	2 H	3 H	4 H	5 H	6 H	7 H	igual o más de 8 H
Número de personas	1,5	2	3	4	6	7	8	9	1,3 x n
n= número de habitaciones									

Subministres	Base de càlcul	Consum mig (anual per persona)	Consum total (96 persones)
Cisternes WC	20,07 Litres / persona i dia	7.325,55 litres	703.252,80 litres

Subministres	Base de càlcul	Consum mig (anual per persona)	Consum total (96 persones)
Rentamans	15,99 Litres / persona i dia	5.836,35 litres	560.289,60 litres
Dutxa	24,90 Litres / persona i dia	9.088,50 litres	872.496,00 litres
TOTAL			1.432.785,60 litres

Dipòsit

20,07 litres x 96 persones = 1.926,72 litres -> 2000 litres (2m3)

Recomanació

S'ha tingut en compte una cisterna 3/6L, de cara a un futur quan els usuaris es vagin renovant els banys, es recomana la instal·lació d'una cisterna 2/4L.

Dimensionat del dipòsit d'aigües grises

Es preveu la instal·lació d'un dipòsit per a rec de l'espai renaturalitzat.

Pluviometria

Valor teòric aproximat de: 505,00 litres/any.

Segons l'Agència Estatal de Meteorologia la mitjana de temperatura al Observatori del Prat (Aeroport) pel període 1981 a 2010 fou de 16.1°C.

Reutilització aigües pluvials

Disseny i equips

Es consideraran superfícies de captació aquelles en que, excepte les operacions de manteniment no siguin transitables. Des de un punt de vista quantitatiu es poden utilitzar totes les superfícies de recollida disponibles i siguin adequades qualitativament.

A nivell quantitatiu, expressat en tant per un la seva eficiència, s'agafen els següents coeficients de escorrenties en funció del tipus de coberta:

Coberta dura inclinada
0,80 a 0,90

Subministres	Consum total
Rec	346228,00 litres

Coberta	Superfície	Pluviometria	Producció anual (per bloc)
Coberta inclinada	266,00 m2	505,00 litres/any	134.330,00 litres

Producció anual conjunt de la superfície de recollida

1.926,72 litres x 23 blocs -> 3.089.590,00 litres

Dipòsit

346.228,00 litres x (30/365) = 28.457,07 litres -> 30,00 m3

Recomanació

Com tenim sobrant d'aigua pluvial, seria molt interessant considerar la instal·lació d'un SUD.

Dimensionat del dipòsit d'aigües pluvials

Superfícies de partida

- Jardins de pluja: 2440 m²
- Cobertes: 5935 m²
- Superfície Total: 8376 m²**

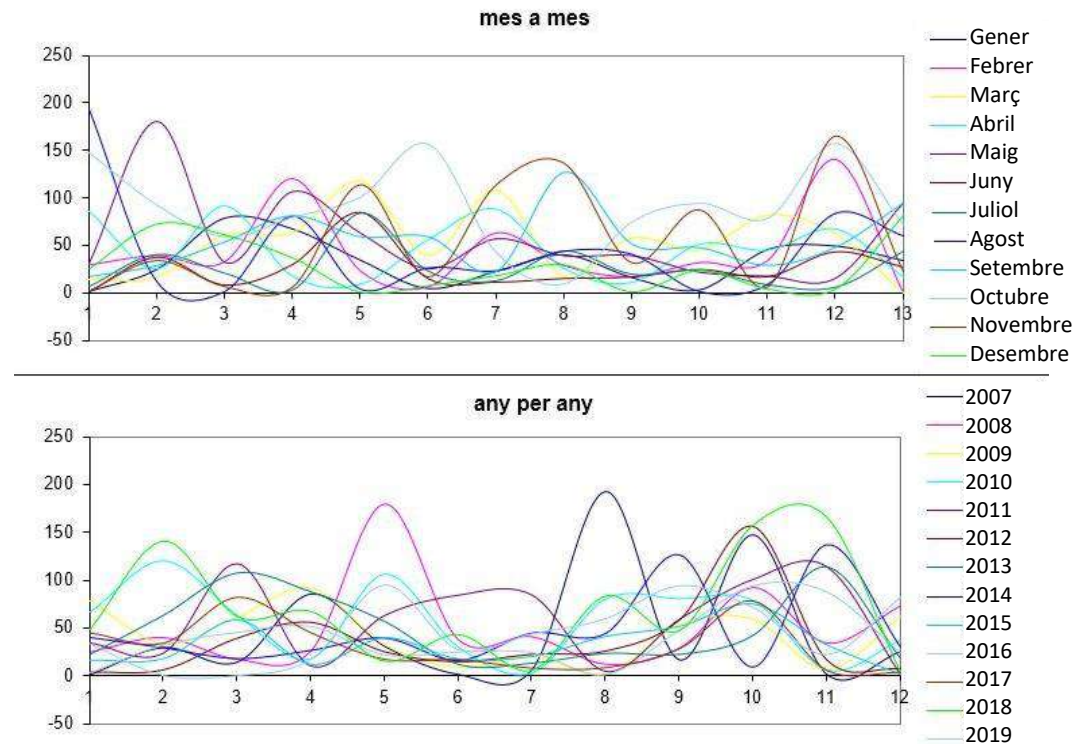
Pluviometria dels últims 13 anys (l/m²)

- Mitjana anual: 555 l/m²**



	ESTACIÓ:		AEROPORT DEL PRAT					Pluviometria mensual (l/m2)										Mitjana
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Període				
Gener	1'2	24'2	77'9	66'4	33'8	4'2	22'2	39'5	15'7	2'9	45'1	48'6	33'4					31'9
Febrer	29'7	39'6	33	120'4	23'2	6'6	63'2	28'8	17'3	32'1	34'3	140'6	0'2					43'8
Març	14'4	16'8	60'8	63'4	117'2	39'6	107'6	17'4	57'7	45'2	81'9	61'8	0'1					52'6
Abril	85'8	25'6	91'3	17'8	9'4	56'2	87'8	26	11'3	51'4	45'1	67'2	17					45'5
Maig	31	179'9	32'3	106'4	62'7	25'4	56'8	39	39'1	21'6	17'6	15'5	94'8					55'5
Juny	1'6	37'5	8'6	30	84'1	15	11'6	15'4	17	24'8	17'3	43'2	27'2					25'6
Juliol	6'6	40'5	20'7	3	84'2	22'8	12'8	44'2	19'5	24'1	8'4	5'9	43'9					25'9
Agost	193	11'6	1'4	80'4	3'8	26'2	23'2	43'8	40'4	1'2	8'9	83'5	59'6					44'4
Setembre	16'9	28'5	53'3	80'7	58'6	58'6	22'2	126'2	50'9	47'2	28'6	47'5	94'1					54'9
Octubre	147'6	92'1	58'6	79	100'7	156'4	42	8'6	74'2	94	78'1	157'2	71'2					89'2
Novembre	1'6	34	6'4	6	114'1	17	114	136'7	31'6	87'5	6'2	165'5	22'1					57'1
Desembre	25'2	72'8	61'2	37	0'6	7'6	18'2	29'7	1'1	23'9	4	4'1	81'9					28'3
PROMIG	555	603	506	691	692	436	582	555	376	456	376	841	546					555

Font: <https://www.meteo.cat/wpweb/climatologia/serveis-i-dades-climatiques/series-climatiques-historiques/>



Font: el9nou.cat, autor: Josep M Costa Casa

Dimensionat del dipòsit d'aigües pluvials

Pluja efectiva

És la pluja mensual que la vegetació pot absorbir, en mm.

Ronda el 30-40 % de la pluja mensual, els mesos de més i menys pluja pot oscil·lar entre el 20 i 50 % respectivament.

Demanda

La demanda d'aigua de la vegetació, es calcula restant l'aigua provinent de l'evapotranspiració de la pluja efectiva.

L'Evapotranspiració (ET_0) depèn del clima, l'època de l'any i el terreny, l'espècie, la densitat de cultiu i els microclimes que la pròpia vegetació genera (ET_j).

Factor K_j

	Espècie	Densitat	Microclima	
Plantació	Factot K_s	Factot K_d	Factot K_m	Factot K_j
Arbres	0'5	1	1	0'5
Arbustives	0'5	1	0'8	0'4
Tapissants	0'5	0'5	0'8	0'2
Plantació Mixta	0'5	0'6	0'8	0'24

Pluja				Demanda				
	Pluja (litres / m ²)	Pluja (mm)	Pluja Efectiva (mm)	ET_0 (mm)	Factot K_c	Factot K_j	ET_j (mm)	Necessitats Aigua (mm)
Gener	31'93	31'93	9'16	33'51	0'2	0'5	16'76	7'60
Febrer	43'77	43'77	16'26	47'47	0'2	0'5	23'74	7'47
Març	52'61	52'61	21'56	67'27	0'4	0'5	33'64	12'07
Abril	45'53	45'53	17'32	86'63	0'4	0'5	43'32	26'00
Maig	55'55	55'55	23'33	134'40	0'4	0'5	67'20	43'87
Juny	25'64	25'64	5'38	136'83	0'6	0'5	68'42	63'03
Juliol	25'89	25'89	5'54	160'81	0'6	0'5	80'41	74'87
Agost	44'38	44'38	16'63	145'96	0'6	0'5	72'98	56'35
Setembre	54'87	54'87	22'92	76'32	0'4	0'5	38'16	15'24
Octubre	89'21	89'21	46'37	68'33	0'4	0'5	34'17	-12'20
Novembre	57'13	57'13	24'28	37'15	0'4	0'5	18'58	-5'70
Desembre	28'25	28'25	6'95	29'99	0'2	0'5	15'00	8'04
Total	554'76	554'76	215'70	Total Necessitats d'aigua				314'54

Font: ET_0 Rural.cat Any 2020

Consum del reg

Tenint en compte una eficàcia del 90% en el sistema de reg per degoteig, el consum anual d'aigua per a 2440 m² de jardí és de 852 756 litres, o el que és el mateix: **853 m³ anuals**.

Dimensionat del dipòsit d'aigües pluvials

Consum del reg

El consum és més acusat els mesos estivals, quan la pluja és escassa i l'evapotranspiració alta.

En canvi, durant els mesos octubre i novembre la pluja efectiva és suficient per a satisfer les necessitats de la vegetació.

La resta de mesos té un consum de perfil baix, el voltant d'un 30% de les necessitats mitjanes mensuals (29.12 l / m²).

Consum Reg (litres / m²)		
	Eficiència (0'9)	% Mitjana Mensual
Gener	8'44	29%
Febrer	8'30	29%
Març	13'41	46%
Abril	28'89	99%
Maig	48'75	167%
Juny	70'04	240%
Juliol	83'19	286%
Agost	62'61	215%
Setembre	16'93	58%
Octubre	0'00	0%
Novembre	0'00	0%
Desembre	8'94	31%
Total	349'49 Mitj. Mensual	29'1

litres anuals **852756'02**

m³ anuals **852'76**

Primera aproximació

El dimensionat es fa tenint en compte una superfície de captació equivalent a la suma de les superfícies de jardí i la superfície de coberta de tots els blocs i un **coeficient de pèrdues de 1.3**.

La simulació fa una primera aproximació i dimensiona el dipòsit pel mes més plujós de l'any a 140 m³. Sembla un volum exagerat tenint en compte que el següent mes amb més precipitació, la captació tèrica és lleugerament superior a la meitat del mes de màxima captació.

Dimensionat final

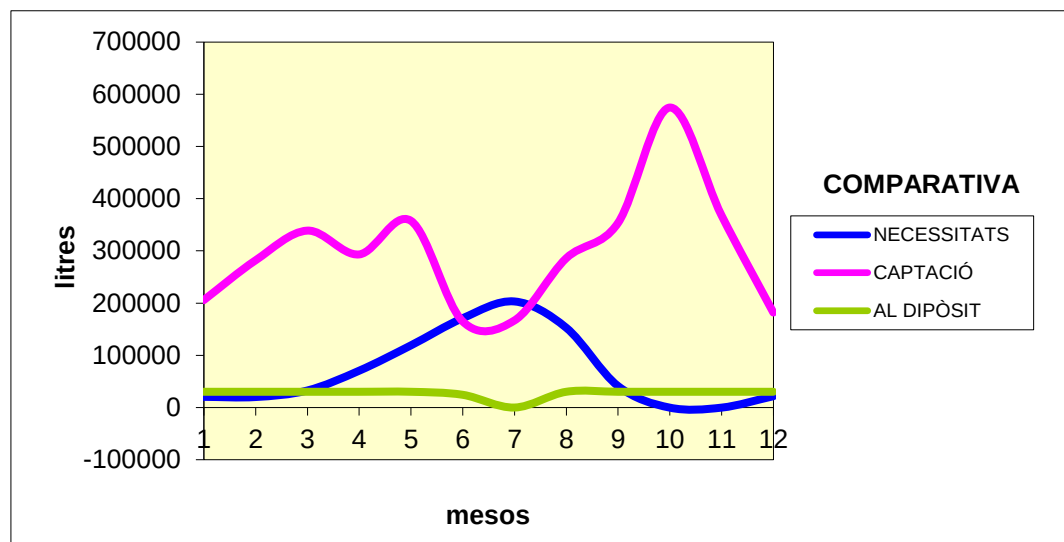
Aquest comportament és a causa de la gran superfície captadora, 4 vegades més gran la superfície de captació necessària teòrica. Per a poder repartir l'emmagatzematge en 6 dipòsits de mides normalitzades (un per edifici), que ens decantem per una capacitat de 30000 litres, que comporta un aprofitament del 99% de l'aigua, un retorn del 65% de l'aigua captada al SUD i Una aportació d'aigua de xarxa de 12000 litres (2000 per dipòsit) el mes de juliol.

Afinat de la capacitat

La gràfica mostra com el dipòsit està ple la major part de l'any i que l'aigua que es retorna al SUD és del 64%.

Podem reduir les dimensions del dipòsit sense perdre prestacions fins a una capacitat de 40000 l.

A partir dels 35000 litres, cal una petita aportació d'aigua de xarxa de menys de 7000 l (1%) durant el més de juliol. Aquesta aportació no augmenta al 2% fins a un dipòsit de 25000 litres de capacitat



Dipòsit

Es preveu la col·locació d'un dipòsit centralitzat de 30 m³ per a rec de l'espai renaturalitzat, o es pot dividir per 6 dipòsits de 5 m³ connectats i soterrats en les testeres.

OPCIÓ A: Dipòsit centralitzat

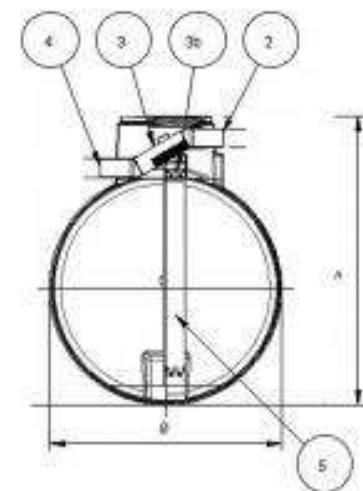
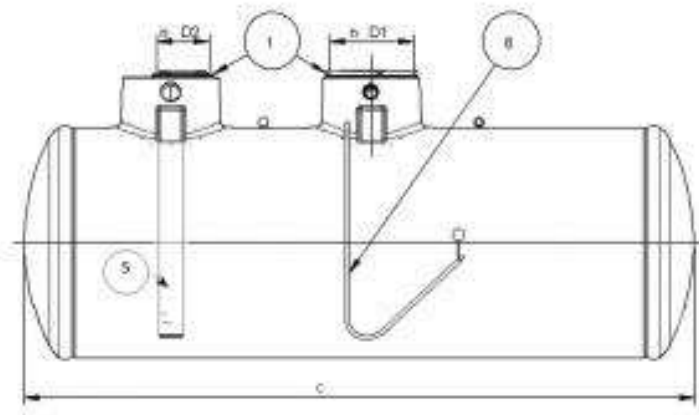
OPCIÓ B: 6 dipòsits connectats de 5m³

Elecció dipòsit 5 m³



Elecció dipòsit 30 m³

Referencia	Volumen (m³)	Ø (mm)	A (mm)	C (mm)	Ø Boca (mm)	Nº patas (opc)
AQU.3/15000-SP	15	2500	3200	3760	800	3
AQU.3/20000-SP	20	2500	3200	4850	800	3
AQU.3/25000-SP	25	2500	3200	5935	800	4
AQU.3/30000-SP	30	2500	3200	7020	800	5
AQU.3/35000-SP	35	2500	3200	8100	800	5
AQU.3/40000-SP	40	2500	3200	9200	800	6
AQU.3/45000-SP	45	2500	3200	10280	800	7
AQU.3/50000-SP	50	2500	3200	11370	800	7
AQU.3/55000-SP	55	2500	3200	12455	800	8
AQU.3/60000-SP	60	2500	3200	13545	800	8



Rehabilitació Bloc AMB
CONCLUSIONS

Cas d'estudi 2

Rehabilitació Bloc AMB

CONCLUSIONS

En primer lloc, aquest cas d'estudi es extrapolables a altres polígons situats en els municipis a prop de la ciutat de Barcelona, que en els anys 60-70 van ser els la residència de molts d'immigrants arribats de diferents parts del país.

Aquests barris es van construir molt ràpid amb materials de baixa qualitat, amb una falta de equipaments i espais verds, que mica en mica per les mateixes associacions de veïns van anar incorporant millores.

Malgrat tot, en algunes de les unitats d'habitatge es poden donar situacions de pobresa energètica.

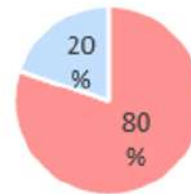
Aquest treball solament vol posar en manifest que actuar solament de forma individual Bloc a Bloc no es la solució, han de participar en la transformació de tot el barri, començant per els mateixos veïns i veïnes, seguint per la administració en tots els seus nivell, a més de incorporar a la rehabilitació del barri les diferents subministradores d'energia, a més de de aprofitar totes les ajudes disponibles, així la possibilitat d'anar per fases.



Energia

Aplicant totes aquestes solucions de rehabilitació energètica, arribem a reduir la demanda de calefacció per cinc. I ens situen per sota dels valors de referència pel Ministeri per a edificis nous residencial del tipus bloc.

Demanda calefacció < 35,20Kwh/m2
Demanda refrigeració < 7,10Kwh/m2



**SATE+VIDRES+COBERTA+SOLERA+
VENTILACIÓ MECÀNICA**

kWh/m²	kWh
23,70	32631,00
5,90	2008,00



Materials

La façana concentra gairebé el 70% del pes dels materials en la rehabilitació del bloc.

El material amb més impacte potencial a la rehabilitació és l'aïllament (present en el SATE, la coberta y la solera).

Resultat de la presa en consideració de l'impacte ambiental, la higroscopicitat, el comportament al foc i la vulnerabilitat a l'atac d'insectes el material per el que ens decanem es el SURO NEGRE. Aquesta solució representa una reducció de l'impacte a una quarta part en termes de energia primària respecte el SATE convencional amb EPS.

El impacte total de la rehabilitació energètica en termes d'energia es de 177.601,12 MJ i 53.2KgCO₂/m².

Estimem que l'actuació es amortitzable ens termes d'impacte d'energia primària en 6 mesos i econòmicament en 8 anys.

Cas d'estudi 2

Rehabilitació Bloc AMB

CONCLUSIONS

Aigua

Influència positiva del verd urbà en el cicle hídric: millora de la permeabilitat, evapotranspiració i captació (SUDs)

Altres beneficis de la renaturalització del espai públic son:

- La disminució de la temperatura per l'augment de la evapotranspiració provocada per les plantes.
- Protecció de la incidència radiació ultraviolada i del sobreescalfament dels blocs i paviments
- Beneficis físics i psíquics derivats del contacte directe amb la vegetació.
- Atenuació dels sorolls.
- Segrest de CO2 i millora de la qualitat de l'aire

Un cop tinguda en compte la pluviometria veiem que no hi ha necessitat de reg els mesos d'Octubre a Març.

El mes amb més demanada és Juliol. Si calculem l'aigua de reg necessària per aquest mes ascendeix a 346.228mm o litres.

Per cobrir les necessitats de reg es preveuen una sèrie de dipòsits enterrats interconnectats que recolliran l'aigua de pluja.

Les superfícies de captació son les cobertes dels blocs i els SUD's dels jardins de pluja.

Per a una reducció del consum de l'aigua de boca es projecta una xarxa de reaprofitament d'aigües grises que alimenten les cisternes dels inodors.

La demanda anual per abastir les cisternes dels inodors son 703.252,80 litres.

Per cobrir aquesta demanda es preveu un dipòsit de 2,00 m3.





ESCUELA SANT'ANNA BEVAGNA, ITALIA
Equip de treball:

*Ilaria Caprioli
Lorenzo Marchi
Maria Assis Ferreira
María José Martínez*

INTRODUCCIÓN

Este trabajo se presenta como una oportunidad de revisar un proyecto del concurso para la Escuela de Sant'Anna en Bevagna, Italia, realizado en 2020.

El proyecto original había sido desarrollado de acuerdo con intenciones y criterios sostenibles que merecían un estudio en profundidad y comprobación teórica.

Por otro lado, se pretende incorporar algunas estrategias que tengan en cuenta la biohabitabilidad y salubridad de la escuela a modo de ofrecer un entorno sano y seguro.

Nos proponemos a hacer un análisis y reflexión del proyecto presentado y realizar una propuesta actualizada y de bajo impacto ambiental.

Como primer paso cuestionamos las bases del concurso en relación al emplazamiento y al tipo de proyecto: analizamos el solar propuesto en relación al paisaje y su entorno, su uso actual y valor ecológico, además del impacto que generaría en la

movilidad de Bevagna.

Pensamos también en las estrategias de diseño de la escuela en relación a la topografía y los usos a los que se destinaría el suelo.

Lo analizamos en base al programa de la Escuela y en relación con las necesidades de la población y las planteadas por los futuros usuarios, ocupación y definición de los espacios con distintos usos y grados de confort y la posibilidad de incorporar y mejorar las estrategias pasivas y bioclimáticas del diseño planteado.

Se consideran usos complementarios que el edificio pueda ofrecer, convirtiéndolo en un equipamiento polivalente de vocación territorial.

Se estudian los condicionantes y recursos del lugar, entendidos en un sentido amplio, ya sean en términos de materiales producidos localmente o de las características climatológicas que permiten la captación de

agua o de energía solar, pasiva y activamente.

Hacemos un análisis comparativo y progresivo que nos permite obtener criterios de intervención que conducen, finalmente, a un diseño más sostenible.

El concurso para un nuevo complejo escolar en Italia y la influencia de la pandemia en el programa funcional.

Bases y programa

El tema de estudio es el **proyecto para un complejo escolar** situado en una pequeña comuna de nombre Bevagna, en el centro de Italia entre los Apeninos.

El proyecto procede de un **concurso** planteado entre abril y junio de 2020, **en plena pandemia**, lo que acabó afectando al desarrollo del programa.

De tal manera que el programa de una escuela clásica muta para adecuarse a las condiciones impuestas por la emergencia sanitaria, pidiendo a los arquitectos importantes consideraciones al respecto.

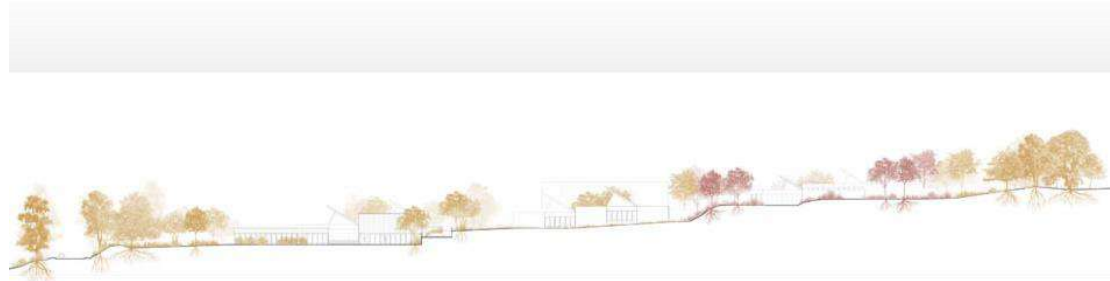
El complejo tiene que componerse de diversos grados de formación, incluyendo los siguientes **equipamientos**:

- escuela materna para 180 niños
- escuela primaria para 250 alumnos
- escuela secundaria para 150 alumnos
- comedor escolar para parte del total de alumnos
- biblioteca
- pabellón polideportivo
- áreas de aparcamiento



Escuela Sant'Anna

Respuesta a las características del emplazamiento y a los requisitos para el proyecto y su realización.



Condiciones de proyecto

Construcción por fases

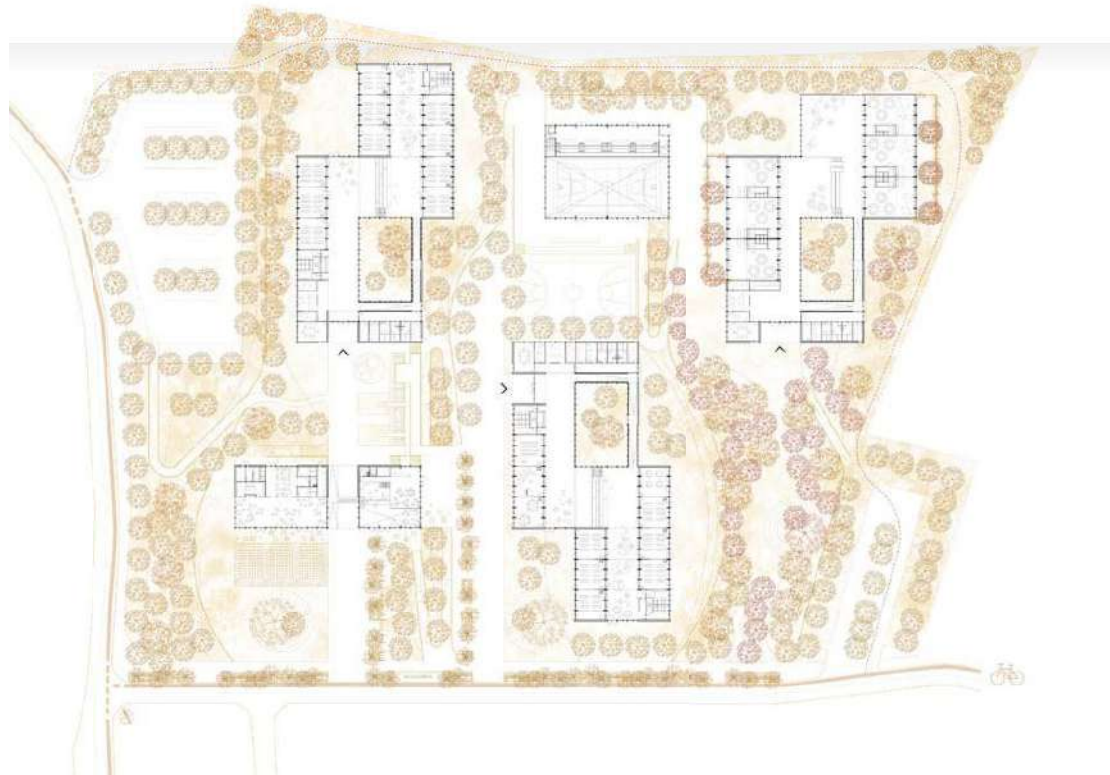
Un requisito importante de las bases de concurso es el de permitir la realización del complejo escolar por fases por motivos de viabilidad económica. De aquí nace la idea del **proyecto en distintos pabellones** que permitirían, además, la ejecución de otras fases sin condicionar el funcionamiento de la escuela.

Topografía del solar

El solar se sitúa en un área verde libre y caracterizada por una pendiente constante al 7%. La idea es **adaptar los edificios al terreno natural** lo máximo posible, evitando grandes movimientos de tierra.

Reacción a eventos sísmicos

Es importante hacer frente a eventos sísmicos típicos de la zona. Por esto el proyecto, de **una única planta**, se basa en un módulo estructural constante compuesto por un armazón de **pilares y vigas de madera**.



Escuela Sant'Anna

Propuesta arquitectónica para un espacio educativo y formativo hacia el mañana de las futuras generaciones.

El proyecto

La distribución en los edificios

A las tres escuelas (materna, primaria y secundaria) se aplica la misma lógica funcional, la cual se refleja en un carácter y unas huellas muy parecidas entre sí. La administración y los espacios de trabajo de los profesores y de servicio se ubican a un lado de la entrada, y por el otro se desarrolla el edificio escolar con las aulas, los talleres, y los espacios de juego y de encuentro que dan a un patio verde interior.

La importancia del espacio de juego y de relación

El aspecto más innovador y que más destaca es el del espacio de circulación que viene de diversas consideraciones arquitectónicas, educativas y prácticas. Se da mucha importancia a un espacio que normalmente sería de servicio, que en cambio en el proyecto se perfila como el espacio ideal para el intercambio, el juego, y las actividades conjuntas entre las distintas clases, en un **espacio muy acogedor por su amplitud**



y volumen con una cubierta inclinada **que proporciona mucha cantidad de luz y de aire fresco** por medio de aberturas oportunamente orientadas y dimensionadas. Además el espacio **tiene la función de mejorar las condiciones climáticas del edificio** y por esto constituye una importante etapa de estudio. El atrio se revela de mucha utilidad a la hora de tener que hacer frente a futuras cuestiones sanitarias, en términos de ventilación natural e intercambio de aire, y de aprovechamiento del máximo espacio posible.

La flexibilidad del módulo de las aulas

Las aulas y los talleres caben en un **módulo estructural cuadrado**, con capacidad de ajustarse a los submódulos que siguen el ritmo de fachada con el fin de ampliarse/dividirse según futuras necesidades, intercambiarse entre sí, o **agilizar cambios rápidos** para hacer frente a una crisis sanitaria, favoreciendo la ampliación de los espacios o según se requiera.





La Escuela Sant'Anna es un equipamiento con vocación territorial. En la valoración del total de emisiones de CO₂, impacto ambiental de su funcionamiento, la movilidad asociada es un factor de peso, que puede constituir parte importante

El lugar

Estructura urbana y movilidad

La Escuela presenta una vocación de equipamiento multifuncional y con área de influencia extendida a pueblos vecinos.

El concurso proponía construir la escuela en un solar fuera del núcleo histórico del pueblo, en una zona con previsión de expansión urbana para los próximos años. Esta descentralización del equipamiento permitiría conseguir la superficie necesaria para construir una escuela para todos los ciclos escolares, pero acarrea la necesidad de recorrer distancias superiores para la mayoría de alumnos. Sin embargo, valorando este aspecto y otras ubicaciones posibles, consideramos que:

- No parece viable localizarlo en solares más cercanos al centro urbano, que o no tienen las dimensiones requeridas o presentan riesgo de inundabilidad;
- La mayoría de zonas de Bevagna se encuentran dentro de un radio de 15 minutos caminando y 4 minutos en bicicleta;

- La descentralización en relación al núcleo de Bevagna se relativiza teniendo en cuenta usuarios de otras poblaciones.

De este modo, proponemos mantener el solar inicialmente considerado. La reducción del impacto de CO₂ se debe entonces centrar en el tipo de movilidad asociada a la urbanización dispersa, con el refuerzo de las redes de transporte público escolar y tratamiento del perfil de los accesos principales de la escuela, haciéndolos seguros para bicicleta y peatones. Se propone ampliar la oferta de transporte público y crear una nueva parada de bus cerca de la escuela. Se ha valorado también utilizar otros equipamientos de Bevagna de forma complementaria, compartiendo recursos. Finalmente se descarta esta opción, por entender que actualizar los equipamientos a las exigencias sísmicas actuales es fundamental. En este sentido, se podría, inversamente, exigir de la Escuela Sant'Anna la multifuncionalidad y polivalencia de un equipamiento municipal que trascienda el uso escolar.

Plano de Bevagna



Estado actual



Propuesta

Via Sant'Anna, principal acceso a la Escuela



Contexto territorial de la comuna de Bevagna y de la Escuela Sant'Anna. Tiempos, distancias y formas de movilidad

La comuna de Bevagna tiene una población de 4921 habitantes, siendo 90% de estos del pueblo de Bevagna, 6,7% de Cantalupo y los restantes 3,3% repartidos entre las *frazioni* de Castelbuono, Gaglioli, Limigiano y Torre del Colle. La población escolar (estudiantes, profesores y auxiliares) es actualmente de 529 personas, aunque la nueva escuela podría acoger hasta alrededor de 700.

Si consideramos estos **529 usuarios** repartidos entre la población de las distintas poblaciones, alrededor de 36 vendrían de Cantalupo. Además, podemos establecer que un porcentaje de los estudiantes de Bevagna, eventualmente 50% de los de educación primaria - 76 alumnos - (que se encuentren más lejos de la escuela o en viviendas dispersas) podrían también recurrir a la movilidad motorizada para el trayecto escolar.

Algunos datos:

180 días lectivos anuales

2 trayectos diarios

1,95 MJ / km - media consumo energético de coches en Italia (2018)

15 MJ / km - media consumo energético de buses (2014)

26 usuarios de Cantalupo (4,5 km)

76 usuarios de Bevagna que utilicen transporte motorizado (1,5 km)

Teniendo en cuenta estos datos, la movilidad motorizada privada podría suponer un consumo energético de **191 852 MJ anuales**.

Si sustituimos los trayectos en coche desde Cantalupo por un único trayecto en bus y planteamos que también la mitad de los usuarios de Bevagna pueda hacer el trayecto en bus, este consumo se reduciría en un **87%**, a **24 279 MJ anuales**.

Materiales y ciclo de vida

5 estrategias en la valoración de los materiales de proyecto.



M: Material
U: Uso
R: Reutilización
P: Procedencia

1. Cerrar ciclos

El cierre de ciclos es un **criterio fundamental** en la elección de materiales que produzcan un **bajo impacto ambiental**, en términos de emisiones de CO₂, de energía y medios empleados en su extracción y fabricación, y de generación de residuos. En este sentido resulta positivo y de suma importancia usar el recurso de **materiales reciclados** y/o que se conozca su reciclabilidad en el futuro.

Asimismo, algunos materiales durante su ciclo de vida son capaces de **absorber un porcentaje de anhídrido carbónico igual o superior al emitido en las fases de su ciclo de vida** {extracción y fabricación, transporte, puesta en obra, mantenimiento y fin). Estos mismos pueden tener muy buenas propiedades útiles al buen estado de salud del edificio, y por esto resultan de gran valor.

Aprovechar los residuos como materias primas o secundarias hace que viejos materiales se vuelvan a introducir en el ciclo. No obstante, el objetivo principal es disminuir la deposición de residuos, reduciendo y reutilizando.

2. Reducir

Al optimizar la solución tecnológica a adoptar, por ejemplo, calculando el tipo y cuantía exacta de material que necesitamos para componer una envolvente que funcione - sin que resulte sobre-dimensionada- permite **reducir la porción de material, así como la cantidad de emisiones de CO₂** por medio de materiales cuya producción comporte un bajo impacto o que sean capaces de absorber anhídrido carbónico durante su vida.

3. Reutilizar

Reutilizar hace que un material no se convierta en residuo y que, de lo contrario, pueda **seguir su ciclo de vida**. Esto evita que se tenga que producir nuevos materiales, con todo lo que comporta en términos de impacto ambiental. Para favorecer la reutilización de materiales la mejor opción constructiva es la de **construir en seco**, como estructuras y componentes en **madera** o de montaje mecánico, y descartando sistemas no reciclables o de difícil reciclabilidad.

4. Durabilidad

A veces, para entender el impacto real de un material, puede no ser suficiente calcular el impacto en su fase más importante y penalizante, la de realización, sino que hay que saber a lo largo del ciclo de vida del edificio **la frecuencia y tipo de mantenimiento a realizar**, o incluso **sustitución**, en el peor de los casos, lo que daría lugar a nuevas acciones constructivas o a la generación de un nuevo material, multiplicando así su impacto en el tiempo.

S. Material de proximidad

Buscar una **conexión con el lugar de proyecto** a través de la materialidad ayuda a establecer continuidad con el lugar y con su tradición, a generar una marca reconocida en el territorio, y por ejemplo a reducir o incluso anular las distancias a recorrer, contribuyendo a la **disminución del impacto ambiental**. Para fomentar la economía local del proyecto de estudio un material totalmente valido es el **cañamo**, de producción local, que aporta muchos beneficios al ciclo de vida del edificio.

Recursos locales

El cáñamo como material de construcción.

Calidades y tradición del material

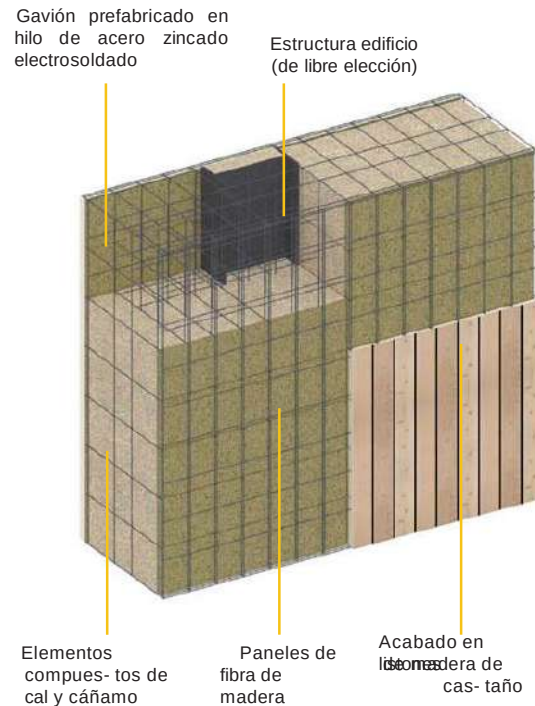
La tradición del lugar

Hasta los años 50 Italia era la segunda productora de cáñamo en el mundo, y Bevagna en concreto es conocida todavía para sus tejidos y papel de cáñamo de alta calidad. **En la comuna siguen la tradición** tanto pequeños artesanos como grandes productores de tejidos y de otros elementos.

Calidades ambientales del cultivo

El cultivo de cáñamo presenta por sí mismo algunos aspectos interesantes y de calidad con respecto a los efectos benéficos en el medio ambiente. Es una **plantación altamente resistente**, capaz de crecer sin pesticidas ni herbicidas, incluso sin abono, con lo cual permite **eliminar el uso de sustancias tóxicas** durante todo su ciclo de crecimiento.

Además, **oxigena el terreno** en el cual crece y lo bonifica, absorbiendo zinc y mercurio. En cuanto a absorción resulta un **gran captador de CO₂**, absorbiendo



do más de la cantidad necesaria en su proceso de conversión a elemento de uso, en el cual **se puede aprovechar por entero**, desde sus semillas para uso alimentario, su parte fibrosa para los tejidos, hasta su parte leñosa para la construcción.

Calidades en la construcción

El cáñamo como material de construcción se encuentra bajo forma de paneles y bloques en fibra de cáñamo, se utiliza como elemento aislante añadido para morteros y pinturas, normalmente mezclado en compuestos de cáñamo y cal reciclables.



En el proyecto de la escuela el uso del cáñamo se favorece como **elemento fundamental de la envolvente**, en la cubierta como aislante (como panel de fibra), y sobre todo en el paramento vertical, donde constituye el alma de la fachada.

Sus propiedades aislantes son relevantes, y permiten ahorrar mucho material de construcción convencional. Un **sistema constructivo** como el de la propuesta es de **fácil montaje, en seco, completamente reutilizable** y casi del todo reciclable.

El **valor de las emisiones de CO₂** durante su ciclo de vida puede considerarse **nulo**, en virtud de su alta capacidad de absorción durante toda su vida.

Definición de la envolvente

Cierre de ciclos de las soluciones constructivas.

Definición y optimización de la envolvente a partir del coeficiente de transmitancia U en la zona climática de pertenencia (D).



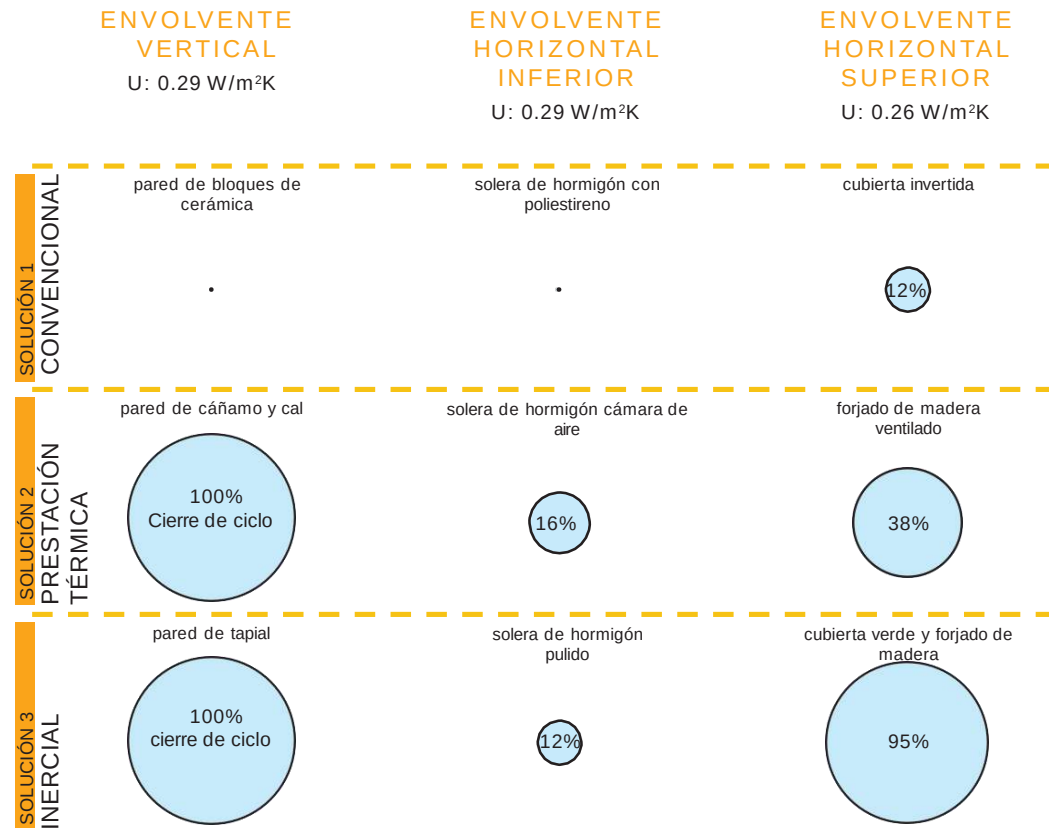
Cierre de ciclos

El punto de partida del estudio práctico de los materiales de proyecto es el conocimiento del valor de **transmitancia térmica** de referencia por ley, aplicado según la zona climática del lugar. Esto permite no sobrestimar la solución constructiva, optimizando la composición tecnológica de la envolvente - caso de estudio más relevante.

Por cada caso se estudia una triple solución según una idea precisa, comparar entre sí:

- una solución de tipo **convencional**
- una con materiales de altas **prestaciones térmicas**
- una de tipo **inercial**

En la comparativa de al lado las burbujas en **azul** son un elemento **positivo** (cuanto más grande mejor), e indican el porcentaje de **material reciclable que cierra los ciclos** contenido en cada una de las opciones. Resulta evidente como **la solución de tipo convencional nunca es ganadora**.



Definición de la envolvente

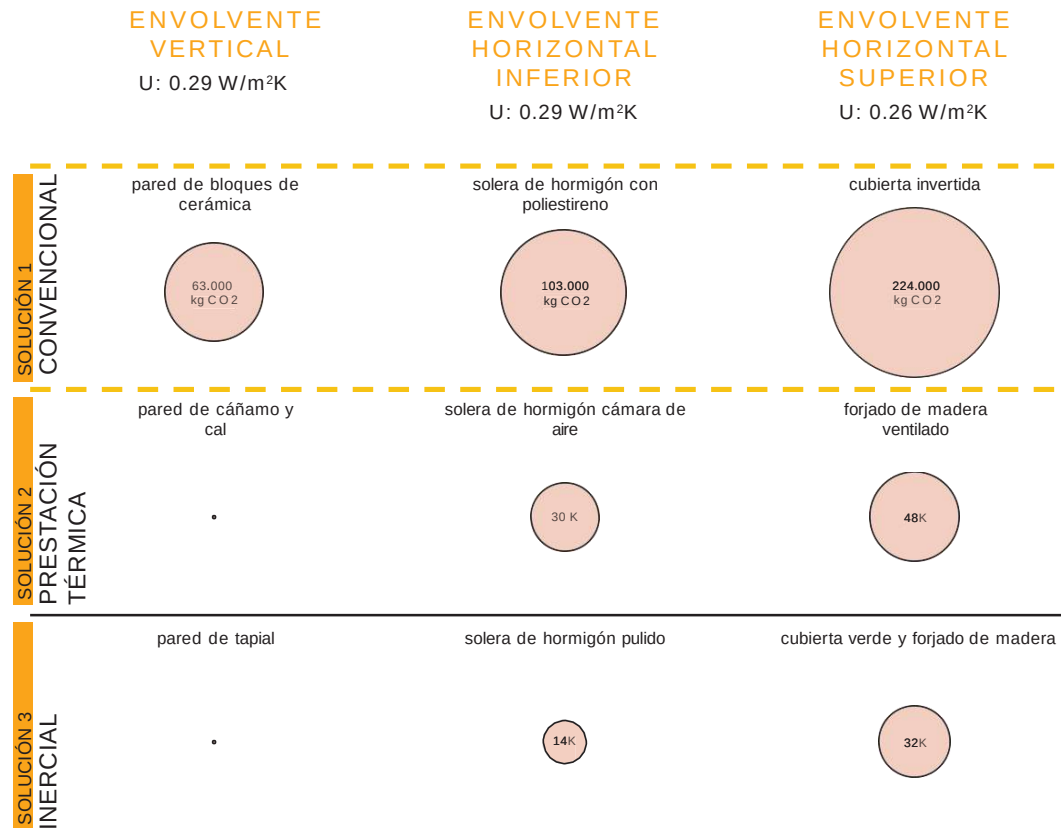
Emisiones de CO₂ de las soluciones constructivas.

Emisiones de CO₂

El mismo estudio permite analizar los **niveles de CO₂** producidos por las emisiones en fase de extracción y fabricación del material, que es la parte más relevante y de peso del impacto ambiental.

En este caso las burbujas en **rojo** de a lado son un dato **negativo** (cuanto más grandes peor), ya que indican el impacto de las **emisiones de CO₂** en la realización del edificio según cada componente.

Por ejemplo, la cocción de un material cerámico incide bastante en negativo comparado con un material natural como el cáñamo o el tapial en fachada, además de obligar a recurrir a un material aislante, como podría ser el poliestireno expandido, en lugar de aprovechar las propiedades de otros materiales naturales de mucho menor impacto (si no nulo). Lo mismo vale para una estructura en hormigón armado en vez de una de madera, reciclable y de infinito menor impacto en términos de CO₂. El resultado es que **las soluciones innovadoras reducen increíblemente el impacto**.



Envolvente

Estudio del impacto ambiental de los materiales utilizados

total emisiones
34.000
kg CO₂

total energía
incorporada
1.895.000
MJ

materiales
que cierran el
ciclo
51%

Resumen del impacto ambiental

En la tabla de al lado se indican los **resultados del estudio sobre las soluciones escogidas** para los materiales de proyecto. Se analiza la **cantidad de material necesaria** para cada solución, y según las propiedades de los materiales y de los productos de construcción cuantifica la **energía incorporada** (en MJ) y de **emisiones de anhídrido carbónico** (en kg de CO₂). Un análisis cualitativo pone en luz las características de **mantenimiento** y de potencial **cierre de ciclo** de cada uno.

En la **fachada** favorecen las altas **prestaciones térmicas del cáñamo** y su capacidad de absorción de CO₂. La **solera** ofrece mejores datos en el caso de una solución térmica, sin embargo, la elección recae en la opción **inercial**, debido a un mejor funcionamiento del hormigón pulido árido reciclado visto en fase de estudio de la gestión energética del edificio. La **cubierta verde** proporciona la **inercia térmica** y los mejores datos, así como la **estructura de madera** en lugar de una de hormigón, o un **tabique en seco** en vez de ladrillos.

solución térmica

solución inercial

solución inercial

SISTEMA CONSTRUCTIVO Y SOLUCIÓN TECNOLÓGICA	ESPESOR	DENSIDAD	PESO	SUPERFICIE	TOTAL PESO	TOTAL ENERGÍA	TOTAL EMISIONES	INCIDENCIA	DURABILIDAD	CIERRE DE CICLO
	m	kg/m³	kg/m²	m²	kg	MJ	kgCO ₂	%	s	%
FACHADA										
PARED DE CÁÑAMO Y CAL					165.070,40	778.325,92	-			100%
Untones de madera	0,02	530,00	10,60	904,00	9.582,40	95.824,00	-	0%	+	
Panel de fibra de madera (x2)	0,02	150,00	3,00	1.808,00	5.424,00	22.238,40	-	0%		
Compuesto de cáñamo y cal	0,37	420,00	155,40	904,00	140.481,60	660.263,52	-	0%		
Tablero de madera laminada	0,02	530,00	10,60	904,00	9.582,40	95.824,00	-	0%	+	
SOLERA										
SOLERA DE HORMIGÓN PULIDO ÁRIDO VISTO					880.401,00	383.714,10	14.415,68			12%
Mortero de hormigón pulido	0,05	2.000,00	100,00	1.758,00	175.800,00	4.746,60	527,40	4%	+	
Solera de hormigón	0,15	2.000,00	300,00	1.758,00	527.400,00	4.746,60	527,40	4%		
Panel de fibra de madera	0,02	150,00	3,00	1.639,00	4.917,00	20.159,70	-	0%		
Hormigón pobre	0,05	760,00	38,00	1.758,00	66.804,00	354.061,20	13.360,80	93%		
Grava	0,20	1.500,00	60,00	1.758,00	105.480,00	-	-	-		
CUBIERTA										
CUBIERTA VERDE Y FORJADO DE MADERA					547.835,75	717.062,50	19.866,30			95%
Capa de sustrato de vegetación	0,25	1.200,00	300,00	1.639,00	491.700,00	183.568,00	-	0%	+	
Poliéstereno de filtración (tela no tejida)	0,02	31,00	0,62	1.639,00	1.016,18	7.293,55	327,80	2%		
Capa drenante con acúmulo hídrico	0,05	150,00	7,50	1.639,00	12.292,50	20.159,70	1.229,25	6%		
Poliéstereno de protección mecánica	0,01	31,00	0,31	1.639,00	508,09	7.293,55	327,80	2%		
Capa de protección al agua	0,01	662,00	6,62	1.639,00	10.850,18	183.568,00	13.802,00	69%		
Panel de fibra de cáñamo	0,12	60,00	7,20	1.639,00	11.800,80	20.159,70	1.229,25	6%		
Entarimado de madera	0,02	600,00	12,00	1.639,00	19.668,00	295.020,00	2.950,20	15%	+	
SISTEMA CONSTRUCTIVO Y SOLUCIÓN TECNOLÓGICA	SECCIÓN	ALTURA O LARGUR A	VOLUMEN	DENSIDAD	TOTAL PESO	TOTAL ENERGÍA	TOTAL EMISIONES	INCIDENCIA	DURABILIDAD	CIERRE DE CICLO
	m²	m	m³	kg/m³	kg	MJ	kgCO ₂	%	s	%
ESTRUCTURA										
ARMAZÓN DE MADERA					34.920,00	-	-			100%
Pilar de madera laminada	0,16	3,00	23,04	500,00	11.520,00	-	-	0%		✓
Viga de CLT	0,08	585,00	46,80	500,00	23.400,00	-	-	0%		✓
TABIQUERÍA										
TABIQUE EN SECO					12.780,00	18.886,00	-			100%
Contrachapado de madera (x2)	0,12	7,50	18,00	530,00	9.540,00	16.218,00	-	0%	+	✓
Panel de fibra de cáñamo	0,36	7,50	54,00	60,00	3.240,00	648,00	-	0%		✓
					TOTAL PESO	TOTAL ENERGÍA	TOTAL EMISIONES			
					1.641.097,15	1.895.968,52	34.281,98			

Una escuela nZEB?

La consideración de las particularidades climáticas de Bevagna y de las necesidades de uso de la Escuela Sant'Anna son el primer paso para rediseñar el edificio teniendo como objetivo la reducción de la demanda.

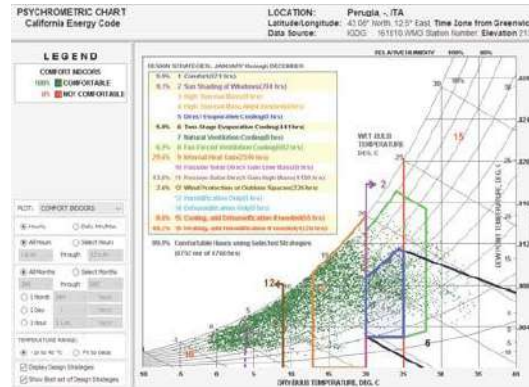
El lugar

Condiciones climatológicas

Localizada en la zona central de Italia, en la provincia de Perugia, Bevagna es caracterizada por sus inviernos rigurosos, y períodos de verano con momentos de temperaturas altas. Tiene una temperatura media anual de 13.5 C° y las temperaturas oscilan entre los -6 C° (febrero) y los 34 C° (julio). Los vientos dominantes provienen del cuadrante nordeste (invierno y verano) y suroeste (verano).

Criterios de confort y estrategias de diseño

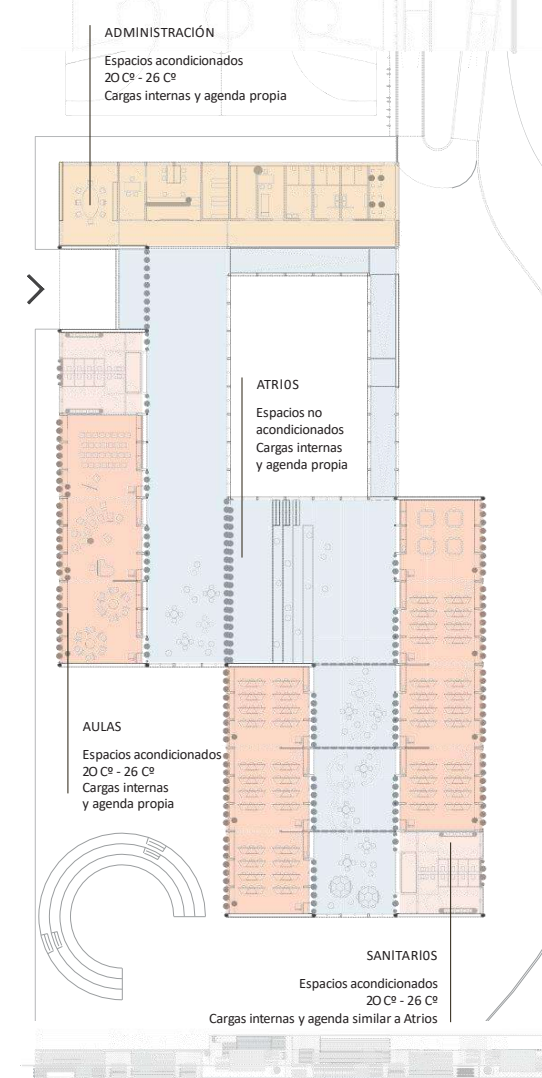
Introduciendo los datos climáticos de la estación más cercana (Perugia) en el programa **Climate Consultant**, y definiendo un conjunto de criterios de confort - rango de temperaturas y de humedad relativa -, obtenemos una primera fotografía que nos indica qué estrategias de diseño nos pueden ayudar a conseguir un comportamiento bioclimático del edificio. Observamos que las existe una mayor necesidad de cale-



facción en este clima, y que el edificio estaría pasivamente en confort apenas el 9,9% del año. Nos apunta como buenas estrategias pasivas a implementar, por orden de impacto: el aprovechamiento de las ganancias internas (29,6%), las ganancias solares en invierno (13%), las protecciones solares de ventanas en verano (9,1%), ventilación en verano (6,9%) y protección del viento en invierno (2,6%).

Paralelamente, y para acotar el ejercicio, se escoge uno de los pabellones de la Escuela, que se modelizará en **OpenStudio/EnergyPlus**. Hacemos una reflexión sobre su programa, que nos conduce a la definición de usos a lo largo del día y del año y de los diferentes niveles del confort de los espacios. Se fijan cargas y agendas de ocupación para personas, iluminación y equipos. Los bloques de aulas y administración tendrán un funcionamiento casi continuo de 9h a 18h que exige un nivel de confort fijado entre los 20 y los 26 C°. Los atrios, por su parte, serán espacios de uso discontinuo, de mayor sollicitación en las pausas entre clase, y que se plantean como grandes espacios no acondicionados -bioclimáticos- con un grado de confort intermedio entre las aulas y el exterior.

Escuela Primaria - Pabellón tipo



La modelización energética permite hacer un primer diagnóstico del comportamiento energético de la propuesta de concurso. Los resultados nos dan pistas sobre los parámetros de diseño que pueden ser optimizados y que estrategias bioclimáticas seguir.

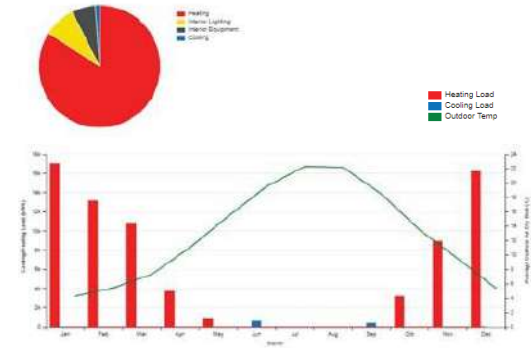
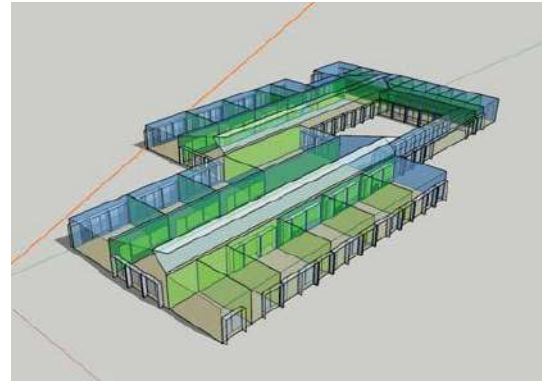
El modelo energético como herramienta de trabajo

Para analizar con profundidad el impacto de las decisiones de proyecto, decidimos modelar el edificio en **SketchUp** para introducirlo en **OpenStudio**. Asignándole datos como el clima de Bevagna, cargas y agendas de ocupación, características de la ventilación, o composición de los cerramientos, podemos obtener un primer diagnóstico del comportamiento del edificio.

Definición de estrategias bioclimáticas previas

Además de una geometría determinada que tiene origen en la propuesta de concurso, se concretan un conjunto de medidas que le añaden detalle y que pueden mejorar el comportamiento bioclimático del edificio, sobre todo en los meses cálidos:

- Protecciones solares fijas
- Protecciones solares móviles en verano (70% en ventanas, 100% claraboyas)



- Ventilación natural de los Atrios (nocturna, en verano, controlada por condiciones de temperatura) - 15 ren/h

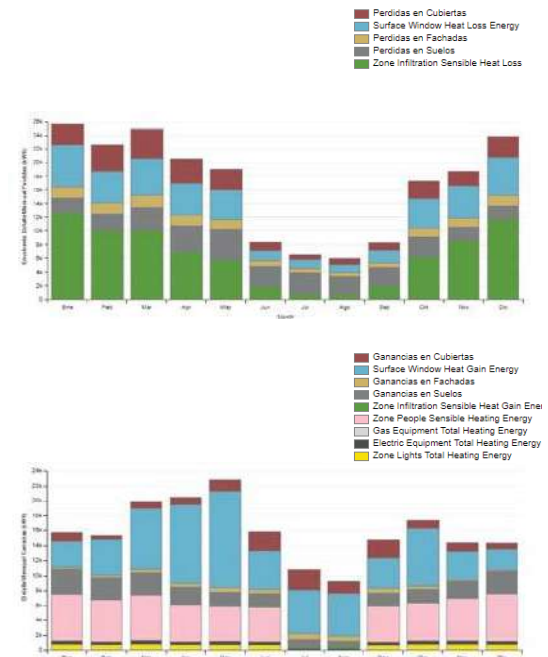
- Ventilación natural de las Aulas controlada por condiciones de temperatura

Principales conclusiones

Fruto de esta primera simulación, confirmamos el gran impacto de la calefacción en la demanda anual, que asciende a **49,83 kWh/m²** en su totalidad.

Se observan importantes **pérdidas en invierno por ventilación** y en algunos cerramientos, como **suelos y cubiertas** (debido, sin duda, al factor de forma del edificio), así como en **ventanas**.

Observamos también el **impacto positivo de las ganancias internas** y de las **ganancias solares**. Éstas últimas, sin embargo, tienen una variación estacional poco ventajosa que se podría modular.



Objetivos

Reducir la demanda y asegurar el confort relativo de los espacios no acondicionados

Parametrizar para optimizar

Variantes del modelo energético

Buscando soluciones para reducir la demanda sin renunciar a las condiciones de confort y salubridad definidas en primer lugar, nos proponemos ensayar y simular alternativas. Hacemos el modelo variar de acuerdo con cuatro ejes: la ventilación por salubridad, la materialidad - composición de cerramientos -, la geometría de las cubiertas de los atrios y, en una segunda fase, las agendas de ocupación para considerar un uso extendido de la escuela como centro cívico.

En el esquema lateral podemos observar las hipótesis de trabajo y alternativas de la simulación, así como las condiciones de partida, que corresponden a la simulación de referencia, marcadas a negro.

GEO METRÍA DE LOS ATRIOS

A

Orientación de claraboyas a sureste

B

Orientación de claraboyas a sureste
+ superficie

C

Orientación de claraboyas a suroeste

VENTILACIÓN POR SALUBRIDAD

Exterior

- 10 l/s/persona en horario de ocupación
- 7,5 l/s/persona en horario de ocupación

A través de atrios

- 7,5 l/s/persona en horario de ocupación
- 10 l/s/persona en horario de ocupación

MATERIALIDAD

Aislante

cubierta mejorada U: 0.184 W/m²K
huecos mejorados U: 2.00 W/m²K

Inercial

cubierta mejorada U: 0.19 W/m²K
huecos mejorados U: 2.00 W/m²K

Mixta

cubierta mejorada U: 0.184 W/m²K
huecos mejorados U: 2.00 W/m²K

AGENDAS DE OCUPACIÓN

Escolar 1

- Ocupación constante exceptuando sábados, domingos, julio y agosto.

Escolar 2

- Ocupación constante exceptuando sábados, domingos, períodos de vacaciones de dos semanas en navidad y semana santa, julio y agosto

Centro Cívico

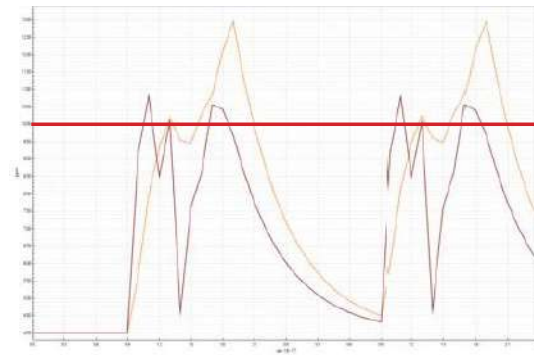
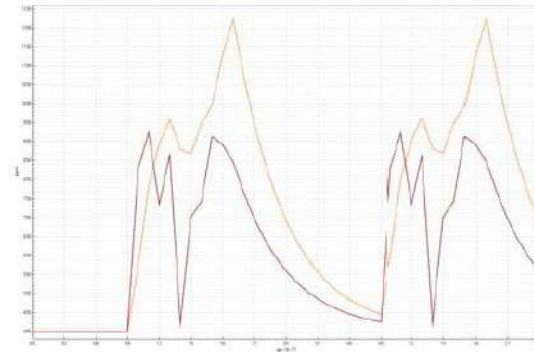
- Ocupación constante entre semana, mañana de sábado. Sin períodos de vacaciones

Ventilación por salubridad

Estrategias:

Reducción del caudal de ventilación.

Conducción previa del aire exterior a través de los atrios.



Valores de CO² - ventilación exterior. Arriba, 10 l/s/persona, abajo 7,5 l/s/persona *Aulas y Administración*

Reducción del caudal

La reducción del caudal de ventilación permite importantes reducciones de la demanda.

Reducir la ventilación exterior de 10 l/s/persona a 7,5 l/s/persona disminuye la demanda total de **49,83 kWh/m² a 43,17 kWh/m² anuales**.

Esto se hace sin comprometer la calidad del aire interior, ya que los niveles de CO₂ asociados se encuentran, por lo general, por debajo del **límite de las 1000 ppm** (en rojo) y con la reducción del caudal también, exceptuando momentos puntuales. Conceptualmente, se priorizan las estrategias de ventilación natural - de bajo coste, promotoras de usuarios activos y fácilmente adaptables a situaciones de crisis sanitaria.

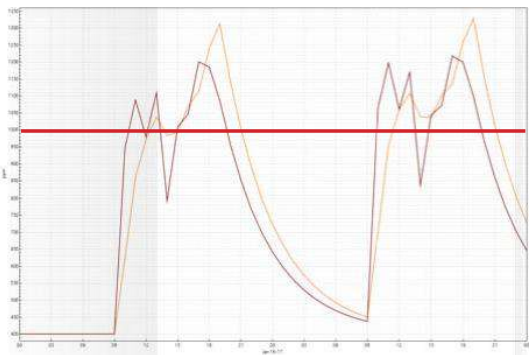
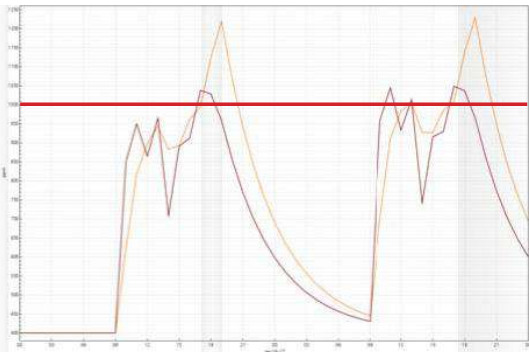
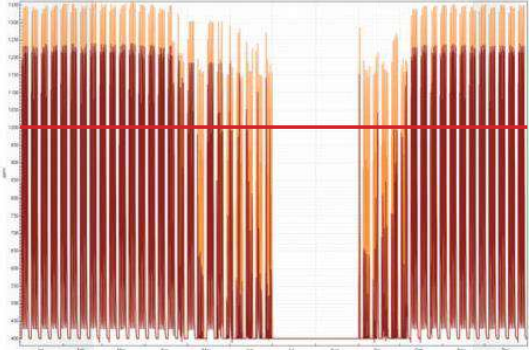
El atrio como espacio atemperador

Conducir el aire exterior a través de los atrios antes de introducirlo en los espacios acondicionados produce una reducción de demanda todavía mayor, a **40,18 kWh/m² anuales**.

En este caso, la reducción de caudal también impacta en la reducción de la demanda aunque en menor grado, y con consecuencias más negativas para la calidad del aire. De 10 l/s/persona a 7,5 l/s/persona, observamos una reducción de la demanda de **40,18 a 36,43 kWh/m² anuales**.

Ponderando los dos factores (demanda y calidad del aire) llegamos a la conclusión de que ventilar a través de los atrios es una estrategia con evidentes beneficios energéticos, sin abdicar de una buena calidad del aire cuando el caudal del intercambio es elevado (10 l/s/persona).

Valores de CO² - ventilación a través de atrios. Arriba, variación anual



Segunda imagen, 10 l/s/persona; tercera imagen 7,5 l/s/persona

Materialidad

La solución constructiva inercial presenta mejores resultados en la reducción de la demanda, en relación a una solución aislante con valores de transmitancia térmica similares.

Aislamiento versus Inercia

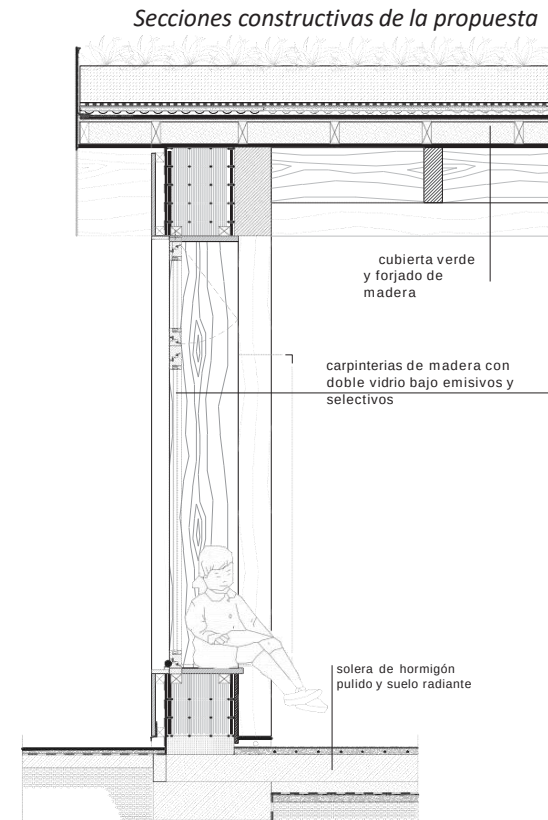
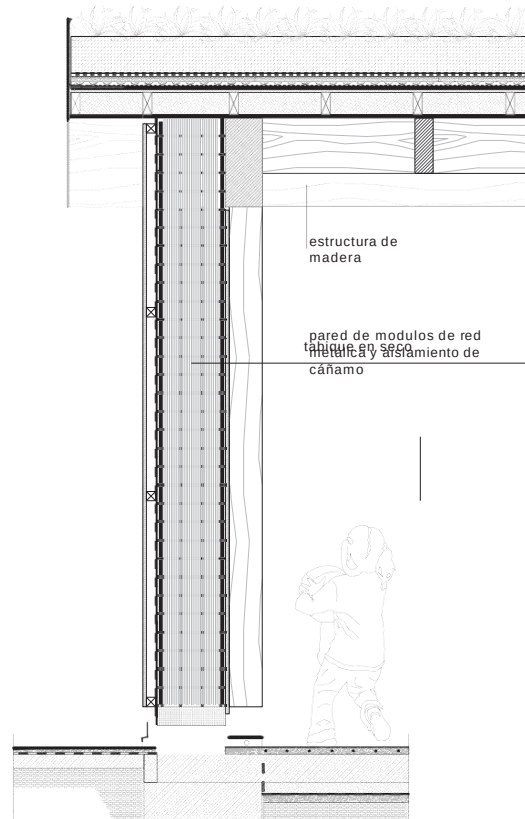
Tomando como punto de partida las soluciones constructivas desarrolladas teniendo en cuenta su impacto en la generación de CO₂ y de residuos, se simula su impacto en el rendimiento energético anual del edificio.

Todas las soluciones simuladas presentan valores similares de transmitancia térmica, por lo que se trata, especialmente, de evaluar el impacto de la inercia en el comportamiento del edificio.

Partimos de la simulación hecha teniendo en cuenta una solución constructiva aislante, con una demanda de referencia de **40,18 kWh/m² anuales**. Aplicando la opción inercial obtenemos una demanda de **39,08 kWh/m² anuales**, lo que nos apunta para una ventaja en emplear este tipo de materialidad.

Una solución de compromiso

Para decidir finalmente la composición constructiva del edificio, hemos valorado otras cuestiones, tales como el impacto ambiental de los materiales, proximidad y tradición de producción, su capacidad de respuesta sísmica o aún su impacto en la superficie útil del equipamiento.



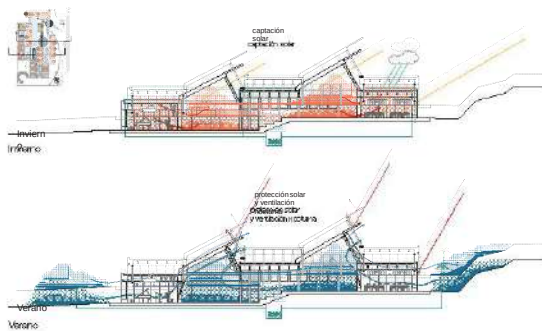
Por este motivo, optamos por mantener la solución aislante en fachada y parte de la cubierta, y proponer un porcentaje de cubierta y la solera inerciales: una solución mixta que nos conduce a una demanda intermedia (**39,87 kWh/m²**) entre las opciones aislante e inercial pero aporta globalmente más beneficios.

Geometría

Las alternativas geométricas buscan evaluar los impactos de la variación de la superficie acristalada y de la orientación de los lucernarios en la temperatura y confort de los atrios

Opción A - situación de referencia

El modelo original tenía asociadas determinadas estrategias bioclimáticas (ventilación natural y protecciones solares) que en algunos casos se mantienen y en otros se adaptan al cambio de geometría. Se busca maximizar el papel del atrio como gran espacio captor en invierno, sin causar pérdidas por superficie acristalada por las noche, o provocar su sobrecalentamiento en verano.



Opción B

Se invierte el ángulo de las cubiertas manteniendo la orientación sureste de las claraboyas. Esto conduce a un aumento de superficie acristalada captora.

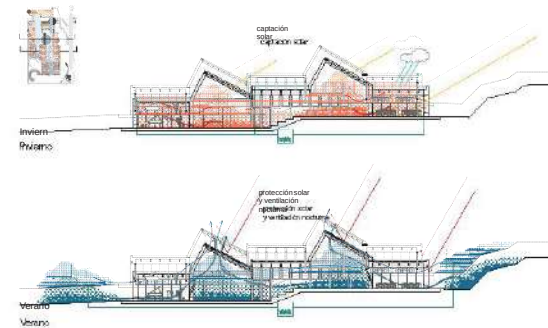
Se aplican también protecciones solares al modelo, ajustadas al mayor impacto de la incidencia solar:

- Protecciones solares móviles (70% en ventanas, en verano, 100% en claraboyas de 15 de marzo a 31 de octubre)

Se mantiene la ventilación natural controlada por condiciones de temperatura:

- Ventilación natural de los Atrios (nocturna, en verano, controlada por condiciones de temperatura) 15 ren/h

- Ventilación natural de las Aulas controlada por condiciones de temperatura



Opción C

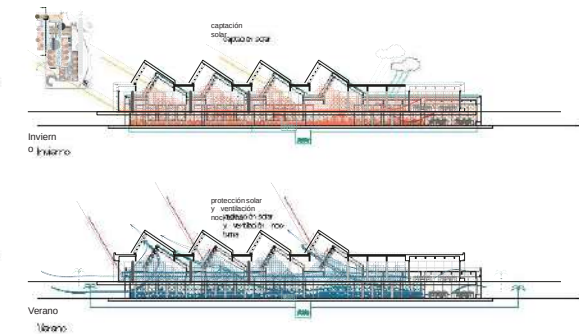
Se redibuja la cubierta que pasa a ser compuesta por más lucernarios, de menor dimensión y orientados a sureste. Este cambio podría aportar beneficios para la ventilación natural, ya que alinea las aberturas con una de las orientaciones dominantes del viento en verano.

Se aplican protecciones solares y estrategias de ventilación natural semejantes a las de la opción B:

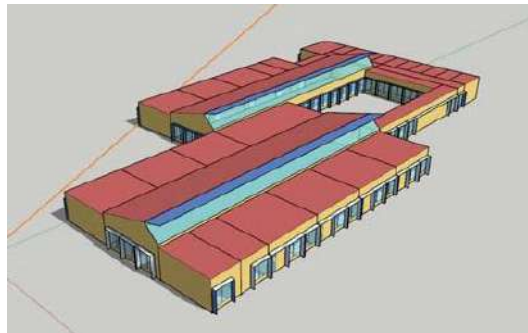
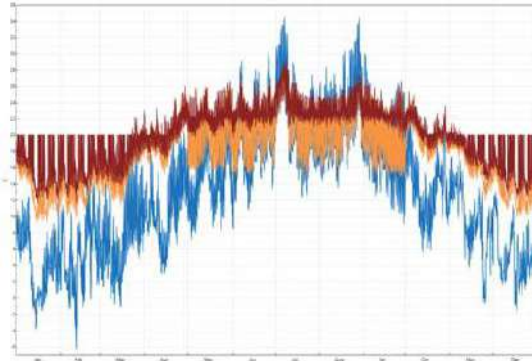
- Protecciones solares móviles (70% en ventanas, en verano, 100% en claraboyas de 15 de marzo a 31 de octubre)

- Ventilación natural de los Atrios (nocturna, en verano, controlada por condiciones de temperatura) 15 ren/h

- Ventilación natural de las Aulas controlada por condiciones de temperatura

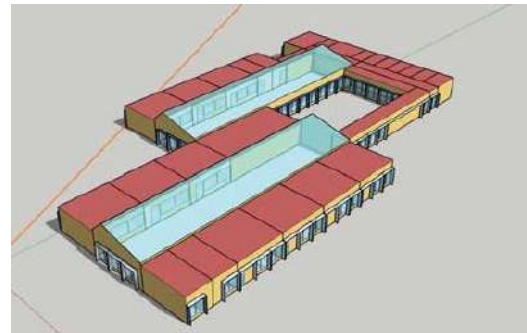
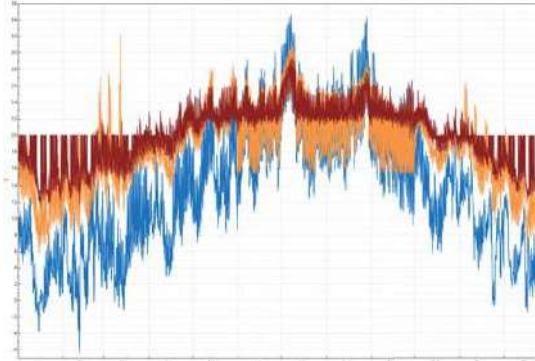


Variación de temperaturas (de -6° a 36°) a lo largo del año - opciones A, B y C Exterior, Aulas y Atrios



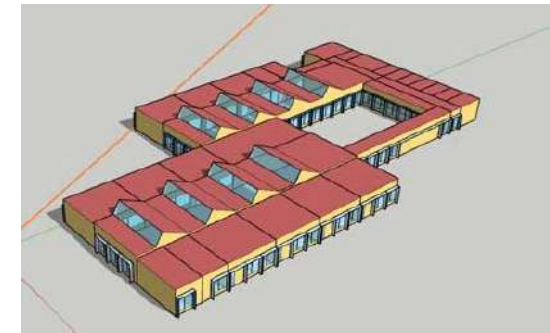
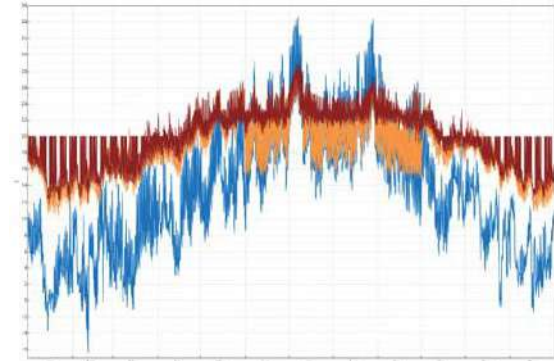
Opción A

La opción A presentaba una demanda anual de **39,87 kWh/m²**. En los Atrios observamos temperaturas bastante superiores a las del exterior, aunque puntualmente llegaran a caer por debajo de los 10 C°. La ventilación natural y las protecciones solares previenen un sobrecalentamiento en verano. El intercambio de aire y la conductividad entre Atrios y Aulas implica que, aunque no sea espacios acondicionados, sus características térmicas tengan consecuencias relevantes en la demanda total del edificio.



Opción B

Con esta opción observamos temperaturas más cálidas en las aulas en invierno, que conducen a una menor demanda - **37,37 kWh/m²** anuales. Sin embargo, esto es resultado de una gran oscilación horaria de pérdidas y ganancias a través de los lucernarios. Los días son más cálidos pero las noches y mañana muy frías. Existe también una gran oscilación estacional y diaria de temperaturas en los Atrios, lo cual empeora sus condiciones de confort y los inviabiliza en tanto que espacios de uso regular complementario.



Opción C

Orientando las claraboyas a sur-suroeste obtenemos una reducción de la demanda en relación a la opción A, pero mayor demanda que en la opción B - **38,52 kWh/m²** anuales. Observamos que, a pesar de las consecuencias positivas en la demanda, los Atrios se mantienen con temperaturas relativamente estables diariamente y a lo largo del año, presentando las condiciones que permiten su uso frecuente dentro de unas condiciones de confort francamente superiores a las del exterior. Optamos, por tanto por esta solución.

Optimización de la Opción C

Fijadas las principales opciones de diseño, se aplican tres medidas correctoras que permiten reducir la demanda y comparar posteriormente los resultados con otros equipamientos escolares.

La primera de estas medidas es el ajuste de los calendarios de ocupación de los atrios (de 25% a 10%) y aulas (de 100% a 90%), de modo a representar más fielmente el uso efectivo de estos espacios.

La segunda medida consiste en ajustar los calendarios de ventilación por salubridad para que coincidan en horario y porcentaje de ocupación con los de los espacios acondicionados. Anteriormente se hacía una ventilación continua y al 100% - siempre 10 l/s/persona - en horario de ocupación, lo que ocasionaba pérdidas innecesarias.

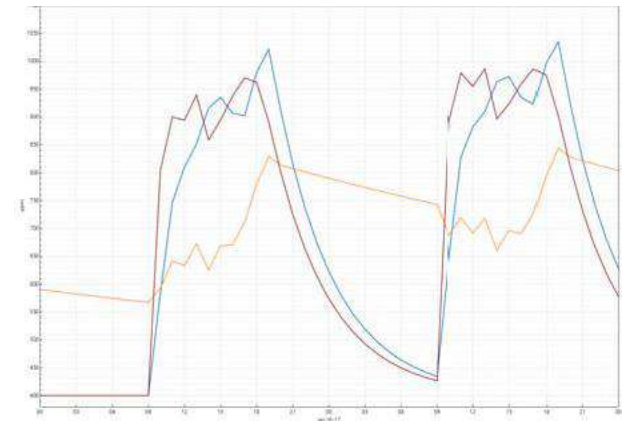
La última medida corrige la ocupación, considerando períodos de vacaciones en Navidad y Semana Santa.

Resultados y conclusiones

Estos ajustes conducen a una reducción de la demanda del 14%, de **38,52 kWh/m² anuales** a **33,67 kWh/m² anuales**.

Esto se debe a la una menor utilización del equipamiento a lo largo del año, pero también a una reducción importante de las pérdidas por ventilación - de 62 000 a 58 000 kWh. Las menores ganancias internas en los Atrios son compensadas por una necesidad inferior de renovación del aire y consecuente ahorro en calefacción.

Valores de CO₂, después de los ajustes Administración, Aulas, Atrios





Agendas de Cargas Internas y Ocupación Ajustada de Aulas y Atrios

Comparación de la demanda:

-Frente al impacto de la movilidad asociada

- Con proyectos de referencia

Impacto del uso frente al impacto de la movilidad asociada

Subrayamos la necesidad de pensar el equipamiento en su relación con el contexto territorial y las necesidades de las poblaciones del entorno. Como hemos visto, no solo están en juego los impactos de operación de la escuela, la movilidad asociada a los desplazamientos de estudiantes y personal puede representar un consumo hasta superior. Veamos:

Demanda anual para uso exclusivamente escolar del Equipamiento Sant'Anna - **59 192 kWh** (213 091 MJ)

Potencial consumo energético anual asociado a la movilidad motorizada privada (529 personas) - **53 292 kWh** (191 852 MJ)

Potencial consumo energético anual asociado a una movilidad mixta (529 personas) - **6 744 kWh** (24 279 MJ)

Si tuviéramos en cuenta un escenario futuro de ocupación máxima de la escuela (700 personas) el consumo podría llegar a ser superior a la demanda anual del edificio:

Potencial consumo energético anual asociado a la movilidad motorizada privada (ocupación máxima)

- **70 493 kWh** (253 773 MJ)

Comparación con proyectos de referencia

Los datos de grados-día (de calefacción o refrigeración) nos permiten hacer una comparación simplificada de las demandas de edificios con ubicaciones muy distintas.

En este caso ponemos en relación partes de la demanda calculada de la Escuela Sant'Anna - demanda de calefacción / demanda de calefacción + refrigeración + iluminación - con demandas correspondientes de otras escuelas europeas, a través del ratio kWh/m² anual por grado-día. Los valores de referencia y los casos de estudio del programa ZEMeds, que establecen un consumo final máximo de 25 kWh/m², ofrecen un baremo que sitúa la Escuela Sant'Anna en unos valores de demanda comparativamente similares.

Cuando comparada con la Escuela Arimunani de Aulets Arquitectes (caso de estudio analizado en el posgrado), notamos que esta última presenta valores de demanda más bajos, correspondientes a un 77% de la demanda normalizada de la Escuela Sant'Anna, lo que nos apunta para la existencia de un margen relevante de posible optimización.

ZEMeds in a nutshell: Energy

(b) Final energy consumption (all uses except DHW, Cooking, ICT and appliances):
CE ≤ 25 kWh/m reference area 2 year
Heating/Cooling and Ventilation: CHVAC ≤ 20 kWh/m².year
Lighting: Clighting ≤ 5 kWh/m².year

EDIFICIOS	kWh/m ² anual (Calefacción)	GD 15,5	GD 18	GD 20
Escuela Sant'Anna	26,6	1410	1960	2469
Escuela Arimunani (versión galería con ventanas al patio y protecciones)	9,8	672		
	kWh/m ² anual (Calefacción, refrigeración, iluminación)			
Escuela Sant'Anna	31			
Escuelas ZEMeds				
Girotondo, Cecina, Italia	15		150	
Galilei, Ancona, Italia	25			1688
Renzo Frau, Sarnano, Italia	25			2270
Vanvitelli-Angelini, Ancona, Italia	25			1688
Langevin, Sete, France	25			1593

EDIFICIOS	kWh/m ² por grado-día (15,5)	kWh/m ² por grado-día (18)	kWh/m ² por grado-día (20)	
Escuela Sant'Anna	0,0188652	0,0135714	0,0107736	100%
Escuela Arimunani (versión galería con ventanas al patio y protecciones)	0,0145833			77,30%
Escuela Sant'Anna	0,0158163	0,0125557		
Escuelas ZEMeds				
Girotondo, Cecina, Italia	0,1000000			632,26%
Galilei, Ancona, Italia	0,0148104			93,64%
Renzo Frau, Sarnano, Italia	0,0110132			69,63%
Vanvitelli-Angelini, Ancona, Italia	0,0148104			93,64%
Langevin, Sete, France	0,0156937			99,22%

Análisis del Confort



Temperaturas a lo largo de una semana de Febrero

Para evaluar los niveles de confort en los diferentes espacios, simulamos las temperaturas de las Aulas y Atrios en la semana de 6 a 12 de febrero, una de las más frías del año.

Una primera simulación en oscilación libre nos sitúa las temperaturas de ambos espacios entre los 10 y los 16 Cº, temperaturas sin duda fuera del rango de confort establecido pero bastante superiores a las exteriores.

Climatizando las Aulas, observamos no solo un incremento de la temperatura de estos espacios, sino también de los de Atrio. El intercambio de aire entre ellos aporta aire renovado a las aulas que, a su turno, devuelven aire cálido a los atrios, mejorando su confort sin llegar nunca a acercarse a los límites de CO₂ por salubridad. En este caso, las temperaturas de los Atrios oscilarían entre los 13 y los 16 grados.

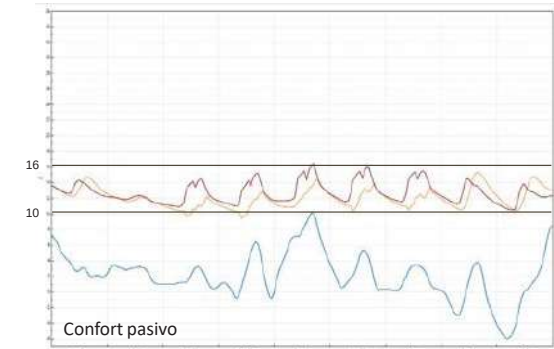
Seguidamente, hacemos un seguimiento horario de las temperaturas en estos espacios y de las temperaturas exteriores, en horario de ocupación de la Escuela.

En los atrios, la media de temperaturas en horario de ocupación es de 14,47 Cº, mientras que la media exterior es de 4,33 Cº - una diferencia de 10,14 Cº.

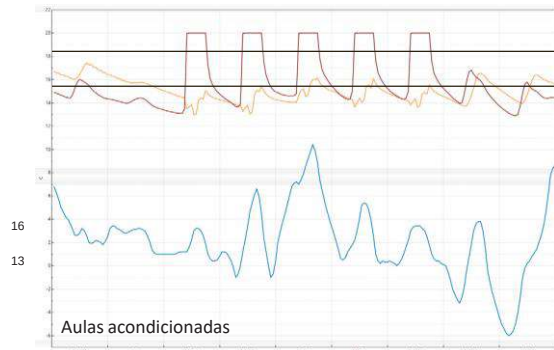
Consideramos, por tanto, los Atrios en tanto que espacios intermedios, semi-exteriores pero protegidos. Espacios que ofrecen condiciones de confort superiores a las del exterior, pero cuya ocupación varía considerablemente a lo largo del año, fluctuando de acuerdo con las condiciones meteorológicas.

En los meses fríos, funcionan principalmente como captadores solares que atemperan el aire limpio y protegen las aulas del contacto directo con el exterior. En los meses intermedios y cálidos, son una extensión de las aulas, expandiendo su superficie y complementando las clases con usos informales.

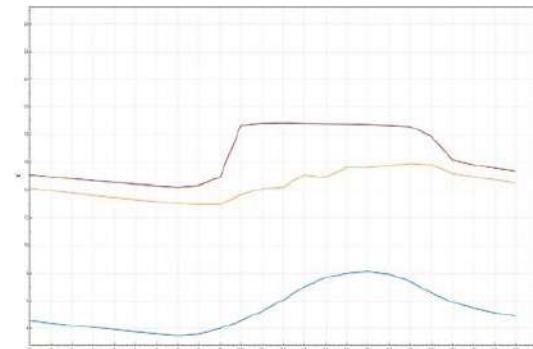
El espacio de la Escuela se distiende y contrae de acuerdo con la estación.



Variación de temperaturas a lo largo de una semana de febrero



Exterior, Aulas y Atrios



Día-tipo, media de las temperaturas diarias hora a hora, en febrero

Modelos de gestión

De escuela a equipamiento polivalente, dos estrategias para el futuro:

- potenciar los usos compartidos
- Intensificar la ocupación

Agendas de Ocupación

Considerando la Escuela Sant'Anna como un equipamiento para Bevagna y los pueblos cercanos, se puede llegar a plantear la absorción de otros usos y su funcionamiento como equipamiento integrado, centro cívico y refugio climático en verano - un espacio que ofrezca sombra, vegetación y puntos de agua, a semejanza de lo que se plantea con el Plan Clima para Barcelona o el proyecto OASIS, en París.

Este uso intensificado justificaría y permitiría amortizar determinadas opciones de proyecto relacionadas con la calidad constructiva del equipamiento, apostando por soluciones con mejores prestaciones ambientales, que a largo plazo pueden conducir a importantes beneficios, tanto ecológicos como económicos.

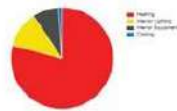
En este sentido, y porque "un edificio vacío nunca puede ser sostenible" (*Informe Mies*, Caballero y Cuchi, 1999), nos pareció interesante hacer una simulación de su uso continuo para valorar las implicaciones en términos de demanda.

De escuela a equipamiento polivalente: intensificación y multiplicidad de usos. Imagen de concurso



Escolar 2

Ocupación constante exceptuando sábados, domingos, períodos de vacaciones de dos semanas en Navidad y Semana Santa, julio y agosto (1560h aprox.)

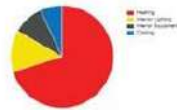


Demanda anual:

33,67 kWh/m²

Centro Cívico

- Ocupación constante entre semana, mañana de sábado. Sin períodos de vacaciones (2288h aprox.)



Demanda anual:

40,35 kWh/m²

Observamos un incremento total de demanda, que pasa de 59 192 kWh a 70 947 kWh, de casi 20%.

La demanda de iluminación contribuye para este incremento (de 7 000 a 9 000 kWh), así como la ocupación en los sábados y vacaciones de invierno, que conduce a la subida de la demanda de calefacción de 47 a 50 kWh.

Es, sin embargo, la ocupación en verano que, al generar mayores necesidades de refrigeración provoca el aumento más significativo en la demanda. Antes prácticamente inexistentes (1 000 kWh), con este uso extendido ascienden a 5 000 kWh, lo que seguramente justificaría el estudio de estrategias de disipación del calor y de sistemas activos que pudieran cubrirlas de forma sostenible y eficiente.

A pesar del importante aumento de la demanda, cuando lo comparamos con el incremento en horas de funcionamiento (+47%), podemos hacer una valoración muy positiva del potencial de mayor uso del equipamiento Sant'Anna, como modo de rentabilizar económica y socialmente un inversión pública que mejora substancialmente la vida del conjunto de la población.

Valoración de los sistemas que permiten cubrir la demanda



Demanda de calefacción y refrigeración

Energía geotérmica

Teniendo en cuenta las características climáticas y geológicas de Bevagna, los resultados del cálculo de la demanda y las propiedades constructivas del edificio, proponemos cubrir las demandas térmicas a través de la energía geotérmica, que tiene la capacidad de aprovechar la estabilidad de la temperatura del suelo. Por una parte, este sistema presenta ventajas cuando comparado con otros como la aerotermia, ya que el clima se caracteriza por rangos elevados de temperatura del aire exterior (de -6 °C a 34 °C). Por otra, la solución constructiva mixta que proponemos permite integrar circuitos radiantes a baja temperatura en la solera, sacando partido de sus propiedades inerciales.

Al tratarse de un sistema que permite cubrir tanto la demanda de calefacción como la demanda de refrigeración (controlando condensaciones), anticipa la posibilidad de usos intensificados en la estación cálida y los cambios futuros derivados de la crisis climática.

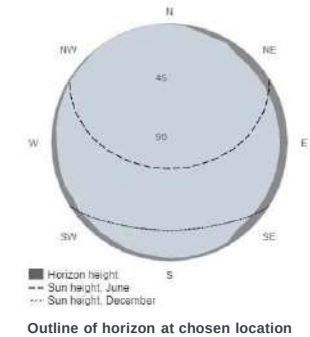
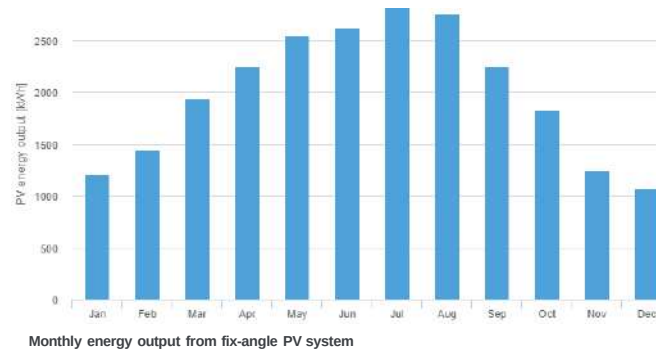
Demanda de electricidad Iluminación y equipos

Energía fotovoltaica

A través del *Photovoltaic Geographical Information System* de la Comisión Europea, hacemos una aproximación al cálculo del rendimiento de paneles fotovoltaicos conectados a la red. Con 90 m² sería posible cubrir cerca de 1100 kWh en el mes más desfavorable (diciembre), que estaría cerca de la demanda anticipada para este mes (1200 kWh). Tratándose de un sistema conectado, el excedente en los restantes meses podría suplir las necesidades de otros equipamientos públicos, al mismo tiempo que se asegura el abastecimiento en momentos de menor producción o picos de demanda.

La superficie de cubierta plana disponible en cada módulo escolar es de cerca de 800 m² y, por tanto, sería factible la eventual ampliación de potencia en caso de necesidad.

Cálculo del rendimiento de paneles fotovoltaicos conectados a la red. Fuente: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/#MR



Provided inputs:

Latitude/Longitude:	42.936, 12.609
Horizon:	Calculated
Database used:	PVGIS-SARAH
PV technology:	CIS
PV installed:	18 kWp
System loss:	14 %

Simulation outputs

Slope angle:	33 (opt) °
Azimuth angle:	27 °
Yearly PV energy production:	23980.83 kWh
Yearly in-plane irradiation:	1746.9 kWh/m ²
Year-to-year variability:	1182.58 kWh
Changes in output due to:	
Angle of incidence:	-2.81 %
Spectral effects:	NaN %
Temperature and low irradiance:	-8.76 %
Total loss:	-23.74 %

Paisaje, ecología y uso del suelo

Reconocimiento del lugar

El solar propuesto se trata de un emplazamiento que actualmente tiene un uso agrario situado en las afueras de la ciudad de Bevagna sin aparentemente ningún interés ecológico.

La planicie que genera el paso del río Teverone fomenta un paisaje agrícola con pequeñas concentraciones de árboles puntualmente. En la parte oeste de Bevagna se encuentra una zona ligeramente montañosa donde predomina el bosque tipo acidófilo planicial con hayas, robles y castaños.



Emplazamiento dentro de Bevagna



Solar para la escuela Sant'Anna

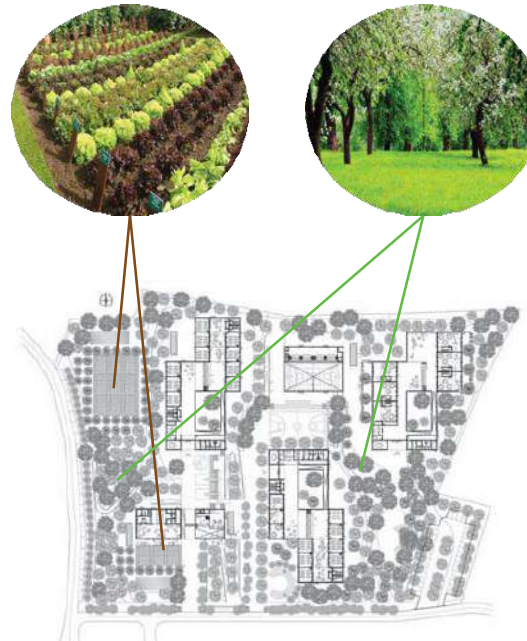
Usos del suelo

La distribución de los espacios libres de la escuela se ha basado en el predominio de los espacios permeables (52%) sobre el pavimento impermeable (26%).

Zona verda i escocells	12.271,00	39,07
Paviment tipus sauló/grava	1.984,00	6,32
Zones drenants i suds	1.000,00	3,18
Hort 1+2	965,00	3,07
Basses fitodepuració	260,00	0,83
Paviment dur	8.222,65	26,18
Cobertes	6.702,35	21,34
	31.405,00	100,00

Se potencia el espacio verde para la mejora de la ecología del emplazamiento, contribuir a la captación de CO₂, reducir los efectos de isla de calor y dotar al emplazamiento de espacios de sombra agradables y cambiantes a lo largo de las estaciones.

Se proponen plantaciones de zonas arboladas con especies autóctonas para sombra, frutales, huertos para consumo y educación, cubiertas verdes, tapizantes de bajo consumo hídrico y zonas de prado con beneficios eco-sistémicos.



Las zonas impermeables (pavimento de hormigón con árido reciclado, pavimento de arena compactada) se reservan para mejorar la accesibilidad universal a los edificios y en las zonas de aparcamiento y circulación de vehículos (coches, bicicletas y autobuses) y peatones.

En los límites de los edificios que están en contacto con pendientes se colocaran franjas drenantes para reconducir la posible escorrentía del agua.

En determinados puntos se dispondrán de zonas de filtraje de agua a acuífero mediante SUDs y pozos drenantes.

Paisaje, ecología y uso del suelo

El huerto

Educación, alimentación, compostaje de residuos orgánicos, gestión sostenible del agua

Uno de los aspectos que se tendrían en cuenta a la hora de la creación de la escuela sería la alimentación de las personas que se quedan en el comedor. A parte del diseño de menús saludables y equilibrados, la disposición de terreno permite la posibilidad de tener un huerto ecológico para consumir una parte de vegetales, hortalizas y frutas, etc. Además este huerto podría formar parte del proyecto educativo de la escuela no sólo como cuidado y recolección, gestión sostenible del agua sino también podría incorporar el compost de los residuos orgánicos generados en la escuela, comedor y cultivo.



La previsión de personas que se quedarán a comer se ha establecido en 50% del personal de la escuela + 50% de alumnos de infantil + 1/3 de los alumnos de primaria y secundaria. El total aproximado de 210 servicios que equivale a 39 adultos + 60 niños de infantil + 110 alumnos de primaria y secundaria. Se trata de un cómputo general sin tener en cuenta por falta de datos el % efectivo de servicios habituales y posibles por extras para personas sin recursos.

Para cubrir las necesidades alimentarias de una persona adulta se necesitan entre 35/40m² (según Leberecht Migge en su diseño de 1918 para una Siedlung autosuficiente en Alemania eran necesarios de 40/80m² por persona + una parcela de dimensiones similares para el cultivo de patatas y verduras de invierno) y unos 120/130m² para una familia de 4 personas. Para el caso de la escuela se ha considerado que serían necesarios **17,5 m² para adultos, 10 m² para niños de infantil y 12,5 m² para alumnos de primaria y secundaria**. La superficie que sería necesaria para ser autosuficientes sería de aproximadamente 2.6250 m².

En el proyecto se prevé dos zonas de **huerto** con un total de **965,67m²** cercanas a las zonas de fitodepuración + 23 manzanos + 23 perales + 47 nogales + 45 castaños + 15 almendros y 16 olivos.

Necesidades hídricas del huerto

	965	m2	
Meses	I/mes y m2	I/mes	I/día
Gener	5	4.825	161
Febrer	5	4.825	161
Març	50	48.250	1.608
Abril	50	48.250	1.608
Maig	50	48.250	1.608
Juny	145	139.925	4.664
Juliol	145	139.925	4.664
Agost	145	139.925	4.664
Setembre	50	48.250	1.608
Octubre	50	48.250	1.608
Novembre	50	48.250	1.608
Desembre	5	4.825	161
TOTAL		723.750	
per dia		1.983	

	Kc				
Cultivo	Etapas del desarrollo del cultivo				Siembra
	Inicial	Desarrollo	Media	Maduración	
Apio	0,8	0,95	0,95	0,95	abril
Berenjena	0,45	0,75	1,15	0,8	mayo/junio
Brócoli	0,3	1	1	0,8	septiembre
Calabaza	0,45	0,7	0,9	0,75	junio
Cebolla seca	0,5	0,75	1,05	0,85	abril
Cebolla verde	0,5	0,7	1	1	abril/mayo
Col	0,45	0,75	1,05	0,9	abril/febrero, octubre
Espinacas	0,45	6	1	0,9	abril- sep/octubre
Habas	0,45	0,45	1,15	0,6	marzo/abril
Lechuga	0,45	0,6	1	0,9	abril/noviembre, febrero
Melón	0,45	0,75	1	0,75	mayo/junio
Patata	0,45	0,75	1,15	0,85	abril
Pepino	0,45	0,7	0,9	0,75	junio/noviembre
Pimiento	0,35	0,7	1,05	0,9	abril/junio
Rábano	0,45	0,6	0,9	0,9	marzo/abril
Remolacha	0,45	0,8	1,15	0,8	abril/mayo
Tomate	0,6	1,05	1,05	0,6	abril/mayo
Zanahoria	0,45	0,75	1,05	0,9	febrero/marzo
Guisante	0,45	0,8	1,15	1,05	marzo/abril
Judía	0,35	0,7	1,1	0,3	febrero/marzo

El cálculo de las necesidades de riego aproximadas del huerto se ha realizado mediante la hipótesis de consumo facilitada en el archivo de balance hídrico. No obstante, las necesidades reales de riego de un huerto dependerán del coeficiente **Kc (cultivo)** de las especies plantadas y que varía según la etapa de crecimiento (inicial, desarrollo, media, maduración), del tipo de suelo (arenoso, franco-arenoso, arcilloso, etc), al eficiencia del sistema de riego y por supuesto del coeficiente de evapotranspiración (**Eto**) y la pluviometría del lugar.

Según los datos de partida y resultados del PLOU en todo el recinto habría un déficit de agua para riego de zonas verdes, huerto y uso en cisternas de inodoros en los meses de junio, julio y agosto. Parte de este déficit se podría cubrir con el agua fitodepurada.

Paisaje, ecología y uso del suelo

Zonas verdes

Espacios de bienestar, percepción del cambio estacional, contacto con la naturaleza, beneficios ecosistémicos, absorción CO₂, reducción del efecto isla de calor y refugios climáticos

La tipología de árboles propuestos son autóctonos de la región de Umbria y la especie escogida se basa en su valor ornamental, sombra generada, producción de frutos u otros. Como excepción no autóctona se plantea el Ginkgo biloba por su valor como especie y belleza (se considera un fósil viviente, es el árbol más resistente al fuego y plagas).

La vegetación propuesta y especies aromáticas son autóctonas o compatibles con el clima de Bevagna: Thymus vulgaris, rosmarinus officinalis, ruta graveolens, salvia greggi, sambucus nigra, satureja montana, retama sphaerocarpa, myrthus communis, lavandula angustifolia, artemisia arborescens, amaryllis belladonna, capparis orientalis, cistus albidus/purpureos, laurus nobilis, etc.

Se proponen como especies tapizantes: la zoysia japónica en zona tipo césped pero de consumo muy bajo de agua, diferentes tipos de sedum en las cubiertas verdes y en alcorques y zonas de prado una siembra de semillas con beneficios ecosistémicos (especies anuales i perennes): calendula officinalis, Tanacetum, Alyssium sextatile, Echium, Coreopsis, Salvia, Hyssopus, Coriandrum, etc

Por otro lado también se proponen especies macrófitas en las lagunas de fitodepuración.

	Nom especie	Tipus de vegetació	Area aprox. copa (m2)/u -25%	Unitats	Area (m2)	Coef. Especie Ks	Coef. Microclima Km	Coef. Jardí Kj (Ks*Km)
A1	Ginkgo Biloba	arbre	21,21	40	848,23	0,50	0,50	0,25
A2	Juglans regia (nogal)	arbre	37,70	47	1771,86	0,50	0,50	0,25
A3	Castanea sativa (castaño)	arbre	37,70	45	1696,46	0,40	0,50	0,20
A4	Populus nigra italica	arbre	5,30	54	286,28	0,60	0,50	0,30
A5	Populus alba nivea	arbre	21,21	38	805,82	0,60	0,50	0,30
A6	Quercus pubescens	arbre	28,86	28	808,18	0,40	0,50	0,20
A7	Fraxinus angustifolia ray wood	arbre	21,21	46	975,47	0,40	0,50	0,20
A8	Olea europaea	arbre	21,21	16	339,29	0,27	0,50	0,14
A9	Prunus dulcis (p. amygdalus)	arbre	14,73	15	220,89	0,15	0,50	0,08
A10	Malus domestica (manzano)	arbre	14,73	23	338,70	0,40	0,50	0,20
A11	Pyrus comunis (peral)	arbre	14,73	23	338,70	0,40	0,50	0,20
B1	Zona aromatiques	arbustiva			673,60	0,29	0,50	0,14
T1	Zoysia japonica en prat	tapissant			7697,00	0,50	0,80	0,40
T2	Sedum cobertes	Tapissant			5142,35	0,20	0,50	0,10
T3	Barreja de llavors amb beneficis ecosistèmics (inclos plantació escocells)	tapissant			3900,00	0,15	0,50	0,08



Ginkgo Biloba



Juglans regia



Castanea sativa



Populus nigra



Populus alba



Quercus pubescens



Pyrus



Malus



Prunus dulcis

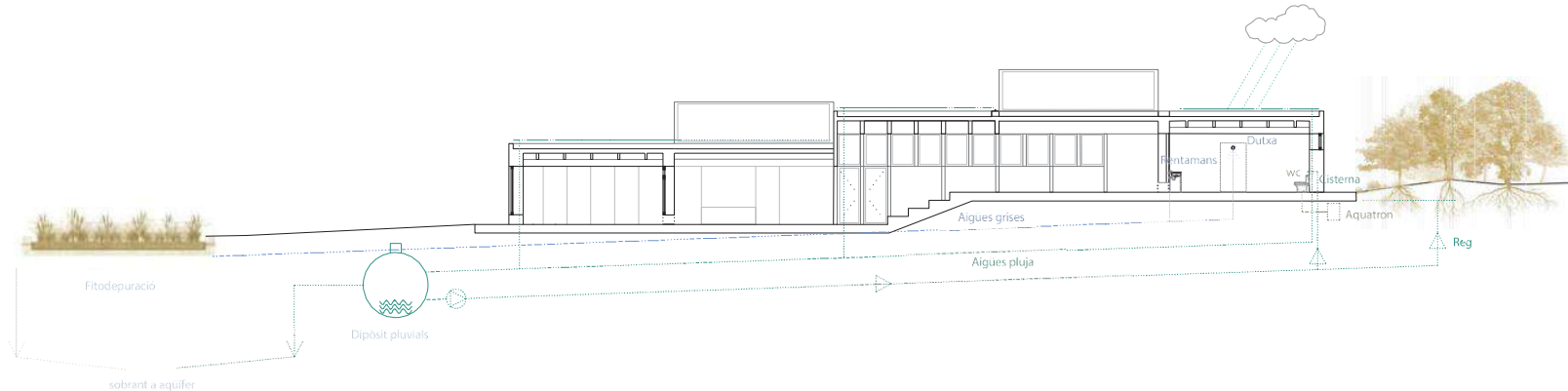


Olea



Fraxinus

Gestión sostenible del Agua



Reducción del consumo de agua y retorno al medio del agua procedente del saneamiento

Se propone una **reducción de la demanda** de agua potable, una reducción total de la demanda del agua susceptible de no ser potable (riego, limpieza, etc) mediante el reciclaje y tratamiento de aguas grises y de la captación de agua de lluvia.

Se propone el **retorno al medio** (acuífero) de las aguas sobrantes de captación de pluvial y de reciclaje de aguas grises mediante SUDS y pozos de infiltración. Las aguas a infiltrar en el subsuelo se tratarán previamente mediante separadores de aceites para **evitar la contaminación** del acuífero.

Se considera la posibilidad de **no ejecutar obras para hacer el alcantarillado convencional**. Estas obras podrían llegar a tener un coste superior a 800.000€ (movimientos de tierras, colectores y acometidas incluidas).



Agua potable

El suministro de agua potable daría servicio a aquellos aparatos que fueran susceptibles para el consumo humano (grifos, fuentes y duchas).

Para disminuir el consumo de agua potable se prevé:

- *Urinaris químicos
- *Grifos (incluidas duchas) tengan dispositivos aireadores, reguladores de caudal y temporizadores o detectores de presencia.
- *Inodoros con sistema tipo aquatron para evitar aguas negras.
- *Lavavajillas que funciona con agua reciclada.
- *Aprovechamiento de agua pluvial y grises depuradas para usos no potables.

Paralelamente se propone una monitorización de los consumos para una mejor gestión y detección de posibles fugas de agua y dispositivos antilegionelosis.

Gestión sostenible del Agua

Balance hídrico

Para realizar el balance hídrico de la escuela se han tenido en cuenta por un lado los consumos estimados de agua potable y los consumos susceptibles de ser realizados con agua reciclada.

Para establecer el volúmen de agua a reciclar proveniente de lluvia, se calcula la pluviometría del emplazamiento, las superficies de recojida de agua y sus rendimientos según materiales de acabado.

Por otro lado se calculan los consumos de ese agua que se destinaran a riego de jardines y huerto y limpieza.

Superficies de recojida toda la escuela

Cobertes	m2 coberta verda	m2 coberta inclinada	m2 Totals
Cuina-menjador	348,85		348,85
Biblioteca	232,50		232,50
Edifici infantil	1.410,00	460,00	1.870,00
Edifici primaria	1.225,50	550,00	1.775,50
Edifici secundaria	1.225,50	550,00	1.775,50
Poliesportiu	700,00		700,00
	5.142,35	1.560,00	6.702,35

factor eficiencia captación

Tejado duro inclinado	Q8-0.9
Tejado plano sin gravilla	Q8
Tejado plano con gravilla	Q6
Superficie empedrada	Q5-0.8
Asfalto	Q8-0.9

Edificio referencia

Tipus	superficie	litres/dia i m2 útil	litres/dia
Neteja edifici infantil	1870,00	0,0575	107,61
Neteja edifici primaria	1775,50	0,0575	102,17
Neteja edifici secundaria	1775,50	0,0575	102,17
Neteja cuina-menjador	348,85	0,0575	20,08
Neteja Biblioteca	232,50	0,0575	13,38
Neteja poliesportiu	700,00	0,0100	7,00
	6702,35	0,30	352,42

Información básica toda la escuela Sant'Anna

Usuaris Tipus	núm.	sexe	persones	inodor/dia	urinari/dia	rentamans*	Dutxa
Tipus 1 - infantil	120	-	120	462	0	600	
Tipus 2 - primaria	200	nen	100	128	0	500	
		mena	100	128	0	500	
Tipus 3 - secundaria	120	nen	60	77	0	300	
		mena	60	77	0	300	
Tipus 4 - mestres	66	home	33	66	0	165	
		dona	33	66	0	165	
Tipus 5 - administració	13	home	6	18	0	24	
		dona	7	20	0	26	
Tipus 6 - neteja	2	home	1	1	0	2	
		dona	1	1	0	2	
Tipus 7 - cuina	5	home	2	2	0	14	
		dona	3	6	0	21	
	526		526	1051	0	2584	10,0% 32

1 professor cada 6,66 alumnes

23,22%

usuari equivalent

440

dies lectius

200

dutxa - 10% primaria i secundaria 2 cops a la setmana

13

Beure - 0,28 l/alumne que es queda a menjar. Es considera que 50% del

personal (professors i administració) i d'infantil es queden a menjar. Per

210

altra banda es considera que només 1/3 de primaria i secundaria es

queden a menjar

Es considera que la cuina tindrà un tren de rentatge amb reciclatge d'aigua per les 210 que s'estimen que es quedaran a dinar. El consum d'aigua de cuina també prové de l'ús de l'aixeta, es preveu un ús de 2,8l/pa

*Es considera que per mesures d'higiene pel COVID la ratio de rentamans passa de 3,85 a 5

Es considera que els urinaris són químics i no faran ús d'aigua

Tipus de superfície de coberta		Factor d'eficiència de captació	
Coberta metàl·lica		0.9	
Toltes		0.6 - 0.80	
Coberta invertida (amb gravilla)		0.7 - 0.8	
Formigó		0.6 - 0.8	
Paviment ceràmic		0.5 - 0.6	
Terra amb pendent < 10%		0.0 - 0.3	
Superfícies rocoses		0.2 - 0.8	

Escenari Convencional						
Aparells	Freqüència	Cabal	Durada	Litres/ús	lpd	litres/dia
Inodor				4,5	10,75	4.730
Urinari				2	0,00	0
Dutxa	12		5	60	1,75	768
Lavabo	8		0,33	2,64	15,50	6.822
Cuinar				2,8	0,00	588
Beure				1	0,13	59
Reg					14,55	6.402
Neteja				8	0,80	352
				Total	43	19.721
						493.023
						493
						Consum Total
						13.319
						usuari
						Total pa
						25,32

Superfícies recollida pluja totals	m²	coeficient red.	m² equiv.	acabat
coberta verda	5.142,35	0,3	1.543	sedum
coberta inclinada	1.560,00	0,8	1.248	planxa
Zones verdes, horts, escocells	13.236,00	0	0	vegetació
Paviment drenant (a aquífer)	2.984,00	0	0	sauló, grava
Paviment	8.222,65	0,6	4.934	formigó reciclat
Bases fitodepuració	260,00	0	0	aigua reciclada
TOTAL	31.405,00		7.724	

**Se ha realizado un cálculo de todo el complejo educativo para poder contemplar las necesidades de consumo de agua del huerto, cocina, duchas, etc

Gestión sostenible del Agua

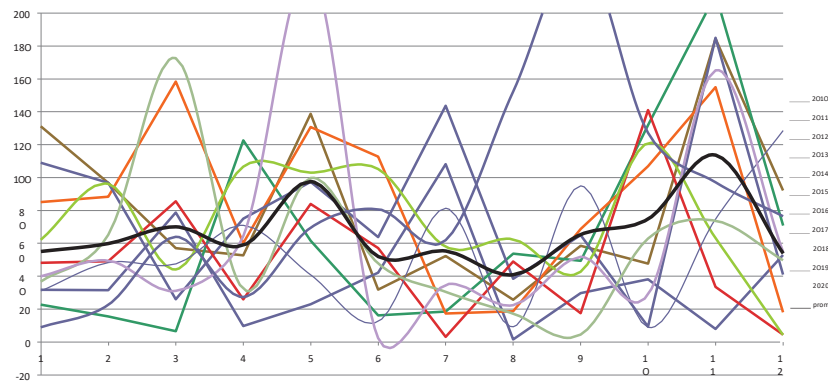
Balance hídrico. Captación de agua de lluvia

Pluviometría Bevagna

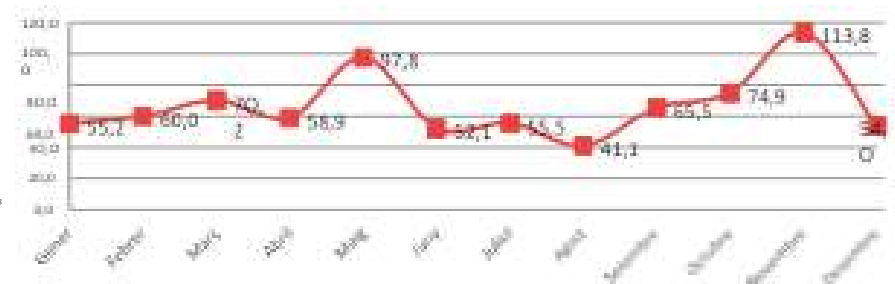
	PLUJA MENSUAL BEVAGNA									
(mm)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Gener	131,2	31,8	22,8	85,2	109	48,2	62,2	31,2	36,8	40
Febrer	96,8	31,6	15,6	88,4	96,8	49,2	96,2	48,4	65,2	49,6
Març	57,2	78,8	6,6	158,4	26	85,6	44,2	47,6	172,6	31,2
Abril	52,8	9,8	122,6	60,2	75	26	106,6	71	32,2	64,6
Maig	138,8	23	61,6	130,8	97,4	84	103	40,8	99,8	226,8
Juny	32	42,2	16,2	112,8	63,8	57,2	105,2	12,6	47,8	2,4
Juliol	52,4	108,2	18,6	17,4	143,6	3,2	58	81,4	30,6	35
Agost	25,8	1,6	53,8	18,8	38,4	49	62,6	9,4	17,4	22,4
Setembre	58,6	29,8	49,4	68,8	65	17,6	42,8	95	4,6	51,8
Octubre	47,8	38,2	132	107	9,4	141	121	9	63	28,8
Novembre	184,4	8	211,4	155	185	33,6	63,2	75	73,8	165,2
Desembre	92,2	53	70,8	18,2	41	4,6	4,4	128,6	49,8	54,8
Totals anuals	970	456	781	1021	950	599	869	650	694	773

Para determinar una pluviometría media mensual se calcula las medias mensuales de un periodo de 10 años.

Totals anuals pluviometria (l/m²)



Pluviometria mensual mitjana (l/m²)



Gestión sostenible del Agua

Balance hídrico. Captación de agua de lluvia

Necesidades de agua para el riego de jardines

La previsión de consumo de agua para riego se determina mediante el método de evapotranspiración, para ello necesitamos la evapotranspiración **Et0** de referencia de Bevagna, el coeficiente de cultivo **Kc** de las diferentes especies que hemos determinado para las zonas verdes (arboles, arbustiva y tapizantes), la eficiencia del sistema de riego, coeficientes de densidad y microclima y superficies relacionadas con cada especie.

En la tabla se ven los resultados correspondientes a la tipología de arboles A1-A2 (Gingko y nogal) unificados porque tienen el mismo coeficiente **Ks=0,5** y se les aplica los mismos coeficientes Ea, Kd i Km obteniendo el coeficiente **Kj= 0,25**, coeficiente de jardín que permite calcular las necesidades aproximadas de agua necesarias en relación a la evapotranspiración, la superficie y la pluviometría media mensual.

Tipo de riego	E _a
Riego localizado subterráneo	0,95
Riego localizado en superficie	0,9
Difusores y microaspersores	0,8
Aspersores	0,7-0,8
Superficie	0,5-0,65

Tipo vegetación	coeficiente de densidad (Kd)		
	alto	medio	bajo
Árboles	0,5	1,0	1,3
Arbustos	0,5	1,0	1,1
Tapizantes	0,5	1,0	1,1
Plantación mixta	0,6	1,1	1,3
Césped	0,6	1,0	1,0

Bevagna	Precipitación	evapotranspiración	Evapotranspiración "real"	Pluja efectiva	Pluja efectiva	Necessitats aigua	minoració especies i tipus plantació	necessitat de reg 3	Consum aigua per reg			
	P	ET ₀	ET _i	P _e	P _e	N	%	mm/ m ² i mes	mm/ m ² i mes	mm/ m ² i dia	T1: mm/ mes	mm/dia
gener	55,2	27,52	6,9	23,1	23,1	-16,3	25%	-12,2	0,0	0,0	0	0
febrer	60,0	42,31	10,6	26,0	26,0	-15,4	20%	-12,4	0,0	0,0	0	0
març	70,2	74,55	18,6	32,1	32,1	-13,5	20%	-10,8	0,0	0,0	0	0
abril	58,9	96,34	24,1	25,4	25,4	-1,3	20%	-1,0	0,0	0,0	0	0
maig	97,8	132,48	33,1	53,2	53,2	-20,1	20%	-16,1	0,0	0,0	0	0
juny	52,1	155,46	38,9	21,3	21,3	17,6	20%	14,1	14,8	0,5	38.855	1.253
juliol	55,5	169,24	42,3	23,3	23,3	19,0	20%	15,2	16,0	0,5	41.955	1.353
agost	41,1	150,90	37,7	14,6	14,6	23,1	20%	18,5	19,4	0,6	50.949	1.644
setembre	65,5	101,49	25,4	29,3	29,3	-4,0	20%	-3,2	0,0	0,0	0	0
octubre	74,9	68,05	17,0	35,0	35,0	-18,0	20%	-14,4	0,0	0,0	0	0
novembre	113,8	34,61	8,7	66,0	66,0	-57,4	20%	-45,9	0,0	0,0	0	0
desembre	54,0	25,52	6,4	22,4	22,4	-16,0	20%	-12,8	0,0	0,0	0	0

perdues del j	799,1	1078,47	22,5	Km microclima	59,7	59,7	50,3	131.759	4250,3
---------------	-------	---------	------	---------------	------	------	------	---------	--------

$$Kj = Ks * Kd * Km$$

$$0,25$$

$$ET_i = K_j * ET_0$$

$$22,5$$

$$P > 75 \quad P_e = 0,8 * P - 25 \quad P < 75 \quad P_e = 0,6 * P - 10$$

$$N = ET_i - P_e$$

$$E_a \text{ (eficiencia reg)}$$

$$0,95$$

necessitat reg anual

necessitat reg segons sistema aplicació

361

Tipo vegetación	coeficiente de especie (Ks)		
	alto	medio	bajo
Árboles	0,9	0,5	0,2
Arbustos	0,7	0,5	0,2
Tapizantes	0,7	0,5	0,2
Plantación mixta	0,9	0,5	0,2
Césped	0,8	0,7	0,6

Tipo vegetación	Coeficiente de microclima (Km)		
	a	m	b
Árboles	1,4	1,0	0,5
Arbustos	1,3	1,0	0,5
Tapizantes	1,2	1,0	0,5
Plantación mixta	1,4	1,0	0,5
Césped	1,2	1,0	0,8

Gestión sostenible del Agua

Balance hídrico. Captación de agua de lluvia

Necesidades de agua para el riego de jardines

Las necesidades finales de riego son la suma de las necesidades de cada especie en función de la superficie y de los coeficientes **Kj** obtenidos.

En la tabla adjunta se observan las necesidades parciales finales mensuales correspondientes al consumo de agua para riego suma de las diferentes tipologías de árboles clasificados según su coeficiente Kj ($K_j = K_s \cdot K_d \cdot K_m$), tapizantes y arbustiva en relación a sus superficies, eficiencia del riego utilizado, la pluviometría media mensual y a la evapotranspiración correspondiente.

	Consum aigua per reg T1:mm/mes								SUMA
	A1-2	A3,6,7,10,11	A4,5	A8	A9	B1	T1	T2	
gener	0	0	0	0	0	0	0	0	0
febre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
r	0	0	0	0	0	0	0	0	0
mar;;	0	0	3.261	0	0	0	106.898	0	110.159
abril	0	0	0	0	0	0	0	0	0
maig	38.855	36.927	23.344	146	0	0	331.973	0	431.244
juny	41.955	39.614	25.270	114	0	0	360.134	0	467.087
juliol	50.949	58.360	28.176	1.855	0	0,2	370.887	1.980	512.208
agost	0	0	1.030	0	0	0	91.399	0	92.429
setembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
octubre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
novembre	0	0	0	0	0	0	0	0	0
desembre									
									1.613.127
									7.760

Necesidades de agua para el riego del huerto

Las necesidades de agua para el riego del huerto vienen determinadas por la estimación realizada para un huerto tipo de 965 m2 regado mediante sistema de goteo que serían de aprox. 732.750 l/mes.

Necesidades de agua el inodoro

Las necesidades de agua para el inodoro se han determinado en función de los indicadores de usos en función del grupo y en ocasiones género: infantil 3,85 veces día/alumno, primaria y secundaria 1,28 veces día/alumno, maestros 2 veces día/pa,etc; los litros por uso 4,5l/uso de media y los días lectivos considerados. En este caso la estimación se ha realizado tan solo para el uso de escuela y teniendo en cuenta que los meses de julio y agosto son festivos.

Necesidades totales de agua:

per dia

	Reg jardi/ arbres	Hort	Consum Wc		
Gener	0	4.825	4.730	18,00	85.140
Febrer	0	4.825	4.730	18,00	85.140
Marl;	0	48.250	4.730	20,00	94.600
Abril	110.159	48.250	4.730	18,00	85.140
Maig	0	48.250	4.730	20,00	94.600
Juny	431.244	139.925	4.730	28,00	132.440
Juliol	467.087	139.925	4.730	0,00	0
Agost	512.208	139.925	4.730	0,00	0
Setembre	92.429	48.250	4.730	18,00	85.140
Octubre	0	48.250	4.730	20,00	94.600
Novembre	0	48.250	4.730	20,00	94.600
Desembre	0	4.825	4.730	20,00	94.600
			dies lectius	200,00	946.000

			DIA
1.613.127	723.750	2.336.877	6.402

Gestión sostenible del Agua

Balance hídrico. Captación de agua de lluvia

Aprovechamiento de aguas pluviales

Como medida de disminución de la demanda de consumo de agua de red, se prevé el reciclaje de las aguas pluviales.

La captación de agua de lluvia permite que, a excepción de los meses de junio, julio y agosto se pueda aprovechar el agua almacenada y no depender de agua de red.

Se propone la recogida de las pluviales en 4 depósitos de 75.000l situados enterrados aprovechando los des-

niveles del terreno junto los edificios para minimizar los conductos.

El agua de lluvia en zonas de calzada y aparcamiento se filtraran previamente teniendo en cuenta la separación de hidrocarburos para no contaminar las aguas.

Las aguas pluviales recicladas se utilizarían para el riego de zonas verdes y huertos, para el tren de limpieza de vajilla del comedor, las descargas de los inodoros, y para la limpieza de los edificios y exteriores.

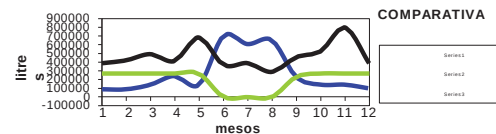
Para el riego se utilizarían sistemas eficientes tipo riego por goteo, mantas de goteo tipo hunter ECO-MAT de riego subsuperficial en las zonas donde se siembran tapizantes y sensores de humedad.

Se tendrá en cuenta la realización de controles periódicos de calidad del agua y tratamientos anti-legionelosis en el caso que fuera necesario.

PLOU 3.1					
0		Necessitats d'aigua			
Pluviometria (l/m2)	promig	l/ud*mes	ud	l/mes	
Gener	55,2		31	89.965	
Febrer	60,0		28	89.965	
Març	70,2		31	142.850	
Abril	58,9		30	243.549	
Maig	97,8		31	142.850	
Juny	52,1		30	703.609	
Juliol	55,5		31	607.012	
Agost	41,1		31	652.133	
Setembre	65,5		30	225.819	
Octubre	74,9		31	142.850	
Novembre	113,8		30	142.850	
Desembre	54,0		31	99.425	
ANUAL		799		3282877	
Coeficient de perdues i irregularitats anuals				1,1	
Necessitat m2 de captació				4519	
Superfície de captació real (m2)				7724	
Captació efectiva anual (l)				5143696	
Necessitats anuals (l)				3282877	
Balanci hídric anual (l):				1860819	
Balanci hídric mensual (l) - aproximació anual sense acumulació					
	necessitats	captació teòrica	captació real	balanci; teòric	balanci; real
Gener	89965	226850	387747	136885	29778
Febrer	89965	246644	421581	156679	33161
Març	142850	288399	492950	145549	35010
Abril	243548,9	242088	413792	-1461	17024
Maig	142850	401712	686632	258862	54378
Juny	703609,3	214003	365787	-489607	-337822
Juliol	607011,9	227971	389662	-379041	-217350
Agost	652132,9	168662	288289	-483471	-363844
Setembre	225818,8	269277	460266	43458	23444
Octubre	142850	401712	686632	258862	54378
Novembre	113850	401712	686632	258862	54378
Desembre	54000	246644	421581	156679	33161
Primera aproximació capacitat de la cisterna				163045	324680
Ratio cisterna TEORICA/captació				66,3	42
Ratio cisterna REAL/captació				799133	300000
Capacitat de la cisterna REAL					27000
Ratio cisterna REAL/captació					0
					39

El posible agua sobrante se infiltrará de nuevo en el subsuelo.

Aigua de xarxa:		SI	Diposit limitat a	270000
Balanci hídric (l) a finals de cada mes				
manca o sobra	de xarxa	contingut al diposit	sobreix.	
MENSUAL	xarxa anual		pel sobreix.	anual
297782	0	270000	27782	
601616	0	270000	331616	
620100	0	270000	350100	
440243	0	270000	170243	
813782	0	270000	543782	
-67822	67822	0	0	
-217350	217350	0	0	
-363844	363844	0	0	
234447	0	234447	0	
617870	0	270000	347870	
926283	0	270000	656283	
549768	0	270000	279768	2707444
567782	0	270000	297782	
601616	0	270000	331616	
620100	0	270000	350100	
440243	0	270000	170243	
813782	0	270000	543782	
-67822	67822	0	0	
-217350	217350	0	0	
-363844	363844	0	0	
234447	0	234447	0	
617870	0	270000	347870	
926283	0	270000	656283	
549768	0	270000	279768	2977444
567782	0	270000	297782	
601616	0	270000	331616	
620100	0	270000	350100	
440243	0	270000	170243	
813782	0	270000	543782	
-67822	67822	0	0	
-217350	217350	0	0	
-363844	363844	0	0	
234447	0	234447	0	
617870	0	270000	347870	



Gestión sostenible del Agua

Balance hídrico. Reciclaje aguas grises.

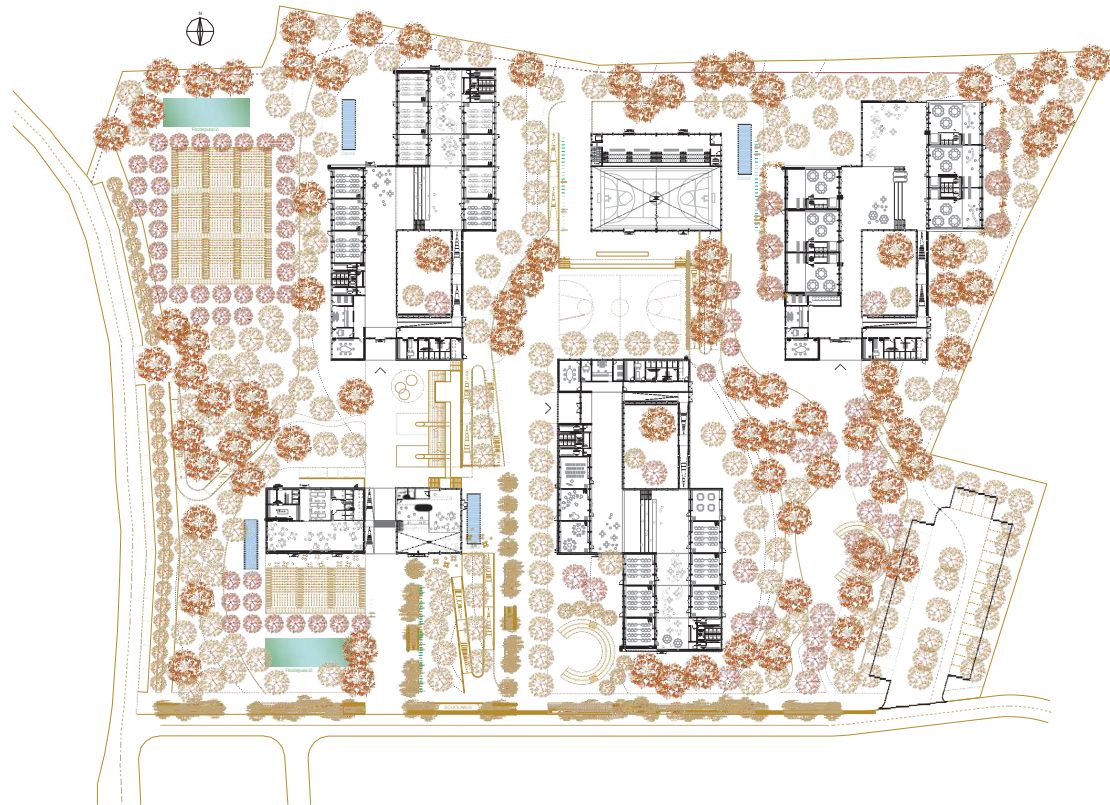
Como medida de disminución de la demanda de consumo de agua de red, también se prevé el reciclaje de las aguas grises previa fitodepuración.

Se propone la depuración natural de aguas grises mediante dos lagunas de fitodepuración laminar horizontal de 130,70m² cada una para poder depurar 7.942 l/día resultado de la captación de aguas grises (duchas y desagües de grifos, incluida agua de la cocina previo filtraje de grasas, y aguas amarillas procedentes del aqutron).

Estas lagunas de fitodepuración tendrían una profundidad máxima de 70cm y estarían situadas en cotas inferiores.

La fitodepuración se realizaría mediante macrófitas tipo cañizo (phragmites sp), boga (typha sp), carex sp, juncus sp, etc.

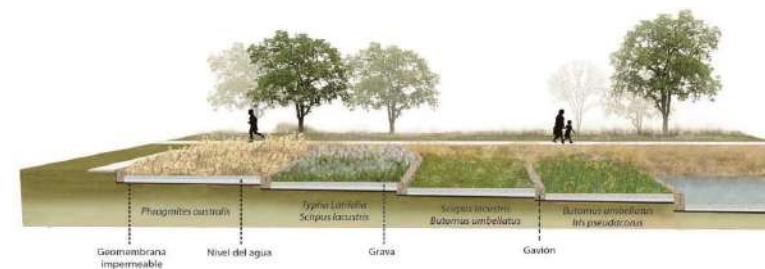
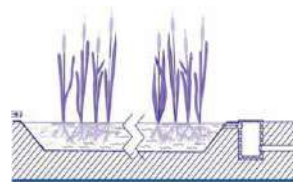
Según los datos de partida y resultados del PLOU en todo el recinto habría un déficit de agua para riego de zonas verdes, huerto y uso en cisternas de inodoros en los meses de junio, julio y agosto. Parte de este déficit se podría cubrir con el aguafitodepurada y así reducir la demanda de agua de red.



FITODEPURACIO
1m² aprox 30-35 l/dia
Filtre horitzontal
mides optimes 1:3
Fondaria mitja

Cabal mitja abocat l/dia
7.942
260 m²
2 unitats de
6,6x19,8m
70cm

duxes, lavabo, neteja



Del Concurso al Taller de proyecto sostenible - algunas reflexiones

En el desarrollo del proyecto, se dieron dos procesos paralelos que consistieron, por una parte, en la integración de nuevos temas que se definen y concretan por primera vez y, por otra, en el cuestionamiento de decisiones tomadas durante el concurso, que conducen a una redefinición del complejo escolar. Nos parece importante reunir aquí estos temas que enriquecen el proyecto original en busca de una mayor sostenibilidad.

Ciclo de vida de la materia

- Definición de las soluciones técnicas a adoptar en fachada, cubierta, solera, tabiquería y sistema estructural.
- Comparación de la idoneidad de las soluciones innovadoras frente a las convencionales, en términos de impacto ambiental.
- Priorización de sistemas constructivos desmontables frente a otros completamente orgánicos, con el fin de conseguir una mayor reutilización y reciclabilidad en su ciclo de vida.
- Optimización de la composición técnica del edificio, evitando sobrestimar el uso de materiales en la construcción y reduciéndolos.
- Elección de materiales cuya capacidad de absorción y baja emisión de CO₂ baje la huella de anhídrido carbónico en el ciclo de vida del edificio.

- Uso de materiales naturales y de proximidad, adecuados al carácter educativo del complejo escolar y al contexto natural que lo rodea.

- Uso del cáñamo como principal constituyente de la envolvente vertical, y como aislante en todo el edificio, debido a sus propiedades altamente cualitativas y sostenibles, además de proceder de la tradición local.

Usos. Confort y demanda energética

- Definición detallada de usos, ocupación y grado de acondicionamiento de los espacios.
- Definición de estrategias de ventilación y sombreado fijo y móvil de los huecos.
- Definición de cerramientos, de acuerdo con transmitancias aconsejadas y adaptación de la transmitancia de huecos a su orientación solar.
- Reducción de alrededor del 20% de huecos en la cara noroeste del edificio - del 46% al 37% de la superficie de muro.
- Reducción de la superficie acristalada de la cubierta de los atrios, manteniendo apenas las que tienen buena exposición solar.
- Exploración de variantes geométricas en la cubierta de los atrios.
- Planteamiento de usos complementares y diversificados, que intensifiquen la ocupación del equipamiento, y permitan amortizar la inversión.

Biodiversidad. Territorio y gestión ecológica

- Definición de red de movilidad pública y de accesos peatonales y para bicicletas seguros y de calidad
- Definición de zonas verdes con objetivos de generar espacios de bienestar y contacto con la naturaleza en la escuela, basados en especies autóctonas y de consumo hídrico adecuado a la pluviometría del lugar.
- Introducción de variedad de especies vegetales para mejora del ecosistema.
- Aumento de zonas permeables en relación a zonas pavimentadas para minimizar efecto isla de calor y mejorar la infiltración del suelo.
- Aumento de la superficie destinada a huerto y frutales para consumo de alimentos ecológicos y para destinar espacio a compostaje de residuos orgánicos.
- Reducción de la superficie destinada a aparcamiento en favor de espacios más permeables y vegetados teniendo en cuenta la accesibilidad peatonal.
- Aumento de espacios para aparcar bicicletas.
- Definición de estrategias de reducción del consumo de agua potable proveniente de red
- Definición de estrategias de gestión sostenible del agua de lluvia y reciclaje de aguas grises. Integración de depósitos pluviales y de lagunas de fitodepuración.
- Posibilidad de no realizar red de alcantarillado y infiltración del agua sobrante a acuífero.



SILKHOUSE

Equip de treball:

*Anna Casadevall
Carme Argudo
Lara Petinal
Laura Rodríguez*

INTRODUCCIÓ

L'objectiu del projecte és l'ampliació i rehabilitació energètica, amb criteris d'arquitectura bioclimàtica, d'una casa unifamiliar de construcció tradicional situada a Sant Mori, a l'Alt Empordà.

Es tracta d'una casa de 65m² amb murs de pedra i coberta de teula, amb una planta inferior per a magatzem. La parcel·la de 470m² té un fort pendent a SO, que es resol en diferents nivells, i presenta molta vegetació en bon estat. Els usuaris són una família en creixement que hi viu tot l'any, amb interès i possibilitat econòmica de dur a terme una rehabilitació sostenible.

El projecte es desenvolupa en quatre línies de treball:

- Priorització d'estratègies passives: Reducció de la demanda energètica: millora de l'envolupant, captació d'aire de la volta de la planta inferior i disseny d'un hivernacle a la façana Sud-Oest
- Reducció de la demanda d'aigua: reutilització d'aigües pluvials i d'aigües grises i negres per a reg, mitjançant un sistema de fitodepuració al jardí
- Reducció de l'impacte ambiental de la reforma mitjançant la millora dels vectors ambientals dels materials
- Previsió de sistemes actius de suport, mitjançant caldera de biomassa i captació solar fotovoltaica

Les aportacions específiques del treball són:

- L'aplicació d'un hivernacle a SO a petita escala per a una casa rural, com a coixí tèrmic a l'hivern i espai semi-exterior a l'estiu, evitant sobreescalfament
- La captació d'aire fresc de la planta inferior per a ventilació forçada a l'estiu
- L'ampliació de l'habitatge amb materials locals lleugers i ecològics, i la seva relació amb l'envolupant antiga i l'hivernacle, solució de ponts tèrmics
- La combinació de la inèrcia i l'aïllament com a estratègies complementàries
- La comprovació que es poden assolir condicions de confort tèrmic adequades amb estratègies bioclimàtiques de projecte, tot i que les transmitàncies parcials dels tancaments no compleixin
- La combinació de sistemes de fitodepuració de flux vertical i horitzontal per adaptar-se a la parcel·la unifamiliar, aconseguint el tancament del cicle de l'aigua

Com a conclusió del projecte Silkhouse hem comprovat que tots els sistemes estudiats són replicables en la rehabilitació d'una casa unifamiliar de construcció tradicional, per bé que algunes de les mesures adoptades són més rendibles econòmicament i de més fàcil construcció i aplicació.

TERRITORI

CLIMATOLOGIA

Estació automàtica Torroella del Fluvià
(Mitjanes 2019)

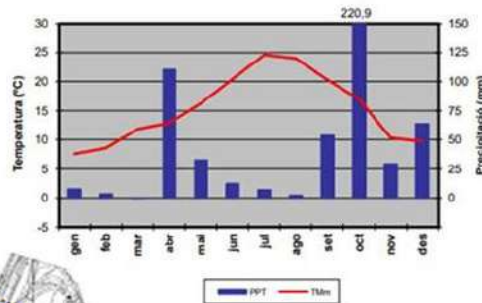
Temperatura (Tmm) 15,3°C

Màxima 21,8°C

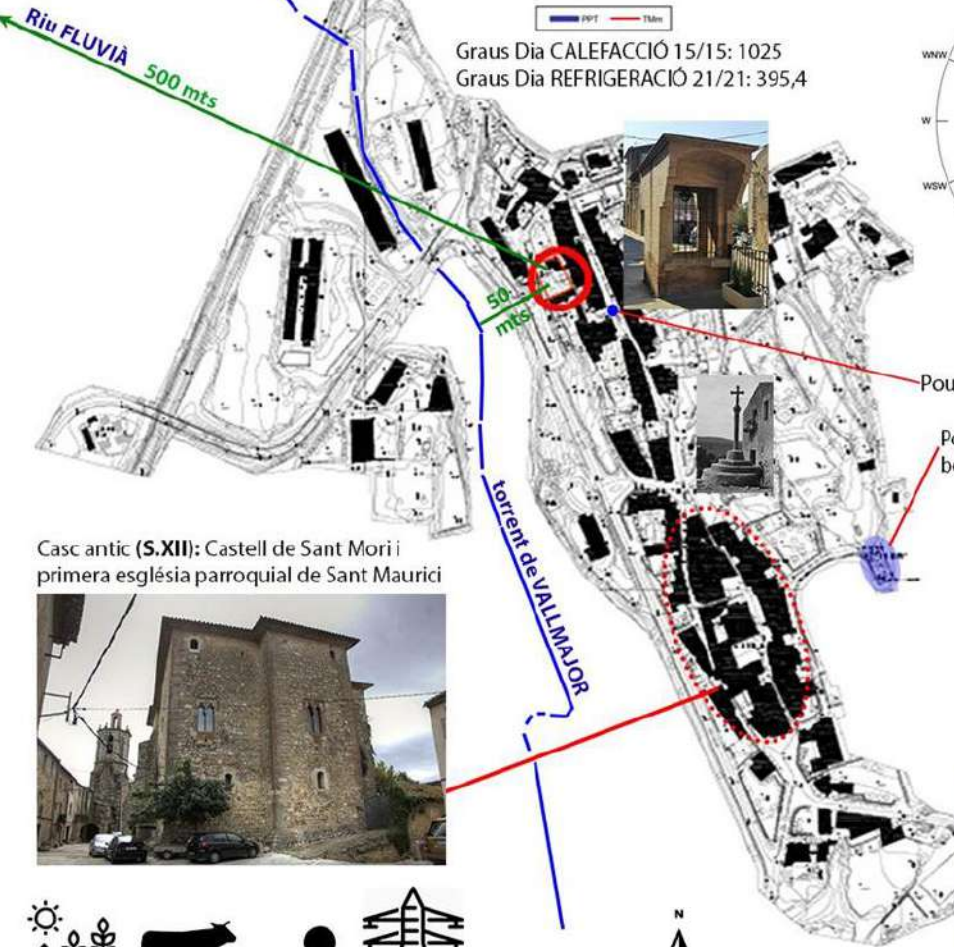
Mínima 9°C

Precipitació (PPT) 544,1mm

Humitat 73%



Graus Dia CALEFACCIÓ 15/15: 1025
Graus Dia REFRIGERACIÓ 21/21: 395,4



Casc antic (S.XII): Castell de Sant Mori i primera església parroquial de Sant Maurici

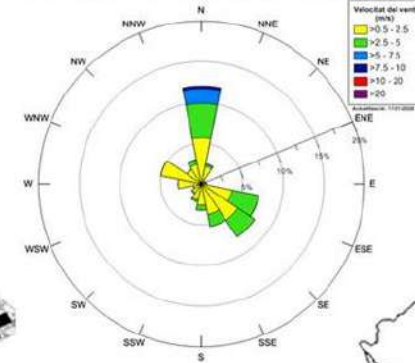


Economia principal

Economia secundària



Rosa dels Vents de la Tallada d'Empordà (UB)

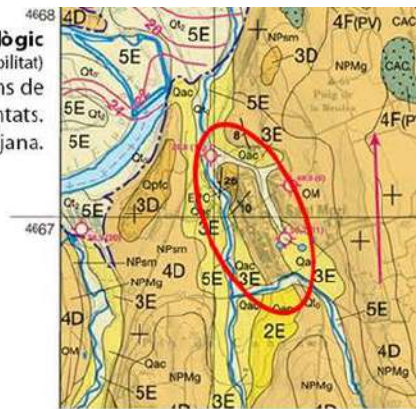


Mapa Hidrogeològic

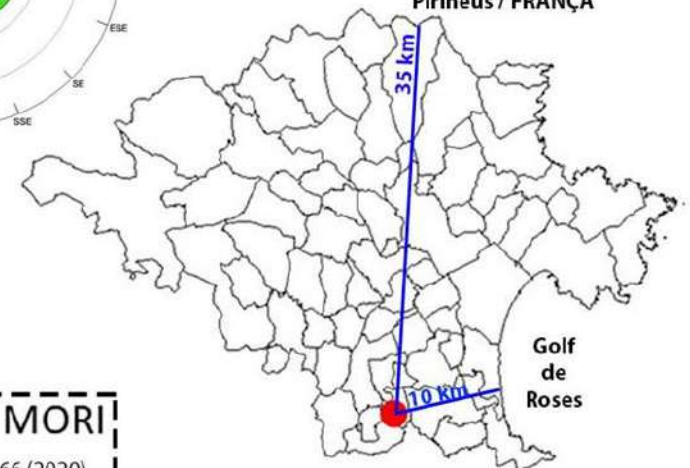
(litografia i permeabilitat)

Conglomerats amb intercalacions de gresos i lutites molt poc cimentats.

Permeabilitat mitjana.



Pirineus / FRANÇA



ALT EMPORDÀ



CATALUNYA

SANT MORI

Població: 166 (2020)

Superfície: 7,5 km²

Altitud: 51 m

Lat: 42.15; Lg: 3



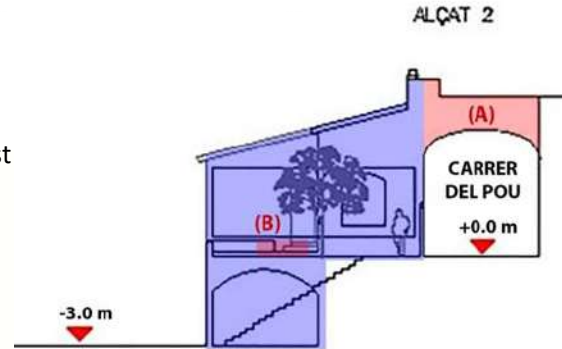
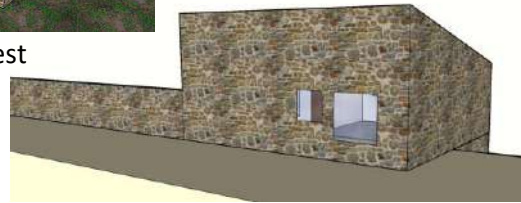


ESTAT ACTUAL



Façanes Nord-Est i Nord-Oest
(des de carrer)

Façanes Sud-Est i Sud-Oest
(des de jardí)



HISTÒRIA

Antic trull
(molí d'oli d'oliva)

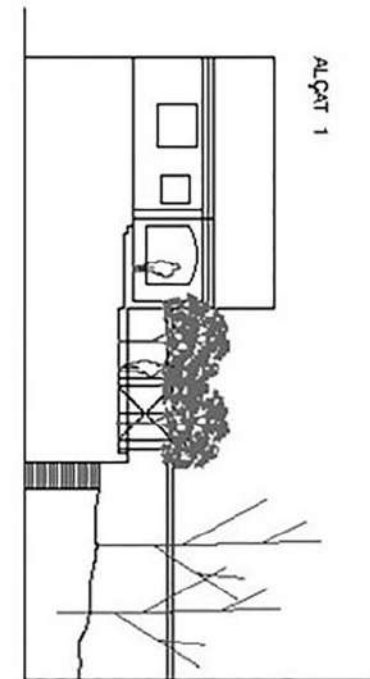
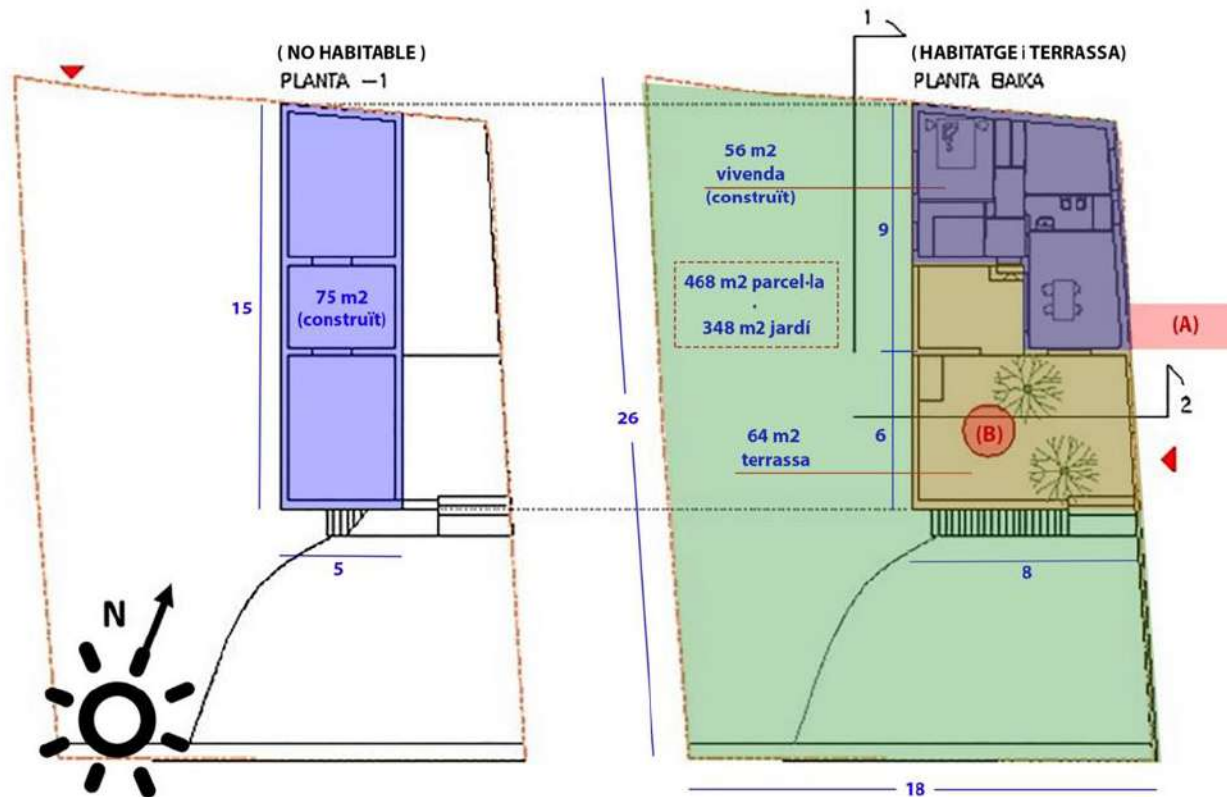


Els únics vestigis del seu passat industrial són:

(A) PONT de pedra que el comunicava la finca principal i actualment no practicable

(B) Pedra de MOLÍ a la terrassa

*Adaptat com a residència d'estiu a finals del SXX





CLIENTS:

- Parella jove de biòlegs
- Fill petit i un altre en camí
- Mitjans per a finançar inversió a llarg termini

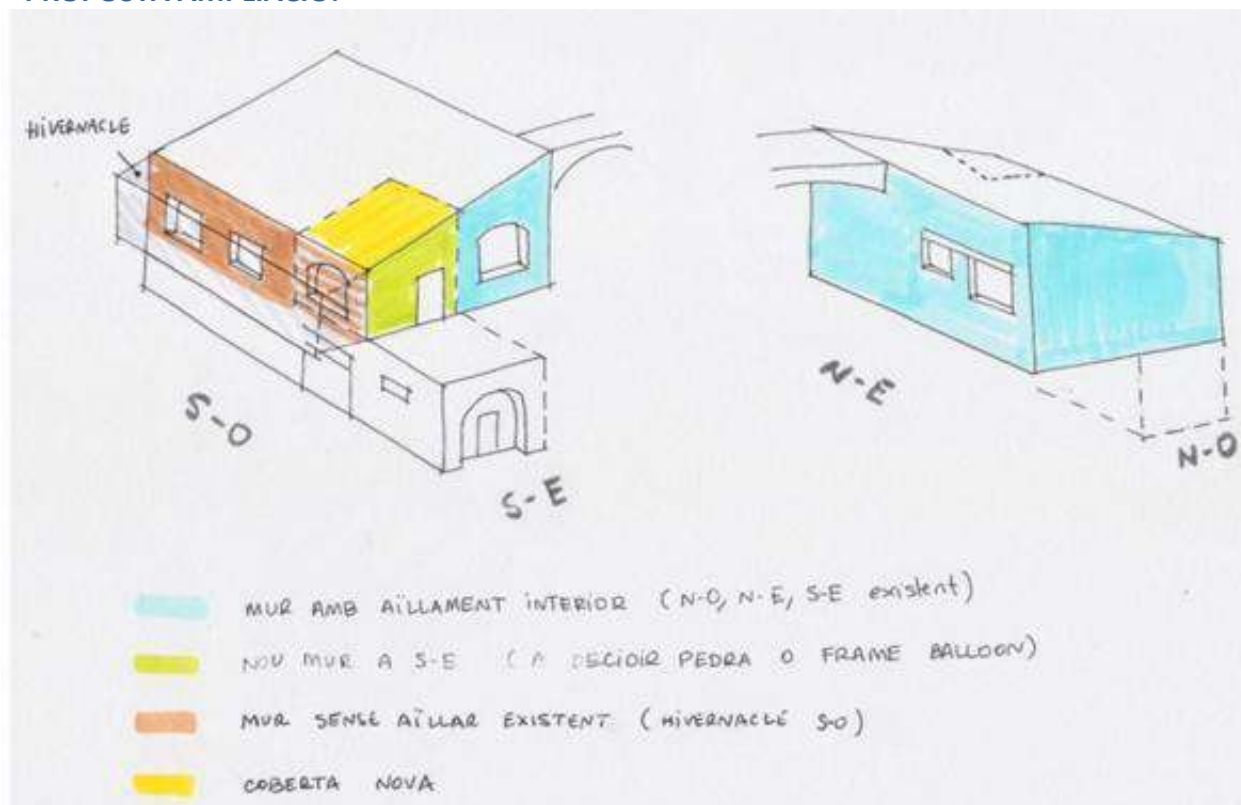
OBJECTIUS CLIENTS:

- Ampliació i adequació habitatge per a donar cabuda a noves necessitats:
 - Habitatge principal on viure-hi tot l'any
 - Família en creixement
 - Necessitat d'espai per a teletreball
- Aprofitament espai verd parcel·la:
 - Oasi natural per a acollir aus autòctones
 - Autoproducció hortícola
 - Taller d'artesanía aprofitant recursos existents (Ex: moreres > cucs > producció de seda)

PROPOSTES PROJECTE

- Ampliació casa original i construcció hivernacle per a augmentar l'espai útil
- Confort tèrmic passiu mitjançant hivernacle i aprofitament espai no habitable volta
- Optimitzar el cicle de l'aigua i vegetació
- Materials locals i sostenibles

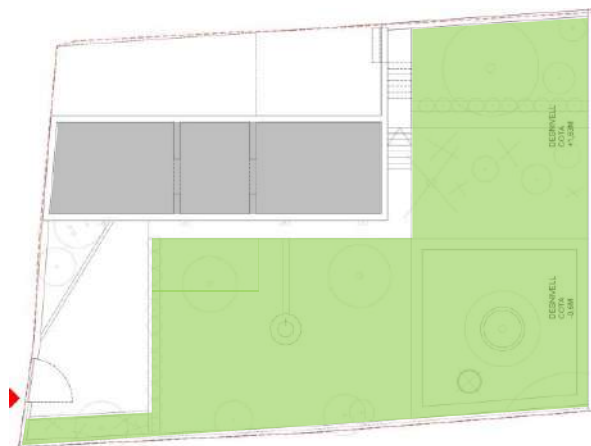
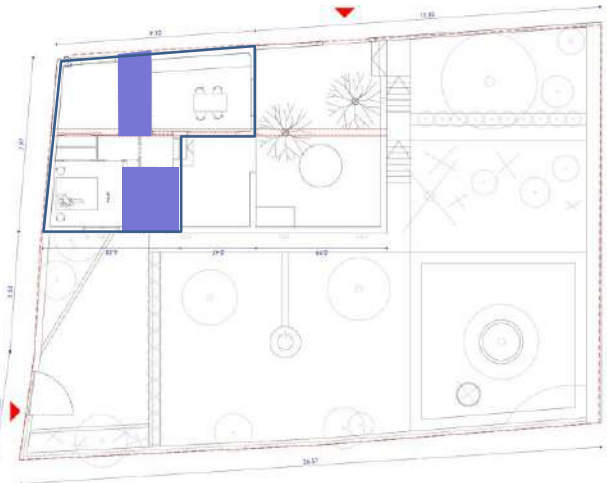
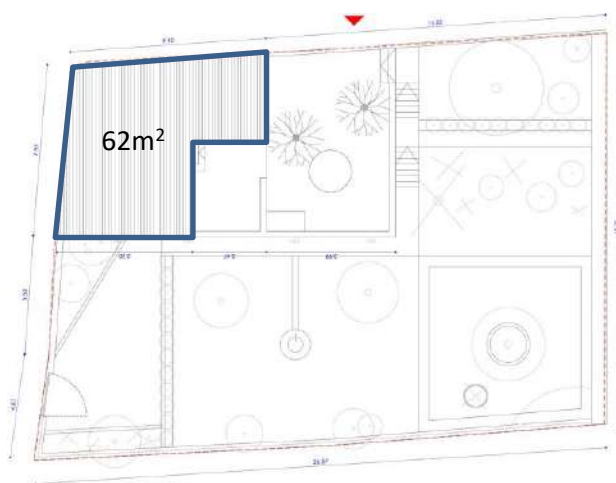
PROPOSTA AMPLIACIÓ:



AVANTATGES DE PARTIDA:

- Parcel·la amb ampla superfície lliure i desnivell natural de fins a 3mts
- Existència d'espai no habitable sota edificació
- Clients conscienciats

ESTAT ACTUAL

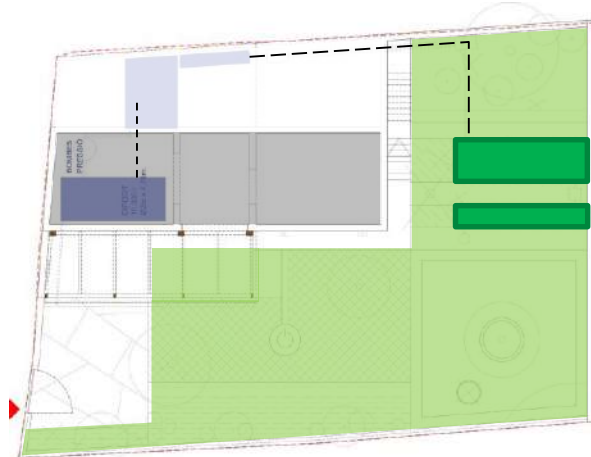
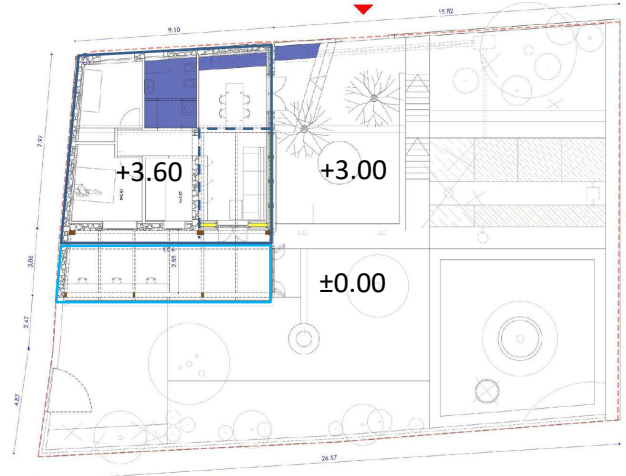
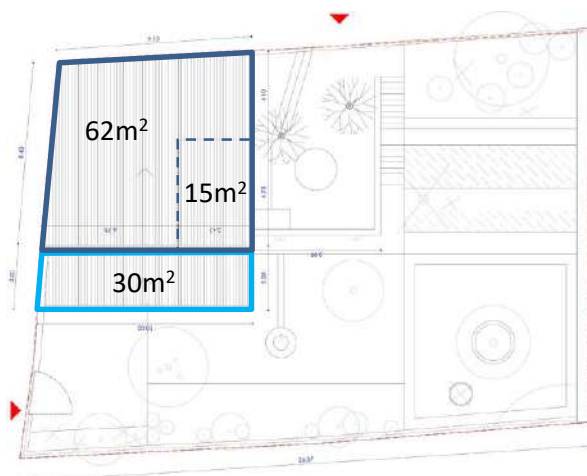


PROPOSTA

cobertes

habitatge i terrassa

jardí i volta



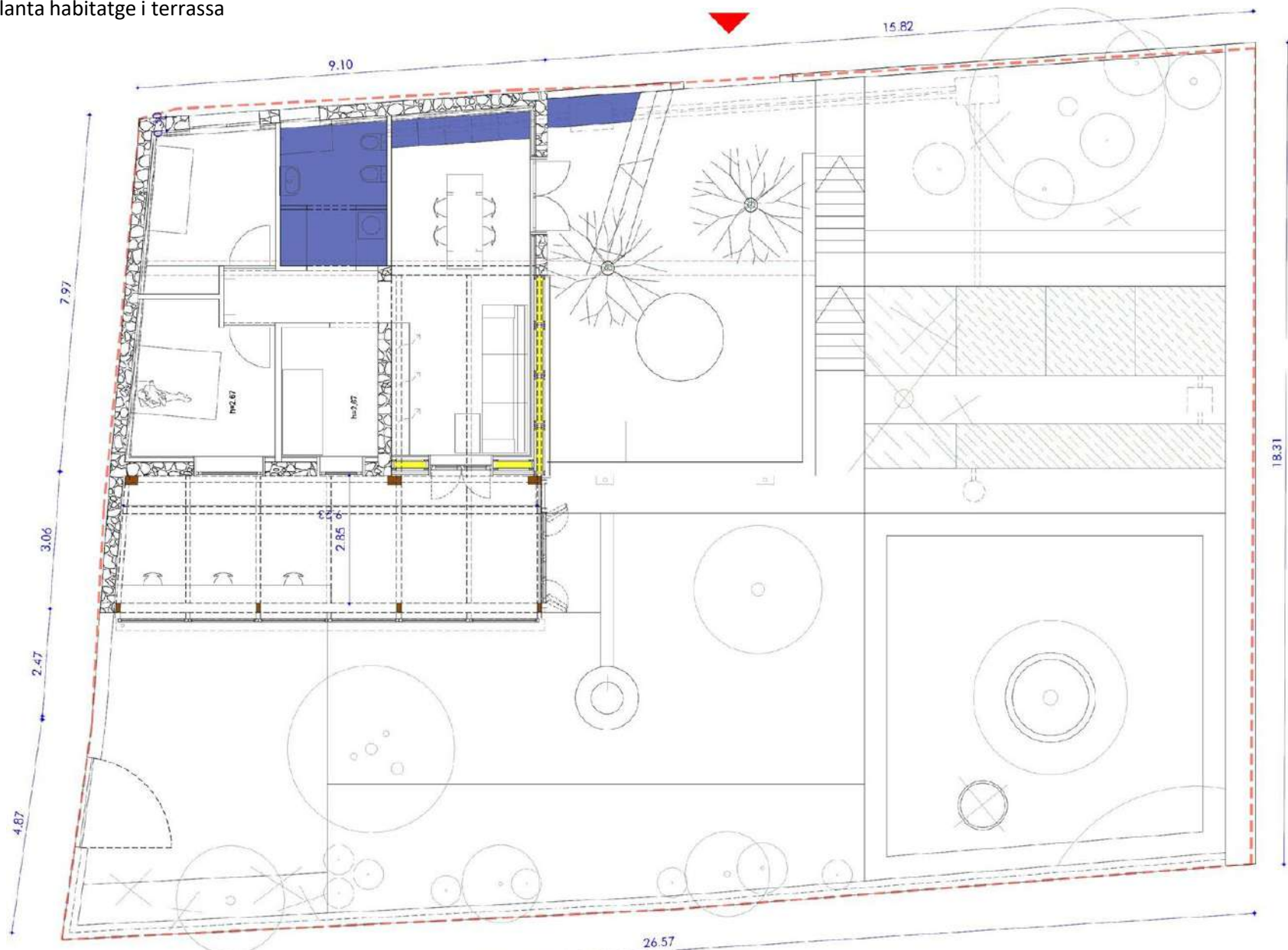
- **Ampliació** casa compactant volum
- **Hivernacle** a façana Sud-Oest
- Augment superfície de coberta (~107m²)
>> recollida aigües **pluvials**

- Agrupació **zones humides** habitatge i reubicació a mur Nord-Est per a optimitzar assolament i climatització en espais a Sud-Oest

- **Dipòsit pluvials** per a reutilització en cisterna inodor i neteja
- **Fitodepuració** aigües habitatge aprofitant desnivell natural, per a us en reg jardí

PROPOSTA

Planta habitatge i terrassa

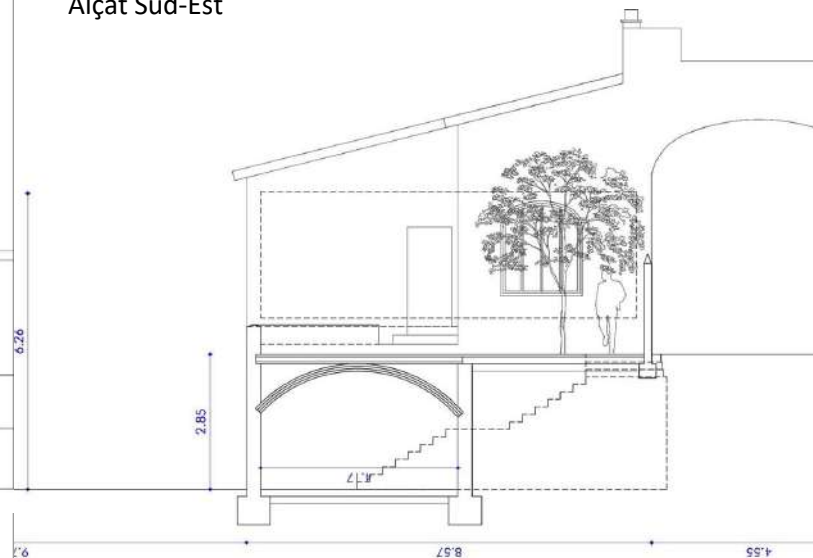


ESTAT ACTUAL

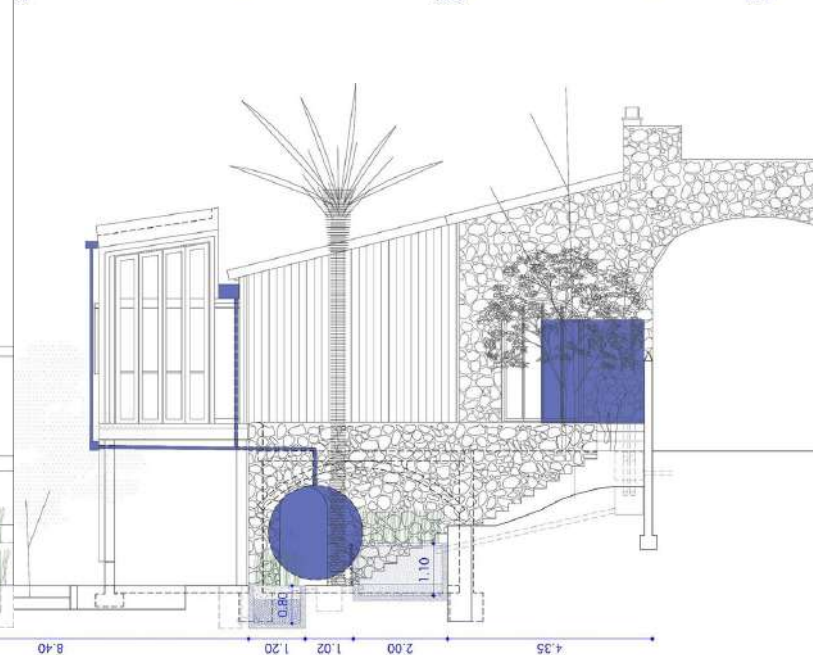
Alçat Sud-Oest



Alçat Sud-Est



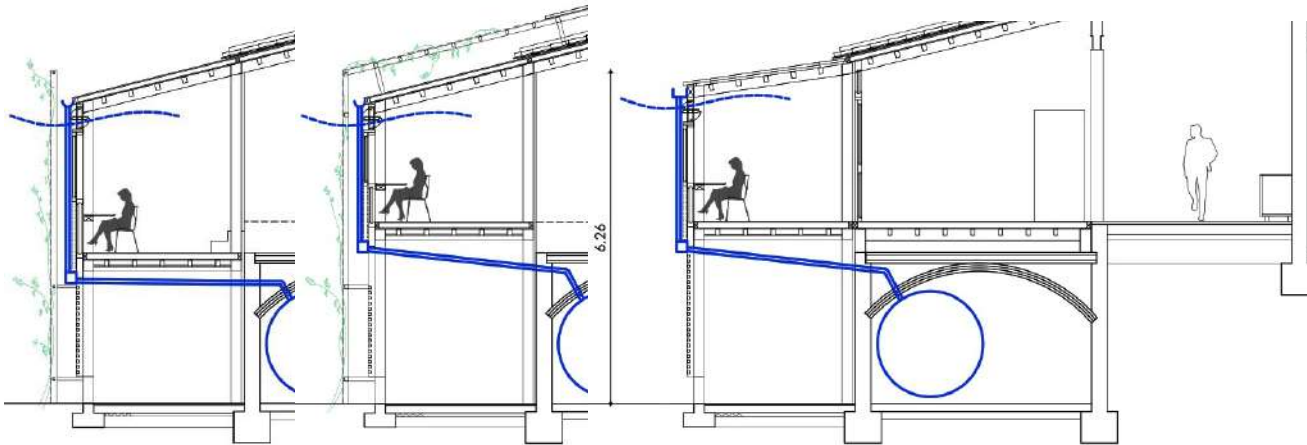
PROPOSTA



ESTUDIS SOLUCIÓ CONSTRUCTIVA COBERTA HIVERNACLE

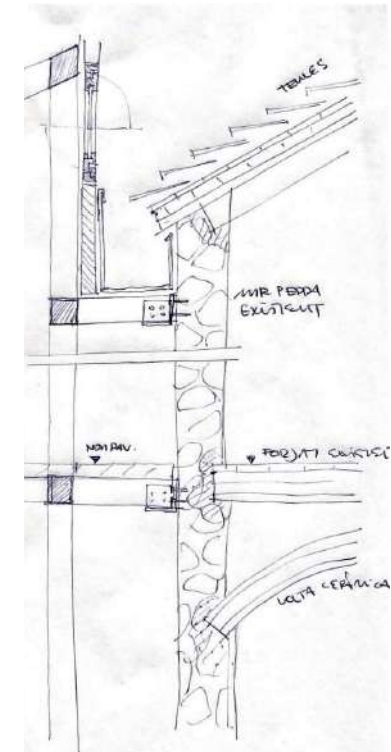
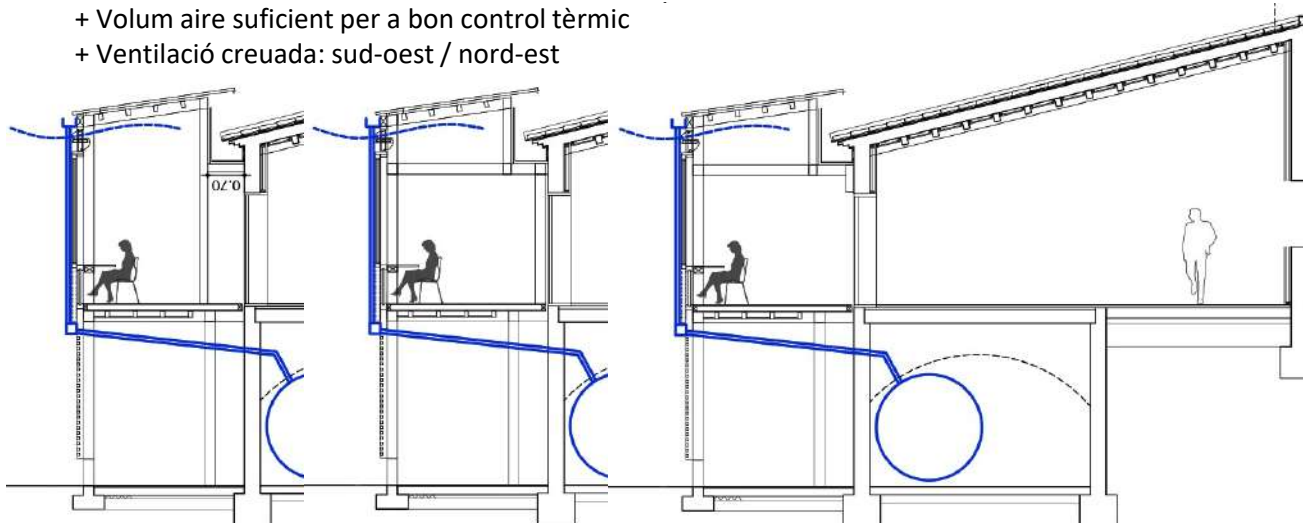
A) Alinear coberta hivernacle amb coberta original

- + Simplicitat constructiva en la unió de cobertes i en el desguàs
- Si mantenim el terra a nivell del de l'habitatge, l'hivernacle perd espai transitable, volum d'aire i control tèrmic
- Si abaixem el terra hivernacle per a mantenir alçada transitable i volum aire, perdem superfície i/o accessos des de l'habitatge.



B) Remuntar coberta hivernacle per sobre de la coberta original

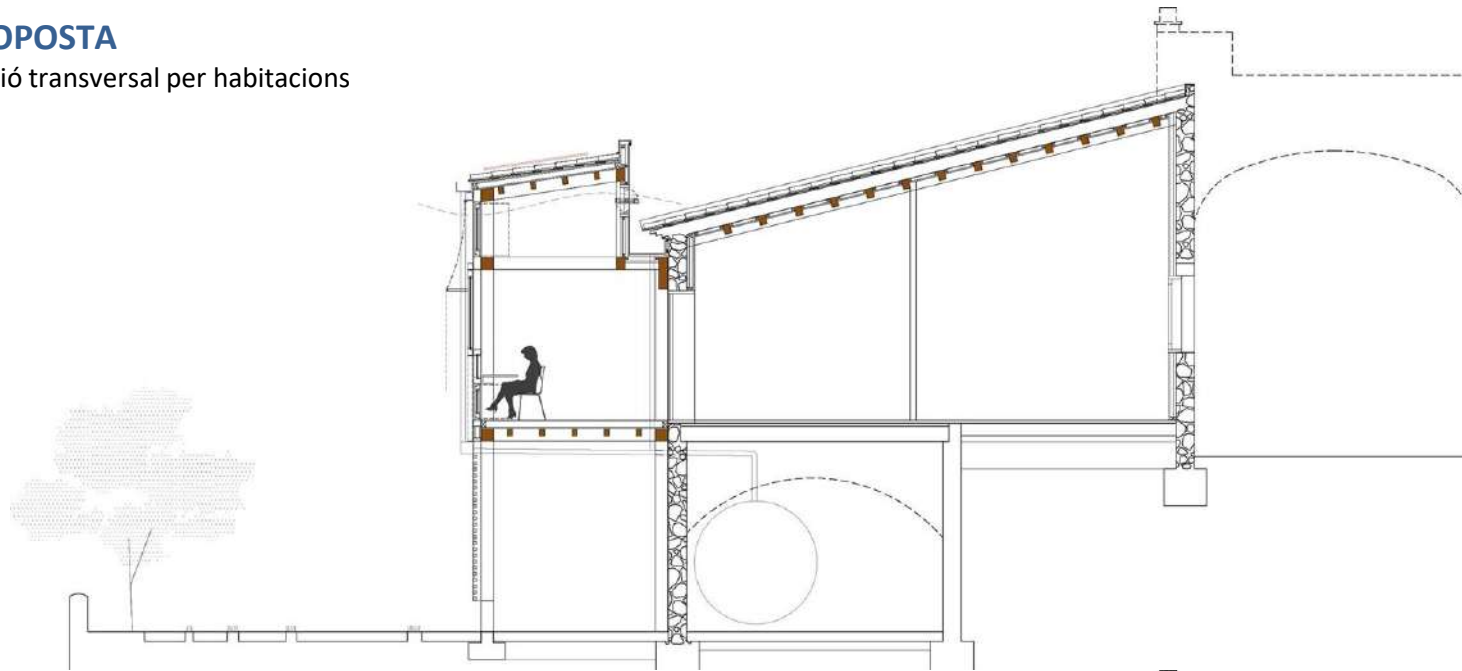
- Complexitat constructiva en el detall unió i desguàs
- + Terra hivernacle a nivell del de l'habitatge
- + Volum aire suficient per a bon control tèrmic
- + Ventilació creuada: sud-oest / nord-est



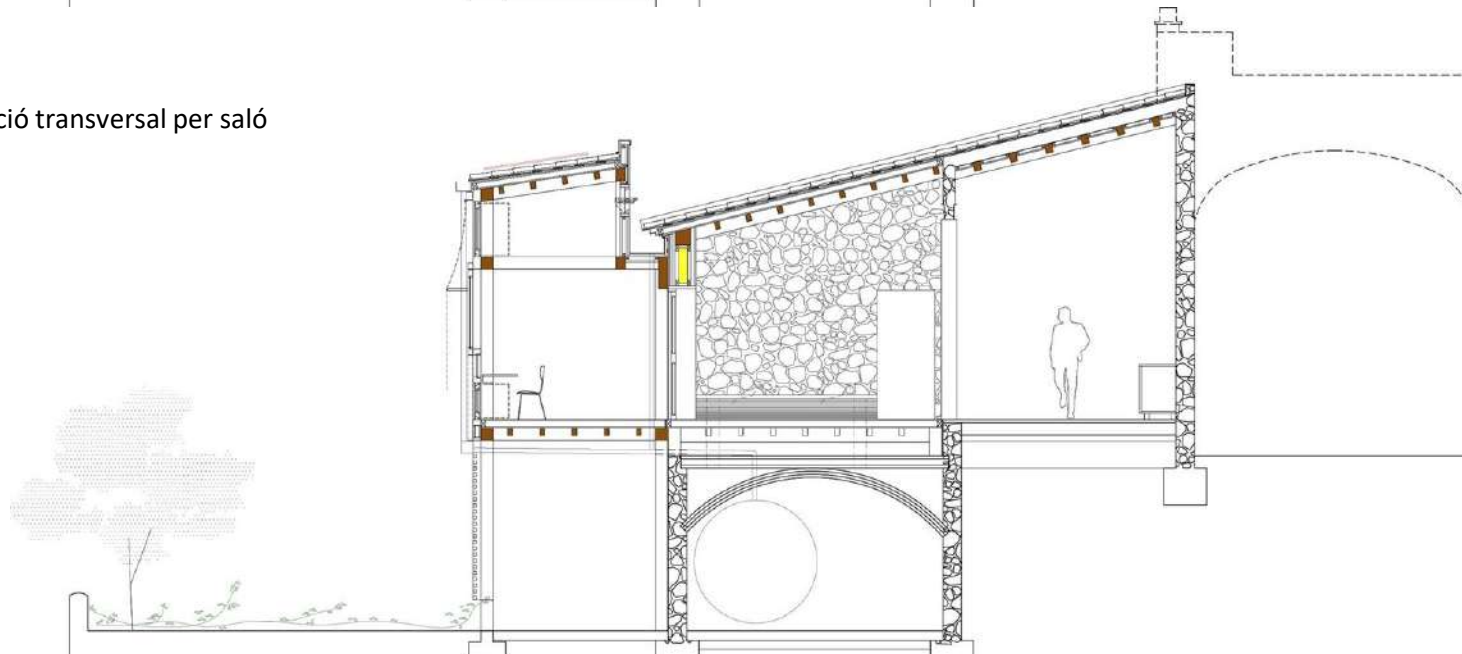
Ens decantem per la solució més complexa constructivament però amb majors avantatges climàtics

PROPOSTA

Secció transversal per habitacions



Secció transversal per saló



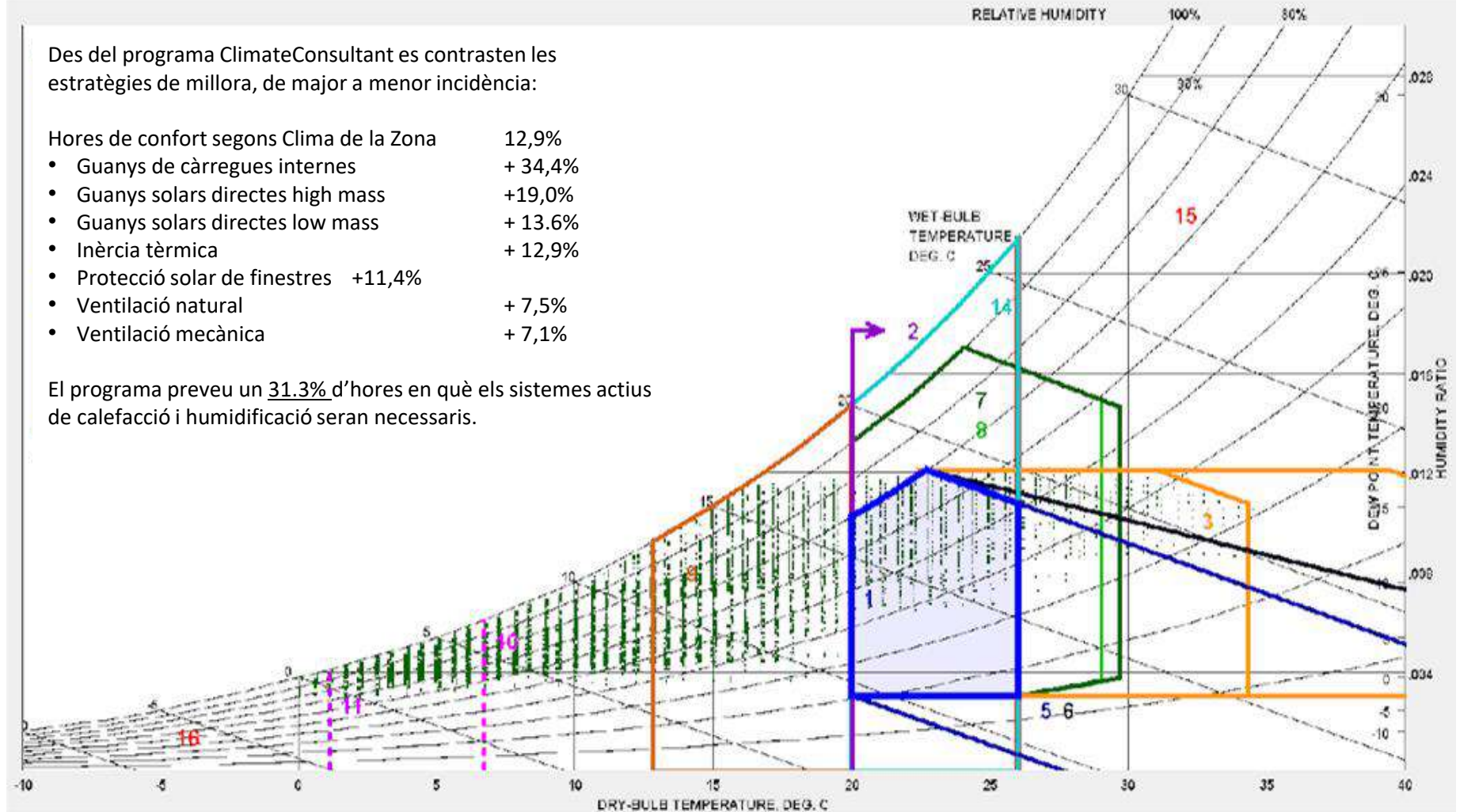
ESTRATÈGIES DE MILLORA ENERGÈTICA

LOCATION: Gerona, -, ESP
 Latitude/Longitude: 41.9° North, 2.77° East, Time Zone from Greenwich 1
 Data Source: SWE-C 081840 WMO Station Number, Elevation 129 m

Des del programa ClimateConsultant es contrasten les estratègies de millora, de major a menor incidència:

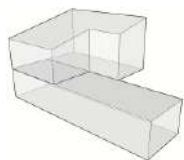
Hores de confort segons Clima de la Zona	12,9%
• Guany de càrregues internes	+ 34,4%
• Guany solar directe high mass	+19,0%
• Guany solar directe low mass	+ 13,6%
• Inèrcia tèrmica	+ 12,9%
• Protecció solar de finestres	+11,4%
• Ventilació natural	+ 7,5%
• Ventilació mecànica	+ 7,1%

El programa preveu un 31.3% d'hores en què els sistemes actius de calefacció i humidificació seran necessaris.

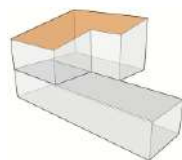


MILLORA EN L'ENVOLVENT

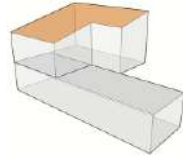
1. ESTAT ACTUAL



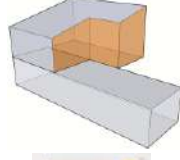
2-A AÏLLAMENT
INT. COBERTA



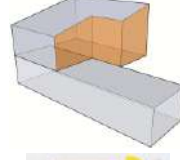
2B AÏLLAMENT
EXT. COBERTA



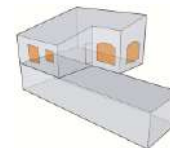
3-A AÏLLAMENT
INT. FAÇANA



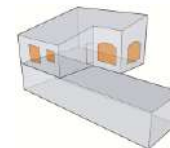
3B AÏLLAMENT
EXT. FAÇANA



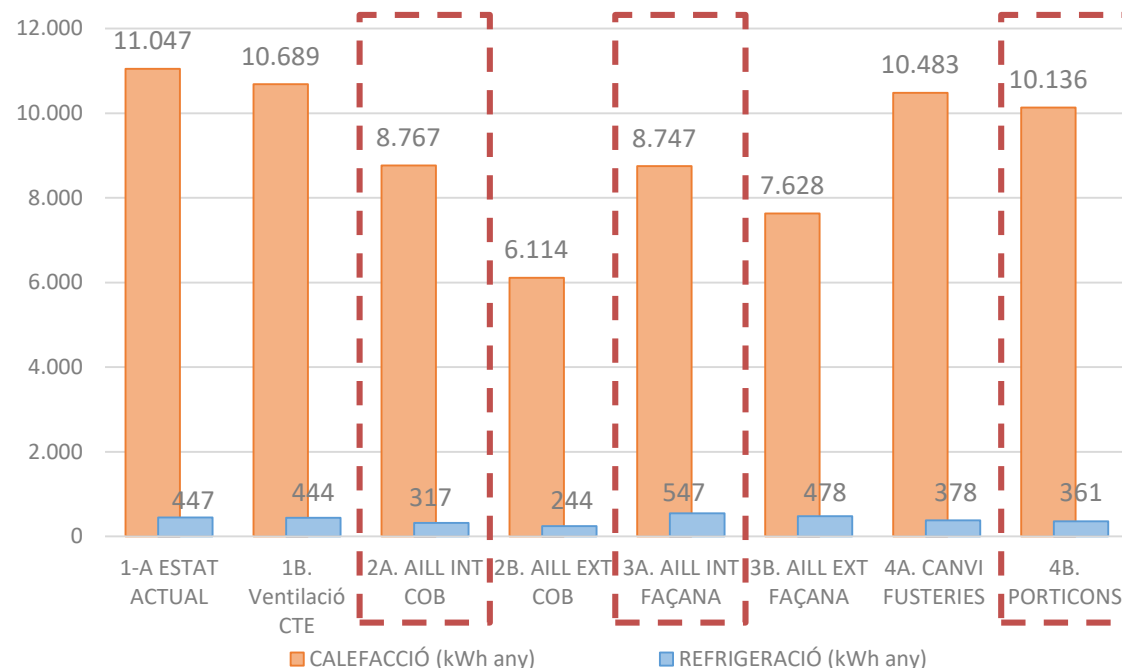
4-A CANVI
FUSTERIES A
FUSTA



4B CANVI A
PORTICONS



ACTUACIONS SOBRE ESTAT ACTUAL. DEMANDES



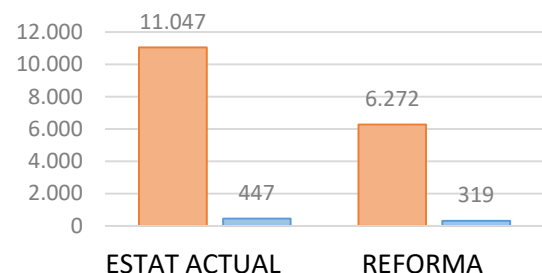
Mitjançant simulació energètica amb el programa Openstudio – Energyplus obtenim les demandes energètiques de la casa actual i les demandes de cada opció de millora.

Entre totes les opcions estudiades, decidim aplicar aïllament de coberta i façana per l'interior i la substitució de les persianes a porticons a raó del seu menor impacte constructiu.

Després de comprovar que el terra proporciona guanys favorables als mesos freds i pèrdues favorables als mesos calorosos, com a estratègia de projecte es decideix aïllar el terra només perimetralment per evitar condensacions.

Fonts <https://josepsolbonet.000webhostapp.com>

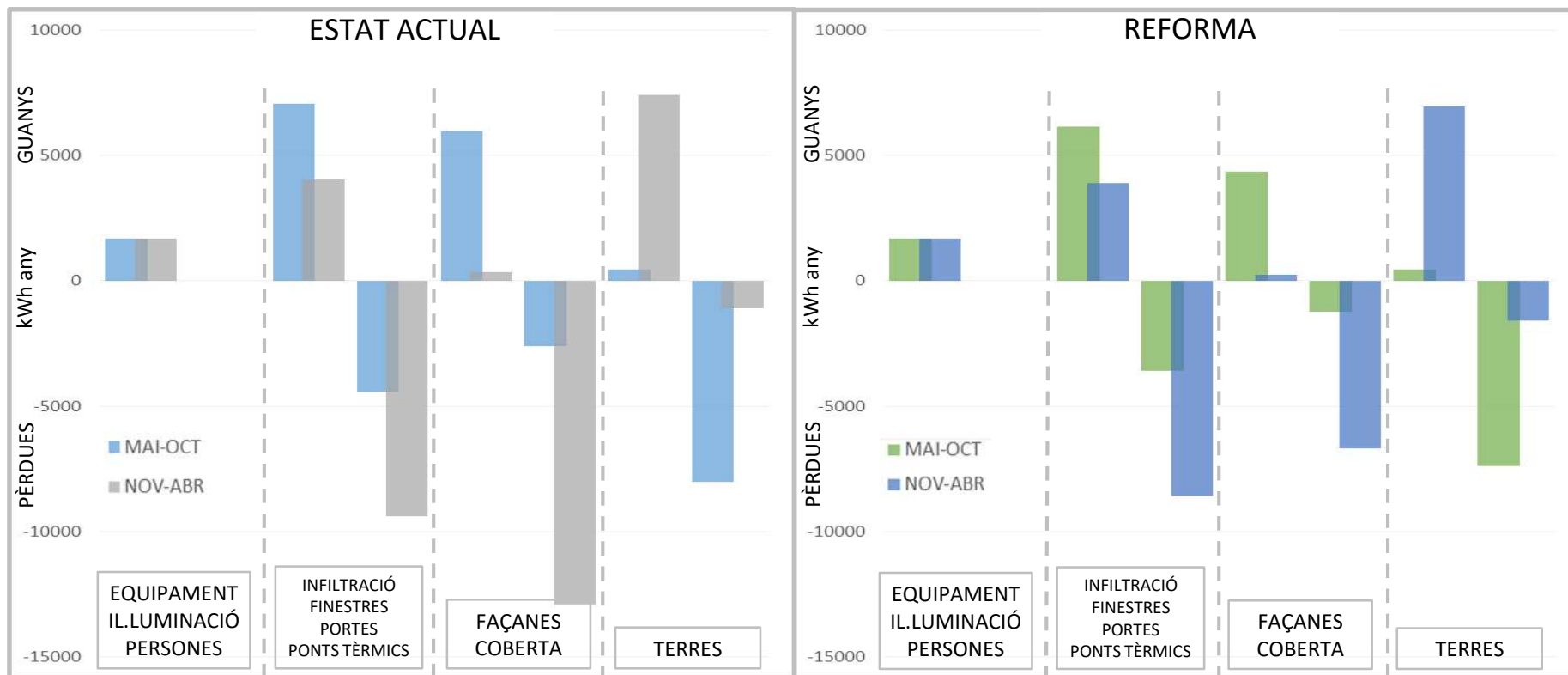
DEMANDES SILKHOUSE

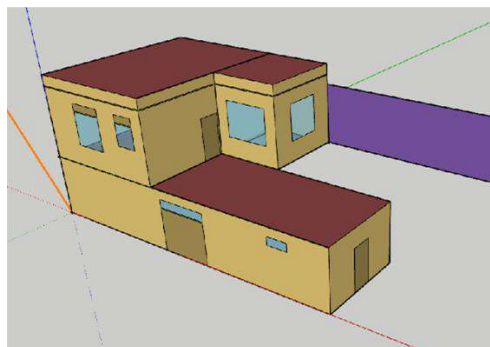


CALEFACCIÓ (kWh any) REFRIGERACIÓ (kWh any)

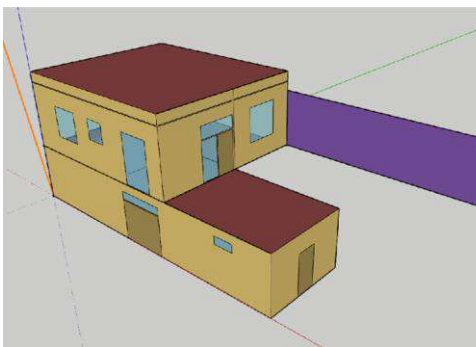
Aplicant les millors escollides, prèvia a les actuacions d'ampliació, tenim una reducció en la demanda de calefacció del 40% i del 29% en la demanda de refrigeració.

Comprovem les pèrdues i guanys per element de l'envolupant i per estació, observem que s'han reduït pèrdues a l'hivern i s'han reduït els guanys a l'estiu.

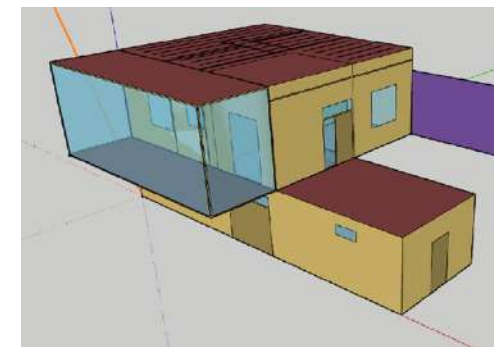




SIMULACIÓ 2. REFORMA 65m²

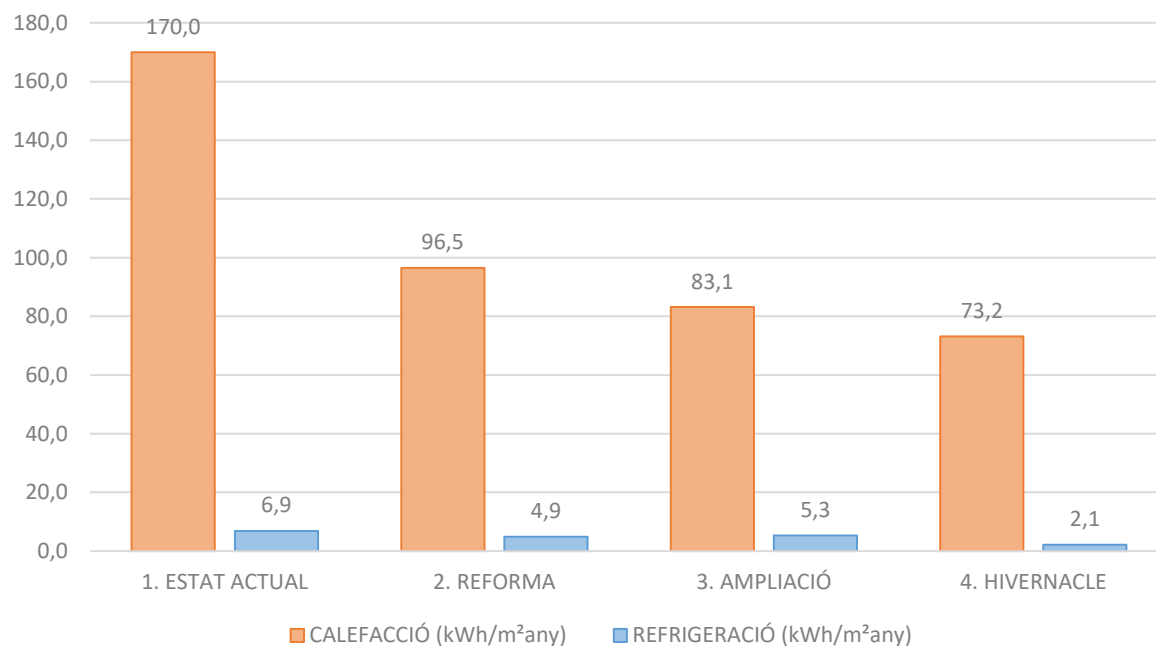


SIMULACIÓ 3. AMPLIACIÓ 83m²



SIMULACIÓ 4. HIVERNACLE 83m²+27m²

DEMANDES SILKHOUSE



Fonts <https://josepsolebonet.000webhostapp.com>

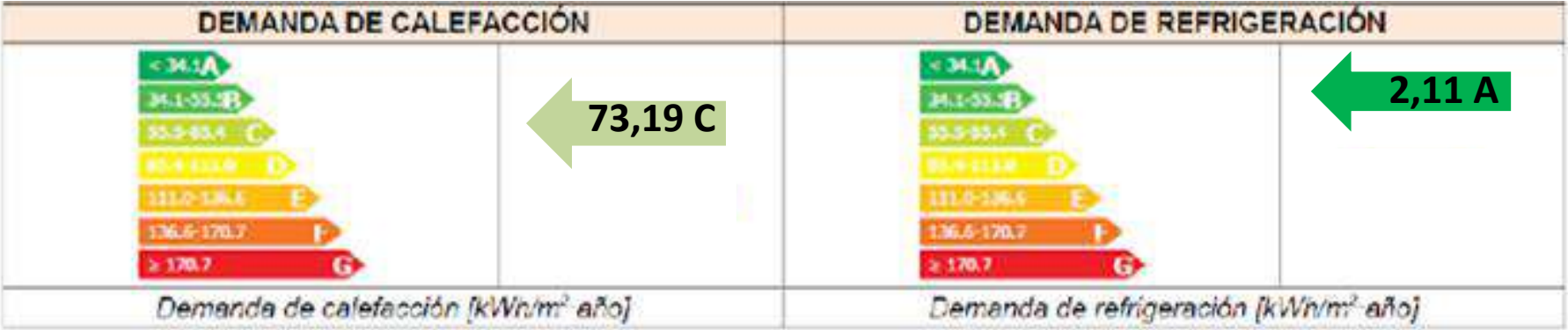
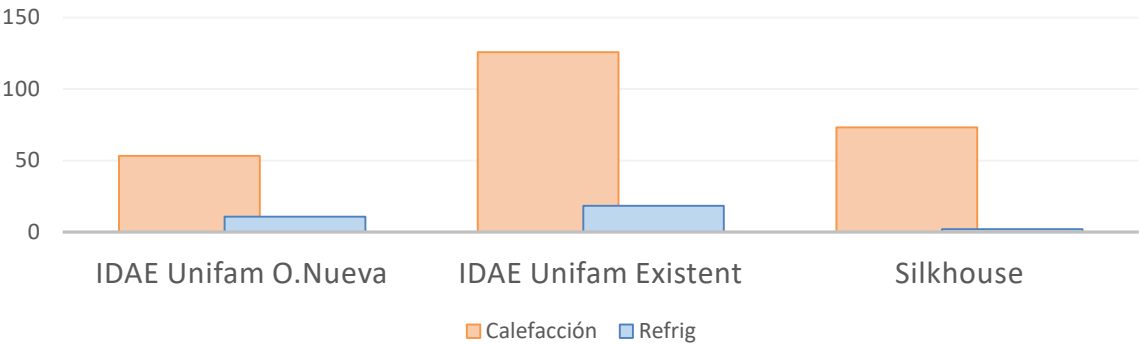
S'amplia l'habitatge aconseguint una **planta quadrada compacta de mides 9.2 × 8.0 m**, amb una envolupant més aïllada i estanca que la de la part reformada. Hi ha reducció en la demanda.

Es resoldran els detalls de les **unions dels elements d'envolupant nova-reformada per evitar condensacions**.

Amb l'**adhesió de l'hivernacle a la façana sud-oest es redueix encara més la demanda**, tenint cura de la programació de la ventilació i la protecció solar mòbil exterior d'aquest espai.

VALORACIÓ DEMANDA SEGONS ESTÀNDARDS IDAE

I.D.A.E.	Certificación de la eficiencia energética de los edificios Zona C2 Sant Mori	Demanda kWh/m² año	
		Calefacción	Refrig
Tabla III.1	Residencial privado vivienda unifamiliar Obra Nueva	53,3	10,7
Tabla III.6	Residencial privado vivienda unifamiliar Existente	125,68	18,33
	AMPLIACIÓ SILKHOUSE AMB HIVERNACLE	73,19	2,11



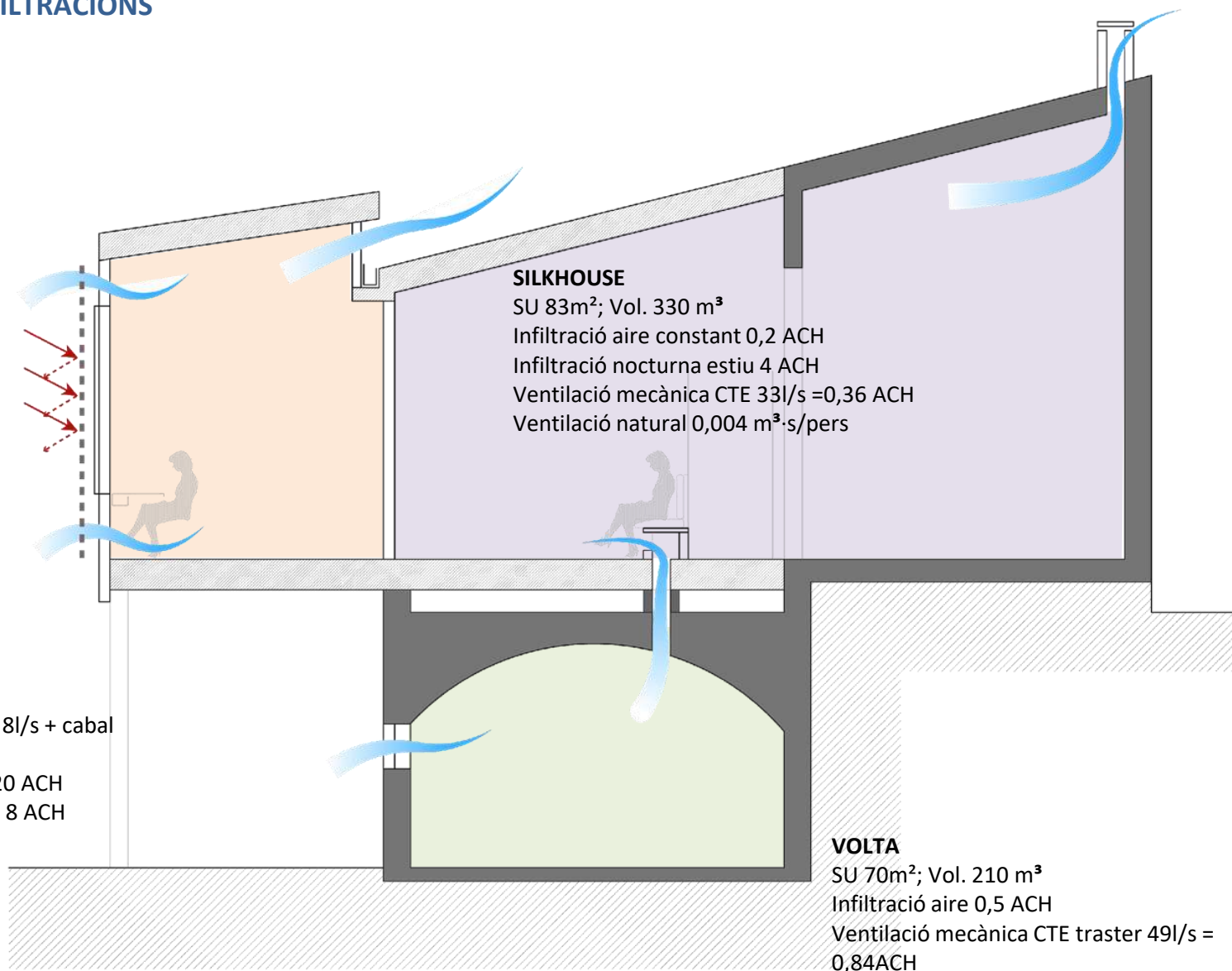
VENTILACIONS I INFILTRACIONS



S-O

HIVERNACLE

SU 29m²; Vol. 117 m³
Infiltració aire 0,3 ACH
Ventilació mecànica CTE 8l/s + cabal
Silkhouse = 1,34 ACH
Ventilació natural estiu 20 ACH
Ventilació natural hivern 8 ACH



SILKHOUSE

SU 83m²; Vol. 330 m³
Infiltració aire constant 0,2 ACH
Infiltració nocturna estiu 4 ACH
Ventilació mecànica CTE 33l/s = 0,36 ACH
Ventilació natural 0,004 m³·s/pers

VOLTA

SU 70m²; Vol. 210 m³
Infiltració aire 0,5 ACH
Ventilació mecànica CTE traster 49l/s = 0,84ACH

DISSENY DE L'HIVERNACLE

Calendari protecció solar exterior

- GEN-FEB de 13h a 15h al 50%
- MAR-MAIG de 13h a 15h al 70%
- JUN-SET de 10h a 19h al 70%
- OCT-NOV de 13h a 15h al 50%
- DEC off

Crossmixing Hivernacle Silkhouse

Mesos hivern: de 01/10 a 31/05

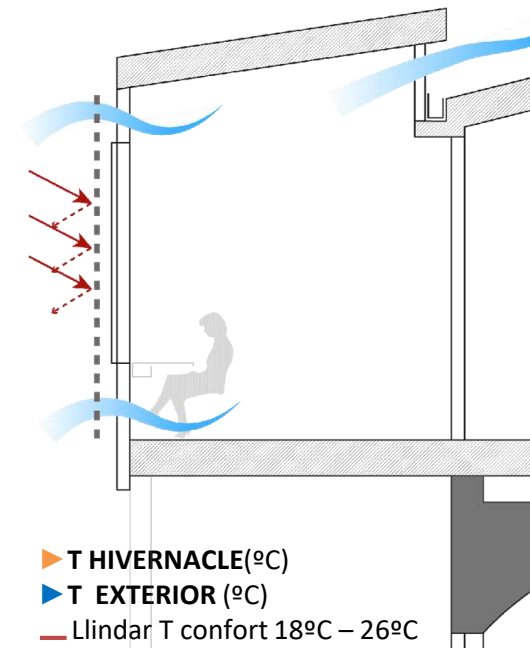
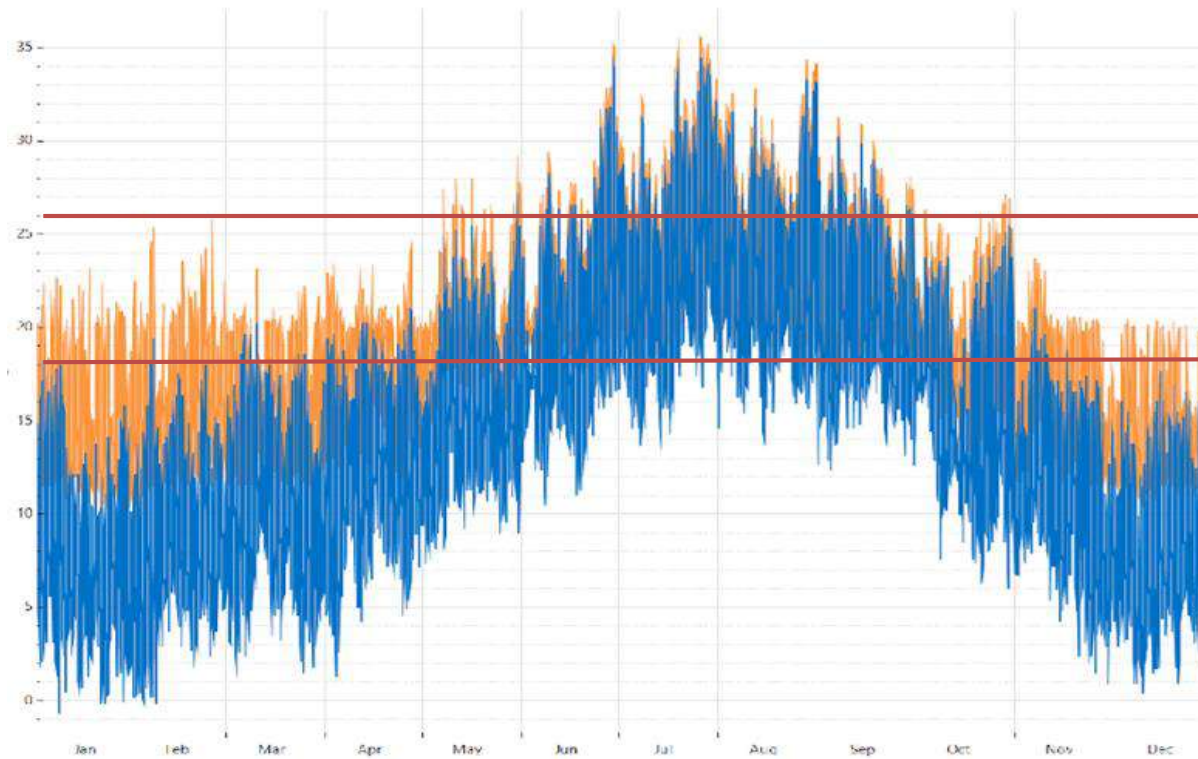
Cabal per satisfer renovacions Silkhouse:

1,08 ACH

$\Delta T \geq 5^{\circ}\text{C}$ per transferència d'aire

Elements:

- Fusteria de fusta
- Coberta idem ampliació
- Vidre U_2.9
- Protecció solar mòbil exterior
- Terra amb aïllament U_0.3



PLANTA INFERIOR. LA VOLTA

Crossmixing Volta Silkhouse

Mesos estiu: de 01/06 a 30/09

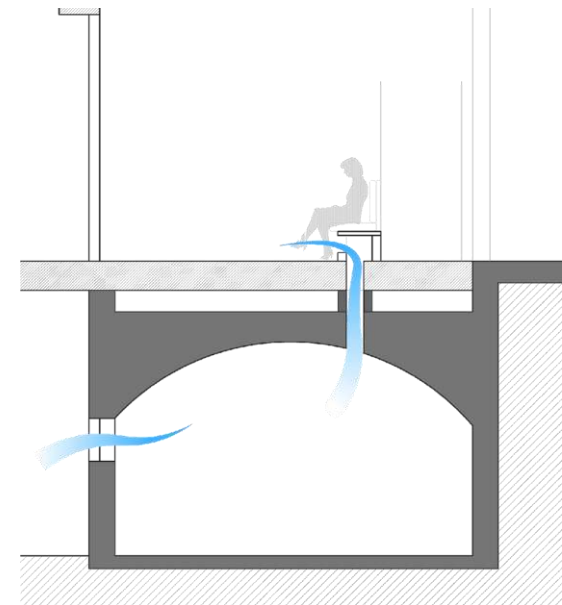
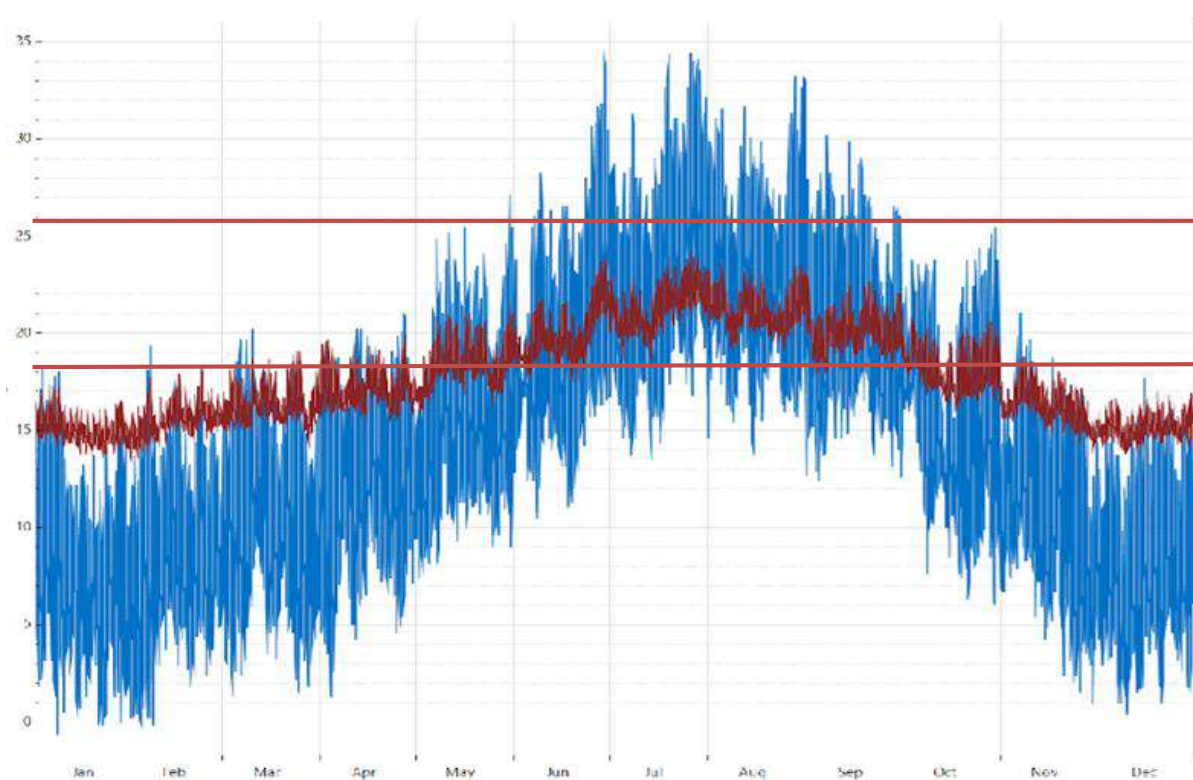
Cabal per satisfer renovacions Silkhouse:

0,57 ACH

$\Delta T \geq 5^{\circ}\text{C}$ per transferència d'aire

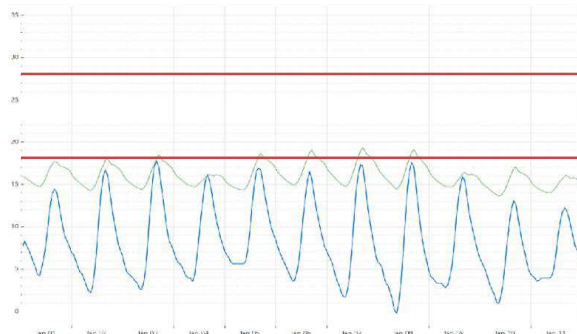
No s'actua en la seva envolupant, es programa la ventilació mitjançant ventiladors que portaran l'aire a la planta superior d'habitatge.

Gràcies a la inèrcia dels seus tancaments, té una temperatura moderada respecte a l'exterior.

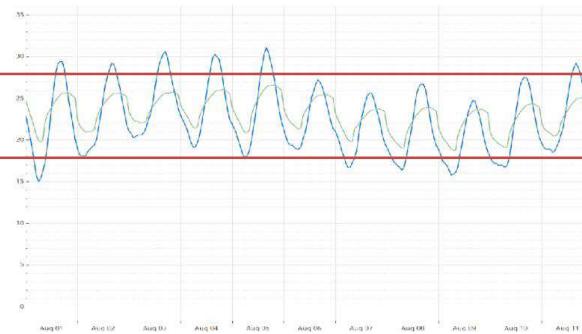


► T VOLTA (°C)
► T EXTERIOR (°C)
— Llindar T confort 18°C – 26°C.

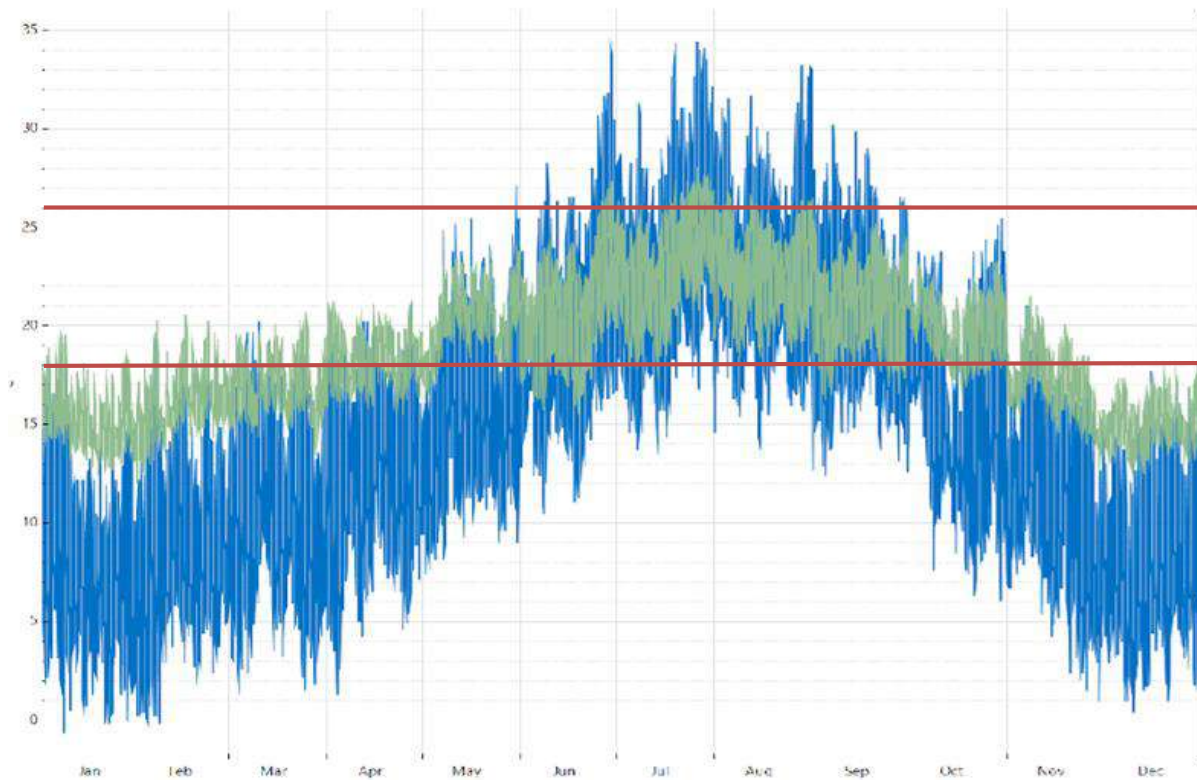
L'HABITATGE SENSE CALEFACCIÓ



Evolució T hivern



Evolució T estiu



En aplicar tots aquests sistemes passius, s'aconsegueix 3.685 hores amb $T \leq 18^{\circ}\text{C}$, que suposen el 42% del temps.

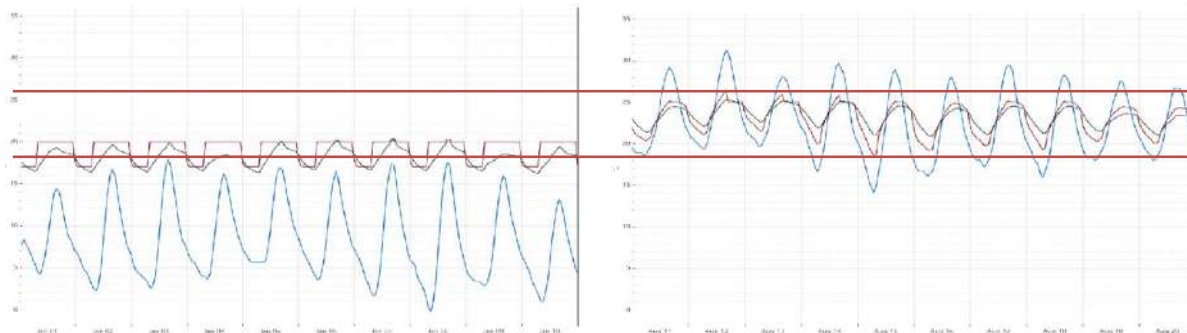
Aquestes hores en desconfort són més que les previstes inicialment des de l'eina ClimateConsultant que preveia el 31,3%.

Aquest desfasament del 10% de les hores es justifica pel fet de ser una construcció existent

Aquesta és la temperatura a l'habitatge en evolució lliure.

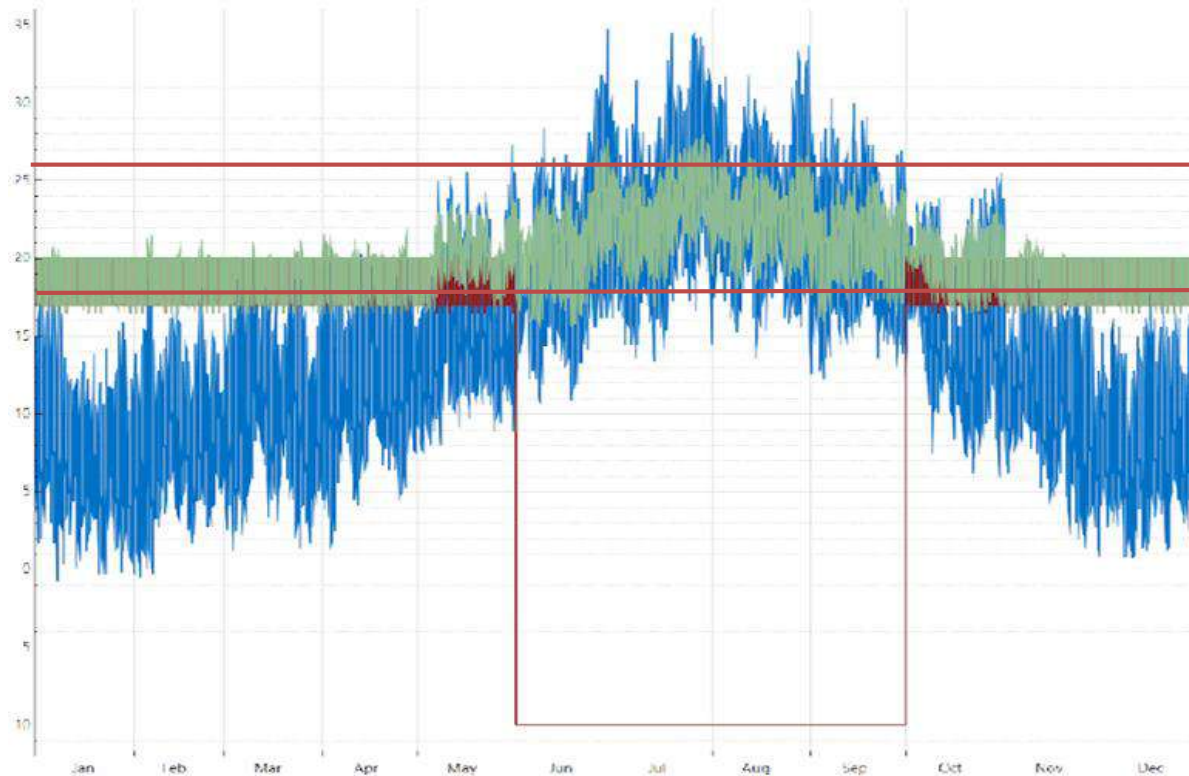
► T SILKHOUSE en evolució lliure ($^{\circ}\text{C}$)
► T EXTERIOR ($^{\circ}\text{C}$)
— Llinar T confort 18 – 26 $^{\circ}\text{C}$.

L'HABITATGE AMB CALEFACCIÓ



Evolució T hivern

Evolució T estiu



Segons CTE es regula el **termòstat**:

- **10/01-31/05**
8h-23h T = 20°C
23h-8h T = 17°C

S'aprofita **Caldera de Biomassa existent a l'habitatge de potència útil 5,7/ 20,1kW**, marca EDILKAMIN. Per escalfar un Volum de 525m³ a 33 kcal/m³ h.

Es compraran pellets produïts al Montseny (Ex. Enerbio 0,33€/kg).



► **T SILKHOUSE** amb sistemes actius calefacció (°C)

► Calendari termòstat

► **T EXTERIOR** (°C)

— Llindar T confort 18°C – 26°C.

PRODUCCIÓ FOTOVOLTAICA

Es consideren els consums elèctrics de referència, que inclouen Equipament, Il·luminació i ACS. El consum es de 5.992 kWh anual = 16.416 Wh dia.

Els panells fotovoltaics es col·locaran integrats sobre la coberta:

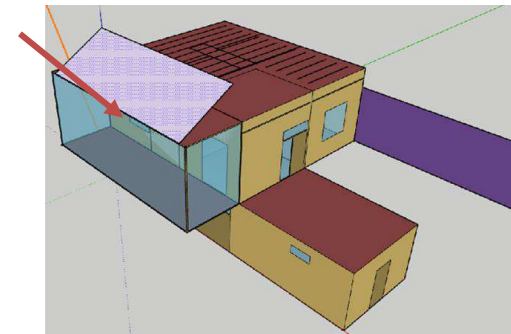
- Inclinació 30º
- Desviació del sud 67º

Amb aquestes característiques tindrem una generació de 1200-1500 kWh/kWp segons model i eficiència de la producció.

Disposen d'espai per 20 panells fotovoltaics de dimensions 160x90cm, que tindran una producció:

- DESEMBRE: 7.315,2 Wh dia
44% del consum
- JULIOL: 19.958,4 Wh dia
121% del consum

Als mesos d'hivern es comprarà l'energia necessària a una operadora elèctrica que treballi amb energies 100% renovables com per exemple SomEnergia, els mesos d'estiu es vendrà l'excedent.



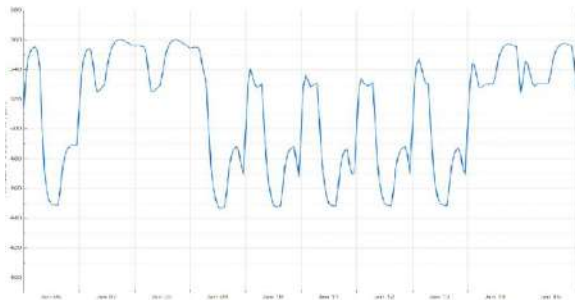
Fonts

https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/tools.html#MR

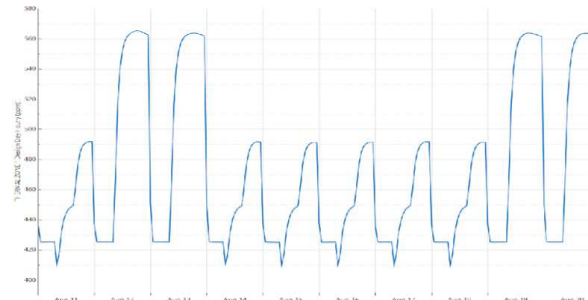
<https://clickrenovables.com/blog/como-calcular-una-instalacion-solar-fotovoltaica-en-5-pasos/>

	(IDAE 2010-2018)		SILKHOUSE	
	Vivienda unifamiliar 70m ² 4 personas	Consumo medio ANUAL España por hogar UNIFAMILIAR en ZONA MEDITERRÁNEA	Vivienda unifamiliar 60m ² 3 personas (1 bebé)	Estimación consumo ANUAL proyecto Silk House
Agua Caliente Sanitaria (ACS)	cocina + 2 baños	1.607 kWh	cocina + 1 baño	1.071 kWh
Cocina	1	819 kWh	1	819 kWh
Horno	1	244 kWh	1	244 kWh
Frigorífico	1	688 kWh	2	1.376 kWh
Congelador	1	631 kWh	1	631 kWh
Lavavajillas	1	253 kWh	1	253 kWh
Lavadora	1	261 kWh	1	261 kWh
Secadora	1	252 kWh	0	0 kWh
TV	1	294 kWh	1	294 kWh
Ordenador	1	186 kWh	2	372 kWh
Resto de Electrodomésticos	1	51 kWh	1	51 kWh
Standby	1	216 kWh	1	216 kWh
TOTAL CONSUMO EQUIPAMIENTO + ACS		5.502 kWh		5.588 kWh
Iluminación (/m ²)	70	471 kWh	60	404 kWh
TOTAL CONSUMO (incluye ILUMINACIÓN)		5.973 kWh		5.992 kWh

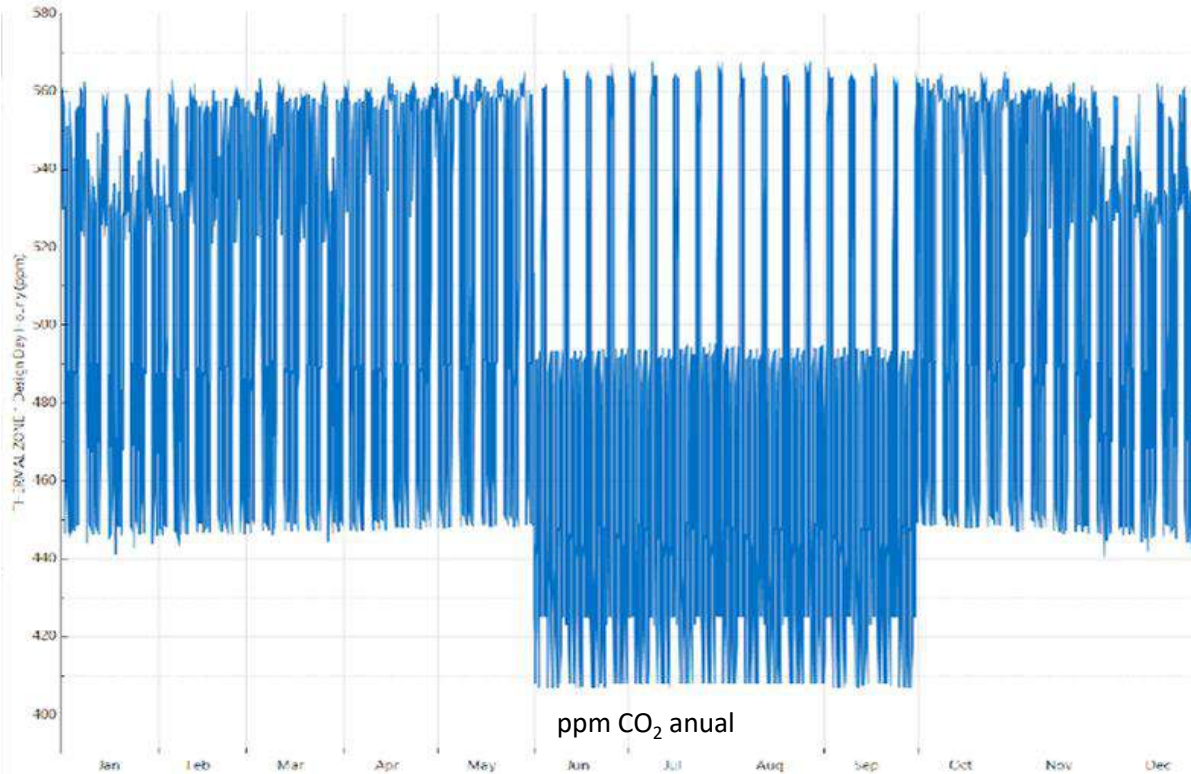
QUALITAT DE L'AIRE



ppm CO2 hivern



ppm CO2 estiu



ppm CO₂ anual

Amb les ventilacions programades, els valors de CO₂ es mantenen dins un llinar màxim de 560ppm, considerant un aire exterior constant amb 400ppm, molt per sota dels 900 ppm establerts pel CTE.

Als gràfics d'evolució diària veiem que la concentració augmenta els caps de setmana a causa perfil d'ocupació d'habitatge segons el CTE i disminueix les nits d'estiu per la infiltració nocturna programada.

► Concentració CO₂ (ppm)

MATERIALS

ESTRATÈGIES

1- Reducció de la demanda

Utilització de materials lleugers > reducció de la quantitat per unitat de servei.
> reducció fonamentació.

2- Augment de l'eficiència

Selecció de materials amb les mateixes prestacions però amb menor impacte.

3- Tancar cicles: Reduir / recuperar / reutilitzar

Ampliació > Ús de materials renovables (naturals) i fàcilment reciclables. Tanquen cycle biosfera.

Reforma > consum zero en la comptabilitat d'impacte ambiental (preexistències).

Solucions de baix impacte > junts secs , recuperables.

Teules coberta ampliació > recuperades (troballa app MARKETcons).

4- Neutralització o compensació de l'impacte

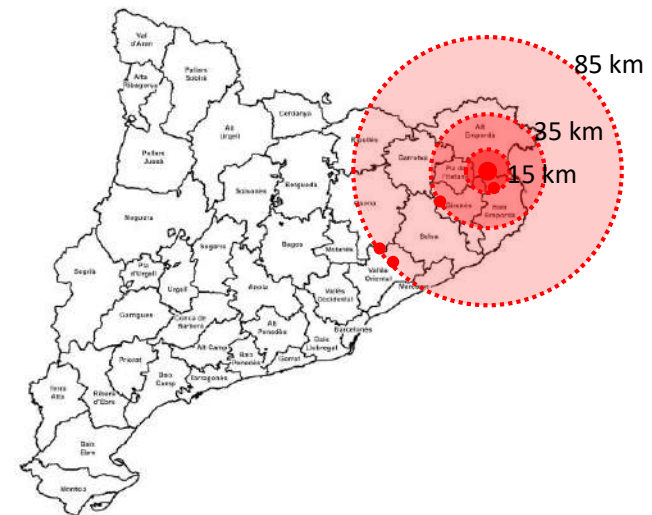
Selecció de materials que compensen el seu propi impacte (balanç positiu de carboni).

5- Ús de recursos locals

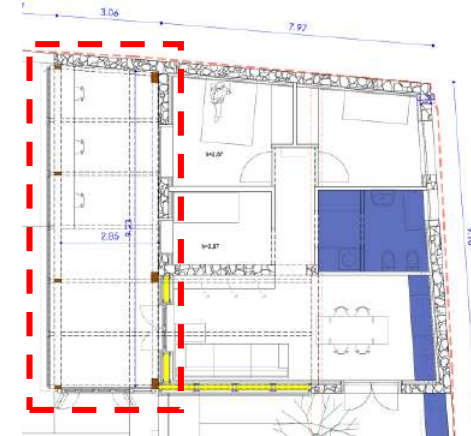
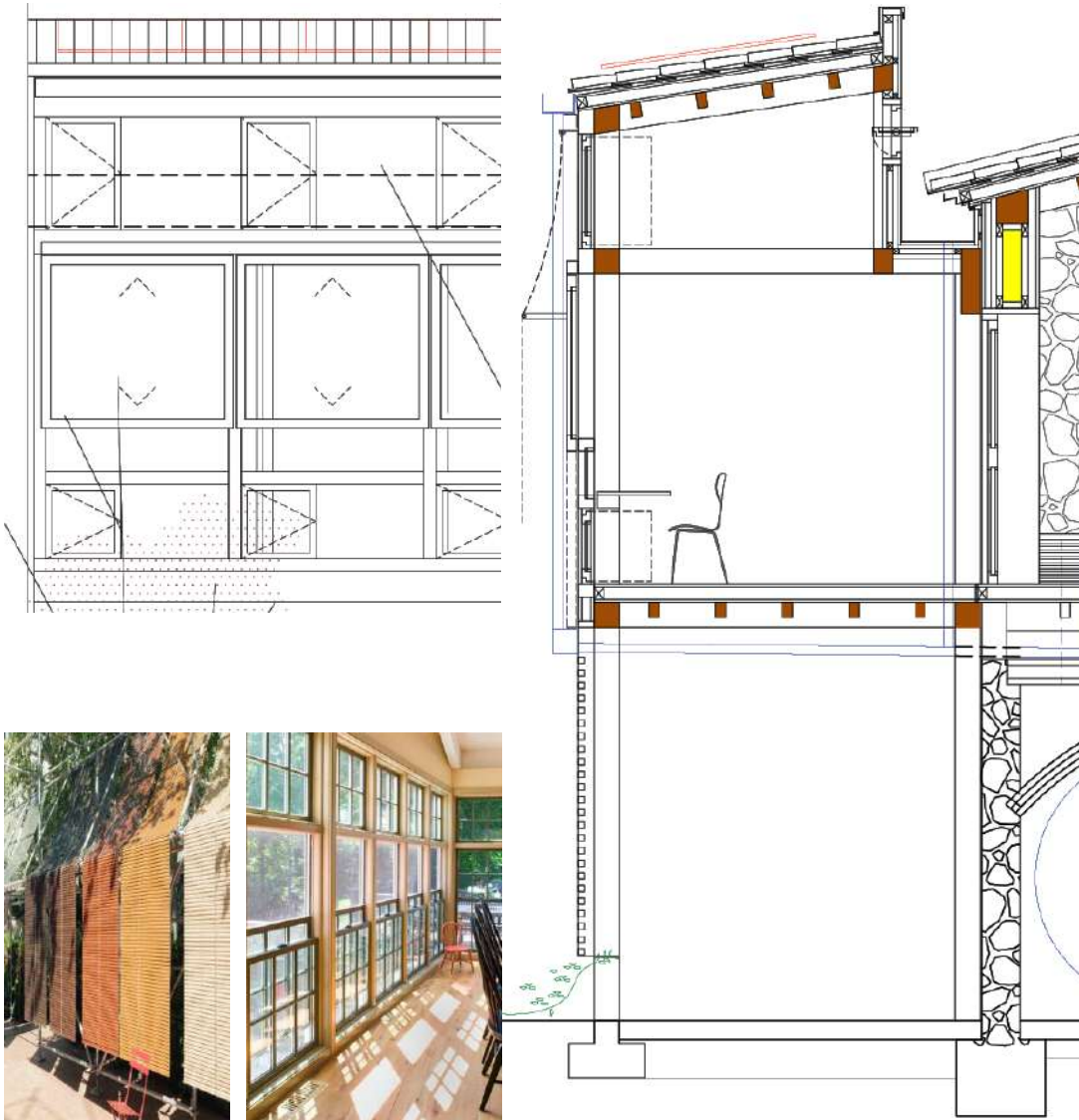
Palla, fusta, pellets... obtinguts d'un radi de pocs km de distància.

6- Ús de materials saludables

HARVEST MAP



MATERIALS. HIVERNACLE



Estructura de fusta (avet C24):
Material lleuger, construcció en sec, recuperable

Fusteries de fusta amb doble vidre:
Protecció de pèrdues hivernacle a l'estiu
Vidre > òptim, des del punt de vista de la biohabitabilitat

Persianes alicantines:
Protecció radiació solar a l'estiu, permetent ventilació

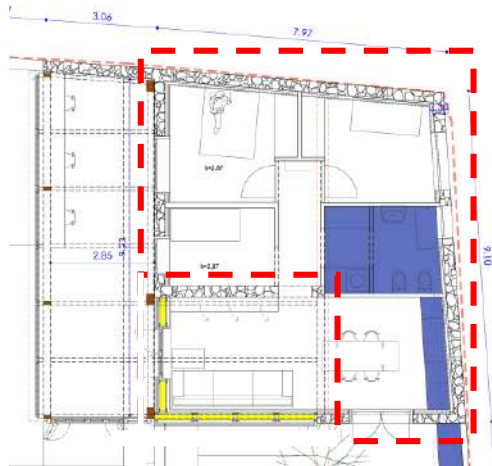
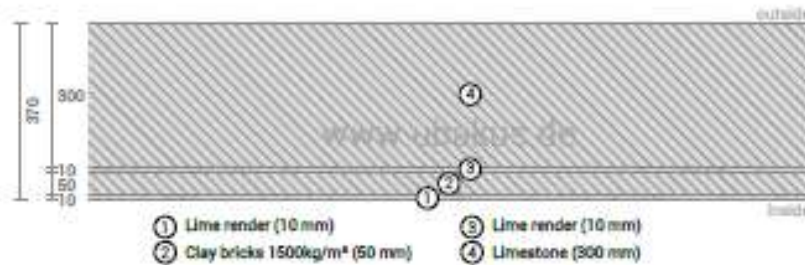
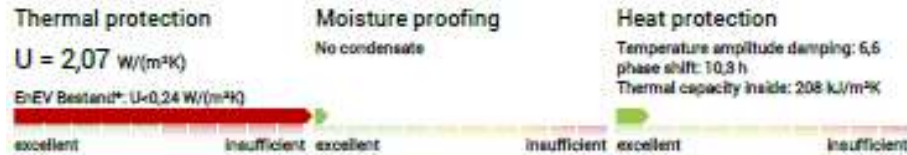
Coberta opaca amb aïllament:
Evitant el sobreescalfament a l'estiu

Finestres corredisses verticals, tipus guillotina:
Sensació d'obertura total, de porxo-galeria, d'exterior
Ventilació creuada

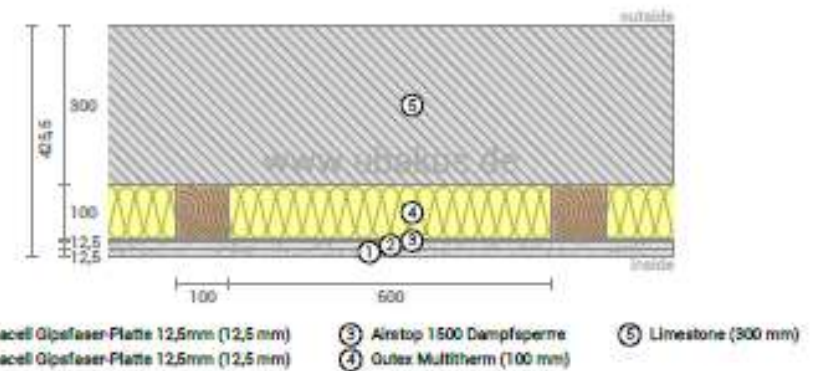
Obertures superiors:
Evitant formació de bosses d'aire calent

MATERIALS. REFORMA

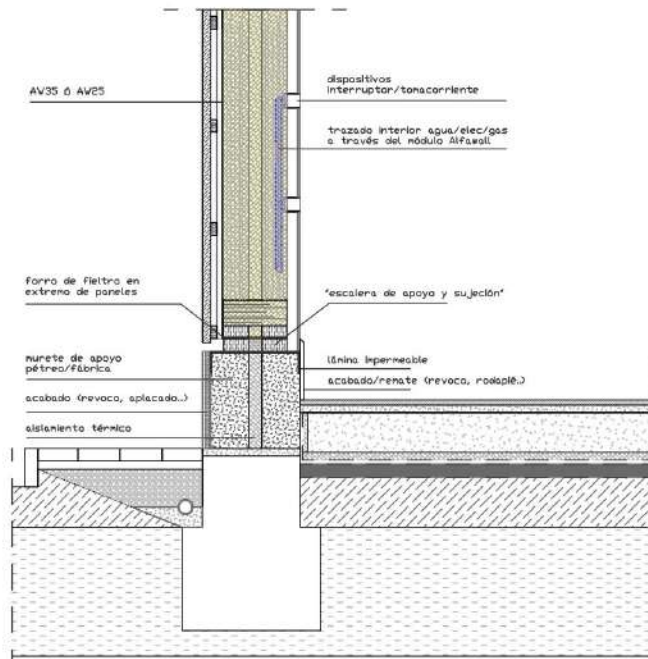
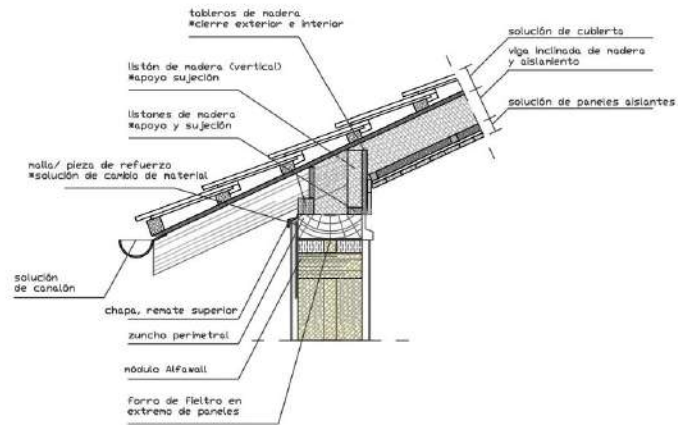
MUR DE PEDRA EXISTENT



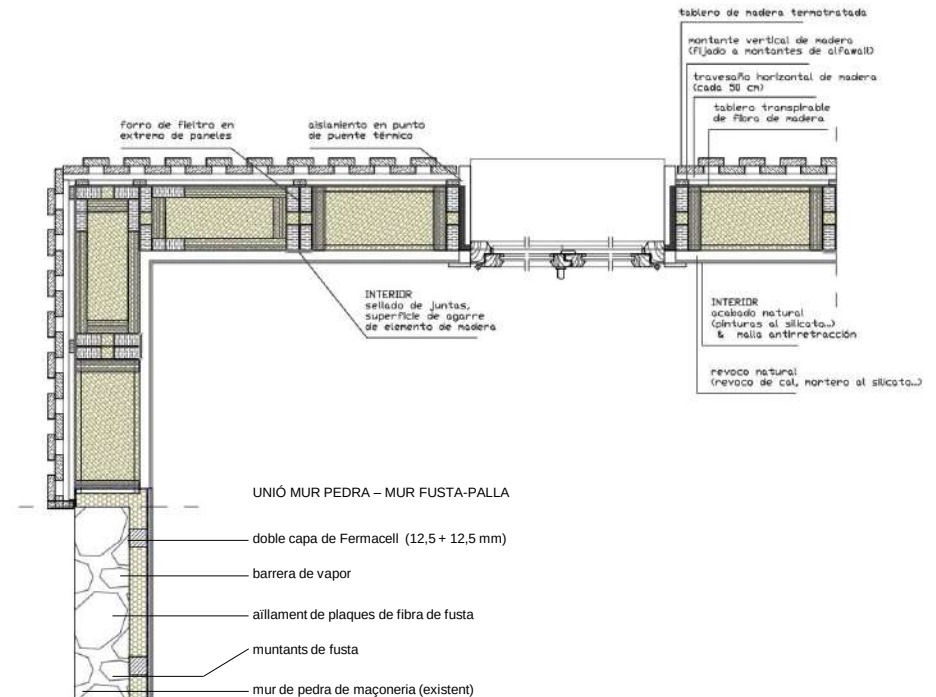
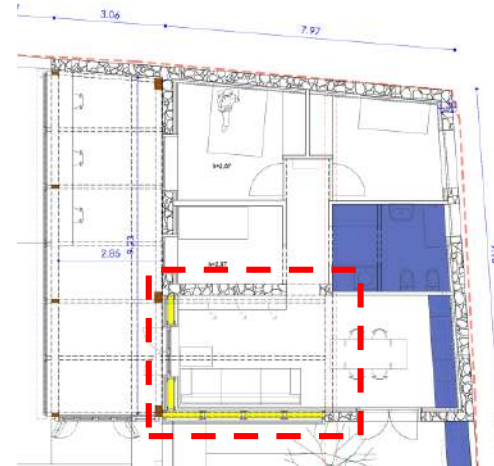
MUR DE PEDRA + TRASDOSSAT INTERIOR



MATERIALS. AMPLIACIÓ



SECCIÓ CONSTRUCTIVA



MATERIALS. AMPLIACIÓ

SISTEMA ALFAWALL

Funciona com a sistema d'entramat lleuger de fusta amb aïllament de palla.

Estructura autoportant de fusta

1. Estructura superior i inferior
2. Travessers
3. Estructura vertical
4. Diafragma de compressió



Transmitància tèrmica (U)
0,166 - 0,198 W/m²C



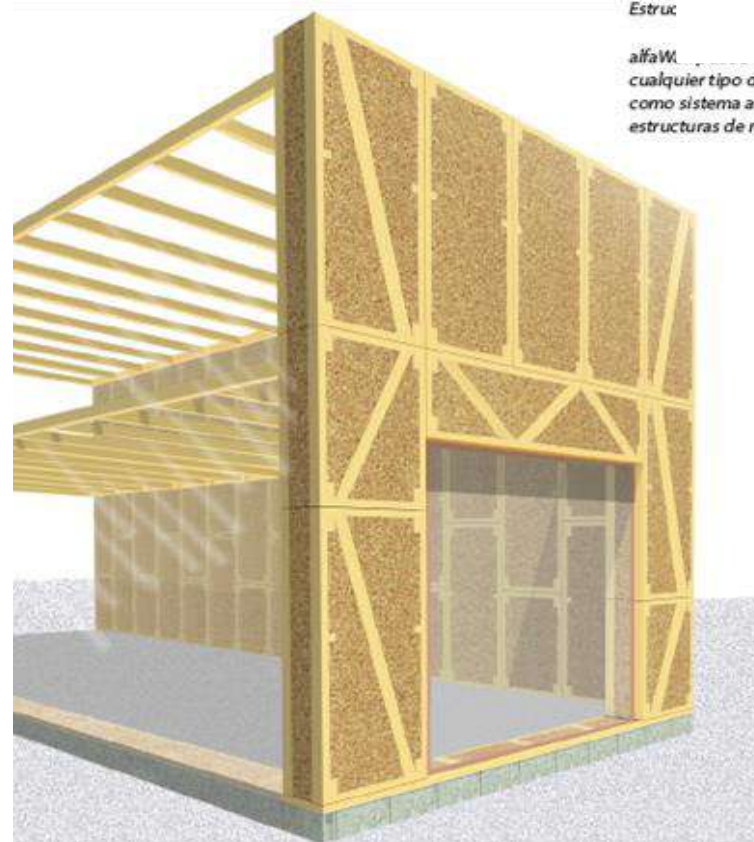
Conductivitat tèrmica (λ)
0,067 W/mC



Aïslament acústic
49 dB

Estruc

alfaWall
cualquier tipo de
como sistema aut
estructuras de ma



MATERIALS. AMPLIACIÓ

Thermal protection

$$U = 0,13 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

EnEV Bestand*: $U < 0,24 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

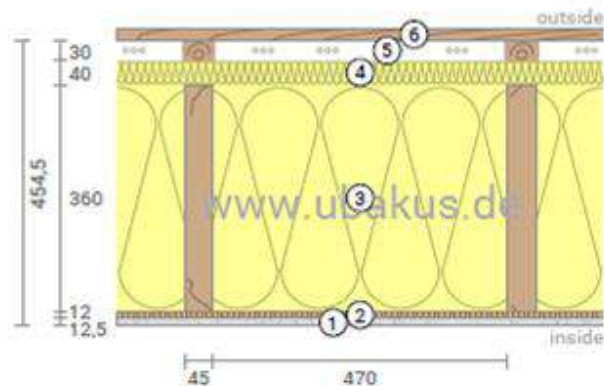
excellent insufficient excellent

Moisture proofing

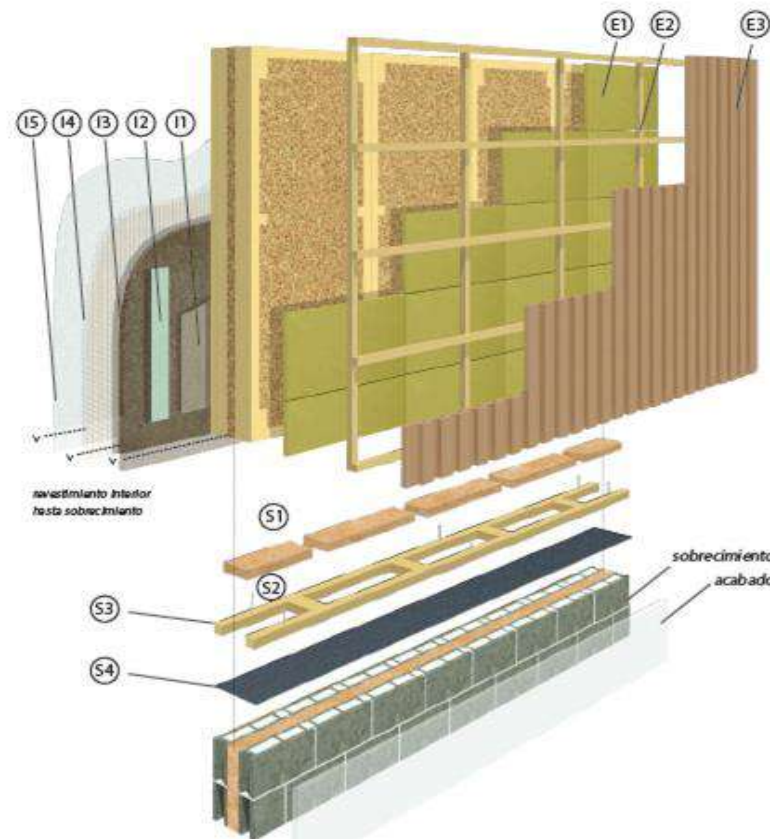
No condensate

Heat protection

Temperature amplitude damping: >100
phase shift: non relevant
Thermal capacity inside: $79 \text{ kJ/m}^2\text{K}$



- ① Fermacell Gipsfaser-Platte 12,5mm (12,5 mm)
- ② OSB/3 (12 mm)
- ③ Straw bales (360 mm)
- ④ Holzfaserunterdeckplatte (40 mm)
- ⑤ Rear ventilated level
- ⑥ curtain wall



ENTRAMAT LLEUGER AMB PALLA

Façana ventilada de fusta

- I1 Imprimació d'argil·la
- I2 Segellat de junts, superfície de suport per a elements de fusta
- I3 Capa de cos, morter d'argil·la amb fibres
- I4 Malla anti-retracció
- I5 Acabat amb morter d'argil·la, decoratiu i/o pintura
- E1 Tauler transpirable de fibra de fusta
- E2 Doble enllistonat de fusta
- E3 Entaulat amb fusta de pi Larix
- S1 Aïllant tèrmic
- S2 Anclatge del cercol inferior
- S3 Cercol inferior de fusta
- S4 Impermeabilització, ruptura d'ascens capil·lar

MATERIALS. METODOLOGIA

Indicadors

- Pes (kg/m²)
- MIPS (kg recursos/m²)
- Emissions de carboni incorporat (kgCO₂eq/m²)
- Energia emesa (MJ/m²)
- Tancament de cicle de vida (kg/m²)
- Residus d'obra (kg residus/m²)
- Contingut de reciclat (% reciclat respecte a kg/m²)
- Reciclabilitat (% reciclabilitat respecte a kg/m²)

* Degut a la dificultat d'obtenir dades i indicadors homogenis per la gran diversitat de fonts i geolocalització, adequats per a fer una comparativa exhaustiva i fiable, s'ha fet una simplificació, considerant únicament els indicadors existents a l'ITEC, i extrapolant les dades d'altres fonts en els casos dels materials que no són en aquesta base de dades (materials ecològics, majoritàriament).

* El pes s'ha obtingut a partir de la densitat del material i del gruix considerat.

* Tots els indicadors s'han convertit a la mateixa unitat de mesura (m²), i d'aquí a la mateixa Unitat Funcional (igual prestacions de funció, resistència i transmitància).

* Per a què la intervenció tingui la major repercussió, hem "d'atacar" els capítols que tinguin més pes en l'impacte ambiental. En aquest cas, degut a que es tracta d'una ampliació lleugera, amb l'estructura incorporada i que necessita molt poca fonamentació, ens centrem en els tancaments.

Capítols

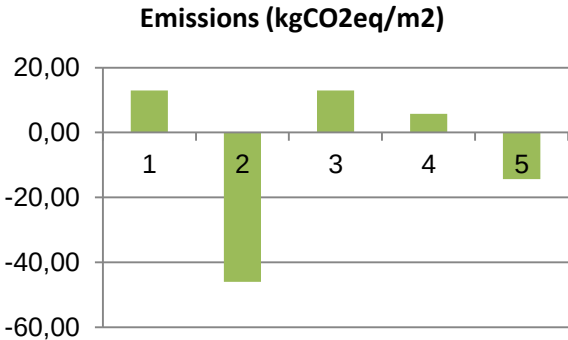
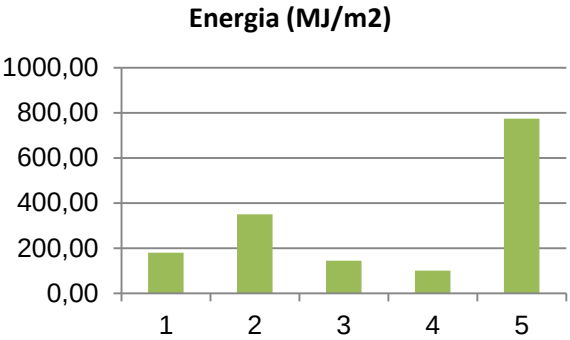
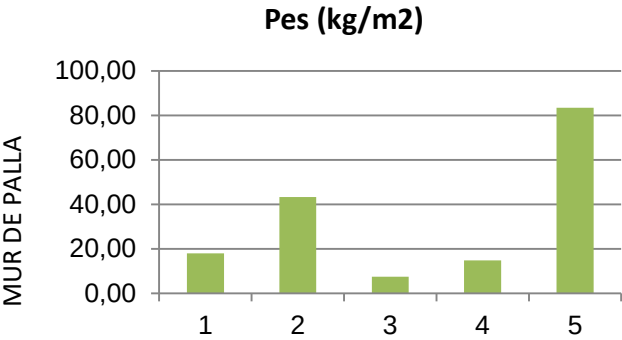
- Murs de tancament:

- Proposta
- Solució convencional

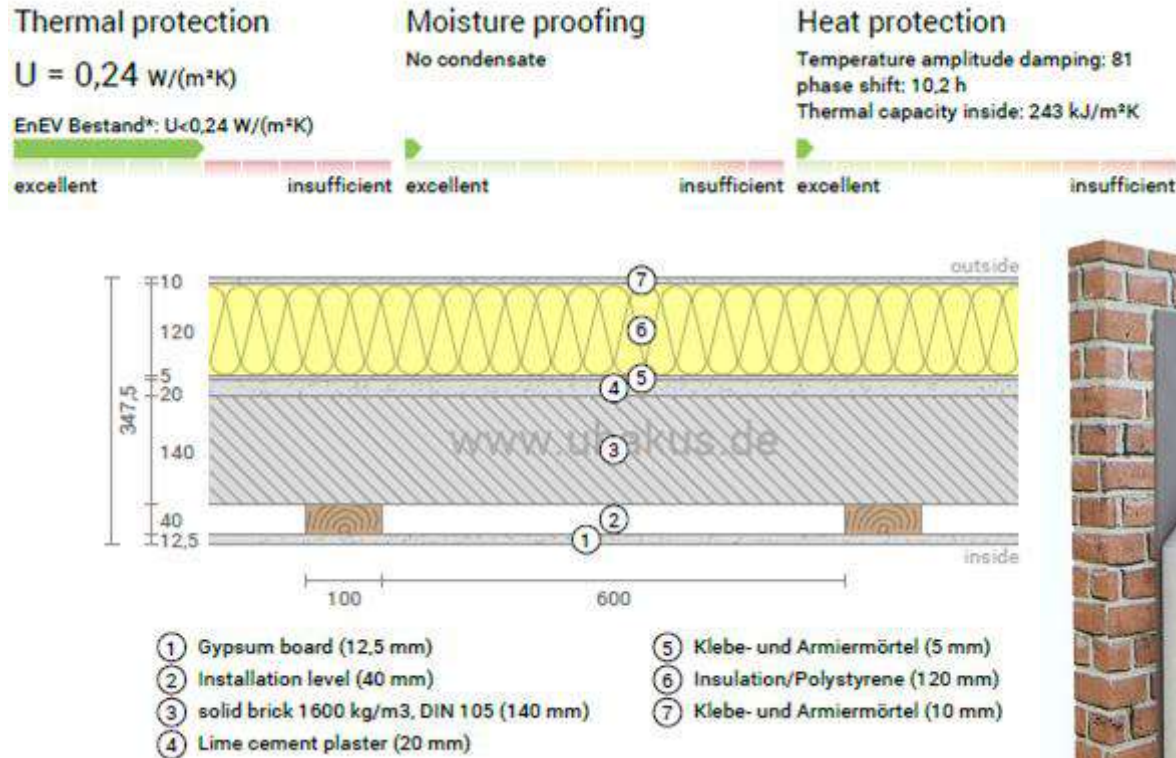
Capítols	Kg CO ₂ / m ²	%	MJ / m ²	%	Kg / m ²	%
ENDERROCS	1,50	0,24%	12,00	0,19%	6,60	0,28%
MOVIMENT DE TERRES	0,20	0,03%	4,00	0,06%	28,80	1,23%
FONAMENTS	150,60	23,88%	1.253,00	19,42%	573,90	24,47%
ESTRUCTURA	257,10	40,77%	2.532,00	39,25%	979,00	41,74%
COBERTES / IMPERM.	18,30	2,90%	188,00	2,91%	61,80	2,63%
TANCAMENTS	60,70	9,63%	1.173,00	18,18%	338,70	14,44%
SANEJAMENT	24,20	3,84%	176,00	2,73%	186,30	7,94%
VENTILACIÓ	5,70	0,90%	75,00	1,16%	1,90	0,08%
REVESTIMENT EXT.	1,90	0,30%	12,00	0,19%	12,20	0,52%
REVESTIMENT SOSTRES	1,70	0,27%	25,00	0,39%	2,10	0,09%
PAVIMENTS	27,10	4,30%	186,00	2,88%	111,70	4,76%
ENRAJOLATS	5,70	0,90%	71,00	1,10%	6,00	0,26%
PINTURA	7,70	1,22%	54,00	0,84%	1,70	0,07%
FUSTERIA EXT.	3,20	0,51%	51,00	0,79%	3,90	0,17%
FUSTERIA INT.	2,40	0,38%	36,00	0,56%	2,40	0,10%
SERRALLERIA	3,80	0,60%	54,00	0,84%	1,60	0,07%
APARELLS ELEVADORS	6,40	1,01%	79,00	1,22%	1,80	0,08%
LAMPISTERIA I SANITARIS	7,80	1,24%	62,00	0,96%	2,40	0,10%
ELECTRICITAT	23,10	3,66%	193,00	2,99%	17,00	0,72%
CALEFACCIÓ	15,20	2,41%	153,00	2,37%	2,90	0,12%
TELECOMUNICACIONS	2,30	0,36%	16,00	0,25%	0,70	0,03%
EQUIPAMENT FIXE	4,00	0,63%	46,00	0,71%	2,20	0,09%
Total	630,60	100,00%	6.451,00	100,00%	2.345,60	100,00%

ENTRAMAT LLEUGER AMB PALLA

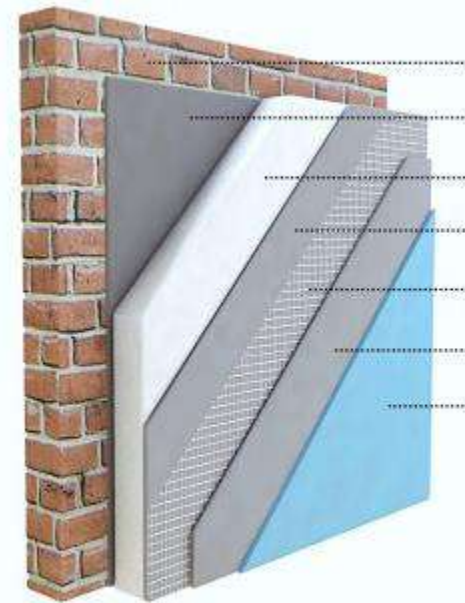
Codi	Descripció	Gruix (m)	Densitat (kg/m3)	PES		COST ENERGÈTIC				CONSUM CO2		MATÈRIA PRIMERA			PREU
				kg/m2	%	MJ/m2	%	kW-h/m2	%	kgCO2eq/m2	%	Mat. primera (%)	Reciclat (%)	Reciclabilitat (%)	
B0CU37A7	Aplacat amb enllistonat de fusta d'alerce sobre rastrellat de fusta d'abet C24	0,040	450,00	18,00	22%	180,00	23%		0%	12,96	-90%	100,00%	0,00%	100,00%	8,16 €
	Panells ALFAWALL premuntats de palla i estructura de fusta d'abet C24, per a la construcció de l'envolvent i murs de càrrega d'espessors de 35 cm (AW35-M)	0,360	120,00	43,20	52%	350,00	45%	35,00	47%	-46,00	321%	100,00%	0,00%	100,00%	
	Tauler d'encenalls orientats OSB/3, de 12 mm de gruix, per a ambient humit segons UNE-EN 300, reacció al foc B-s2, d0, treballat al taller	0,012	620,00	7,44	9%	144,00	19%	40,00	53%	12,96	-90%	100,00%	0,00%	0,00%	
	Extradossat de plaques de FERMACELL de 15 mm de gruix, fixada mecànicament	0,015	1180,00	14,75	18%	99,56	13%		0%	5,75	-40%	99,57%	0,12%	0,30%	
		0,43		83,39	100%	773,56	100%	75,00	100%	-14,33	100%				



MATERIALS. AMPLIACIÓ



MUR CONVENCIONAL



Façana de mur ceràmic amb SATE

- Mur de gero
- Morter adhesiu
- Aïllament tèrmic
- Capa base
- Malla de reforç de fibra de vidre
- Morter adhesiu
- Revestiment (imprimació + acabat)

MATERIALS. AMPLIACIÓ

MUR CONVENCIONAL

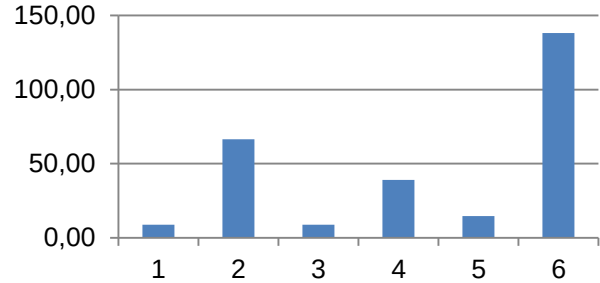
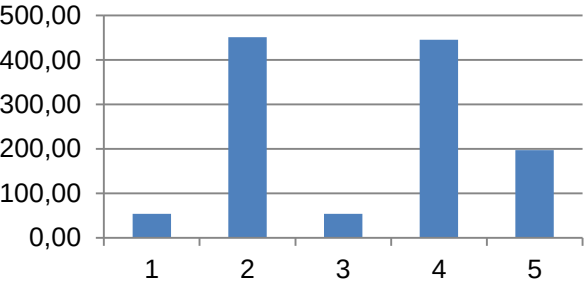
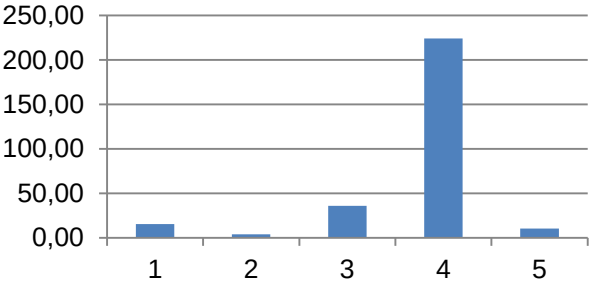
Codi	Descripció	Gruix (m)	Densitat (kg/m3)	PES		COST ENERGÈTIC				CONSUM CO2		MATÈRIA PRIMERA			PREU
				kg/m2	%	MJ/m2	%	kW-h/m2	%	kgCO2eq/m2	%	Mat. primera (%)	Reciclat (%)	Reciclabilitat (%)	Preu (€/m2)
E811C1P A	Arrebossat projectat a bona vista d'1 cm de gruix, sobre parament vertical exterior, a 3,00 m d'alçària, com a màxim, amb morter de calç lleuger (LW), de designació CSI-W0, segons UNE-EN 998-1, remolinat	0,010	1525,00	15,25	5%	54,10	5%	15,03	5%	8,93	6%	100,00%	0,00%	0,00%	20,26 €
E7C2ECD 3	Aïllament de planxa de poliestirè extruït (XPS), de 120 mm de gruix, resistència a compressió >= 300 kPa, resistència tèrmica entre 3.529 i 3,243 m2-K/W, amb la superfície acanalada i cantell mitjamosa, col·locada amb morter adhesiu	0,120	32,00	3,84	1%	450,94	38%	125,26	38%	66,57	48%	100,00%	0,00%	0,00%	18,37 €
E811A54 2	Arrebossat projectat a bona vista, sobre parament vertical exterior, a 3,00 m d'alçària, com a màxim, amb morter de ciment per a ús corrent (GP), de designació CSIII-W0, segons UNE-EN 998-1, remolinat	0,020	1800,00	36,00	12%	54,10	5%	15,03	5%	8,93	6%	100,00%	0,00%	0,00%	18,08 €
E612S53 W	Paret de tancament recolzada de gruix 14 cm, de maó calat hidrofugat, HD, de 290x140x75 mm, d'una cara vista, categoria I, segons la norma UNE-EN 771-1, col·locat amb morter per a ram de paleta industrialitzat M 7.5 (7,5 N/mm2) de designació (G) segons norma UNE-EN 998-2	0,140	1600,00	224,00	77%	445,40	37%	123,72	37%	39,10	28%	100,00%	0,00%	0,00%	53,08 €
E83E5HF A	Extradossat de plaques de guix laminat format per estructura autoportant arriostrada normal amb perfil·leria de planxa d'acer galvanitzat, amb un gruix total de l'extradossat de 51 mm, muntants cada 600 mm de 36 mm d'amplaria i canals de 36 mm d'amplaria, amb 1 placa tipus amb duresa superficial (I) de 15 mm de gruix, fixada mecànicament	0,051	680,00	10,50	4%	196,94	16%	54,71	16%	14,55	11%	99,57%	0,12%	0,30%	25,99 €
		0,34		289,59	100%	1201,48	100%	333,75	100%	138,08	100%				135,78 €

Pes (kg/m2)

Energia (MJ/m2)

Emissions (kgCO2eq/m2)

MUR CONVENCIONAL

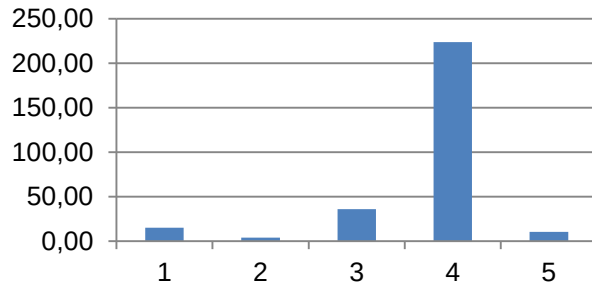


MATERIALS. AMPLIACIÓ

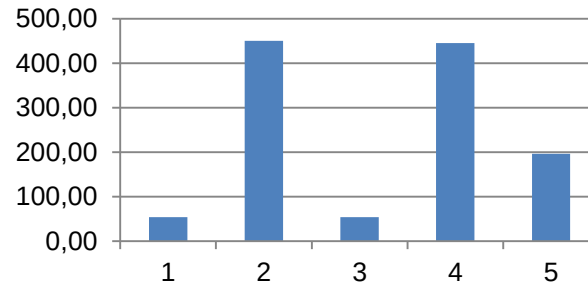
IMPACTE AMBIENTAL: COMPARATIVA

MUR CONVENCIONAL

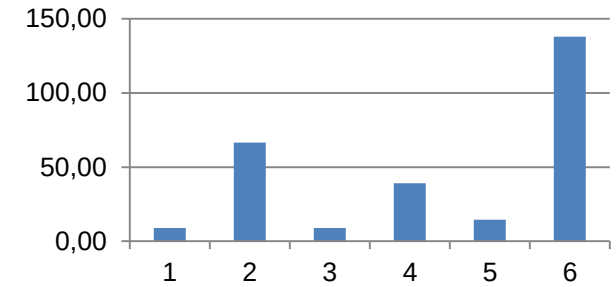
Pes (kg/m²)



Energia (MJ/m²)

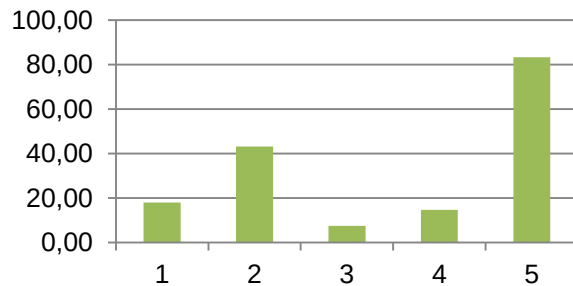


Emissions (kgCO₂eq/m²)

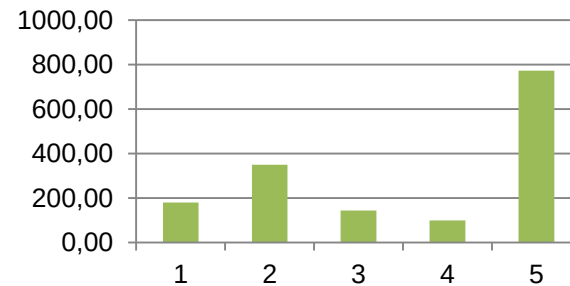


MUR DE PALLA

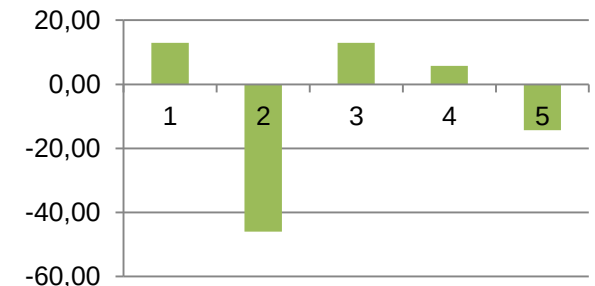
Pes (kg/m²)



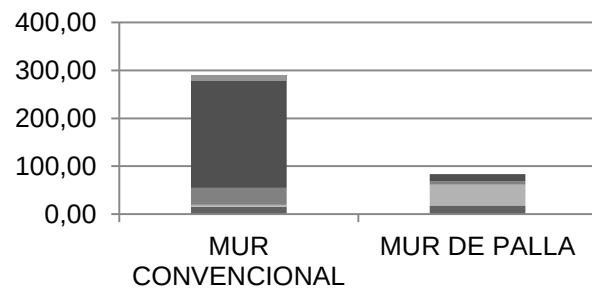
Energia (MJ/m²)



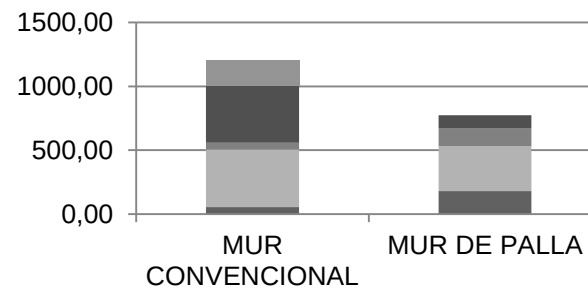
Emissions (kgCO₂eq/m²)



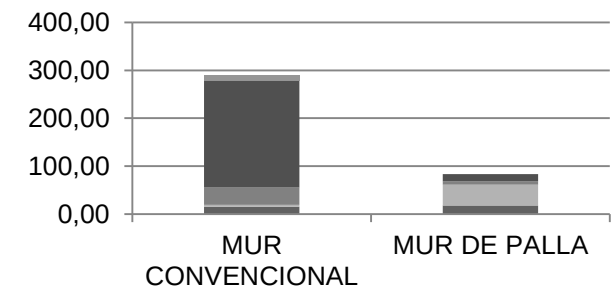
Pes (kg/m²)



Energia (MJ/m²)

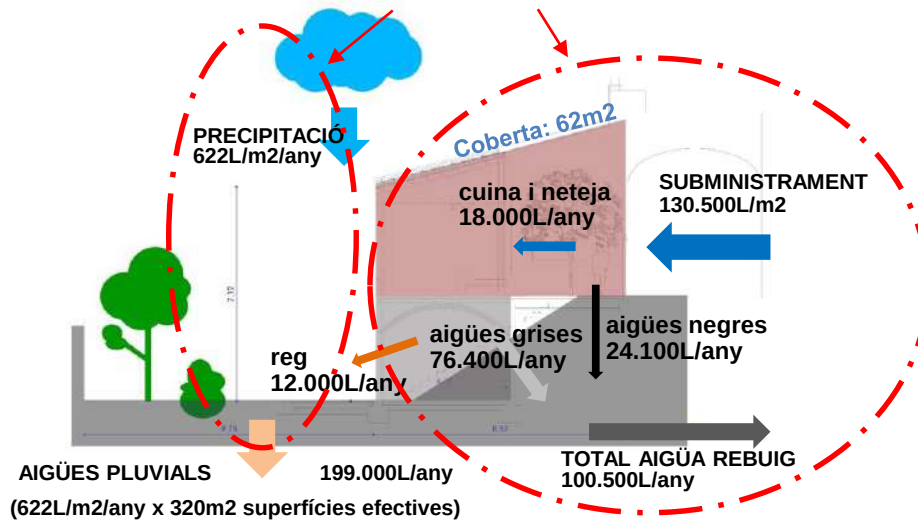


Emissions (kgCO₂eq/m²)

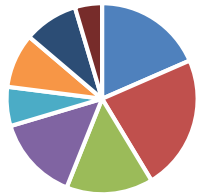


FLUXES D'AIGUA: ACTUALS

Desconnexió entre cicles naturals i artificials

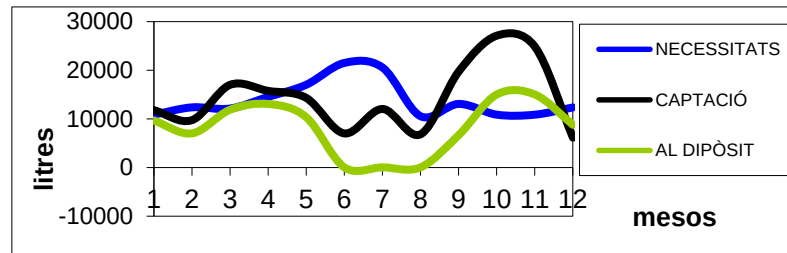
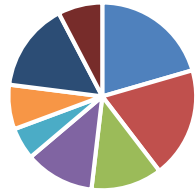


demanda ACTUAL
130.510 L/any



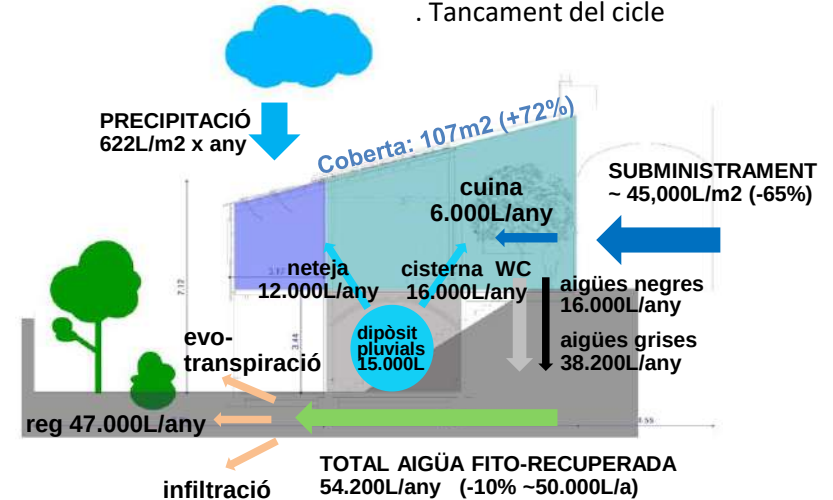
■ Inodor ■ Dutxa ■ Lavabo
■ Rentadora ■ Rentavaixelles ■ Reg general
■ Altres (neteja i reg interior) ■ Cuina i beure

demanda OPTIMITZADA
78.300 L/any (-40%)

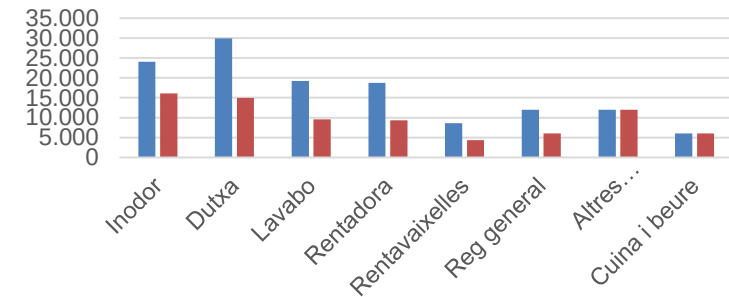


...OPTIMITZATS EN EL PROJECTE:

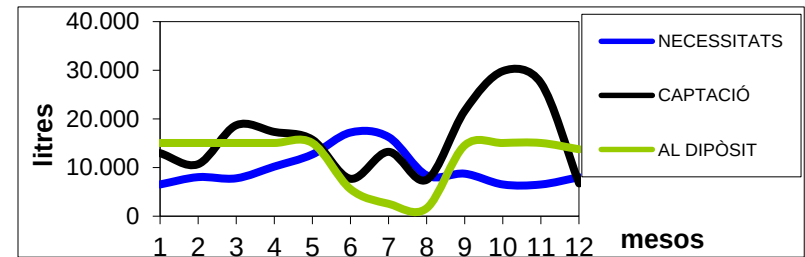
- . Reducció de la demanda
- . Augment superfície de captació
- . Tancament del cicle



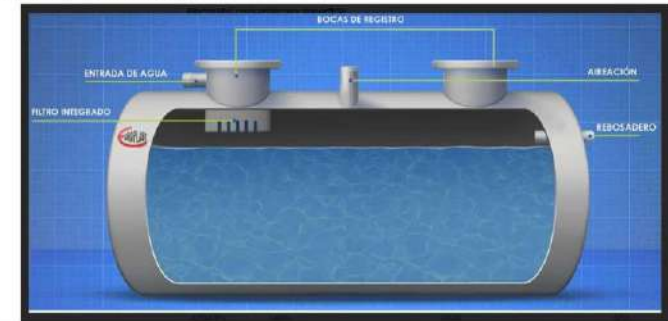
reducció de la DEMANDA



■ demanda ACTUAL ■ demanda OPTIMITZADA



Horizontal para enterrar y superficie



DIMENSIONES

CAPACIDAD	DIÁMETRO	LONGITUD	BOCA
15000 lts.	2000	4780	560

REUTILITZACIÓ AIGÜES PLUVIALS

(en sistemes sense contacte humà directe)

1. Cisterna inodor
2. Neteja

(*) Garantia de tractament d'aigües negres:

- Els sistemes de fito-depuració i reg son ambdós subsuperficials i completament independents de la resta d'instal·lacions, per a garantir que no hi haurà contacte ni amb l'atmosfera ni amb cap altre circuit de l'habitatge.

- És manté la connexió al col·lector general per a garantir la seguretat en cas de necessitat.



Sistema reg subsuperficial per degoteig (SDI)

bomba reg
mostres

± 0.00

control

vàvula
seguretat
+3.00

filtratge i
desbastament
+2.30

Dimensionat sist.:
aigües grises:
2-3m²/persona
grises+negres:
4-5m²/persona

col·lector
general

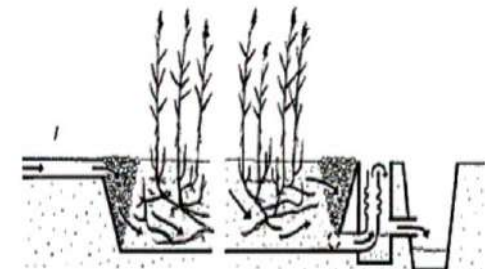
RECUPERACIÓ AIGÜES GRISES I NEGRES (*)

FITODEPURACIÓ per sistemes combinats subsuperficials:

1. Flux Vertical (VSSF)
2. Flux Horitzontal (HSSF)

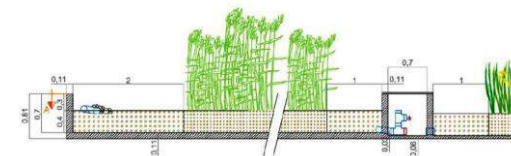
Substrat sistema Flux Vertical:

50cm grava fina on arrelen les plantes
20cm grava gruixuda
20cm base de còdols



Substrat sistema Flux Horitzontal:

40cm grava fina on arrelen les plantes





La quantitat d'aigua fito-recuperada i l'aplicació d'un sistema de reg eficient, permetran assolir un dels objectius de projecte: generar un espai amb vegetació de major exuberància per acollir espècies animals autòctones pròpies dels marges de riera, ampliant així el seu hàbitat natural i afavorint la seva varietat genètica.

PLANTACIONS FITODEPURACIÓ

NIVELL 1 (SUPERFÍCIE)



NIVELL -1 (AQUÀTIQUES -10cm)



NIVELL -2 (AQUÀTIQUES -20cm)





AMPLIACIÓ DE L'ESCOLA JOSEP MARIA XANDRI DE SANT PERE DE TORELLÓ

Equip de treball:

*Víctor Bertran
Gaspar Costa
Pau Massana
Sonia Triviño*

RESUM

En l'actual context que vivim cada dia es fa més evident la premissa de dissenyar, rehabilitar i construir edificis amb baix o nul impacte sobre el medi ambient.

El punt de partida del taller ha estat l'avantprojecte de reforma i ampliació l'escola Josep Xandri de Sant Pere de Torelló per acollir l'actual línia de primària i una de nova de secundària.

El treball portat a terme ha suposat un repte i una oportunitat per constatar els beneficis que aporten la implementació d'estratègies de disseny bioclimàtic,

l'eficiència energètica i l'ús responsable i eficient de les matèries primeres, millorant el benestar dels usuaris i l'equilibri amb la natura.

Al llarg del procés d'anàlisi i d'estudi han sorgit reflexions com ara la importància de la ubicació i definició de la petjada del nou edifici d'ampliació, establint sinergies amb l'edifici existent i fins i tot aportant millores de les seves prestacions. Així com també l'aprofitament dels beneficis aportats pels espais intermedis i de trànsit com són les galeries de l'edifici existent. A més, perseguint sempre l'objectiu de tancar

cicle, mitjançant l'aprofitament dels recursos naturals, com ara l'aigua, la vegetació i el sol, la utilització de materials respectuosos amb el medi ambient, no tòxics i de procedència local, i l'ús de sistemes constructius desmuntables i recuperables.

INTRODUCCIÓ

Situació



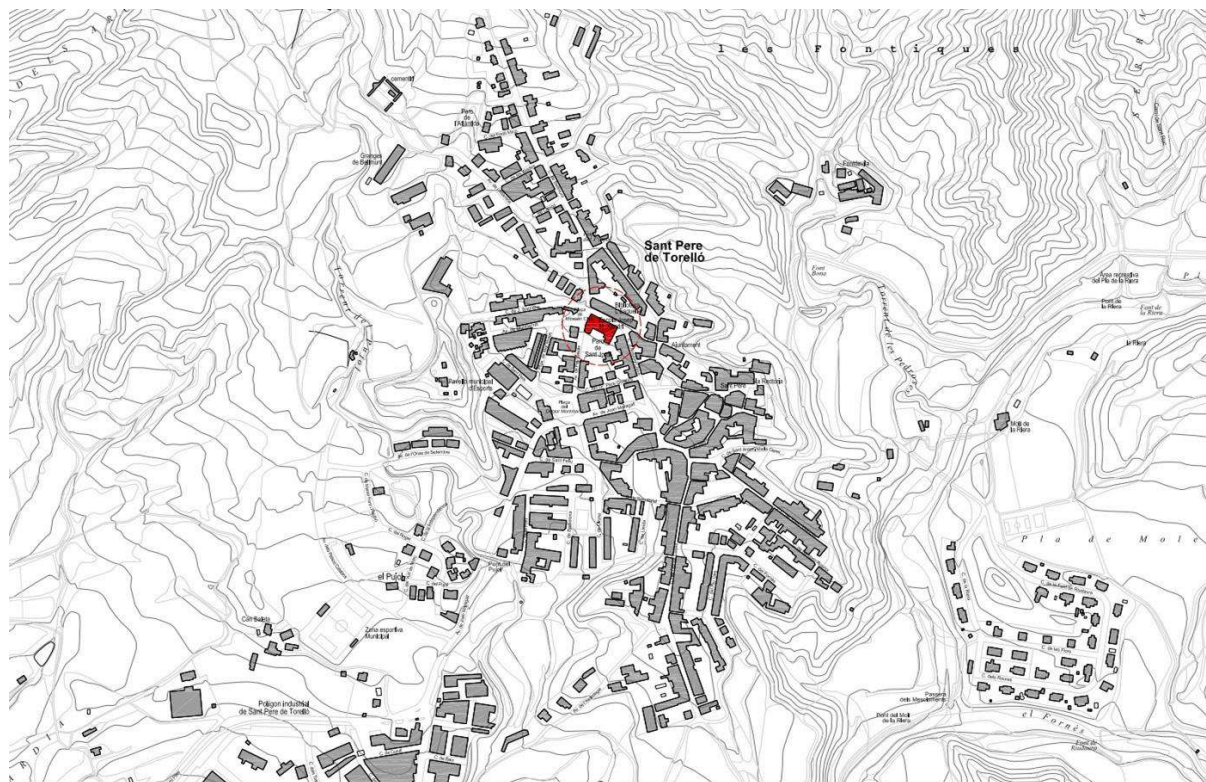
Sant Pere de Torelló

El municipi de Sant Pere de Torelló es localitza a la província de Barcelona, concretament a la comarca d'Osona.

Escola de Sant Pere de Torelló

L'escola Josep Maria Xandri de Sant Pere de Torelló es troba al centre de la població i data de la dècada dels anys 30.

Al llarg dels anys, l'edifici ha estat objecte de diferents modificacions i ampliacions, especialment els anys '70, que li han acabat conferint l'aspecte que té actualment.



INTRODUCCIÓ

L'edifici existent

La construcció original de 1934

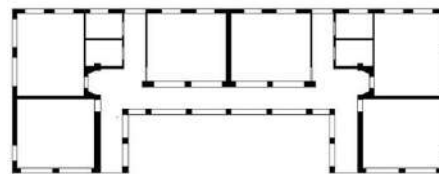
La tipologia de la construcció, d'estil racionalista, era molt comú entre els edificis educatius construïts durant la segona República. La planta diferencia amb simetria exacta la part destinada a nens de la destinada a nenes, amb accessos segregats.

L'edifici s'orienta a S/SW en una disposició en "U".

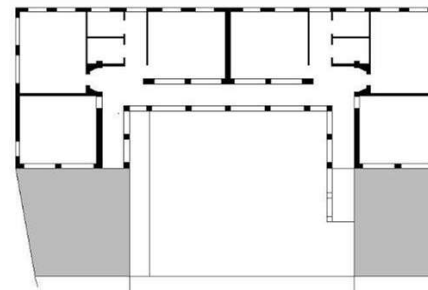
Una galeria/porxada recorre el perímetre interior per a donar accés a les aules. La doble orientació dels espais és diversa. Les aules situades en els extrems de la "U" disposaven de finestrals orientats a S/SW. Les aules centrals, amb obertures a façana N, també eren obertes a la galeria. Les aules disposades en els angles de la construcció disposen d'obertures a N-W i a N-E.

L'ampliació

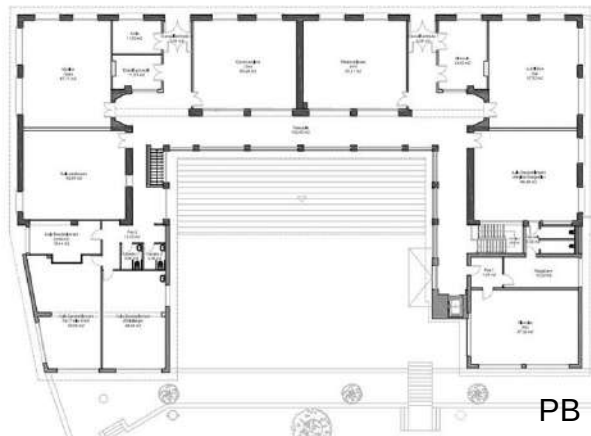
La necessitat de d'ampliació d'aules i serveis es va resoldre amb el creixement de les ales de l'edifici en ambdós nivells.



Construcció original de 1934



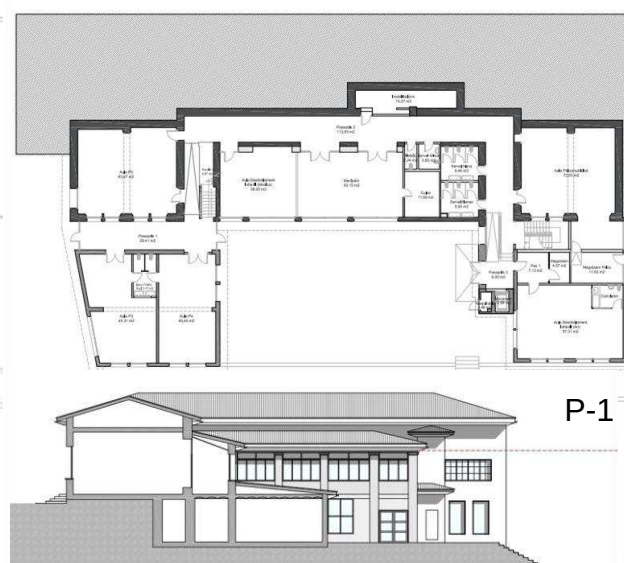
Ampliació



PB



Estat actual



P-1

INTRODUCCIÓ

L'edifici existent

Fotografies de l'estat actual.



Interior de les aules. S'aprecien els grans finestrals, orientats a S/SW de la construcció original



Galeria d'accés a les aules, convertida en espai tancat i d'ús complementari

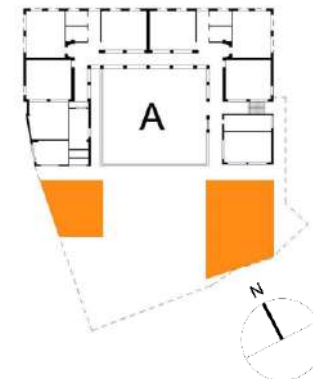
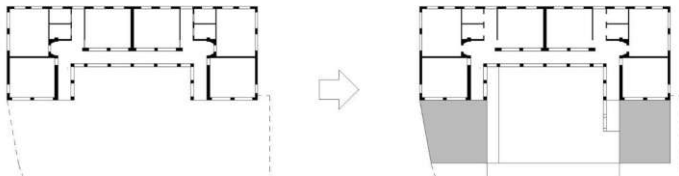


Antecedents

Estudis previs. Bases del concurs

Les bases del concurs presenten uns Estudis Previs que proposen l'ampliació de l'escola a partir de la prolongació dels mòduls extrems de la construcció existent.

El programa funcional distribueix les aules en dos nivells en el braç E. El creixement del mòdul W es destina a SUM i serveis.



Antecedents

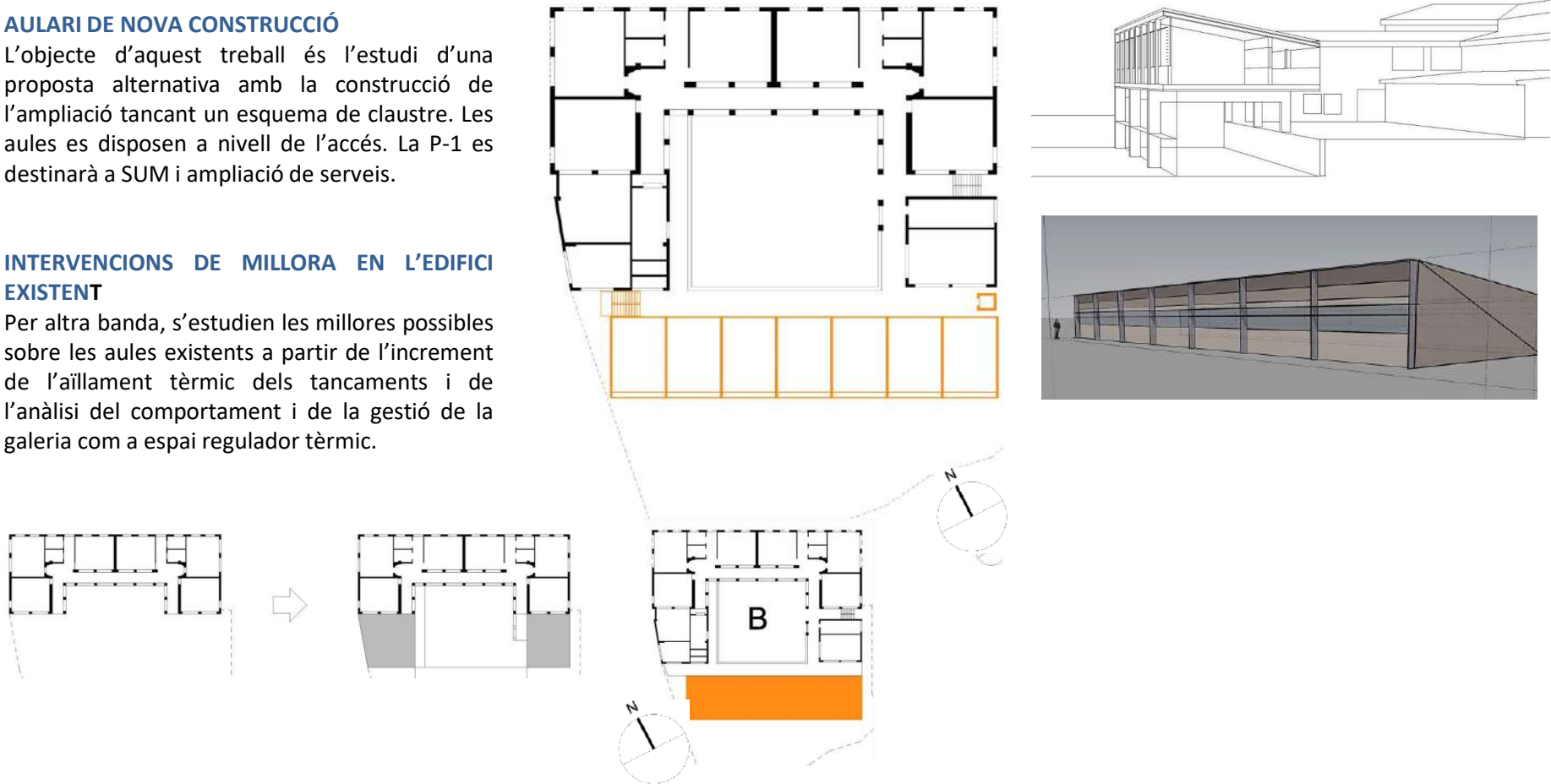
Proposta alternativa base de l'estudi

AULARI DE NOVA CONSTRUCCIÓ

L'objecte d'aquest treball és l'estudi d'una proposta alternativa amb la construcció de l'ampliació tancant un esquema de claustre. Les aules es disposen a nivell de l'accés. La P-1 es destinarà a SUM i ampliació de serveis.

INTERVENCIIONS DE MILLORA EN L'EDIFICI EXISTENT

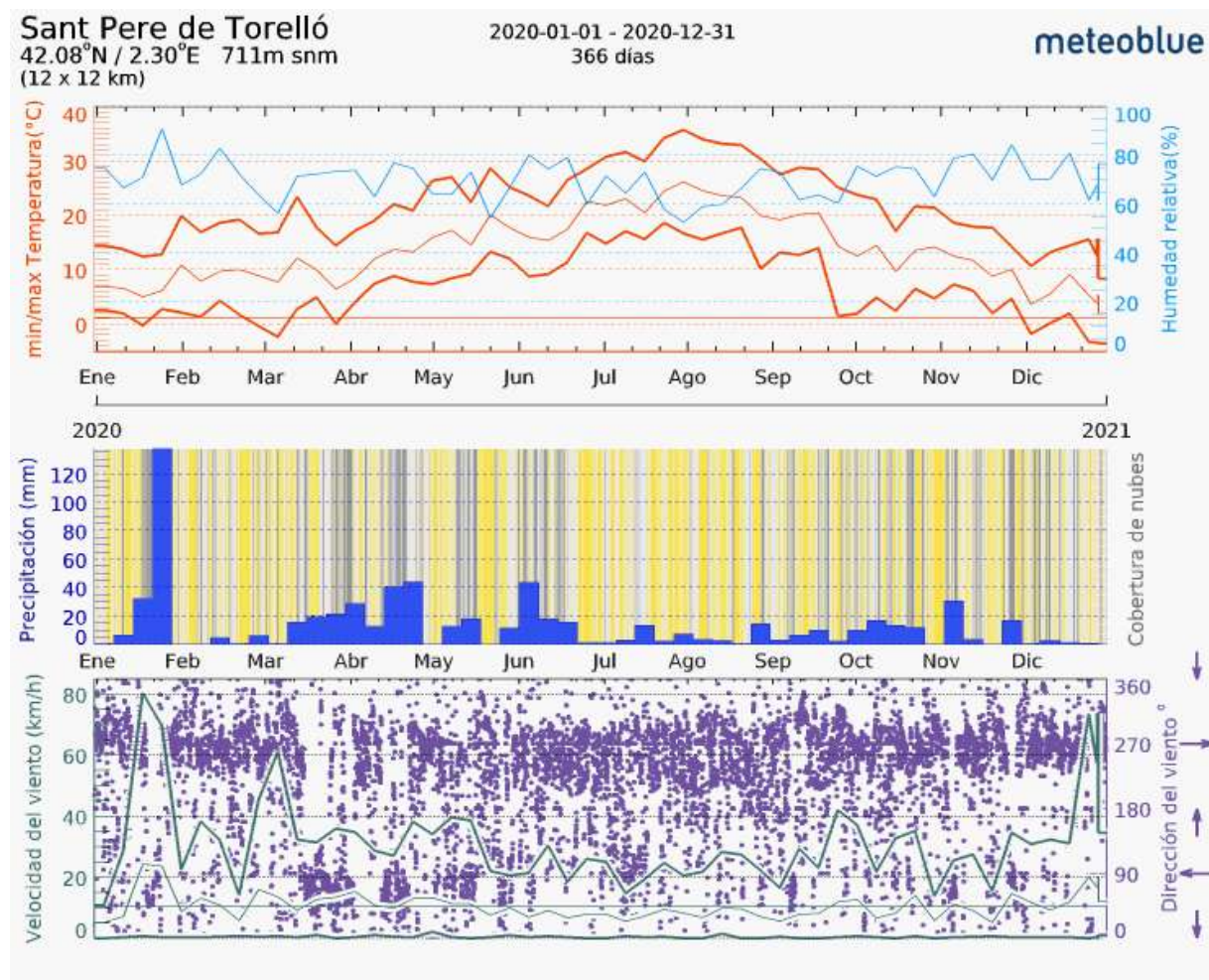
Per altra banda, s'estudien les millores possibles sobre les aules existents a partir de l'increment de l'aïllament tèrmic dels tancaments i de l'anàlisi del comportament i de la gestió de la galeria com a espai regulador tèrmic.



Característiques del lloc

Zona climàtica D1

Província de Barcelona; alçada topogràfica de 621 m

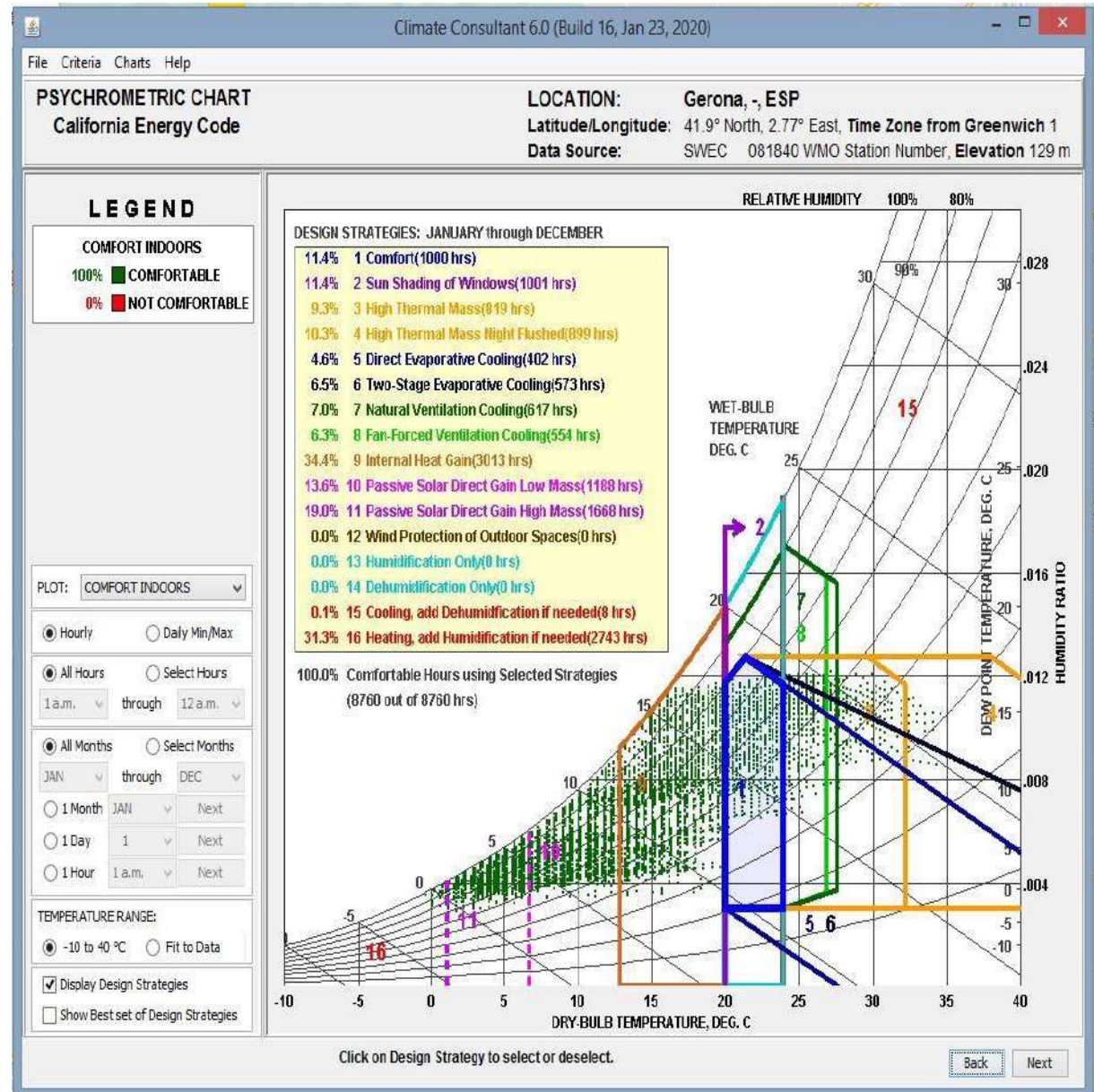


* Dades de l'estació meteorològica de Gurb, la més propera.

Estratègies climàtiques

Al llarg de l'any (gener-desembre)

- Guanys interns
- Calefacció i humidificació
- Guanys directes passius solars
- Protecció solar a les finestres
- Inèrcia tèrmica nits



Estratègies bioclimàtiques

Proposta

Aulari de nova construcció

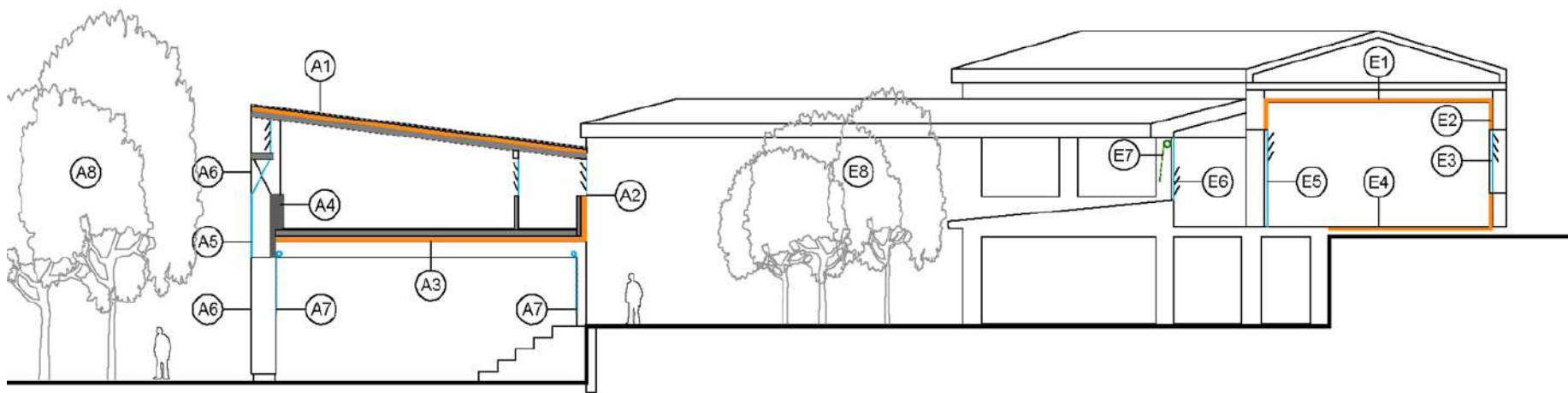
Es proposa una construcció en fusta amb un sistema de captació solar al llarg de la façana SW. El sistema adapta el model de l'escola solar St. George's a Wallasey, d'Emslie Morgan. L'aulari es situa a nivell de l'accés. En planta -1 es genera un espai semiobert com a SUM-Gimnàs.

- A1** Coberta CLT, aïllament exterior i xapa de Zn
- A2** Tancament CLT, aïllament exterior
- A3** Forjat CLT, aïllament exterior
- A4** Mur inercial
- A5** Captador solar
- A6** Fusteria batent-comporta de regulació del captador
- A7** Tancament-tendal transparent
- A8** Arbrat de fulla caduca, hort, jardí.

Intervencions en l'edifici existent

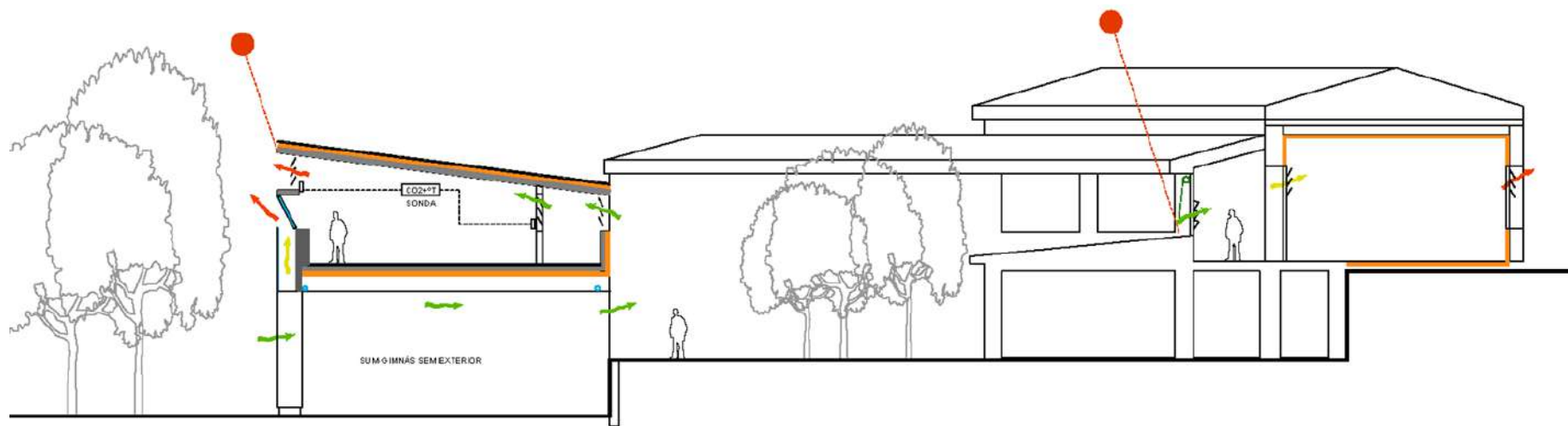
Es proposa l'aïllament generalitzat de façanes i l'adaptació de l'espai de galeria com a regulador tèrmic. La gestió del sistema (protecció solar i ventilació) haurà d'implicar necessàriament la participació dels usuaris.

- E1** Aïllament interior del sostremort
- E2** Aïllament interior de les façanes
- E3** Nova fusteria i envidrat aïllant
- E4** Aïllament del paviment
- E5** Fusteries originals. Envidrat 3+3 (DB-SU)
- E6** Nova fusteria i envidrat aïllant.
- E7** Protecció solar exterior (alicantines) en SW i NW
- E8** Arbrat de fulla caduca

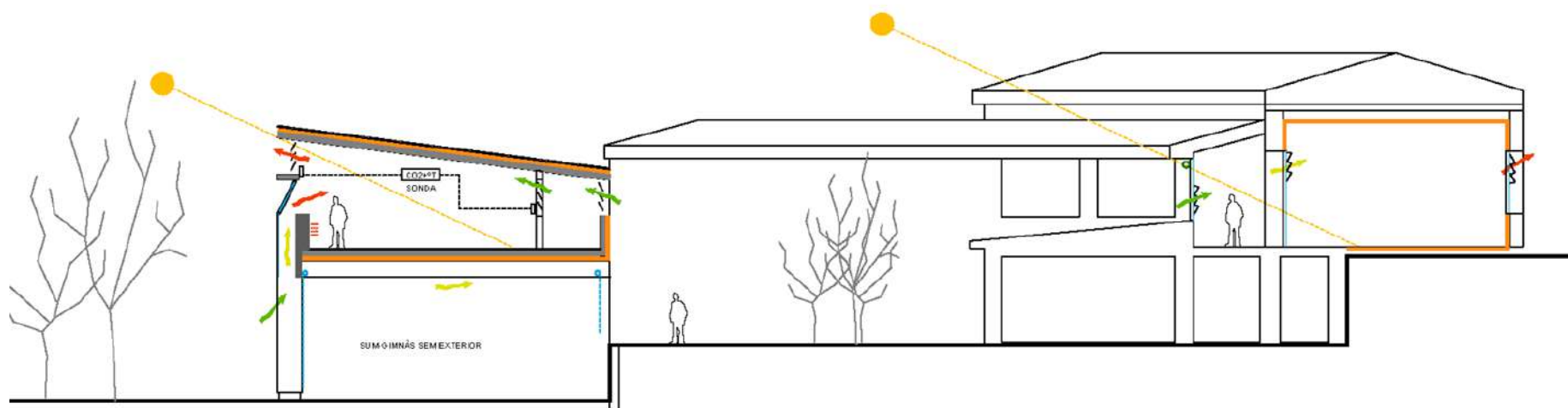


Estratègies bioclimàtiques

Proposta



Estiu



Hivern

Proposta millora edifici existent

PDA Arup

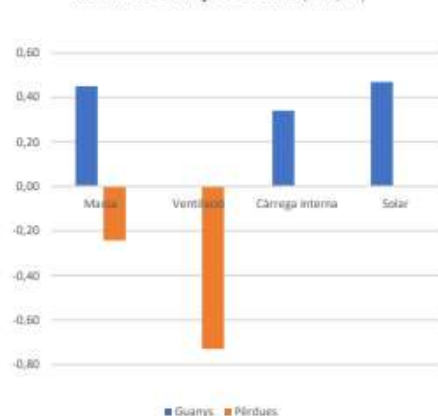
Edifici Existent - Dia mig GENER

Transmitàncies considerares (W/m²K)			
	Aula Existent	Proposta A	
		Aula	Galeria
Façana NE	1,43	0,4	1,43
Fusteries NE	5	1,76	1,54
Façana SO	1,43	0,4	-
Fusteries SO	5	1,76	-
Envans	2,43	2,43	2,43
Sostre/Coberta	2,44	0,32	2,44
Solera	2,5	0,61	2,5

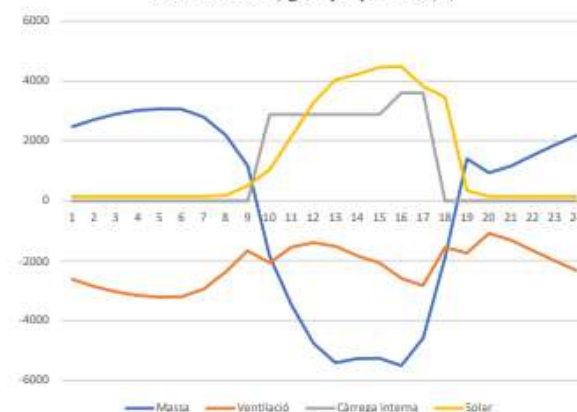
Altres informacions	
Temperatura de consigna	20 °C
Renovacions / hora	7 ren/h
Superfície	72 m2

CONSUMS (kwh/m2)			
	Aula Existent	Galeria	Aula Proposta
Demanda de calefacció	1,27	0,36	0,40
reducció	0,00%	-71,34%	-68,68%
Demanda de Refrigeració	0,00	0,00	0,00
reducció	0,00%	0,00%	0,00%

Resum de Guanys i Pèrdues (kWh/m²)

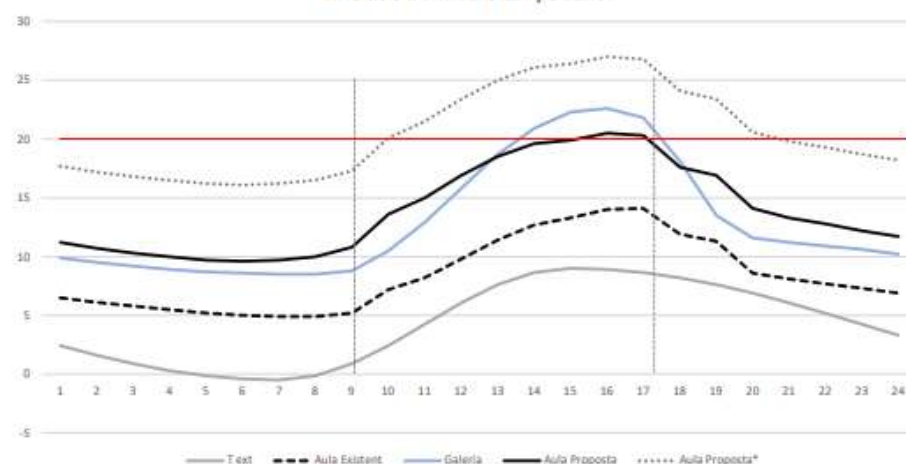


Evolució diària, guanys i pèrdues (W)



Taula de temperatures - Evolució diària					
hora	T ext	Aula Existent	Galeria	Aula Proposta	Aula Proposta*
0-1	2,43	6,5	9,9	11,2	17,7
1-2	1,61	6,1	9,5	10,7	17,2
2-3	0,89	5,8	9,2	10,3	16,8
3-4	0,3	5,5	8,9	10	16,5
4-5	-0,14	5,2	8,7	9,7	16,2
5-6	-0,41	5	8,6	9,6	16,1
6-7	-0,5	4,9	8,5	9,7	16,2
7-8	-0,14	4,9	8,5	10	16,5
8-9	0,89	5,2	8,8	10,8	17,3
9-10	2,43	7,2	10,5	13,6	20,1
10-11	4,25	8,2	12,9	15	21,5
11-12	6,07	9,8	15,8	16,9	23,4
12-13	7,61	11,4	18,7	18,5	25
13-14	8,64	12,7	20,9	19,6	26,1
14-15	9	13,3	22,3	19,9	26,4
15-16	8,91	14	22,6	20,5	27
16-17	8,64	14,1	21,8	20,3	26,8
17-18	8,2	11,9	18,1	17,6	24,1
18-19	7,61	11,3	13,5	16,9	23,4
19-20	6,89	8,6	11,6	14,1	20,6
20-21	6,07	8,1	11,2	13,3	19,8
21-22	5,18	7,7	10,9	12,8	19,3
22-23	4,25	7,3	10,6	12,2	18,7
23-24	3,32	6,9	10,2	11,7	18,2

Evolució diària de la temperatura



Proposta millora edifici existent

PDA Arup

Edifici Existent - Dia mig JULIOL

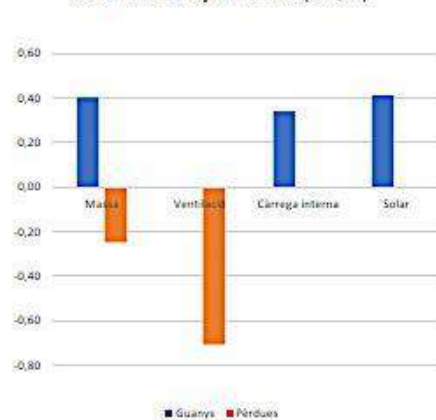
Transmitàncies considerades (W/m²K)			
	Aula Existent	Proposta A	
		Aula	Galeria
Façana NE	1,43	0,38	1,43
Fusteries NE	5	1,76	1,54
Façana SO	1,43	0,38	-
Fusteries SO	5	1,76	-
Envars	2,43	2,43	2,43
Sostre/Coberta	2,44	0,32	2,44
Solera	2,5	0,61	2,5

Altres informacions	
Temperatura de consigna	25 °C
Renovacions / hora	10 ren/h
Superfície	72 m2

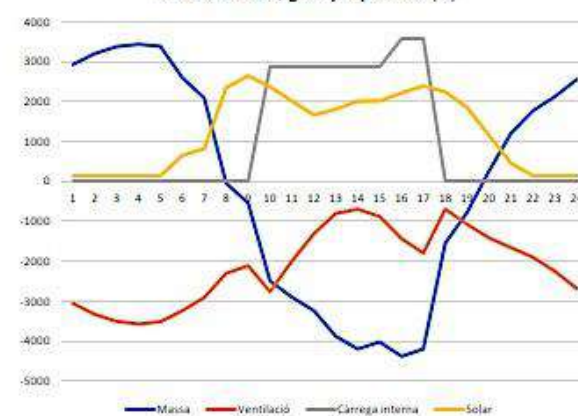
CONSUMS (kwh/m2)			
	Aula Existent	Galeria	Aula Proposta
Demanda de calefacció	0,00	0,03	0,00
reducció	0,00%	0,00%	0,00%
Demanda de Refrigeració	-1,22	-0,41	-0,60
reducció	0,00%	-66,22%	-50,88%

Taula de temperatures - Evolució diària				
hora	T ext	Aula Existent	Galeria	Aula Proposta
0-1	18,32	24,1	22,7	23,7
1-2	17,14	23,5	22	23,1
2-3	16,24	23	21,5	22,6
3-4	15,69	22,7	21,1	22,2
4-5	15,5	22,4	20,9	22
5-6	15,87	22,4	20,9	22
6-7	16,93	22,9	21,2	22,7
7-8	18,59	23,5	22,1	23,4
8-9	20,68	25,6	23,2	25,3
9-10	23	28,2	24,9	27,9
10-11	25,32	29	26,3	28,8
11-12	27,41	29,7	27,6	29,6
12-13	29,07	30,2	28,6	30,2
13-14	30,13	31	29,9	30,9
14-15	30,5	31,7	30,8	31,5
15-16	30,31	32,2	31,2	31,9
16-17	29,76	32,3	31,1	31,9
17-18	28,86	30,5	30,1	30
18-19	27,68	29,9	29,1	29,5
19-20	26,25	29,1	27,8	28,6
20-21	24,67	27,9	26,4	27,4
21-22	23	26,6	25,2	26,2
22-23	21,33	25,6	24,3	25,2
23-24	19,75	24,8	23,5	24,4

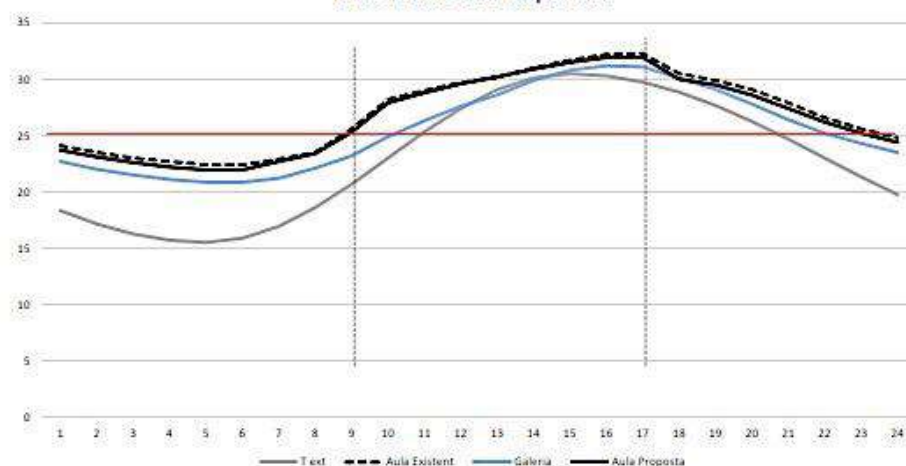
Resum de Guanys i Pèrdues (kWh/m²)



Evolució diària, guanys i pèrdues (W)



Evolució diària de la temperatura



Proposta nou aulari

Anàlisi captador. PDA Arup

Per a la determinació de les condicions tèrmiques de l'espai "captador durant l'hivern es considera una renovació d'aire d'aquest espai equivalent a les de l'aula.

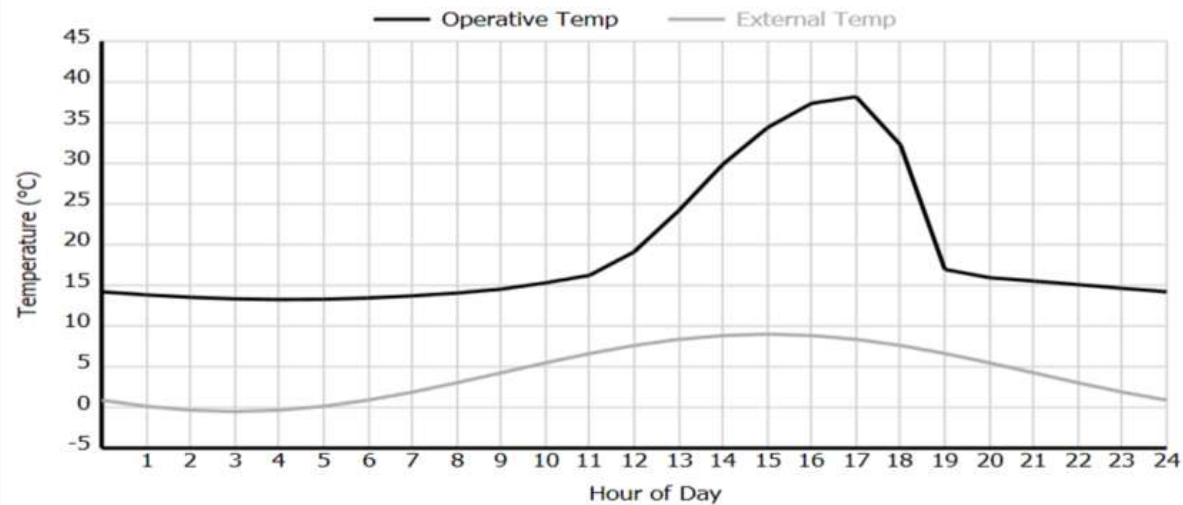
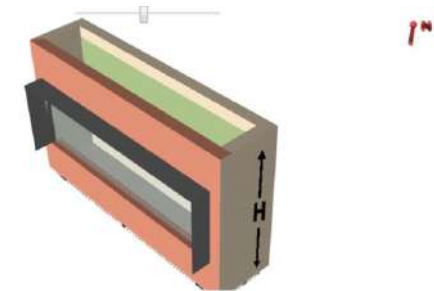
Captador. Gener

El model indica unes temperatures assolides en l'espai del captador de:

14C a les 8:00

i un màxim de

38C a les 17:00



Proposta nou aulari

Anàlisi aula + captador. PDA Arup

S'analitza el comportament tèrmic d'una aula tipus sota l'efecte del captador solar durant l'hivern.

Per a això, s'apliquen les condicions de temperatura assolides en l'espai del captador com a condicions tèrmiques exteriors de l'aula. L'efecte d'aquesta aproximació _que afectarà el càlcul de la totalitat dels tancaments- es corregeix rebaixant les condicions de temperatura del captador en 6.5°C

Aula +captador. Gener

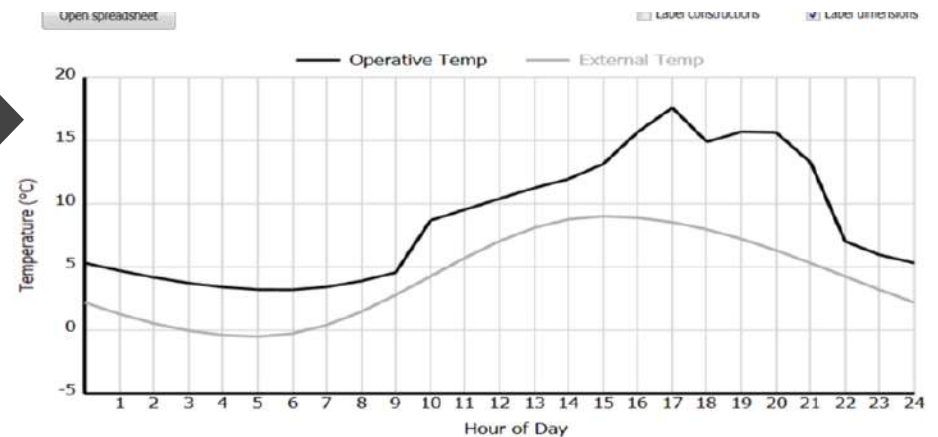
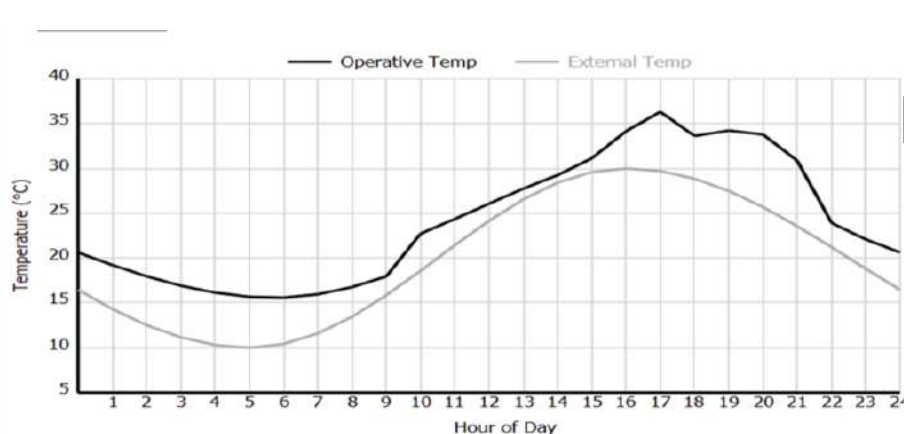
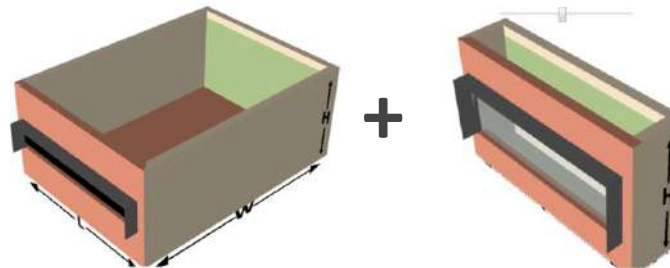
Amb l'efecte del captador solar, s'assoleixen temperatures internes a l'aula de:

15C a les 8:00

i una temperatura màxima de:

35C a les 17:00

Aula. Gener



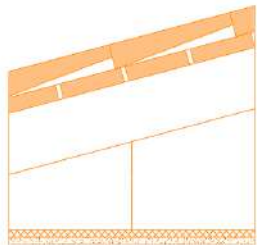
Solucions constructives

Edifici existent

Per la definició dels sistemes constructius de l'edifici existent s'han adoptat les solucions tradicionals pròpies de la seva època i basades en la inspecció visual de les preexistències.

Coberta

Les cobertes inclinades estan formades per un forjat unidireccional amb revoltos ceràmics, acabat exterior amb teules d'argila i a l'interior un cel ras d'encanyissat enguixat.



COBERTA 13 cm

- 2 cm Teules d'argila
- 3 cm Rasilla
- 5 cm Cambra d'aire (variable)
- 3 cm Cel ras de canyís

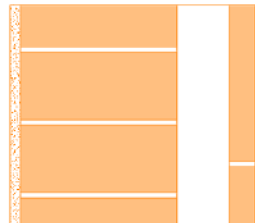
Manca de confort tèrmic

En relació als tancaments no es pronostica la presència d'aïllament, el que suposa elevades pèrdues tèrmiques, especialment creant manca de confort a l'hivern.

En referència a les finestres, tot i que s'han canviat algunes, la gran majoria segueixen sent les finestres inicials amb valors alts de transmitància tèrmica.

Murs - façana

Els murs de façana estan compostats per maó massís tradicional, arrebossat per l'exterior, amb cambra d'aire no ventilada i maó buit a l'interior amb acabat enguixat.



MUR 46 cm

- 2 cm Arrebossat
- 28 cm Maó massís
- 10 cm Cambra d'aire (no ventilada)
- 4 cm Maó buit
- 2 cm Enguixat

Edifici existent - Estat actual

Transmitàncies tèrmiques

$$U_{\text{coberta}} = 2,44 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{\text{murs}} = 1,43 \text{ W/M}^2\text{k}$$

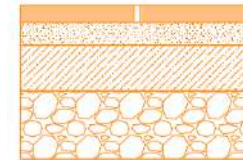
$$U_{\text{envans}} = 2,43 \text{ W/M}^2\text{k}$$

$$U_{\text{finestres}} = 5,70 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{\text{terres}} = 4,24 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Terres - solera

La solera en contacte amb el terreny presenta un acabat superficial de terratzo i per l'època de l'edifici es suposa que hi ha una capa prima de formigó en massa a sobre d'un llit de sorra i grava



SOLERA 27 cm

- 3 cm Terratzo
- 4 cm Morter
- 8 cm Formigó en massa
- 12 cm Sorra i grava

Envans – interiors

Les particions interiors estan formades per maó de quart de maó massís tradicional, arrebossat i enguixat per les dues cares.

Finestres

Les finestres existents estan formades per vidres simples monolítics.

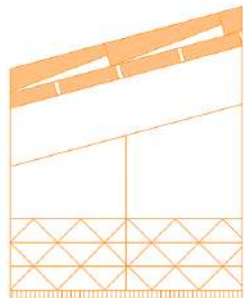
Solucions constructives

Edifici existent - millores

Per a la realització de les obres s'aprofitaria la desocupació durant el període de vacances estival amb l'objectiu de no molestar als usuaris i al funcionament de les classes.

Coberta

Es proposa la incorporació d'aïllament tèrmic de planxes de suro i la substitució de l'actual cel ras de canyís per un acabat de fusta fixat amb un entramat.



COBERTA 32 cm

- 2 cm Teules d'argila
- 3 cm Rasilla
- 5 cm Cambra d'aire (variable)
- 15 cm Aïllament de suro
- 2 cm Tauler de fusta Osb



www.barnacork.com

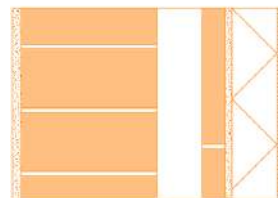
Confort tèrmic

Per tal de millorar el confort tèrmic es proposa millorar l'envolupant de l'edifici existent mitjançant la incorporació d'aïllament al conjunt dels tancaments.

La façana de l'edifici està catalogada com a patrimoni arquitectònic, per tant les actuacions de millores es proposen per l'interior de l'edifici.

Murs – façana

Es planteja la incorporació d'aïllament tèrmic de planxes de suro sobre el mur de façana existent i amb acabat interior de tauler de fusta d'OSB



MUR 58 cm

- 2 cm Arrebossat
- 28 cm Maó massís
- 10 cm Cambra d'aire (no ventilada)
- 4 cm Maó buit
- 2 cm Enguixat
- 8 cm Aïllament de suro
- 2 cm Tauler de fusta Osb

Finestres

Es proposa la millora de les finestres existents amb vidre doble amb càmera



www.biohaus.com
www.zuhaizki.com

Edifici existent - Millorat

Transmitàncies tèrmiques

$$U_{coberta} = 0,32 \text{ W/m}^2\text{K} \text{ (- 87 \%)}$$

$$U_{murs} = 0,38 \text{ W/M}^2\text{K} \text{ (- 86 \%)}$$

$$U_{terres} = 0,61 \text{ W/m}^2\text{K} \text{ (- 74 \%)}$$

$$U_{finestres} = 1,76 \text{ W/M}^2\text{K} \text{ (aules) (- 69 \%)}$$

$$U_{finestres} = 1,54 \text{ W/m}^2\text{K} \text{ (galeria) (- 72 \%)}$$

Terres – solera

Es proposa la substitució de l'actual paviment de terratzo per una capa d'aïllament de suro amb alta resistència a la compressió i un acabat de paviment amb moqueta de fibres naturals



SOLERA 27,5 cm

- 1,5 cm Moqueta de fibres naturals
- 6 cm Aïllament de suro
- 8 cm Formigó en massa
- 12 cm Sorra i grava



www.sumigran.es

Solucions constructives

Nou aulari - Materials

L'edifici d'ampliació es concep com un edifici nZEB, autònom per sí mateix, mitjançant l'aplicació d'estratègies bioclimàtiques i la implementació de sistemes constructius eficients i desmontables i l'ús preferent de materials de baix impacte ambiental i amb tancament de cicle de vida.

Estructura

Sistema estructural de pòrtics de fusta laminada



Escola de primària a Le Grand Lemps (França)

Zinc reciclat

Acabat de coberta amb xapa de zinc 30% reciclada



Aïllament de fibra de fusta

L'ús d'aïllament de fibres de fusta pels tancaments



www.steico.com

Tancaments CLT

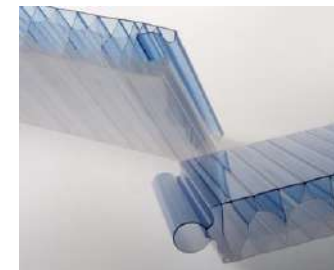
Sistema de CLT pels tancaments de les façanes, coberta i forjat elevat. Acabat interior de fusta.



Reforma i ampliació d'escola a Tolosa (Espanya)

Mur Trombe

Empit captador amb paret tipus Tapiablock. Capa exterior de policarbonat cel·lular.



www.fetdeterra.com

Solucions constructives

Nou aulari

L'edifici d'ampliació es concep com un edifici nZEB, autònom per sí mateix, mitjançant l'aplicació d'estratègies bioclimàtiques i la implementació de sistemes constructius eficients i desmontables i l'ús de materials de baix impacte ambiental i amb tancament de cicle de vida.



$U_{\text{COBERTES}} : 0,15 - 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$
 $U_{\text{FAÇANES}} : 0,20 - 0,40 \text{ W/m}^2\text{K}$
 $U_{\text{FINESTRES}} : 1,40 - 1,80 \text{ W/m}^2\text{K}$



Zona climàtica D1 (Girona)

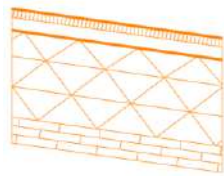
$U_{\text{COBERTES (aire exterior)}} \leq 0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$
 $U_{\text{MURS / TERRES (aire exterior)}} \leq 0,41 \text{ W/m}^2\text{K}$
 $U_{\text{MURS / TERRES / COBERTES (espais no habitables, terrenys i mitgeres)}} \leq 0,65 \text{ W/m}^2\text{K}$
 $U_{\text{FINESTRES}} \leq 1,80 \text{ W/m}^2\text{K}$
 $U_{\text{PORTES SEMITRANSARENTS (\leq 50\%)}} \leq 5,70 \text{ W/m}^2\text{K}$

Edifici ampliació

$U_{\text{coberta}} = 0,18 \text{ W/m}^2\text{K} \text{ (- 49 \%)}$
 $U_{\text{murs}} = 0,38 \text{ W/m}^2\text{K} \text{ (- 59 \%)}$
 $U_{\text{forjat}} = 0,18 \text{ W/m}^2\text{K} \text{ (- 56 \%)}$
 $U_{\text{finestres}} = 1,40 \text{ (- 22 \%)}$
 $U_{\text{finestres}} = 3,00 \text{ W/m}^2\text{K} \text{ (polycarbonat - rombe)}$

Coberta

Es proposa una coberta amb acabat exterior de xapa de zinc, càmera d'aire amb rastrells, aïllament de fibres de fusta i panell de CLT.



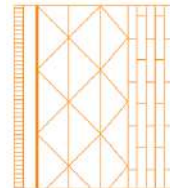
COBERTA 31 cm

0,6 cm Xapa zinc
 2 cm Tauler de fusta picea
 2,8 cm Cambra d'aire (rastrells)
 0,55 cm Barrera de vapor
 20 cm Aïllament de fibres de fusta
 5,4 cm Panell CLT



Murs – façana

Es planteja una façana de CLT, amb aïllament de fibres de fusta i acabat exterior de lames de fusta.



FAÇANA 35 cm

2 cm Lames de fusta d'alerg
 2,8 cm Cambra d'aire (rastrells)
 0,55 cm Barrera de vapor
 20 cm Aïllament de fibres de fusta
 10 cm Panell CLT



Finestres

Es proposa finestres de fusta d'altres prestacions tèrmiques

Terres – solera

Es proposa un forjat de CLT amb capa de compressió, aïllament de fibres de fusta, acabat interior amb parquet de fusta recuperada i acabat exterior de panell tipus Fermacell



FORJAT 40 cm

1,5 cm Parquet de fusta recuperada
 2 cm Aïllament de fibres de fusta
 10 cm Capa de compressió
 5,4 cm Panell CLT
 20 cm Aïllament de fibres de fusta
 1,5 cm Panell Fermacell Powerpanel H2O



www.bioparquet.es

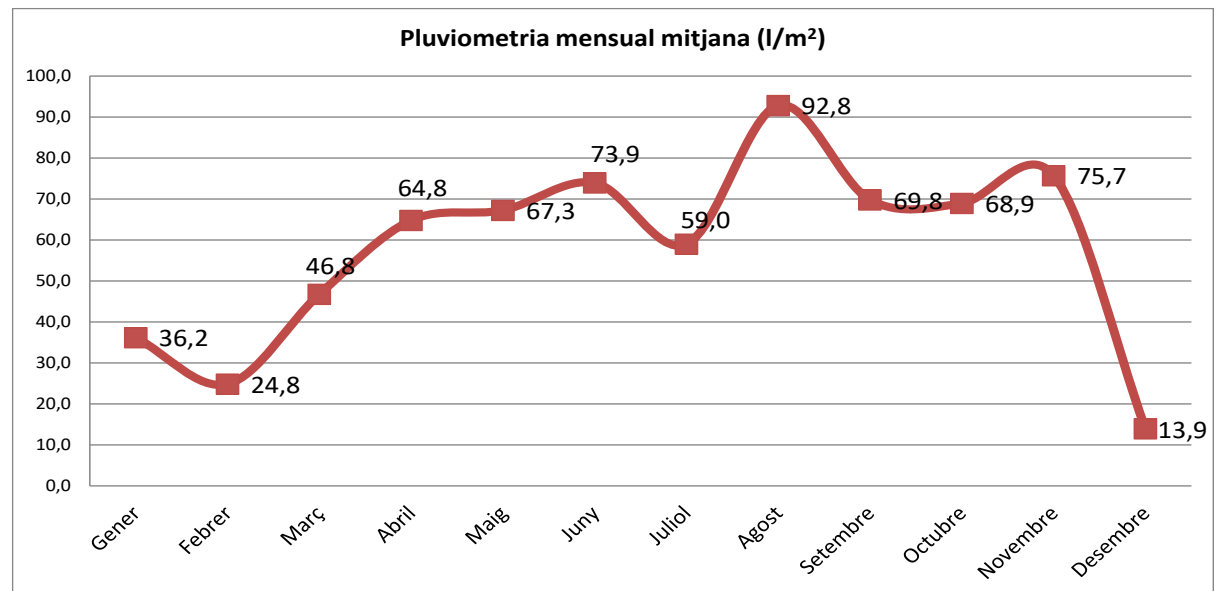
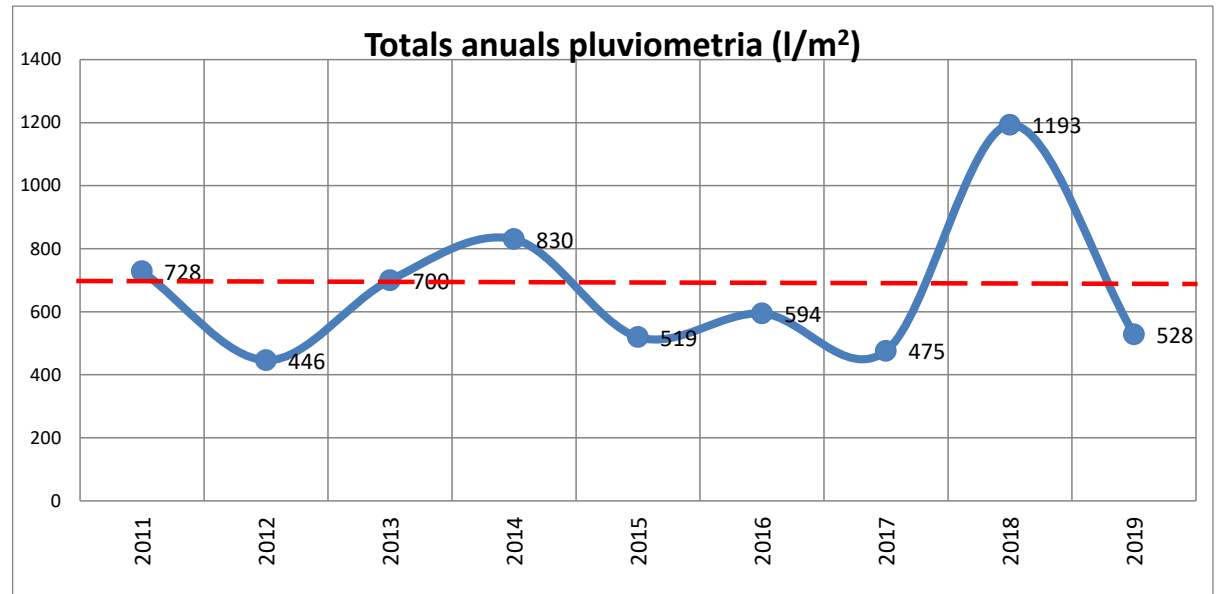
Aigua

Pluviometria

La pluviometria anual a Sant Pere de Torelló és força irregular i acostuma a oscil·lar entre els 446 i els 1198 litres/m².

Mensualment també es força variable, tot i que les pluges acostumen a concentrar-se durant els mesos de primavera i estiu, en episodis curts i torrencials.

mes	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	promig
Gener	23,1	5,8	18,8	35,7	12,5	1,7	29,4	63,8	17,9	152,9	36,2
Febrer	9,9	5,9	12,2	25	13	33,8	39,7	106,2	2,4	0,3	24,8
Març	140,9	34,9	69,8	11,6	33,4	42,6	71,1	39,6	6,2	17,5	46,8
Abril	40,2	75,9	97,3	47,6	29,4	90,3	48,6	82,2	59,6	76,8	64,8
Maig	73,6	66,6	72,5	51,1	38,2	37,7	32,5	152,3	76,7	71,3	67,3
Juny	97,4	11,8	60,5	100,5	107,4	19,3	65,8	87,3	16,1	173,2	73,9
Juliol	83	9,5	89,8	97,5	96,6	57,6	4,2	54,9	48,4	48,3	59,0
Agost	9,7	45,4	153,9	175,8	67,4	39,7	34,8	249,8	17,1	134,7	92,8
Setembre	22,2	95,8	23,3	76,8	73,4	85,9	96	68,3	100,5	55,7	69,8
Octubre	38,3	75,5	26,8	34,3	17,9	82,5	41,7	201,2	82,4	88,7	68,9
Novembre	187,7	17,9	66,3	158,3	27,8	88,4	5,2	78,8	36,7	89,9	75,7
Desembre	1,8	1	8,7	15,8	2,1	14,6	6,4	8,4	64,2	16,2	13,9
Totals anuals	728	446	700	830	519	594	475	1193	528	926	693,9



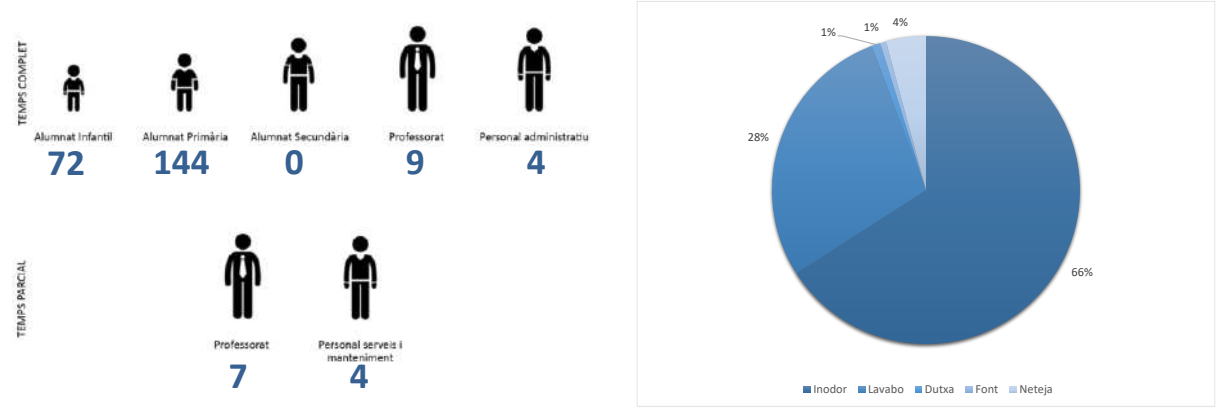
Aigua

Demanda d'aigua. Estat actual

L'ampliació de l'escola significarà, inevitablement, un increment en la demanda d'aigua.

Per tal de compensar aquest increment, es planteja la recollida de l'aigua de pluja i la incorporació de sistemes d'estalvi d'aigua com, per exemple, les cisternes de doble descàrrega.

Per tal de calcular la demanda caldrà, entre altres, determinar el perfil d'usuari de l'edifici. A més, el nombre d'usuaris passa de 240 a 348.



APARELL	USUARI	Nº USUARIS	USOS/DIA	CONSUM /ÚS (litres)	CONSUM USUARI/DIA (litres)	CONSUM DIARI TOTAL (litres)	CONSUM ANUAL TOTAL (litres)*
Inodor	TC - Infantil	72	4	6	24	1728	
	TC - Primària	144	3	6	18	2592	
	TC - Secundària	0	2,5	6	15	0	
	TC - Professorat	9	2	6	12	108	
	TC - PAS	4	2	6	12	48	
	TP - Professorat	7	1	6	6	42	
	TP - PAS	4	1	6	6	24	
						4542	
Lavabo	TC - Infantil	72	6	2	12	864	
	TC - Primària	144	4	1,8	7,2	1036,8	
	TC - Secundària	0	4	1,6	6,4	0	
	TC - Professorat	9	2	1,4	2,8	25,2	
	TC - PAS	4	2	1,4	2,8	11,2	
	TP - Professorat	7	1	1,4	1,4	9,8	
	TP - PAS	4	1	1,4	1,4	5,6	
						1952,6	
Dutxa	TC & TP - PAS	8	0,2	40	8	64	
						64	
Font	TC - Infantil	72	0,2	1	0,2	14,4	
	TC - Primària	144	0,2	1	0,2	28,8	
	TC - Secundària	0	0,2	1	0,2	0	
						43,2	
Neteja		240	1	1,2	1,2	288	
						288	
						6889,8	1377960

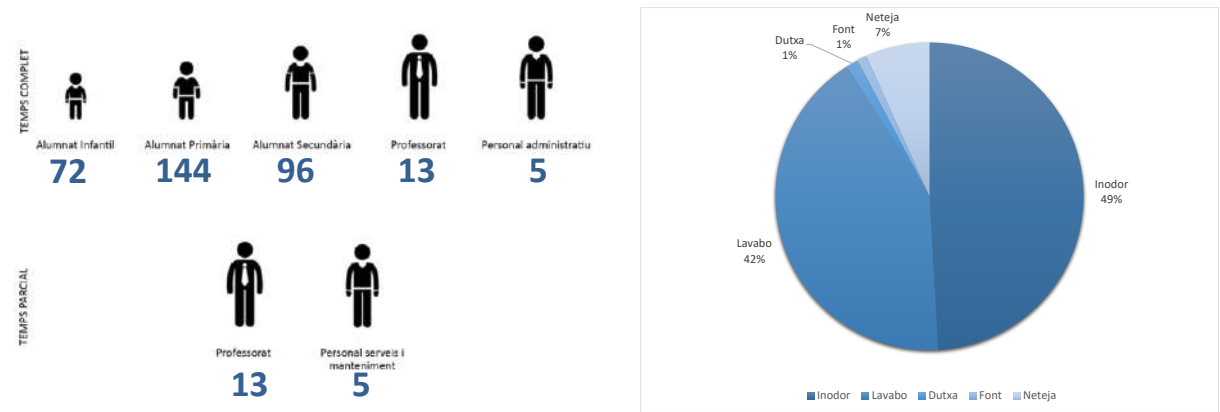
Aigua

Demanda d'aigua. Ampliació

L'ampliació de l'escola significarà, inevitablement, un increment en la demanda d'aigua.

Per tal de compensar aquest increment, es planteja la recollida de l'aigua de pluja i la incorporació de sistemes d'estalvi d'aigua com, per exemple, les cisternes de doble descàrrega.

Per tal de calcular la demanda caldrà, entre altres, determinar el perfil d'usuari de l'edifici. A més, el nombre d'usuaris passa de 240 a 348.



APARELL	USUARI	Nº USUARIS	USOS/DIA	CONSUM /ÚS (litres)	CONSUM USUARI/DIA (litres)	CONSUM DIARI TOTAL (litres)	CONSUM ANUAL TOTAL (litres)*
Inodor	TC - Infantil	72	4	3	12	864	
	TC - Primària	144	3	3	9	1296	
	TC - Secundària	96	2,5	3	7,5	720	
	TC - Professorat	13	2	3	6	78	
	TC - PAS	5	2	3	6	30	
	TP - Professorat	13	1	3	3	39	
	TP - PAS	5	1	3	3	15	
						3042	
Lavabo	TC - Infantil	72	6	2	12	864	
	TC - Primària	144	4	1,8	7,2	1036,8	
	TC - Secundària	96	4	1,6	6,4	614,4	
	TC - Professorat	13	2	1,4	2,8	36,4	
	TC - PAS	5	2	1,4	2,8	14	
	TP - Professorat	13	1	1,4	1,4	18,2	
	TP - PAS	5	1	1,4	1,4	7	
						2590,8	
Dutxa	TC & TP - PAS	10	0,2	40	8	80	
						80	
Font	TC - Infantil	72	0,2	1	0,2	14,4	
	TC - Primària	144	0,2	1	0,2	28,8	
	TC - Secundària	96	0,2	1	0,2	19,2	
						62,4	
Neteja		348	1	1,2	1,2	417,6	
						417,6	
						6192,8	1238560

Aigua

Demanda d'aigua. Comparativa

Es pot comprovar que malgrat l'ampliació i l'augment d'un 45% dels usuaris, el consum es pot mantenir si es fa un ús més raonable de l'aigua.

Amb la simple substitució dels inodors per uns de doble descàrrega, el consum es pot mantenir i, fins i tot, reduir.

Captació d'aigües pluvials

En l'actualitat no es recupera cap de les aigües que circulen per l'edifici.

Aprofitant la intervenció, s'aprofitarà per recollir les aigües pluvials que recull l'edifici actualment i es sumaran a les que podrà recollir la nova coberta. D'aquesta manera es pot arribar a cobrir una part important de l'aigua que s'ha d'utilitzar per inodors, neteja i reg.

ESTAT ACTUAL

1.377.960 l/any

240 usuaris

AMPLIACIÓ

➡ 1.238.560 l/any (-11%)

➡ 348 usuaris (+45%)

Superfícies recollida pluja	m ²	coeficient red.	m ² equiv.	acabat
Coberta actual	1.151	0,8	921	Teula
Coberta ampliada	527	0,9	474	Metàl·lica
TOTAL	1.678		1.395	

Aigua

Balanç hídric

Un cop establerta la nova demanda i dimensionada la captació, es procedeix a fer el balanç hídric del nou edifici per determinar quin dipòsit seria necessari per poder aprofitar les aigües pluvials per els inodors, el principal punt de demanda.

Segons càlculs, caldria un dipòsit d'uns 80.000 litres per tal de donar resposta a la demanda.

Segons models, s'escull un de 75.000 litres, el qual té unes dimensions de 9m de llarg i 3,4m de diàmetre.

Balanç hídric mensual (l) - aproximació anual sense acumulació					
	necessitats	captació teòrica	captació real	balanç teòric	balanç real
Gener	36504	31387	45861	-5117	9357
Febrer	60840	21562	31504	-39278	-29336
Març	66924	40588	59304	-26336	-7620
Abril	66924	56239	82171	-10685	15247
Maig	66924	58374	85291	-8550	18367
Juny	66924	64172	93763	-2752	26839
Juliol	0	51213	74828	51213	74828
Agost	0	80578	117734	80578	117734
Setembre	66924	60579	88513	-6345	21589
Octubre	66924	59832	87422	-7092	20498
Novembre	66924	65709	96008	-1215	29084
Desembre	36504	12083	17654	-24421	-18850
ANUAL	602316	602316	880054	0	0
277738					

Balanç hídric (l) a finals de cada mes					
manca o sobra	de xarxa	xarxa anual	contingut al dipòsit	pel sobreix.	sobreix. anual
9357	0		9357	0	
-19979	19979		0	0	
-7620	7620		0	0	
15247	0		15247	0	
33615	0		33615	0	
60454	0		60454	0	
135282	0		75000	60282	
192734	0		75000	117734	
96589	0		75000	21589	
95498	0		75000	20498	
104084	0		75000	29084	
56150	0	27599	56150	0	249187

Primera aproximació capacitat de la cisterna	80578
Ratio cisterna TEORICA/captació	58
	16000
Capacitat de la cisterna REAL	75000
Ratio cisterna REAL/captació	54

Coefficient de pèrdues i irregularitats anuals	1,1
--	-----

Necessitat m2 de captació	955
---------------------------	-----

Superfície de captació real (m2)	1395
----------------------------------	------

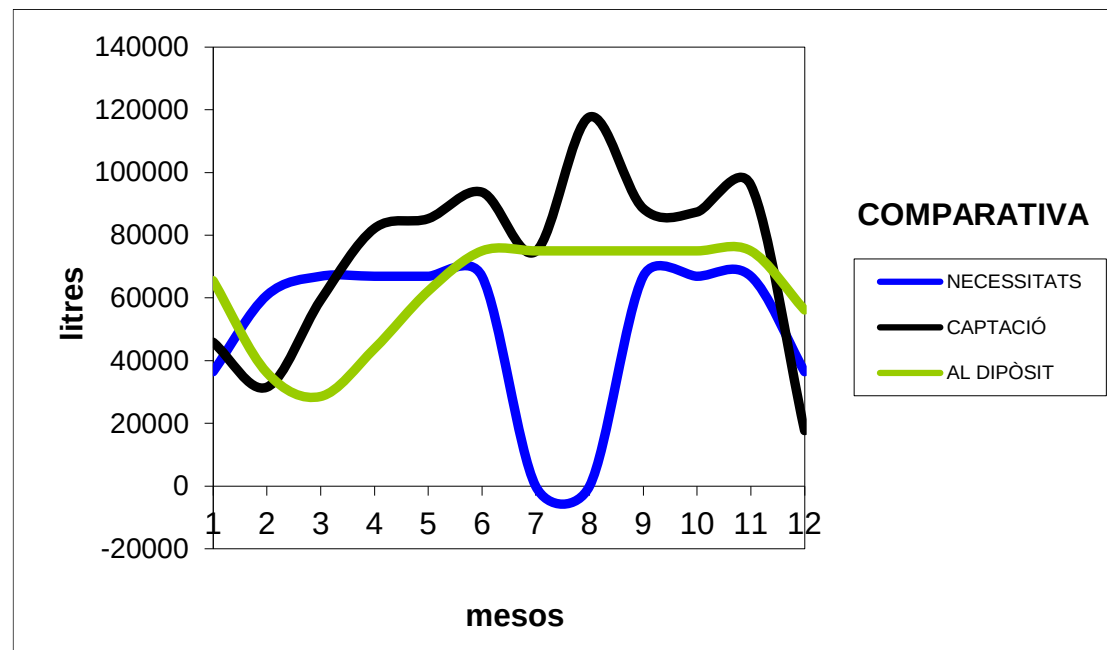
Captació efectiva anual (l)	806717
-----------------------------	--------

Necessitats anuals (l)	602316
------------------------	--------

Balanç hídric anual (l):	204401
--------------------------	--------

65507	0		65507	0	
36171	0		36171	0	
28551	0		28551	0	
43799	0		43799	0	
62166	0		62166	0	
89006	0		75000	14006	
149828	0		75000	74828	
192734	0		75000	117734	
96589	0		75000	21589	
95498	0		75000	20498	
104084	0		75000	29084	
56150	0	0	56150	0	277738

Pluja Gurb		Necessitats d'aigua		
Pluviometria (l/m:promig)		l/ud*mes	ud	l/mes
Gener	36,2	3042	12	36504
Febrer	24,8	3042	20	60840
Març	46,8	3042	22	66924
Abril	64,8	3042	22	66924
Maig	67,3	3042	22	66924
Juny	73,9	3042	22	66924
Juliol	59,0	3042	0	0
Agost	92,8	3042	0	0
Setembre	69,8	3042	22	66924
Octubre	68,9	3042	22	66924
Novembre	75,7	3042	22	66924
Desembre	13,9	3042	12	36504
ANUAL		694		602316



Aigua

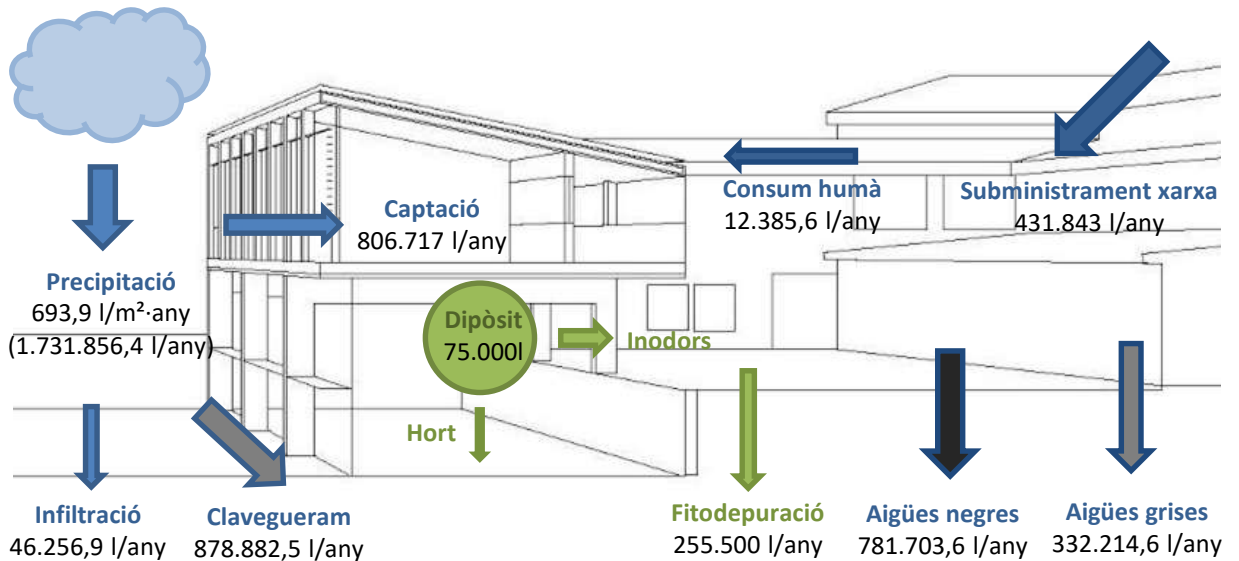
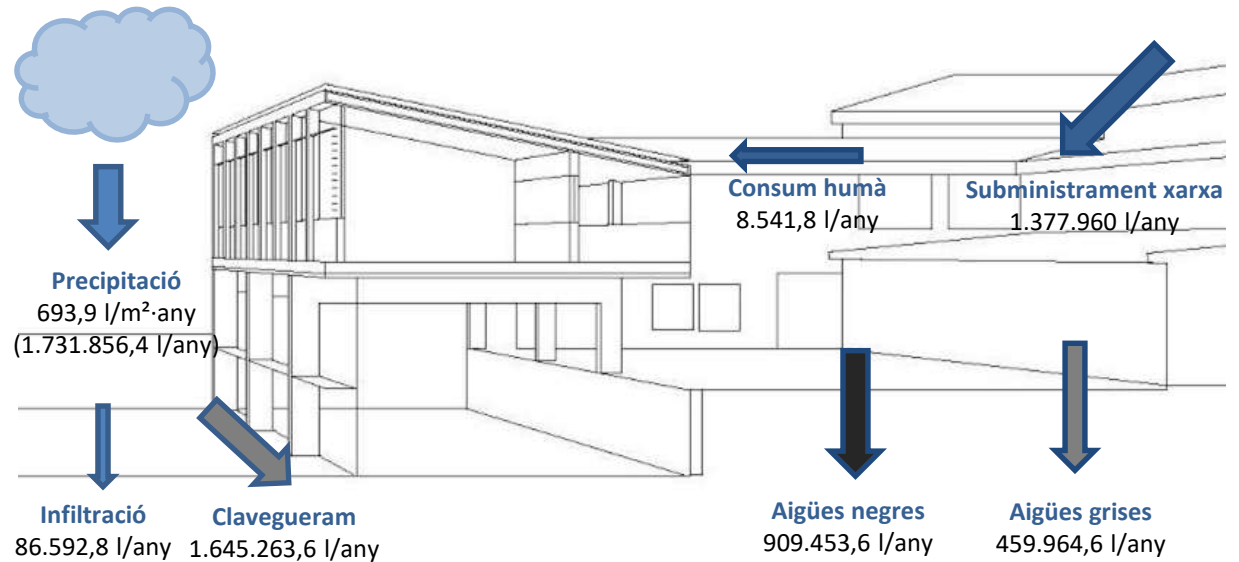
Fluxos d'aigua

Es mostra la comparativa del flux de l'aigua a l'actualitat i el que es proposa per tal de millorar l'eficiència i reduir-ne el consum.

En el primer es pot veure que l'aigua no recircula, de manera que surt tal com entra i la gran part va a para al clavegueram. Hi ha per tant, una desconexió entre els cicles naturals i els artificials.

En la proposta es pretén aprofitar l'aigua de pluja per tal de fer-la servir per inodors, neteja i reg.

També es planteja un zona de fitodepuració per tal de poder infiltrar part de les aigües que s'utilitzen a l'edifici.





**POSTGRAU EN SOSTENIBILITAT
ARQUITECTURA**

ES@LA
SERT

COAC

arquitectes.cat