

# **Principis energètics i sostenibles d'un ecobarri**

Estudi de l'ecobarri BedZED per a una transició  
ecològica i resilient vers el futur energètic

Miquel Fàbregas i Pastó

# Principis energètics i sostenibles d'un ecobarri

Estudi de l'ecobarri BedZED per a una transició  
ecològica i resilient vers el futur energètic

Treball de fi de grau

Miquel Fàbregas i Pastó

Tutor: Lluís Jubert Rosich

Departament de Projectes Arquitectònics

21 de juny

Quadrimestre de Primavera 2022

Universitat Politècnica de Catalunya

Escola Tècnica Superior d'Arquitectura del Vallès

*“La arquitectura es la voluntad de la época traducida a espacio”*

Ludwig Mies van der Rohe

*“La tecnología es la respuesta, pero ¿cuál es la pregunta?”*

Cedric Price

# Resum

El treball presenta un marc teòric que té com a objectiu d'investigar i conèixer en quin punt es troba el desenvolupament sostenible i la transició energètica dins el món de l'arquitectura. També busca com aquest pot mitigar els efectes del canvi climàtic. Mitjançant un anàlisi en quatre línies diferenciades sobre la transició ecològica, passant des de les seves possibilitats fins als beneficis que podria aportar als diferents ecosistemes, s'estableixen una sèrie de requeriments i transformacions necessaries per un futur. Així doncs, amb la finalitat de vincular aquest anàlisi a un cas real, es proposa estudiar com aquests factors és materialitzen en un projecte. A través de l'escala de l'ecobarri, es pren de referència el projecte de ZEDfactory architects i BioRegional, l'ecobarri de BedZED (Beddington Zero Energy Development), acabat al 2002. Aquest projecte pretén reduir l'impacte ambiental dels seus residents i les arquitectures que habiten, reduint el consum energètic, proposant una arquitectura més eficient, apostant per un altre model de mobilitat i d'espai urbà, i basant-se en una economia circular. En base a la informació obtinguda i un contacte directe amb el projecte, s'establiran uns principis energètics i sostenibles d'un ecobarri, entenent l'ecobarri com una eina per a la transició ecològica i resiliència vers el futur energètic.

## Paraules clau

desenvolupament sostenible / transició ecològica / ecobarri / consum energètic / arquitectura eficient / espai urbà / economia circular / principis energètics i sostenibles



# Continguts

## Introducció

- 13 Objectius
- 13 Metodologia

## L'impacte ambiental de l'arquitectura

- 15 D'on venim?
- 15 On som?
- 17 Cap a on anem?

## La transició ecològica

- 19 El model d'obtenció d'energia
- 20 Arquitectura bioclimàtica
- 22 Mobilitat i espais urbans
- 23 Economia circular

## Cas d'estudi: BedZED

- 28 Producció in-situ i suport renovable
- 29 Aprofitament i preservació del cicle hídric
- 31 Eficiència i suficiència
- 33 Espai urbà i connectivitat
- 36 Economia circular durant la construcció
- 37 Sostenibilitat quotidiana i social
- 37 Principis energètics i sostenibles
- 38 Principis energètics i sostenibles d'un ecobarri

## Conclusions

## Reflexió personal

## Bibliografia

# Introducció

## Objectius

Aquest treball es marca tres objectius principals. En primer lloc, investigar i conèixer quina és la situació actual dins del sector de l'arquitectura a nivell ambiental i energètic. En segon lloc, estudiar i conèixer projectes dins d'una escala determinada que donin resposta a les necessitats diàries de les persones des d'una visió sostenible en el sentit més ampli de la paraula. Finalment, com a últim objectiu busca posar en comú tots els coneixements obtinguts i destilar-los per poder obtenir un dibuix general de quines són les estratègies o actuacions dins d'aquesta escala que ens permetin projectar arquitectures més sostenibles, ecològiques i eficients sense hipotecar el nostre dia a dia.

De manera paral·lela a aquests objectius es busca que aquesta recerca personal a través de l'ampliació de coneixements, conscienciació de costos i impactes i una mirada cap al futur, enriqueix i millori les capacitats com a futur arquitecte i ciutadà. Conèixer quines són les problemàtiques, els principals punts d'actuació i projectes que hagin posat en pràctica aquests, ampliaran i solidificaran els coneixements dins d'aquest àmbit.

## Metodologia

A través d'una primera contextualització per entendre quina és l'evolució i el futur energètic, es diferenciaran quatre grans línies d'actuació o preocupació per tal de poder establir una transició ecològica i energètica sostenible, aprofundint en cada una d'aquestes per ampliar els coneixements. Finalment, s'estudiarà un cas en concret d'ecobarri finalitzat al 2002 anomenat BedZED projectat per ZEDfactory architects i BioRegional, a Sutton, al sud de Londres. Aquest servirà d'eina per exemplificar com s'integren els diferents punts d'aquestes quatre línies d'actuació dins l'arquitectura, verificant si és viable o no un funcionament diari amb unes arquitectures més sostenibles que les construïdes en els darrers anys. Seguidament s'elaborarà un dibuix que englobi totes aquestes estratègies i principis amb la finalitat de veure com totes aquestes queden vinculades. Finalment, s'extreuran unes conclusions i es realitzarà una reflexió final sobre el treball generat.

# L'impacte ambiental de l'arquitectura

## Contextualització de l'evolució de la problemàtica

### D'on venim?

Entre el 1760 i el 1840 a Anglaterra va sorgir una revolució que va transformar els éssers humans centrats en activitats com l'agricultura i la ramaderia en creadors de màquines. Aquesta es va denominar com Revolució Industrial, i modificaria les bases econòmiques, socials i laborals de la societat, que linealment es transformaria en una societat centrada en l'activitat i producció industrial. L'espurna de la revolució va ser sens dubte la invenció de la màquina de vapor, que substituïa la font d'energia de l'esforç humà pel carbó. Successivament aquestes transformacions van provocar la invenció de més maquinària per a poder explotar els recursos del planeta, des de la mineria, la siderurgia o la indústria textil. Un altre gran invent va ser la producció en cadena i estandarditzada, que permetia produir molt més i de forma molt eficient, aconseguint produccions massives a partir de materials com el ferro, el cabró i altres materials.

Veiem doncs, que portem més de dos segles en un creixement demogràfic i econòmic desenfrenat en una constant explotació sense miraments dels recursos naturals finits del nostre planeta. L'extracció i utilització d'aquest desequilibra el sistema natural del nostre planeta, que no és capaç d'assumir el ritme de vida establert per la societat. Aquest desequilibri ambiental degut a la nostra activitat es manifesta de diferents maneres, des de desastres naturals com inundacions o sequeres, fins a provocar, per exemple, la mort anual de 600 persones a Barcelona associades a la qualitat de l'aire<sup>1</sup>.

### On som?

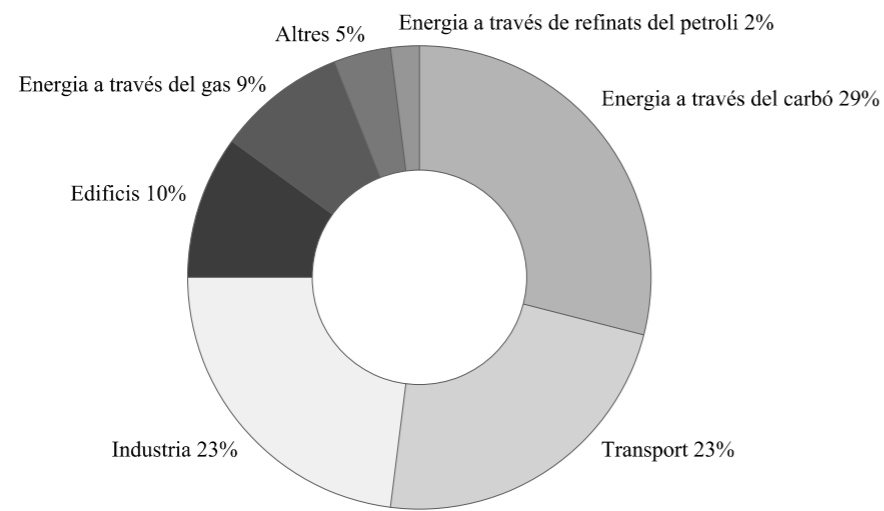
Al 2021 a nivell mundial els edificis van ser responsables del 10% de les emissions de CO<sub>2</sub> (Imatge 1). Tal i com explica l'informe de la descarbonització de l'edificació del GBCe (Green Building Council España), a l'inici de l'any 2020 a Espanya hi havia un total de 26 milions d'habitatges ocupant 977 milions de m<sup>2</sup> residencials construïts i 679 milions de m<sup>2</sup> construïts en superfícies no residencials<sup>2</sup>. Aquesta superfície és responsable del 40% de les emissions de CO<sub>2</sub> i del 30% del consum energètic actual. A nivell espanyol, les llars són responsables del 21% de les emissions, mentre que el subministrament d'energia n'és responsable del 16,2%. Queda evidenciat, que el sector té una gran implicació dins de les emissions generades globalment i el consum demanat per a poder suportar el ritme de vida que exigeix la societat moderna.

Totes aquestes emissions i consums desenfrenats, fruits de l'activitat humana, contribueixen al que anomenem canvi climàtic, entès com un canvi en el clima, atribuït indirectament o directament a l'activitat realitzada pels éssers humans, que fa variar la composició de l'atmosfera del planeta, sumada als canvis naturals d'aquest. Davant la gravetat del problema, la comunitat científica va estudiar quines eren les causes d'aquest, demostrant en les seves conclusions que aquestes variacions climàtiques estaven associades a la utilització de combustibles fòssils dins el sector industrial, la desforestació del planeta, la mineria, l'activitat química pel tractament d'aigües residuals, el transport, la extrema explotació de la indústria de la ramaderia, l'urbanisme o el creixement desenfrenat de la població.

1 Informe de qualitat de l'aire de Barcelona, 2020 - Agència de Salut Pública de Barcelona

2 La descarbonización de la edificación, 2020 - GBCe

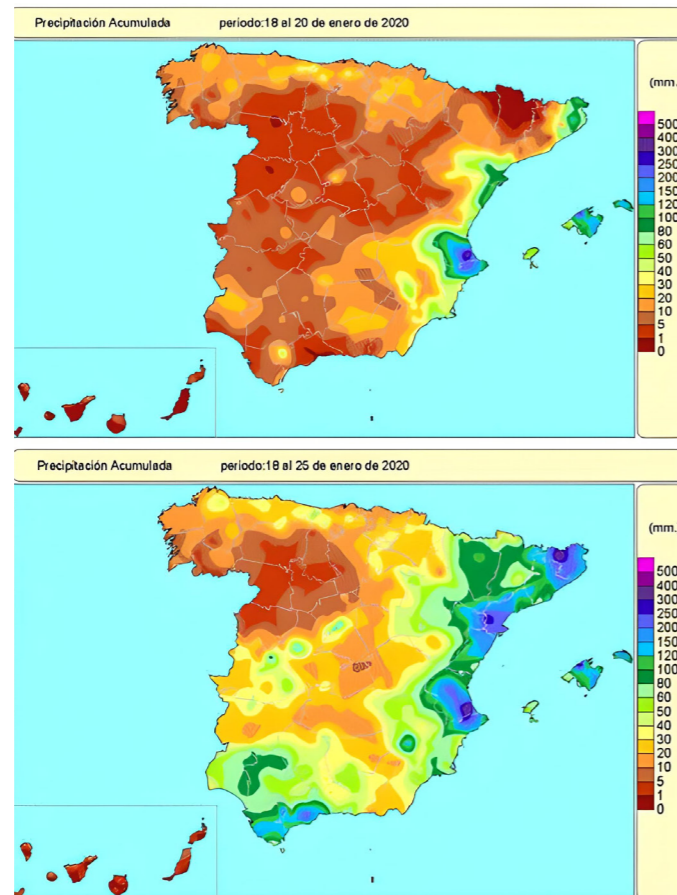




Imatge 1: Emissions globals de CO<sub>2</sub> per sector

Elaboració pròpia en base a gràfic de International Energy Agency (IEA)

Espanya en particular és un dels països europeus més vulnerables al canvi climàtic, podent arribar a viure episodis d'onades de calor extremes, plujes torrencials molt agressives, períodes de sequia, desertificació, augment del nivell del mar, inundacions o aparició d'animals i enfermetats tropicals. Tots aquests fenòmens, provocats pel canvi climàtic, provoquen desequilibris o danys socials i econòmics constantment. Podem veure-ho, per exemple, en un dels últims esdeveniments que mostren aquests canvis, el temporal Glòria de 2020 (Imatge 2).



Imatge 2: Precipitació acumulada entre el 18-20 i el 18-25 de gener de 2020 durant el temporal Glòria

AEMet Agència Estatal de Meteorologia

## Cap a on anem?

El sector de la construcció i l'arquitectura està obligat a reduir en un 55% les seves emissions i en un 40% el seu consum al 2030, tal i com es va pactar a l'Acord de París, una resolució a nivell europeu amb l'objectiu de limitar el calentament global per sota de 2 graus centígrads, preferiblement a 1,5 graus centígrads en comparació amb els nivells pre-industrials. Per aconseguir aquest objectiu els països es proposen reduir al màxim les emissions de gasos d'efecte hivernacle lo abans possible. És clar, doncs, que el model establert entre 1990 i 2010 no pot seguir aquest ritme i caldrà una transició molt ràpida cap a un model molt més eficient, net i sostenible. Per tant, queden només 8 anys per reduir aquestes emissions dins del sector de l'arquitectura i la construcció.

En aquest punt cal plantejar quina és la capacitat de l'arquitectura per adaptar-se i complir amb les demandes establertes per donar solució a aquestes problemàtiques que ens amenacen tant a nivell ambiental, econòmic i social? Amb la finalitat de poder estructurar el contingut teòric es divideix en quatre grans branques. Cada una d'aquestes centra el seu interès en conèixer quin és l'estat actual d'aquesta i quina importància poden acabar tenint d'aquí uns anys en els processos de projecció i disseny de l'arquitectura.

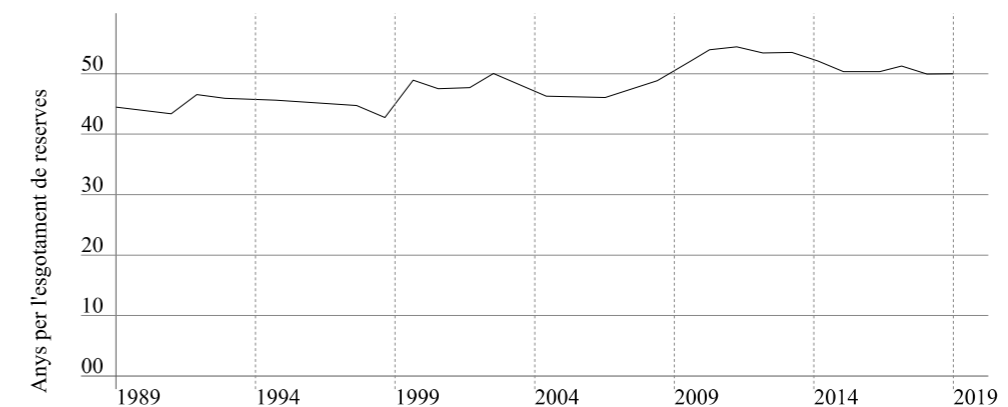
# La transició ecològica

## Línies principals d'actuació per a la transformació

### El model d'obtenció d'energia

#### Del recurs limitat al recurs il·limitat

Des de mitjans del segle XIX els combustibles fòssils han estat els grans impulsors del nou món, produint diferents tipus d'energia pel desenvolupament de la societat fins a dia d'avui. Com ja és evident, aquest model d'obtenció d'energia a través de l'explotació lineal de recursos naturals no pot seguir el seu curs actual degut a les emissions que genera i tot l'impacte vinculat a produir-la. Les economies modernes basen els seus principis en el consum il·limitat d'unes materias primas limitades. L'extracció de materials per a la construcció cada cop és més costosa, l'accés a l'aigua potable es torna més problemàtic en ambients desertificats i les reserves mundials de combustibles fòssils s'esgoten. Com es el cas d'un estudi realitzat al 2020 per la BP, on s'exposa que si el consum i l'explotació de petroli segueix al ritme actual, les reserves d'aquest s'hauran esgotat d'aquí a 50 anys<sup>3</sup> (Imatge 3).



Imatge 3: Anys per l'esgotament de les reserves de petroli en un consum constant  
Elaboració pròpia en base a gràfic de BP Statistical Review of World Energy 2020

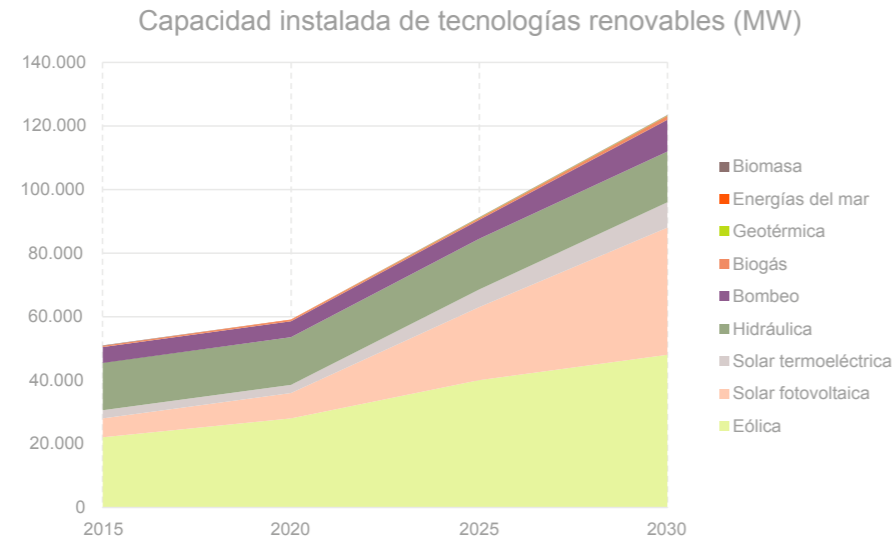
Però l'esgotament de recursos no és només material, també és biològic. El desenvolupament de la tècnica durant el darrer segle ens ha permès, a una escala sobrehumana, alterar el nostre entorn, arribant a una expansió considerable del nostre espai urbà, modificant els espais naturals segons els nostres interessos, alterant així processos biofísics com el cicle de l'aigua o la alteració natural de la línia de costa. Aquests canvis que en un principi suposen una millora en la vida de les persones, han generat diferents efectes que amenacen els nostres ecosistemes naturals, urbans i planetaris. Alguns dels impactes d'aquesta alteració són per exemple l'augment d'extinció d'espècies degut a l'activitat humana i l'alteració dels ecosistemes, parlant ja d'una sisena extinció massiva<sup>4</sup>.

Per aconseguir aquesta transició ecològica cal canviar el model d'obtenció d'energia. Passar de l'explotament dels recursos naturals a un sistema molt més net, eficient i sostenible a través de les energies renovables. En els pròxims anys també és posarà en dubte el model

<sup>3</sup> BP Statistical Review of World Energy 2020 | 69th edition

<sup>4</sup> Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction, 2015

de generació d'energia centralitzada degut a la dificultat d'emmagatzematge de les energies renovables, passant a un model descentralitzat i distribuït on l'energia s'obtingui molt més a prop dels punts de consum. Els edificis passaran a ser, si no ho són ja, els elements de suport d'aquesta infraestructura, especialment de l'energia solar, tant fotovoltaica com tèrmica. Segons un anàlisi del Green Building Council España basat en dades del PNIIEC (Plan Nacional Integrado de Energía y Clima) s'estima que en els pròxims 10 anys, al voltant de l'any 2030, l'electricitat s'obindrà en un 70% de fonts renovables (Imatge 4)



Imatge 4: Capacitat instal·lada de tecnologies renovables (MW)  
La descarbonització de la edificació, 2020 - GBCe

Aquesta transició ecològica a més de ser necessària és urgent, ja que el temps del que disposem per frenar, revertir o evitar els possibles impactes que amenacen al planeta és molt curt. És per això que, vista l'implicació dins el sector és necessari prendre una posició activa davant als greus impactes deguts al canvi climàtic, evolucionant cap a un model que garanteixi un equilibri i benestar a llarg tret.

Aquest fet suposa un gir important pels sectors econòmics tradicionals com la indústria, però a més a més, revolucionen i canvien totes les bases actuals de l'edificació, la mobilitat i el transport.

## Arquitectura bioclimàtica

### Eficiència energètica mitjançant estratègies passives

Un dels grans aliats de la descarbonització és l'eficiència energètica dels propis edificis. Poder reduir les emissions dels edificis passa necessàriament per reduir la seva demanda energètica. Un disseny bioclimàtic òptim permet reduir fins en un 60% aquesta, ja que augmenta significativament les hores a l'any que l'edifici podrà funcionar amb un consum nul, és a dir, sense necessitar cap sistema actiu per garantir un confort i satisfer les necessitats dels seus habitants. Si un habitatge o un edifici requereix menys energia per a funcionar, automàticament la seva demanda energètica baixarà, ja que podrà garantir les exigències establertes per ell mateix. Aquestes requeriments varien en funció del tipus i ús de l'edifici o la seva ubicació. Tenir en compte l'orientació, la compacticitat, la composició de l'embolcall, la proporció de superfície transparent o la ventilació són eines passives que tenim a les nostres mans on, aprofitant les condicions climàtiques de l'entorn i el disseny podem aconseguir, sense un cost molt elevat, una eficiència molt alta, arribant a reduir en

un 60%<sup>5</sup> la demanda energètica per part d'aquests. Aquestes per tant, són prioritàries vers a altres d'actives.

Amb la finalitat de millorar i optimitzar els projectes, caldria que s'integressin pràcticament totes les estratègies passives mencionades a taula següent (Imatge 5). Aquestes, a través de decisions projectuals sobre el disseny de la forma de l'edifici, la forma i tipus de l'envolcall tèrmic, o la forma o materialitat, poden arribar a crear un sistema de control per cada una d'aquestes estratègies passives, permeten augmentar la autosuficiència dels edificis.

Estratègies passives		Sistemes de control	
Estratègies de disseny genèric de l'edifici	Forma general	Optimització de superfície	Ubicació
	Captació de radiació solar	Forma	Orientació
Estratègies de l'envolupant tèrmica	Conservació d'energia	Façanes ventilades	Cobertes ventilades
		Façanes vegetals	Cobertes vegetals
		Alta estanqueïtat a l'aire	Alt aïllament tèrmic
		Baixa transmissió de les obertures	Façanes i cobertes amb inèrcia tèrmica
Termoacumulació	Façanes i cobertes amb inèrcia tèrmica		
Estratègies pel confort climàtic a l'estiu	Protecció solar	Interior	Persianes i cortines
		Intermitja	Vidres
		Ràfecs i retranquejos	Pérgoles
		Exterior	Tendals
		Vegetació	
	Ventilació natural	Creuada	Obertures
		Per diferència de pressions	Efecte xemeneia
		Efecte Venturi	Vegetació
	Temperatura de l'aire	Refredament	Aigua
		Patis	Sombra
Reducció de temperatura		Refrigeració nocturna	
Estratègies pel confort climàtic a l'hivern	Captació de radiació solar	Obertures	Galleries
		Vidre	
		Façanes i cobertes amb inèrcia tèrmica	
	Termoacumulació	Façanes i cobertes amb inèrcia tèrmica	

Imatge 5: Taula d'estratègies passives i sistemes de control  
Elaboració pròpia

Lamentablement, aquestes mesures passives no són prou per aconseguir el confort òptim durant tot l'any, fent estrictament necessari tenir un suport de mesures actives. Aquests són sistemes tècnics, instal·lacions que milloren les condicions de l'ambient dels espais per garantir el confort dels seus usuaris. Però que aquests sistemes de ventilació, il·luminació, climatització, etc minimitzin les seves emissions depèn de les seves fonts d'energia, del seu rendiment i d'un disseny òptim. D'aquesta manera es podria reduir considerablement el consum dels edificis per aconseguir un confort òptim i per poder funcionar segons el seu programa sense cap inconvenient.

## Mobilitat i espais urbans

### Sistemes de transport, vies i espai lliure

Actualment, les nostres ciutats són també insostenibles i molt poc eficients. Al 2020 a Espanya el 80% de la població residia en ciutats<sup>6</sup>. En la majoria d'aquestes, per exemple, el 50% de la superfície urbana està ocupada per la infraestructura viària. El parc edificat està obsolet o en mal estat, degut a l'edat d'aquest. El sistema de carrers i infraestructures no és eficient. És evident la falta d'espais verds dins d'aquestes per tal de fomentar i fer aflorar una biodiversitat urbana. Es doncs, un dels altres punts que necessita una transformació en el seu model actual. Un nou sistema més eficient és necessari on es millori la connectivitat tant interurbana com extraurbana, es creïn i explotin pulmons verds dins d'aquestes i s'actualitzin els edificis a diferents nivells. Cal fugir de la dispersió urbana i crear ciutats complexes i compactes, on la mixticitat d'usos faciliti una mobilitat i forma de vida més sostenible, alhora que els espais verds i la gestió del temps milloren notablement la qualitat de vida dels habitants. A més a més, les ciutats han d'incorporar un tancament de tots els cicles que la travessen, des de la gestió de l'aigua, la contaminació de l'aire o la existència d'ecosistemes, connectant-los entre diferents habitats per tal de beneficiar el seu benestar.

Com informa el GBCe, les nostres ciutats són especialment vulnerables al canvi climàtic. La manca d'espais verds, l'ús de materials contaminants i la impermeabilitat del sòl són factors que agreugen el canvi climàtic, reduint la biodiversitat urbana i augmentant les illes de calor i les pluges torrencials. Això és preocupant perquè a Espanya, gairebé el 70% de la població viu en municipis de més de 20.000 habitants, dos terços dels quals són ciutats.

A les ciutats els efectes del canvi climàtic seran molt greus i afectaran a gran part de la població. No obstant això, el potencial d'estalvi energètic i la rehabilitació a nivell de barri seran claus per assolir els objectius de descarbonització.

La descarbonització de la edificació, 2020

Segons exposen Hugh Barton, Marcus Grant i Richard Guise al seu llibre *Shaping Neighbourhoods* al 2003, els principals objectius del planejament de barris amb una mirada saludable, sostenible i viable han de ser: La salut i la qualitat de vida, la sostenibilitat mediambiental i la viabilitat econòmica i cívica.

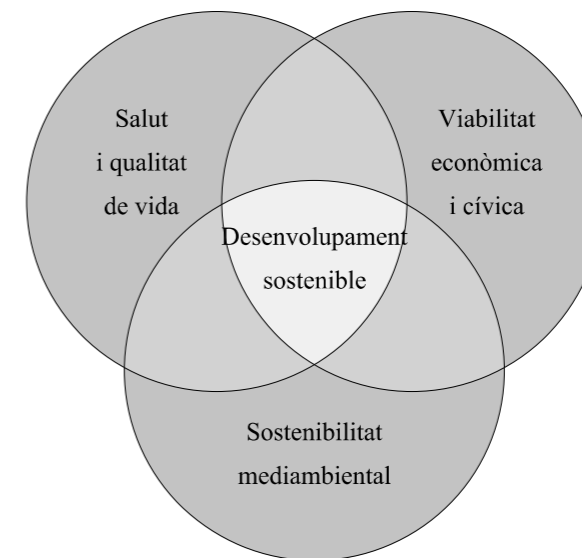
1. Salut i qualitat de vida: La salut en el seu context físic, mental i el benestar social. L'ambient físic dels barris afecta la salut i el benestar directament, a través de la qualitat de l'habitatge i l'espai públic, i directament, a través del comportament i el sentiment de comunitat. El tema clau és la mixtura que els barris ofereixen a tots els grups: joves i grans, rics i pobres.

2. Sostenibilitat mediambiental: La petjada ecològica dels assentaments pel que fa a l'ús dels recursos i la contaminació és gran, continua creixent en certs aspectes i s'hauria de reduir molt. Hi ha una responsabilitat veïnal per la salut dels béns comuns globals: el clima, la terra, la biodiversitat. Planificar barris sostenibles significa reelaborar el desenvolupament convencional dels últims anys.

3. Viabilitat econòmica i cívica: Les poblacions no han de ser simplement dormitoris. El seu rejuveniment com a barris sans i sostenibles només es pot aconseguir si hi ha voluntat i energia local. Part de l'energia prové de la vitalitat de l'economia local, invertint en persones i llocs; part prové del compromís polític local i d'associacions efectives entre els sectors comunitari, voluntari, públic i privat.

Hugh Barton, Marcus Grant i Richard Guise, 2003

<sup>6</sup> Perspectiva d'urbanització a Espanya, dades del Banc Mundial sobre la població urbana



Imatge 6: Diagrama del desenvolupament sostenible

Elaboració pròpia en base a gràfic de *Shaping Neighbourhoods*, 2003

El diagrama del trèvol (Imatge 6) no implica una relació desvinculada entre els agents socials, econòmics i mediambientals, sinó la necessitat de trobar solucions que les combinen i alimenten unes a les altres, aconseguint una cohesió entre les tres.

Actuar doncs a nivell de barri, ens permet donar una resposta més ràpida i potent per descarbonitzar les ciutats. Al actuar sobre l'espai públic es milloren els paràmetres que envolten els edificis, augmentant les hores de confort al llarg de l'any i com a conseqüència, reduint el consum energètic. A més actuar a nivell de barri permet la projecció de xarxes energètiques de barri, l'optimització de la mobilitat urbana, la intervenció en els factors socials, la revaloració dels carrers, places i altres espais i la revalorització de les nostres ciutats. És per això, que l'objectiu no és només aconseguir uns edificis nZEB (nearly Zero Energy Building), sinó que tot l'entorn construït s'enfoqui cap a un futur sostenible i resilient al canvi climàtic.

## Economia circular

### Gestió eficient i duradora dels recursos naturals

Hereu de la Revolució Industrial, el nostre sistema econòmic lineal basa les pràctiques empresarials sota el concepte de que la oferta del producte és constant i viable a nivell de recursos naturals utilitzats. És un sistema ineficient i insostenible a llarg termini, perquè explota, produeix, utilitza i tira el producte constantment, fonamentant-se en un consum constant. Per descomptat, aquest sistema no té ningun tipus de control sobre l'impacte ambiental d'aquestes pràctiques, generant una quantitat d'emissions durant els processos molt elevada i un residu final amb un impacte encara més gran.

El problema però, no és només energètic o material. Cal integrar la sostenibilitat dins de la vida quotidiana per mitigar els efectes dels sistemes que no propicien una circularitat en els seus processos. A més a més, aquesta transició energètica ens dona una gran oportunitat per adaptar aquesta transformació al context i necessitats actuals, arribant a estadi de la sostenibilitat molt més ampli, a una escala social, econòmica i mediambiental. Un concepte molt útil per aquesta mirada és l'economia circular, que caldria incloure com a principi indispensable en totes les etapes del cicle de vida de tots els projectes, ja que fent-ne un

bon ús, s'aconsegueix un sistema molt més eficient en la utilització dels materials, el cicle de l'aigua o la petjada ecològica d'un edifici. El Grup de Treball GT-6 al Congrés Nacional del Mediambient del 2018 descriu la economia circular com:

Del resultat de nombroses reunions i debats sobre l'economia circular, (...), considerant-la com aquell model econòmic que:

Utilitza la quantitat mínima de recursos naturals necessaris, inclosos l'aigua i l'energia per satisfer les necessitats requerides en cada moment.

Selecciona de forma intel·ligent els recursos, minimitzant els no renovables i les matèries primeres crítiques, afavorint l'ús de materials reciclats sempre que sigui possible.

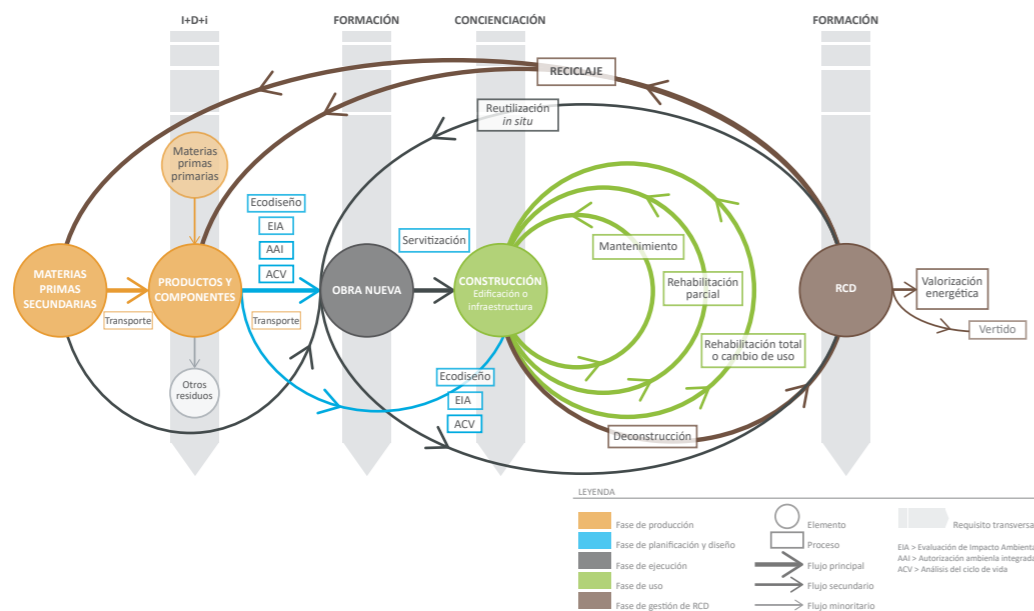
Gestiona eficientment els recursos utilitzats, mantenint-los i recirculant-los al sistema econòmic el major temps possible i minimitzant la generació de residus.

Minimitza els impactes ambientals i afavoreix la restitució del capital natural i fomenta la regeneració.

D'aquesta forma, aquesta definició no només aten al tancament dels cicles, sino que destaca la reducció de les dependències, la eficiència i la necessitat de que el model econòmic mantingui i restitueixi el capital natural i els seus serveis ambientals minimitzant les afectacions ambientals a la societat.

Economía circular en el sector de la construcción, GT-6, 2018

A més, elaborena un gràfic (Imatge 7) sobre l'economia circular aplicada al món de la construcció:

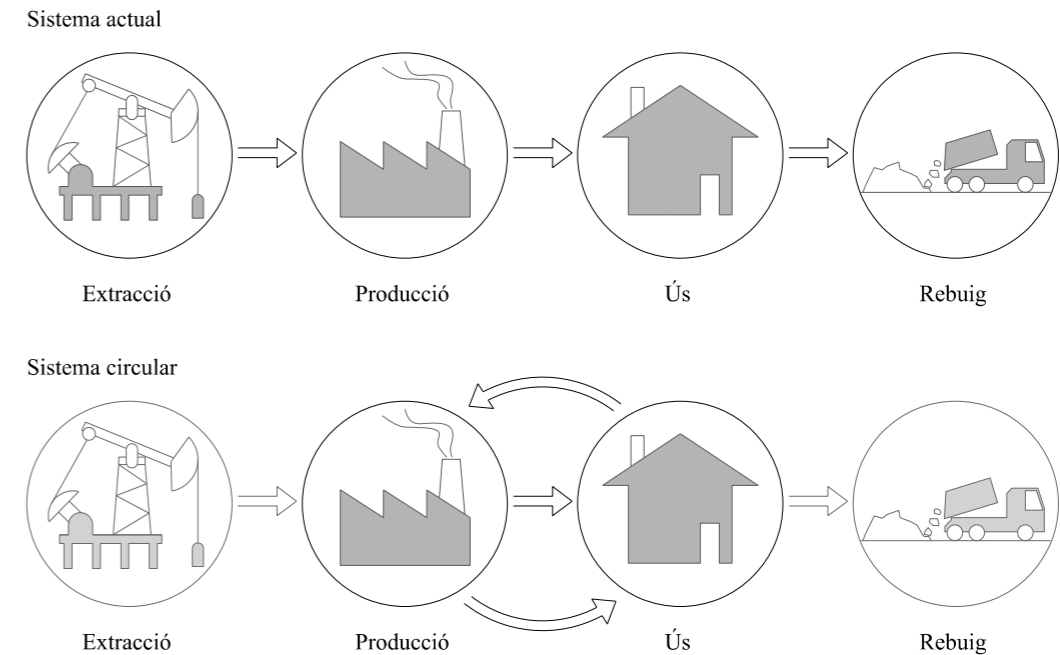


Imatge 7: Diagrama de l'economia dins del sector de la construcció  
Economía circular en el sector de la construcción, GT-6, 2018

Un molt bon exemple d'això és la rehabilitació d'edificis. Actualment a Espanya el parc edificat es obsolet, la metitat dels edificis tenen més de 40 anys, el que es tradueix en que un 15,9% de la població viu en habitatges deficients<sup>7</sup>. Tots aquestes edificis van ser construïts sense tenir una norma d'eficiència energètica mínim, provocant problemes d'habitabilitat. La reducció d'emissions dels edificis, per tant, passa necessàriament per una rehabilitació completa del parc edificat actual. Actualment la rehabilitació és sol centrar més en

l'accessibilitat o la conservació, pero cal posar èmfasi en factors socials, com la salut i el confort dels habitants, l'accés a espais exteriors o la flexibilitat, garantint un habitatge digne. Si els nostres edificis estan obsolets energèticament, espacialment i socialment, aquests mai seran sostenibles en cap dels sentits. A més a més, el desmuntatge i reaprofitament de parts dels edificis rehabilitats, permeten allargar-ne la vida d'aquests i eviten la creació d'altres, reduint l'impacte de la petjada ecològica de la vida útil de l'edifici rehabilitat.

És per això que és tant important passar d'un model extracció - producció - ús - rebuig a un model on després de l'ús hi hagi una recirculació a la producció, alhora que es desvincula el creixement econòmic del consum de matèria prima finita.



Imatge 8: Economia moderna i economica circular  
Elaboració pròpia

Aquest avanç cap a una economia circular permetria el següent dins del món de la construcció: En primer lloc, minimitzar els residus produïts, afavorint la reutilització, en segon lloc, la creació de noves oportunitats econòmiques i empresarials per a nous serveis i productes, en tercer lloc, allargar la vida útil dels materials i recursos al màxim i finalment, generar beneficis econòmics, socials, ambientals, ecosistèmics i biofísics.

# Cas d'estudi: BedZED

Un barri pioner en el desenvolupament residencial-mixt sostenible

Amb la finalitat de poder veure com tots els conceptes exposats anteriorment s'integren i vinculen a l'arquitectura, s'escull un cas d'estudi real, en el que s'analitzaran diferents aspectes per traduir-los en un dibuix que recopili uns principis energètics i sostenibles dels ecobarris. El projecte en cas és l'ecobarri BedZED (Beddington Zero Energy Development), situat a Sutton, Londres, projectat per una coalició entre per Peabody Trust, BioRegional i ZEDfactory architects.<sup>8</sup>

El projecte BedZED (Beddington Zero Energy Development) és un ecobarri d'alta densitat amb ús mixt residencial, comercial, comunitari i d'espais lliures. La seva construcció va finalitzar al 2002, i a dia d'avui segueix sent un dels ecobarris més importants d'Europa degut a la seva innovació i ambició per ser un dels primers projectes en desenvolupament sostenible de projectes d'habitatge a gran escala. Quan Sue Riddlestone i Pooran Desai, co-fundadors de BioRegional, i Bill Dunster, arquitecte responsable, inicien el projecte pilot de BedZED, busquen com a objectiu final crear un lloc que pugui permetre a la gent viure i treballar dins dels límits naturals del planeta, sense renunciar a la seva qualitat de vida. Compta amb un total de 100 habitatges de diferents tipologies, des d'estudis de 37m<sup>2</sup> a habitatges de quatre habitacions de 131 m<sup>2</sup>. Actualment, en total hi viuen un total de 220 residents.



Imatge 9: Beddington Zero Energy Development

Imatge cedida per Bioregional

<sup>8</sup> Tota la informació i dades que segueixen són aportades per BioRegional durant la visita al lloc, de font pròpia, o bé, apareixen en algun dels documents disponibles al seu web com The UK's first large-scale, mixed-use eco-village o al capítol Live/workZED del llibre The ZEDbook : solutions for a shrinking world (226-232) dels autors Dunster, B., Simmons, C., i Gilbert, B..

S'escau l'escala intermitja de l'ecobarri perquè es considera que aquesta és capaç de vincular l'escala més gran, de ciutat, i l'escala més petita, d'un edifici, a més de poder aprofundir aspectes més específics d'aquestes dues escales.

Tot i que anteriorment s'han exposat en quatre apartats les diferents línies principals per a una possible transició ecològica, per al cas d'estudi, amb la finalitat de poder estructurar els diferents temes, s'exposaran en sis apartats diferents, on cada un desenvoluparà un tema en concret. Cal tenir en compte que, igual que passa en les línies de la transició ecològica, tots aquests aspectes estan relacionats, i no poden ser tractats de forma independent a la realitat, ja que es nodreixen uns dels altres. Per finalitzar, s'enmarquen tots dins d'una secció general del projecte, per veure com, no són elements aïllats, sino un sistema d'actuacions que formen part d'un conjunt.

## Producció in-situ i suport renovable

### Obtenció i ús d'electricitat

Amb la intenció de reduir els costos de la producció d'energia elèctrica i també l'impacte ambiental de l'obtenció d'aquesta mitjançant fonts no renovables, el projecte BedZED proposa la integració de panells fotovoltaics a les seves arquitectures, ocupant 777 m<sup>2</sup>. Així doncs, els edificis compten amb dos tipus de panells diferents. En primer lloc, a la coberta, hi ha un panell fotovoltaic convencional, i en segon lloc, al lluernari de la coberta i a algunes de les finestres orientades a sud, uns petits panells integrats al vidre de les finestres, aconseguint que la llum passi a través d'aquests alhora que es genera electricitat.



Imatge 10: Panells fotovoltaics a les cobertes i finestres  
Imatge cedida per Bioregional

Aquests sistema de plaques fotovoltaïques instal·lat a les 100 unitats residencials aconsegueixen generar in-situ anualment 30.000 kWh. Aquesta instal·lació no compta amb bateries ni emmagatzematge, per tant és d'ús directe, i aquella que no és utilitzada ni en els habitatges ni els espais de treball es bolcada i venuda a la xarxa pública. Malgrat tot, aquesta potència generada no és suficient per assumir la demanda total dels diferents espais o pics de consum, per tant, és necessari el recolzament de la xarxa convencional. Tot i això, la companyia que té contractada el complex residencial obté l'energia de fonts 100% renovables, com la fotovoltaica, l'eòlica o la hidràulica.

## Aprofitament i preservació del cicle hídric

### Gestió i recirculació de l'aigua

Arrel de la necessitat de gestionar de forma més responsable l'aigua, el projecte inclou diferents estratègies per fer front a aquesta situació. Aquestes es poden dividir en dues grans branques, aquelles destinades a la gestió de l'aigua no domèstica i aquelles destinades a la gestió de l'aigua domèstica.

En primer lloc, pel que fa la gestió de l'aigua de pluja i amb la finalitat d'evitar possibles inundacions torrencials, trobem sedum les cobertes verdes dels habitatges. El sedum és un tipus de planta molt resilient a la sequia que absorbeix part de l'aigua precipitada. La part que no es absorbida es canalitza i s'envia a un dipòsit per ser posteriorment utilitzada per a descàrregues de dipòsits de lavabos o per ser filtrada i posteriorment utilitzada per a reg. L'aigua que cau als carrers també és recollida superficialment i canalitzada cap a aquests dipòsits. També existeix una gran franja de vegetació entre l'àmbit del projecte i l'avinguda principal de la ciutat on, per pendent, les aigües que no han sigut canalitzades són enviades i infiltrades de nou al terreny, sent això també el que passa en el gran camp comunitari. A més a més, aquesta franja verda també funciona com a filtre visual. Totes aquestes actuacions generen una recirculació i reaprofitament de l'aigua, aconseguint-ne un estalvi alhora que es beneficia a l'ecosistema, tant a la flora com a la fauna.



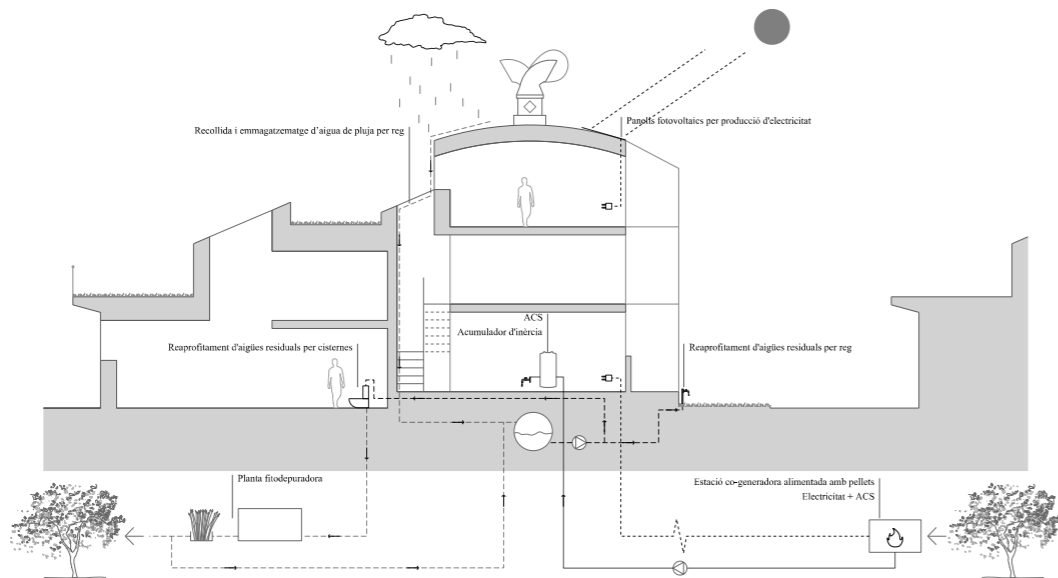
Imatge 11: Cobertes verdes amb sedum dels habitatges  
Imatge cedida per Bioregional

Quan BedZED va entrar en funcionament, comptava amb una planta de fitodepuració propia, que era capaç de filtrar les aigües grises i reutilitzar-les per a regar o per a la descàrrega dels vàters. Malauradament, només 3 anys després de la finalització de les obres, al 2005, la planta de tractament d'aigües va ser tancada deguda a l'alt consum elèctric que requeria i l'empresa que se'n ocupava va tancar.

Seguidament, el sistema d'emmagatzematge d'aigua de pluja va deixar d'utilitzar-se, ja que a les cobertes verdes s'hi va trobar un tipus de bacteria vinculat al sedum i al tipus d'adob utilitzat en aquestes. Avui en dia, tota l'aigua procedent de BedZED, es re-distribueix cap al sistema de sanejament local.

En segon lloc, pel que fa a la generació d'aigua calenta sanitària el projecte inicial i durant els primers anys, el barri comptava amb una estació co-generadora CHP, capaç de generar electricitat i acondicionar l'ACS. Aquesta, connectada a la xarxa local per assumir els pics de demanda, utilitzava estelles que provenien de la tala d'arbres i manteniment del carrer principal de la ciutat, convertint així residu restant en un recurs útil i beneficiós pel medi ambient, ja que la crema d'estelles és positiva en petjada de carboni, ja que en el seu cicle s'absorbeix més del que emet posteriorment.

Aquesta petita planta de generació superava el soroll normatiu establert per reglament durant les hores nocturnes, obligant a que aquesta cada nit s'hagués d'apagar. Això provocava un baix rendiment del sistema i un cost d'engegada desorbitat, provocant una constant necessitat de manteniment i reparacions, que finalment al 2005, van acabar en un tancament definitiu de l'estació. Per poder seguir generant ACS, es van instal·lar tres calderes de gas convencional, provocant un revés important a l'objectiu de l'ecobarri, reduir l'impacte ambiental de les activitats dels habitants. Al 2017, aquestes tres calderes van ser substituïdes per una caldera de biomassa de 240 kW d'alta eficiència i rendiment alimentada amb pelles, tornant a aconseguir una petjada de carboni positiva, tal i com es pretenia a l'inici del projecte.



Imatge 12: Esquema d'obtenció d'ACS, electricitat i reaprofitament d'aigües  
Elaboració pròpia en base a esquema proporcionat per Bioregional

La distribució de l'aigua calenta s'efectua de forma soterrada amb una xarxa de canonades a petita escala i va punxant a cada un dels habitatges, que compta amb un dipòsit individual. Els habitatges no tenen cap tipus de sistema de climatització amb aigua calenta, com podrien ser radiadors o terra radiant, ja que la incidència solar, la compacitat, l'aïllament i la aportació de calor del conjunt d'electrodomèstics i persones és suficient per mantenir els

espais a una temperatura òptima. En contraposició, els espais de treballs, orientats a nord, compten amb un suport de radiadors alimentat per aquest sistema.

Finalment, cal destacar que, segons England's Environment Agency la regió on es troba BedZED és una de les que consumeix més aigua de tot el Regne Unit. BedZED es dissenya tenint en compte aquesta dada per tal de disminuir dràsticament el consum d'aigua dels seus habitants. Aquest acaba sent de 80 L/persona dia, que representa el 61% del consum per persona a la zona de Sutton. Això s'aconsegueix gràcies a diferents actuacions com, utilitzar vàters amb doble descàrrega, comptar amb electrodomèstics amb una alta qualificació energètica i optimització d'aigua utilitzada o utilitzant aixetes amb un sistema d'airejat, que redueixen el cabal i estalvien aigua.

## Eficiència i suficiència

### Estratègies passives de les arquitectures

Tal i com s'ha pogut observar anteriorment, la reducció de les emissions degudes al consum de les persones vinculada als edificis que habiten passa necessàriament per la reducció de la demanda energètica, on l'arquitectura bioclimàtica pot ajudar a minimitzar gran part d'aquesta demanda. És per això que els edificis de BedZED presenten una sèrie de característiques que és tradueixen en estratègies passives per reduir el consum energètic diari sense sacrificar el confort dels residents.

Pel que fa a les estratègies de disseny genèric de l'edifici, s'orienten els edificis a sud, maximitzant les hores de captació solar, tant dels espais com dels panells fotovoltaics. A més a més, aquests queden separats a una distància determinada, que permet la incidència solar entre veïns, evitant que es generin ombra entre ells. També es disposen lluernaris a nord, augmentat la quantitat d'hores al dia de llum natural dels diferents espais.



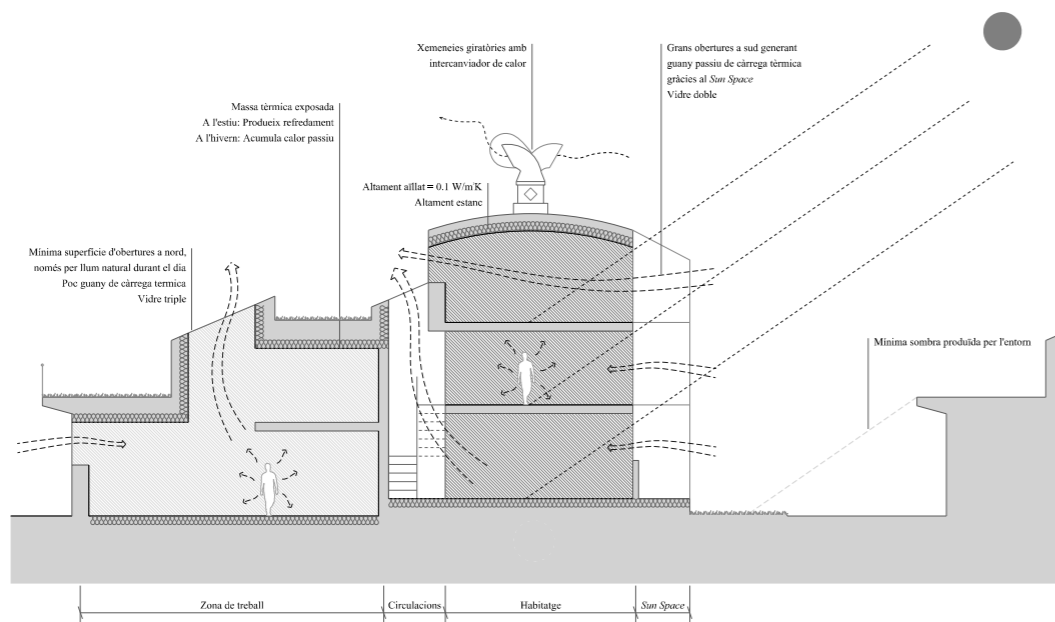
Imatge 13: Interior d'un habitatge de BedZED  
Imatge cedida per Bioregional

Referent a les estratègies per optimitzar el funcionament de l'envolupant tèrmica, trobem una gran veritat de solucions. En primer lloc, les cobertes són vegetals, proporcionant un extra d'aïllament tèrmic i absorbint l'aigua de pluja. En segon lloc, tot el conjunt compta amb una gran estanquitat a l'aire, evitant pèrdues de calor i infiltracions no desitjades d'aire



exterior fred a l'hivern. Pel que fa la composició dels murs, s'aconsegueix una transmissió tèrmica global de  $0,1 \text{ W/m}^2\text{K}$  gràcies a una composició de totxana, aïllament de llana de roca de 300 mm (molt per sobre del que indica la normativa municipal) i bloc de formigó. Tots aquests elements i els forjats, formen una massa tèrmica que permet acumular calor durant el dia i dissipar-lo a la nit, permeten disminuir la temperatura de l'aire a l'estiu i augmentar l'aïllament tèrmic a l'hivern. Pel que fa a les obertures, s'augmenta la superfície vidrada a sud, amb un vidre doble i es disminueix la superfície d'obertura a nord, on s'opta per utilitzar un vidre triple. D'aquesta manera s'augmenta la superfície i transmissió de sud i es redueixen les pèrdues per la façana nord, la més desfavorida.

En quant a garantir el confort tèrmic, a la façana sud hi projecten un seguit de galeries que funcionen com a coixins tèrmics, anomenades *Sun Space*. Aquesta, a més de controlar a través dels forjats l'angle d'incidència solar a l'hivern i a l'estiu, permet refredar o escalfar els habitatges segons convingui. A l'hivern el vidre doble permet que hi hagi una incidència de radiació superior que a altres façanes, fent que l'aire albergat en aquest espai s'escalfi i posteriorment, a través de les finestres de la segona pell, sigui desplaçat cap a l'interior de l'habitatge, aconseguint escalfar-lo. A l'estiu, per una banda proporciona ombra i per l'altra permet no escalfar els habitatges mitjançant un refredament a través del corrent d'aire i de donar uns metres de més a la façana de la segona pell.



Imatge 14: Esquema d'estratègies passives

Elaboració pròpia en base a esquema proporcionat per Bioregional

Per acabar, amb la finalitat de garantir una renovació de l'aire constant, deixant entrar aire net i extraient-ne de viciat, sense perdre calor dins dels habitatges, existeixen unes xemeneies giratòries. Aquestes, a més de ser funcionals, aporten un caràcter distintiu i únic al projecte, tant per la seva geometria, com per la seva varietat cromàtica. Degut a la alta hermeticitat dels edificis, que permet reduir al màxim les pèrdues de calor, la renovació d'aire fresc es fa a través d'aquestes xemeneies, que gràcies a la seva geometria sempre apunten a la direcció del vent. Aquesta obertura fa circular aire fresc de forma controlada cap als espais interiors a través de conductes que poden regular els usuaris, és a dir, obrir o tancar, segons les seves necessitats. A la part posterior de la xemeneia hi ha un forat més gran per on surt l'aire viciat que és recollit des de dins dels espais a través de reixes. A mesura que surt, aquest aire escalfa l'entrada d'aire fresc gràcies a un intercanviador de calor situat a la base de la xemeneia. Tots els habitatges i espais de treball, per tal de garantir una ventilació natural òptima, compten amb o efecte xemeneia o ventilació

creuada, fent així que no sigui necessari l'ús de ventiladors elèctrics per tal d'afavorir el moviment de l'aire. Gràcies a aquest sistema l'aire de dins dels diferents espais és fresc i net, sense perdre la calor generada per aquest i inclús havent utilitzat l'energia de l'aire extret per escalfar l'aire entrant a l'hivern.



Imatge 15: Xemeneies giratòries per circulació d'aire amb intercanviador de calor

Imatge pròpia

## Espai urbà i connectivitat

### Xarxa urbana d'espais i transport

El projecte pilot va ser concedit amb la finalitat de incentivar i facilitar un tipus de mobilitat més sostenible, disminuint dràsticament les emissions d'efecte hivernacle produïdes pel transport. Respecte la mobilitat fora de l'àmbit de BedZED, la localització del projecte juga un paper crucial en aquest sentit, ja que, pel que fa la mobilitat interurbana, es troba a només 650 metres de l'estació de tren de Hackbridge, que connecta amb Londres central en un trajecte d'uns 20 minuts cap al nord i amb Epsom en un trajecte de 15 minuts en sentit sud. A més a més, referent a la mobilitat urbana, a prop del barri hi passen tres línies diferents d'autobús.

L'instal·lació fotovoltaica tenia l'intenció d'alimentar i carregar una flota de cotxes elèctrics compartits, però malauradament al 2002 la indústria de cotxes elèctrics no estava prou avançada. Uns anys després es va implementar un sistema anomenat Car Club amb cotxes híbrids compartits per als residents.

La mobilitat i els espais públics dins de l'àmbit són principalment peatonals. Hi ha un total de 81 places d'aparcament per a cotxes de residents, treballadors i visitants, traduint-se en un ratio de 0,6 cotxe per resident, molt per sota del ratio convencional. Aquestes places es troben al perímetre de l'àmbit, convertint tots els carrers interior en peatonals, implicant l'entrada del cotxe i convertint els carrers en espais apropiables, tranquils, segurs i nets. Al llarg de tot el barri s'hi troben aparcaments de bicis, fent aquest el transport urbà més utilitzat pels residents, que a més compten amb un espai per guardar-ne dues dins de cada una habitatge.



Imatge 16: Carrer interior lliure de cotxes  
Imatge pròpia



Imatge 17: Espais segurs per a infants  
Imatge cedida per Bioregional



Imatge 19: Pati exterior privat exterior a cota carrer  
Imatge pròpia

Pel que fa els espais exteriors, el projecte compta amb una àmplia varietat d'espais amb diferents característiques. Primerament, destaca el gran camp com a espai comunitari, on els veïns tenen un espai amb diversos usos, des de l'oci o la reunió a la producció i l'estada. En segon lloc, es projecta una petita plaça de barri, creant un punt central a tot el conjunt. Per acabar, un dels punts més forts i destacables del projecte és que tots les diferents tipologies d'habitatges compten amb almenys un espai exterior privat, ja sigui un balcó, una terrassa o un petit pati. Això s'aconsegueix gràcies al disseny en secció de l'arquitectura, que es capaç de crear espais exteriors vinculats a un espai interior a diferents cotes o connectats a través d'un petit pont.

D'aquesta manera, s'aconsegueix que els residents puguin gaudir tant d'espais exteriors comunitaris com espais exteriors privats, ambdós lliures de cotxes, afavorint les relacions individuals i col·lectives i garantint sempre un espai exterior privat per a tothom, independentment de la tipologia d'habitatge on resideixi. A més a més, tots aquests espais queden envaïts per diferents espècies d'arbres, plantes, flors i animals, afavorint la biodiversitat i creant un paisatge operatiu que es capaç de generar un benefici ecosistèmic alhora que crea uns espais útils per a les persones.



Imatge 18: Terrassa privada exterior a cota planta primera  
Imatge cedida per Bioregional



Imatge 20: Camp comunitari: Oci, trobada, producció i lleure  
Imatge pròpia

## Economia circular durant la construcció

### Reaprofitament i proximitat dels materials

Amb la finalitat de reduir l'impacte ambiental i la petjada ecològica durant la construcció del projecte, els arquitectes i els assessors de Bioregional van decidir prioritzar l'ús de materials locals reciclats o cedits. S'estima que, en pes, un 52% dels materials de construcció es van aconseguir a menys de 56 km de distància. L'element que va venir de més lluny van ser les fusteries i els vidres, ja que per aconseguir una bona transmitància van haver d'obtenir-los de Dinamarca. Per altre banda, en pes, el 15% dels materials (3,3 tones) van ser reciclats o cedits. Seguidament alguns exemples d'aquests materials:

- Aproximadament unes 40 tonelades d'acer estructural van ser recuperades del projecte de desmuntatge i remodelació de l'estació de tren de Brighton, solventant pràcticament tota la quantitat d'acer necessitada.
- 1000 tonelades de "sorra" aconseguida a partir matxaca de vidre reciclat són la base de les peces del paviment exterior.
- Els rastrells de fusta de roure verd provenen del bosc de Croydon a 5 km i del bosc de Kent a 28 km.
- Els maons procedeixen de Cranleigh, a Surrey, a només 35 km.
- La fusta utilitzada en les particions interiors és reutilitzada, reduint els costos econòmics en un 14% respecte una partició totalment nova.
- Les bigues de fusta per a crear els forjats lleuger són reaprofitades d'altres projectes.
- Les pilones per evitar el pas dels cotxes en alguns punts són reaprofitades de travessers de fusta de vies de tren.



Imatge 21: Matxaca de vidre reciclat



Imatge 22: Maons de Cranleigh i 300 mm d'aïllament



Imatge 23: Bigues de fusta reaprofitades



Imatge 24: Estructura d'acer procedent de Brighton

Imatges cedides per Bioregional

El cost de construcció del projecte va ser de 15 milions de £. Aquest cost té atribuït un gran percentatge en desenvolupament i recerca, donat que el projecte es un prototip. També, el cost es va incrementar degut a alguns canvis de disseny durant el procés de construcció. Un altre factor important, és que a fi de comptes, el preu final queda força per sobre del que hagués sigut una construcció convencional, això és així pel cost de les instal·lacions com les plaques fotovoltaïques, el sistema de recollida i reaprofitament d'aigua o l'increment de material de construcció com l'aïllament per aconseguir minimitzar les pèrdues de calor. També cal mencionar que, tot i aquest augment, el cost de la demanda energètica mensual queden reduïts.

## Sostenibilitat quotidiana i social

### Valoració ambiental i econòmica

BedZED va ser concebut com un lloc on es pogués viure i treballar encoratjant un estil de vida més respectuós amb el medi ambient. Bioregional va estimar que, si totes les persones del món tinguessin el mateix consum que un ciutadà d'Anglaterra, serien necessaris tres planetes Terra per poder assolir la demanda. A més a més de les propietats aconseguides als habitatges com el confort tèrmic o la reducció de cost de les factures, el projecte promou un sentiment de comunitat molt important entre tots els seus usuaris. Això és gràcies a diferents aspectes: En primer lloc, la mixticitat de tipologia d'habitatges, on trobem des d'estudis de 37 m<sup>2</sup> a habitatges de quatre habitacions de 131 m<sup>2</sup>. Això promou una varietat social entre els diferents nuclis familiars que puguin existir dins el barri. En segon lloc, la relació òptima entre la quantitat d'espai lliure públic i l'espai lliure privat. En tercer lloc, la proximitat a escoles i comerços, reduint temps i costos de desplaçament. Finalment, tots els espais comunitaris que comparteixen els 220 residents del barri, des dels carrers pacífics, al camp d'oci i lleure o el pavelló BedZED, pensat pels residents i els veïns de la zona. Tots aquests factors promouen un estil de vida que permet beneficiar-se els uns dels altres a través d'aquestes relacions, tant personals com de lloc com materials, es crea un benefici ecosistèmic i comunitari per a tots els residents.

Finalment, referent als costos ambientals i econòmics, s'estima que al llarg de l'any, es generen 10 tones de CO<sub>2</sub> en tot el barri, aconseguint una reducció del 25% respecte a barris convencionals. Existeix una reducció del 53% de la petjada ambiental en transport, una del 36% del consum de gas, una reducció del 27% en consum d'electricitat i finalment una del 32% en sistemes de condicionament tèrmic.

En comparació a una casa típica de Londres, econòmicament les factures d'electricitat i calefacció són un 68% més baixes i les factures d'aigua baixen un 45%. Existeix un estalvi de 352 €/any al formar part del Car Club i no tenir un cotxe propi. Finalment, s'estima un estalvi aproximat de 1600 €/any, estalviant diàriament 4,53 €/dia.

## Principis energètics i sostenibles

### Visió global i vinculació entre factors

Finalment, per tancar aquest apartat del treball, a continuació es presenta un document que pretén resumir a tots els efectes mencionats i comentats anteriorment els principis energètics i sostenibles d'un ecobarri, en aquest cas, agafant el cas pràctic de BedZED. En aquest document, queda evidenciat que, tots aquests punts comentats anteriorment queden interrelacionats i no poden ser tractats individualment. Al relacionar-se entre ells, com es pot apreciar en aquest projecte, tots prenen més importància i força, aconseguint una resposta a les demandes individuals i col·lectives més sòlida.



# Conclusions

Un cop realitzat l'anàlisi de la situació energètica i climàtica actual i l'estudi de les línies d'actuació per a aconseguir una transició ecològica, juntament amb l'experimentació i contacte directe amb el projecte pilot de BedZED, s'arriba a un seguit de conclusions per aquest treball.

Primerament, tot hi haver separat en quatre grans branques les actuacions per afrontar la transició ecològica, aquesta demana estrictament que això no sigui així. Cal una actuació vinculada entre les quatre línies, un sistema capacitat per donar respostes i satisfer les necessitats individuals i col·lectives a llarg termini a través d'una xarxa ecosistèmica, tècnica i metabòlica que enllaçi totes les actuacions.

En segon lloc, no es pot entendre la sostenibilitat com un concepte on únicament juga un paper important el desenvolupament tècnic, referit a l'ús d'energies renovables com els panells solars, les calderes de biomassa, etc. La sostenibilitat ha d'abarcara també factors humans i socials, com són la qualitat dels espais exteriors i els habitatges, la possibilitat de que tothom pugui viure una vida més respectuosa amb el medi ambient independentment de la seva condició social i la conscienciació per part de tothom de les responsabilitats individuals i col·lectives a nivell de consum.

En tercer lloc, remarcar que, actuar a nivell de barri és una forma molt eficient per a fer front als canvis que han de venir en els pròxims anys. El potencial que alberguen aquests per a l'estalvi energètic i la transformació dels espais i edificis són claus per a una transició ecològica que faci anar a la baixa el consum energètic, l'impacte ambiental i crei espais més sans i accessibles per a nosaltres i els ecosistemes que ens envolten. Això és, perquè les ciutats, tot i que necessiten un pla general d'actuació, poden dividir aquest en petits sistemes interrelacionats que permeten posar molt més èmfasi en les característiques úniques de cada un d'aquests àmbits.

Per últim, els edificis i els seus espais exteriors immediats necessiten transformar-se en elements més resilents, amb la finalitat d'adaptar-se a situacions extremes que ens afectaran en els pròxims anys. Aquests han d'ajudar-nos, i no pas lastrar-nos, per fer front a les diferents crisis que venen: climàtiques, socials, econòmiques o sanitàries. Això fa necessaris uns principis de circularitat, eficiència i suficiència de tots els recursos, des d'una transformació en el model d'obtenció d'energia, remarcan l'importància de la producció in-situ i l'obtenció a través de fonts renovables, fins l'ús de les estratègies passives com a primer recurs per a la reducció del consum i impacte energètic.

# Reflexió personal

Al llarg del curs del treball, s'han anat trobant diferents temes d'investigació molt interessants que no han pogut ser abordats degut a la magnitud d'aquests. Malgrat tot, aquests seran mencionats com a possibles línies d'investigació o continuació del treball, tenint en compte la forta relació entre aquests i el tema aprofundit en aquest treball. Finalment, es farà una breu valoració personal sobre l'assoliment d'objectius.

En primer lloc, sorgeix una pregunta: A Espanya, la meitat dels edificis tenen més de 40 anys, fent que gairebé un 20% de la població visqui en habitatges deficients amb problemes de goteres, humitats, amb un confort tèrmic nul, etc, edificis que van ser construïts sense tenir en compte ningun tipus de norma sobre eficiència o habitabilitat. Què ha de passar amb tot aquest parc edificat que no és sostenible ni en construcció ni en funcionament?

En segon lloc, cal mencionar que, els estudis sobre la petjada ecològica realitzats a BedZED, efectuats durant els primers anys de funcionament del projecte, tenen un mostrari petit, ja que només es van estudiar 19 unitats familiars de les 100 que hi ha. Això realment fa qüestionar-se fins a quin punt aquestes medicions són fiables, degut a que el projecte a dia d'avui ja té 20 anys i, com s'ha explicat anteriorment, algunes de les seves instal·lacions han deixat d'estar en funcionament tant temporal com permanentment. Per tant, és important tenir un control periòdic sobre els projectes que pretenen reduir l'impacte ecològic dels seus habitants amb la finalitat de poder analitzar-ne principalment dos factors. Primerament, tenir un control sobre l'evolució d'aquests i comprovar si realment està funcionant i reduint la petjada ecològica tal com es pretén. Per últim, tenir un recopilatori de dades sobre les mecàniques d'aquests projecte ens pot permetre comparar-los amb projectes semblants amb la finalitat de poder veure quins aspectes funcionen millor que altres, per tal de, en un futur, poder projectar arquitectures més eficients gràcies a totes aquestes dades.

En tercer lloc, veient que en els pròxims anys hauran de venir necessàriament transformacions socials, ambientals i econòmiques vinculades a l'arquitectura, quin ha de ser el paper dels arquitectes en aquestes transformacions? Les actuacions per a la transició ecològica han d'involucrar a les persones per a les que és projecten els canvis, fent-les participar en tot els processos del projecte. Per tant, tant durant el projecte com un cop finalitzat aquest, hi ha una extrema necessitat de col·laboració entre tècnics, veïns i institucions per fomentar de manera horitzontal les transformacions necessàries i el resultat d'aquestes. A efecte d'aconseguir una sostenibilitat social, l'autogestió i involucració per part dels veïns dels espais que habiten es clau per a poder aconseguir una resiliència en aquestes transformacions, igual que és clau l'assessorament dels arquitectes en tots aquests processos.

Finalment, al llarg d'aquest treball s'ha pogut anar enriquint i millorant les capacitats pròpies gràcies a l'anàlisi i l'investigació que s'han dut a terme. També s'ha pogut conèixer quines són les problemàtiques i els principals punts d'actuació per un tema d'interès personal com és la transició ecològica i els canvis en l'arquitectura en els pròxims anys. Finalment, al resumir-les i agrupar-les en un dibuix final agafant com a cas pràctic d'un projecte real, enriqueix la posada en pràctica de tots aquests conceptes. Al finalitzar el treball, s'aconsegueix que aquest aprenentatge personal i directe amb un projecte d'aquestes característiques multipliqui els coneixements dins d'aquest món i contradictoriament, com es comentava anteriorment, generi encara més dubtes, preguntes i inquietuds de les que existeixen inicialment.

# Bibliografia

BARTON, H., GRANT, M. i GUISE, R., 2003. Shaping neighbourhoods : a guide for health, sustainability and vitality. London [etc: Spon Press. ISBN 041527852X.

bp, 2020. Statistical Review of World Energy 2020 | 69th edition. <https://www.bp.com/content/dam/bp/business-sites/en/global/corporate/pdfs/energy-economics/statistical-review/bp-stats-review-2020-full-report.pdf>

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY, 2020. The role of CCUS in low-carbon power systems. [https://iea.blob.core.windows.net/assets/ccdcb6b3-f6dd-4f9a-98c3-8366f4671427/The\\_role\\_of\\_CCUS\\_in\\_low-carbon\\_power\\_systems.pdf](https://iea.blob.core.windows.net/assets/ccdcb6b3-f6dd-4f9a-98c3-8366f4671427/The_role_of_CCUS_in_low-carbon_power_systems.pdf)

CEBALLOS, G., EHRLICH, P., BRANOSKY, A.M GARCÍA, A., PRINGLE, R., PALMER, T., 2015. Accelerated modern human-induced species losses: Entering the sixth mass extinction. <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.1400253>

DUNSTER, B., SIMMONS, C. i GILBERT, B. (2008). Live/workZED. A The ZEDbook : solutions for a shrinking world (226-232). New York: NY: Taylor & Francis. ISBN 0415391997.

GRUPO DE TRABAJO GT-6, 2018. Economía circular en el sector de la construcción. Congreso Nacional del Medio Ambiente 2018. [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/130254/CONAMA\\_Economia%20circular\\_2018.pdf;jsessionid=FC33947B3FBE3478F4EB598A2E4CE632?sequence=1](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/130254/CONAMA_Economia%20circular_2018.pdf;jsessionid=FC33947B3FBE3478F4EB598A2E4CE632?sequence=1)

HUERTA, D. i SEGOVIA, M., 2020. La descarbonización de la edificación. Green Building Council España. [https://gbce.es/documentos/Informe\\_La-descarbonizacion-de-la-edificacion.pdf](https://gbce.es/documentos/Informe_La-descarbonizacion-de-la-edificacion.pdf)

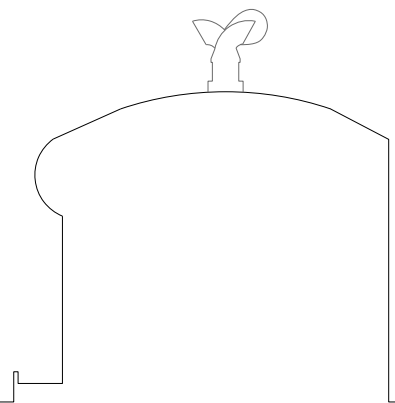
SCHOON, N., 2016. The BedZED story: The UK's first large-scale, mixed-use eco-village. BioRegional. [https://storage.googleapis.com/www.bioregional.com/downloads/The-BedZED-Story\\_Bioregional\\_2017.pdf](https://storage.googleapis.com/www.bioregional.com/downloads/The-BedZED-Story_Bioregional_2017.pdf)

RICO, M., FONT, L., GÓMEZ, A., REALP, E., 2021. Avaluació de la qualitat de l'aire a la ciutat de Barcelona 2020. [https://www.aspb.cat/wp-content/uploads/2021/07/Informe\\_qualitat-aire-2020.pdf](https://www.aspb.cat/wp-content/uploads/2021/07/Informe_qualitat-aire-2020.pdf)

TZIKOPOULOS, A., KARATZA, M., PARAVANTIS, J., 2005. Modeling energy efficiency of bioclimatic buildings. [https://www.researchgate.net/publication/222401933\\_Modeling\\_energy\\_efficiency\\_of\\_bioclimatic\\_buildings](https://www.researchgate.net/publication/222401933_Modeling_energy_efficiency_of_bioclimatic_buildings)







Treball de fi de grau

Miquel Fàbregas i Pastó

Quadrimestre de Primavera 2022

Universitat Politècnica de Catalunya  
Escola Tècnica Superior d'Arquitectura del Vallès