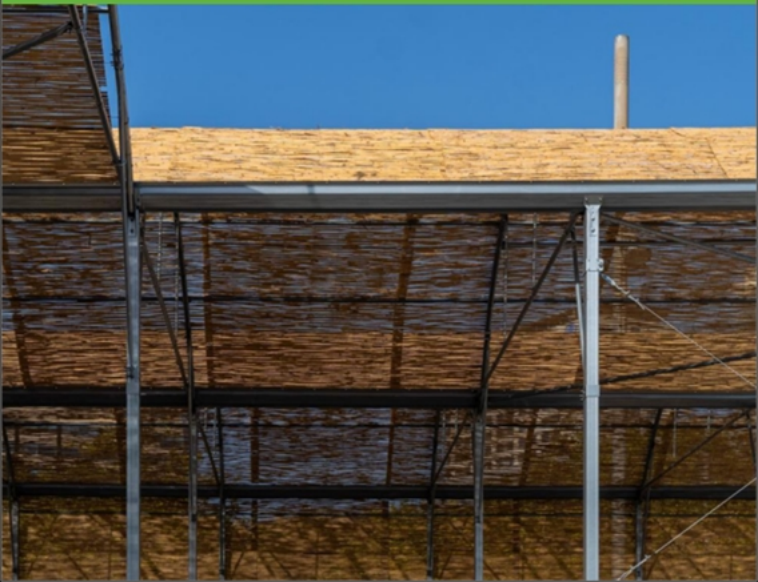


Ombratge a l'espai públic

Estratègies per reduir l'impacte
de les onades de calor



Guia per al disseny de sistemes d'ombratge per a reduir l'impacte de les onades de calor als municipis de la província de Barcelona

Desembre 2024

2024/0025295



**Diputació
Barcelona**

**Àrea d'Acció Climàtica
i Transició Energètica**

Equip redactor



Dades de contacte
BATEC, Pol Cooperatiu
per la Transició Energètica
info@batec.coop

ÍNDEX

RESUM EXECUTIU	4
INTRODUCCIÓ	6
Objectius de la guia	6
MARC CONCEPTUAL	7
Importància de l'ombra en els espais públics i en el "clima" de la ciutat	7
Beneficis socials i de salut pública	8
CRITERIS	13
Confort tèrmic	15
Formalització	29
Construcció	35
Impacte ambiental dels materials i els residus	41
Verd i biodiversitat	61
Cicle de l'aigua	67
Altres usos	72
ANÀLISIS DE PRODUCTES	75
Mostrari de solucions	76
Fitxa	89
Exemple d'aplicació	91

RESUM EXECUTIU

Aquesta guia està especialment dirigida als tècnics municipals que treballen en la gestió i planificació de l'espai públic, i que poden formar part de les àrees d'urbanisme, medi ambient, territori, equipaments, entre d'altres. Aquests professionals tenen un paper clau en la configuració d'espais com places, carrers, parcs i altres àrees públiques, on la incorporació de sistemes d'ombratge pot marcar una diferència significativa en el confort de la ciutadania i en la capacitat del municipi per afrontar els efectes del canvi climàtic. Amb criteris clars i exemples concrets, el document facilita la presa de decisions i promou la creació d'espai públics resilients que responguin tant a les necessitats immediates com als desafiaments futurs.

Indicacions per a l'aplicació de la guia

Aquest document es pot utilitzar com una eina pràctica de suport en tot el procés de disseny i planificació. Els passos recomanats són:

1. Anàlisi inicial i diagnosi de l'espai.

Identificar les necessitats concretes de l'espai públic en qüestió, incloent-hi factors climàtics, ús ciutadà i problemàtiques associades al confort tèrmic. Realitzar mesures de paràmetres clau, com el contrast tèrmic, l'índex de radiació UV i la sensació tèrmica percebuda.

2. Ús dels criteris per definir la proposta més adequada

Aplicar els criteris descrits a la guia per definir una proposta adaptada a les necessitats específiques de l'espai públic. Comparar diferents opcions i utilitzar els criteris per seleccionar la solució que millor respongui a les necessitats del projecte.

Cal considerar els següents aspectes clau:

- *Confort tèrmic:* Inclou l'orientació, la projecció d'ombres, l'ús de vegetació, la ventilació natural i la relació volumètrica entre superfície i alçada. Es mesuren paràmetres com el contrast tèrmic, l'índex de radiació UV i la sensació tèrmica percebuda.
- *Formalització:* inclou elements que defineixen la configuració de l'ombra, com la quantitat d'ombra, la presència d'elements verticals, la modularitat, la relació i la integració amb l'entorn.
- *Construcció:* els aspectes tècnics de la fabricació i muntatge, com es materials, la fonamentació superficial, el cost per m² i la temporalitat (desmuntable, temps de muntatge i mida desmuntada).

- *Impacte ambiental:* Promou materials reciclats i reciclables, de proximitat i de baix impacte, així com la gestió eficient dels residus d'obra.

Si s'escau, incloure criteris complementaris com:

- *Verd i biodiversitat:* Recalca la incorporació de vegetació adaptada i la promoció de la fauna autòctona com a elements integradors dels sistemes d'ombratge.
- *Cicle de l'aigua:* Fomenta l'eficiència hídrica, la regeneració de l'aigua de pluja i el retorn al medi natural.
- *Altres usos:* Considera opcions complementàries com la generació d'energia elèctrica, la il·luminació, la integració de wifi i la incorporació de mobiliari urbà.

Nota: Durant aquest procés, es recomana la consulta del [catàleg de productes](#) inclòs a la guia. Aquest recurs ofereix informació pràctica sobre productes disponibles que compleixen els requisits tècnics i ambientals. Els tècnics poden revisar indicadors com el contrast tèrmic, la durabilitat dels materials, la petjada de carboni i el cost per m², integrant aquesta informació en la selecció de la solució. Aquesta consulta pot fer-se en paral·lel mentre es defineixen els criteris i la proposta.

3. *Implementació i seguiment*

Col·laborar amb els equips d'execució per assegurar que es compleixin els criteris establerts. Realitzar un seguiment periòdic per garantir que els sistemes d'ombratge compleixen els objectius previstos i responen a les necessitats canviants de l'espai públic.

INTRODUCCIÓ

Objectius de la guia

Enfront un context especialment crític, amb el present i el futur climàtic conegut per tothom i que aprofundirem més endavant, creiem d'extrema actualitat i necessitat la creació d'aquesta guia que ajudi als municipis a la generació d'espais d'ombra ens els seus espais públics i equipaments.

Cal recordar que la millor ombra que podem trobar en un espai públic és la que ens pot aportar un bon arbrat, que a més ens ofereix molts altres beneficis. En aquesta guia, però ens centrem en les ombres construïdes a causa d'una limitació de l'espai (per exemple infraestructures al subsòl) o temporal (es vol una ombra ràpidament o desmuntable).

La publicació té dues seccions principals que s'entrellacen: una primera definició de criteris que ajudin a escollir i dissenyar solucions d'ombratge; i un recull de diferents productes i dissenys que ajuden a veure l'àmplia varietat d'alternatives.

Creiem que aquest document pot ser interessant per a responsables i professionals d'urbanisme; paisatgisme; arquitectura; disseny; gestió de parcs, espais oberts i equipaments; programació i planificació d'esdeveniments; salut pública; empreses proveïdores de productes; i entitats veïnals.

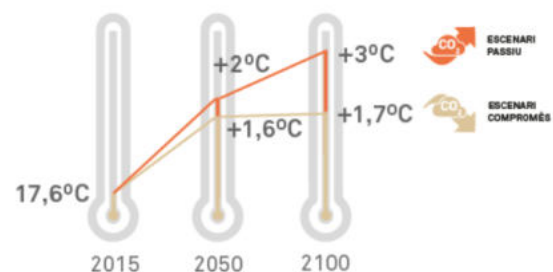
MARC CONCEPTUAL

Importància de l'ombra en els espais públics i en el “clima” de la ciutat

L'ombra ha estat una estratègia fonamental en l'arquitectura tradicional del nostre clima tant per a la regulació de la temperatura i per la protecció del sol, com per la creació d'espais agradables per a la vida quotidiana. Tradicionalment, l'urbanisme i el tipus de construcció s'adaptava a l'entorn per donar resposta a les necessitats climàtiques. Aquesta connexió entre arquitectura tradicional i clima es reflectia en els dissenys dels edificis i els espais públics, on estaven presents uns bons dissenys passius on es considerava l'orientació i les formes de les construccions, la creació de porxos, l'ús de la vegetació, l'ús de materials locals, etc. D'aquesta manera es donava resposta a les condicions de calor extremes i es millorava el confort dels habitants.

Tot i això, sembla que la tendència els darrers anys ha estat més bé la contrària a la que tradicionalment s'havia marcat, però l'augment de les temperatures actuals ha fet que sigui necessari repensar els espais públics.

El Servei Meteorològic de Catalunya ha realitzat dues projeccions de futur (2030) de com poden veure's afectades les temperatures a Barcelona segons quina sigui la capacitat de reduir les emissions de gasos d'efecte hivernacle a escala global. En cas que hi hagi un compromís ferm en l'àmbit mundial i una reacció per a detenir les emissions, tal com s'ha establert en compromisos mundials com l'Acord de París (2015), l'augment de temperatures estaria per sota dels 1,5 - 2 °C. Per contra, arribaria a superar els 2 °C d'augment de la temperatura en cas que no s'arribi a complir els objectius.



Per tant, és un fet que el canvi climàtic ens ha portat a un augment de les temperatures, però a més a més, dins les ciutats s'ha produït de manera més significativa. Aquest fet anomenat *Efecte Illa de Calor*, és la conseqüència del mateix medi urbà, on els edificis i els carrers han alterat els espais més naturals.

La creació d'ombra als espais urbans és essencial per mitigar els efectes de la calor extrema. Sense aquestes, les persones que circulen per espais públics poden exposar-se a una calor excessiva,

augmentant el risc de deshidratació, insolacions i altres problemes de salut relacionats amb la calor. La instal·lació de pèrgoles o altres estructures arquitectòniques ofereixen refugis climàtics a la ciutadania, on es redueix la temperatura dels espais, millora el confort i contribueix a un microclima més agradable, cosa que permet que els espais siguin més habitables per a les persones, millorant la qualitat de vida urbana.

Beneficis socials i de salut pública

La salut pública i el benestar social estan profundament influenciats per l'entorn on vivim. Aspectes com la protecció davant els riscos ambientals, la prevenció de malalties i la promoció d'espais urbans segurs i agradables són fonamentals per a una millor qualitat de vida. L'ombra, com a element físic i ambiental, juga un paper clau en aquest context, oferint beneficis tant per a la salut com per a la interacció social. Aquest text aborda com la gestió adequada de l'entorn urbà pot contribuir a reduir riscos per a la salut, com ara els derivats de l'exposició solar, alhora que fomenta entorns més inclusius i cohesionats.

Beneficis en salut pública

El càncer de pell és el més freqüent de tots els càncers en la nostra població, com podem llegir al web de l'Hospital Clínic de Barcelona¹. La incidència a Espanya és de 300 casos per cada 100.000 habitants a l'any.

Una de cada cinc persones desenvoluparà un càncer cutani al llarg de la seva vida. S'estima que el 50% dels majors de 65 anys patirà algun tipus de càncer de pell i un 25%, dos o més tumors malignes de pell al llarg de la seva vida.

Segons dades de l'AEDV (Associació Espanyola de Dermatologia i Venereologia), aquesta xifra d'incidència ha augmentat aproximadament un 40% en els darrers 4 anys.²

L'Agència Internacional per a la Recerca del Càncer ha determinat que la radiació solar i, més concretament, la part ultraviolada de la radiació solar és un cancerigen humà per al càncer de pell. Cada vegada que la pell s'exposa al sol i es bronzeja o crema, es produeix danys a les cèl·lules individuals, inclòs el seu ADN. Els dos tipus de RUV que arriben a la superfície terrestre són els UVA i els UVB i tots dos penetren a la pell i poden causar danys a l'ADN. Hi ha molts factors que afecten els nivells d'UV, com ara l'alçada del sol, la latitud, la cobertura de núvols, l'altitud, l'ozó estratosfèric i

¹ <https://www.clinicbarcelona.org/ca/asistencia/malalties/cancer-de-pell>

² <https://www.contraelcancer.es/es/todo-sobre-cancer/tipos-cancer/cancer-piel>

l'estació. La UV que es dispersa o reflecteix es coneix com a UV indirecta. Per a la màxima protecció, els arbres i les estructures d'ombra haurien de poder bloquejar la radiació UV directa i indirecta.³

A continuació recollim algunes dades que demostren que les estratègies de prevenció i detecció precoç són efectives per reduir el risc de càncer de pell. Per veure'n el detall i les diferents cites bibliogràfiques recomanem la lectura de la revisió de la literatura duta a terme per la Queensland University of Technology⁴. Les estratègies de prevenció inclouen l'ús de protecció personal (roba, protector solar, barrets i ulleres de sol) i ombra eficaç a l'aire lliure. L'última d'aquestes estratègies, l'ús d'ombra eficaç, va més enllà de reduir l'exposició a la radiació ultraviolada (RUV) per oferir també beneficis de refredament i mitigació de calor en espais exteriors oberts. Les estratègies d'ombra efectives proporcionen entorns estèticament agradables amb beneficis que poden incloure un major compromís social i una sèrie de millores en salut. La inclusió de l'ombra com a consideració important de disseny és àmpliament reconeguda per protegir contra la RUV i contribuir a comunitats segures i saludables.

El paper de l'ombra mitjançant la seva implementació, junt amb altres característiques de l'entorn construït, poden augmentar l'activitat física. Hi ha estudis que han correlacionat els nivells d'activitat física en entorns públics o escolars amb un conjunt de característiques de l'entorn construït. Per exemple, la presència d'arbres està associada positivament amb l'activitat física en adolescents.

Els infants necessiten una protecció especial, ja que tenen un risc més elevat de dany per la sobreexposició als RUV que les persones adultes

En particular⁵:

- La pell d'un infant és més fina i sensible i fins i tot una estona curta a l'aire lliure al sol del migdia pot provocar cremades greus.
- Els estudis epidemiològics demostren que l'exposició al sol freqüent i les cremades solars durant la infància es relacionen amb taxes més altes de melanoma més tard a la vida.
- Les criatures tenen més temps per desenvolupar malalties amb una llarga latència, més anys de vida per perdre i més patiment a conseqüència del deteriorament de la salut. L'augment

³ Cancer Institute NSW, commissioning body & Queensland University of Technology & University of Southern Queensland. (2023). *Summary report of benchmarking shade in NSW playgrounds*. Obtingut el 25 de novembre de 2024 de <http://nla.gov.au/nla.obj-3265105932>

⁴ Queensland University of Technology. (2021). *Literature Review. Summary report of benchmarking shade in NSW playgrounds*. Obtingut el 25 de novembre de 2024 de <https://www.cancer.nsw.gov.au/getmedia/78c3b999-bec0-40ec-9964-3b7a5718faa9/Shade-Benchmarking-in-Playgrounds-Literature-Review-15-11-21.pdf>

⁵ Cancer Institute NSW, commissioning body & Queensland University of Technology & University of Southern Queensland. (2023). *Summary report of benchmarking shade in NSW playgrounds*. Obtingut el 25 de novembre de 2024 de <http://nla.gov.au/nla.obj-3265105932>

de l'esperança de vida augmenta encara més el risc de desenvolupar càncer de pell i cataractes.

- Els infants estan més exposats al sol. Les estimacions suggereixen que fins a un 80% de l'exposició de tota la vida d'una persona als RUV es rep abans dels 18 anys.
- Als nens i nenes els encanta jugar a l'aire lliure, però normalment no són conscients dels efectes nocius de la RUV.

El mateix estudi d'Àustràlia⁶ va dur a terme enquestes per veure la percepció de la necessitat d'ombra en espais públics i educatius. El 82% de les persones participants va dir que l'ombra als parcs infantils locals era extremadament important. També el 84% del personal d'escoles i el 85% dels pares, mares, tutors o cuidadors de l'alumnat van percebre l'ombra als patis de l'escola com a extremadament important.

A més dels riscos deguts a l'exposició directa als RUV, hi ha altres riscos associats a la manca d'ombres. El sol escalfa els materials que conformen l'espai públic o el seu mobiliari, la qual cosa pot generar un risc de cremades en entrar-hi en contacte.

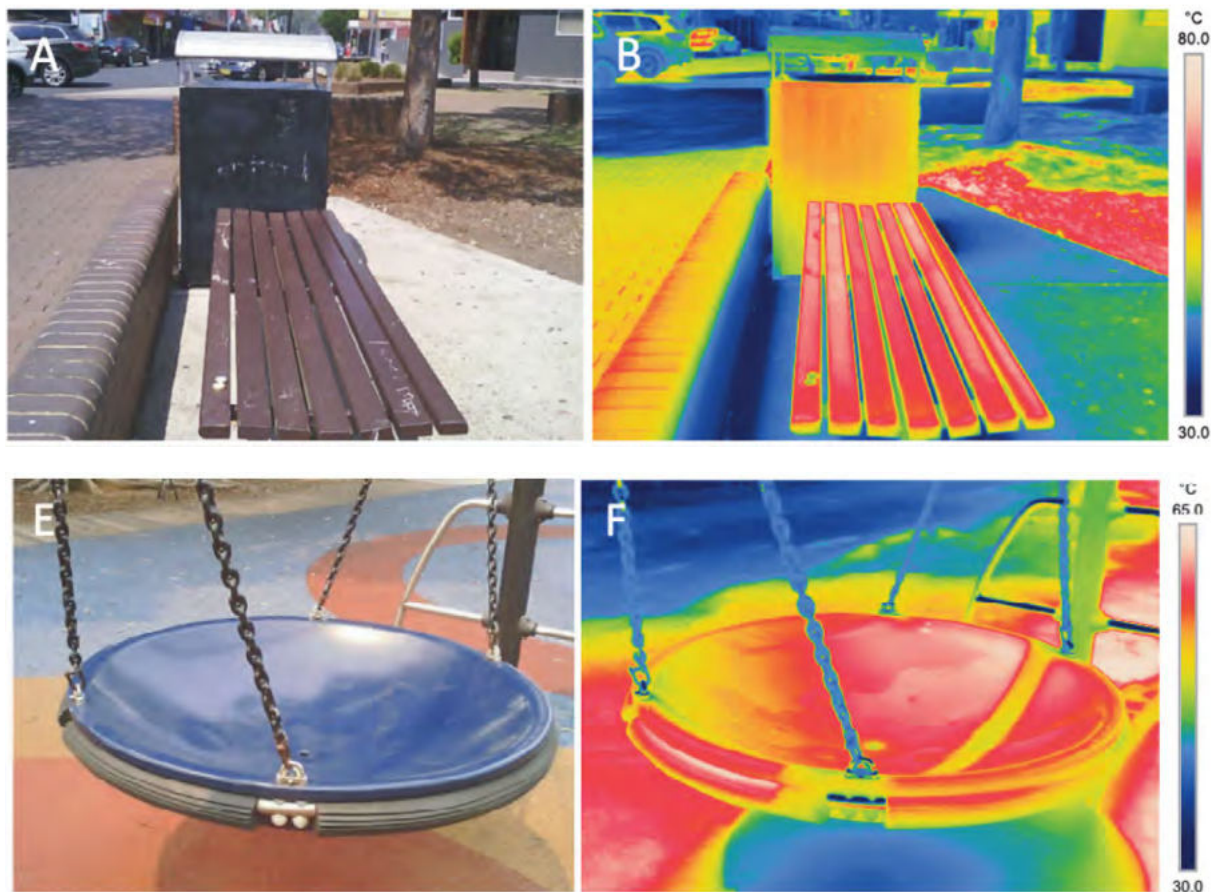
MATERIAL	CARACTERÍSTIQUES DEL MATERIAL	LLINDAR DE CREMADES (°C)		
		3 segons	5 segons	1 minut
Metall	sense recobrir	60	57	51
metall recobert	Pols de: 90 µm	65	60	51
Material de pedra	Formigó, granit, asfalt	73	60	56
Plàstic	Poliàmida, acrílic, duroplàstic	77	74	60
Fusta nua	baixa humitat	99	93	60

Llindars de cremades de la pell (modificat a partir de la ISO 13732).⁷

Aquesta problemàtica es veu molt clarament quan es creuen els llindars de cremades de la pell per cada material amb les temperatures a què poden arribar certs elements i paviments a l'estiu.

⁶ Cancer Institute NSW, commissioning body & Queensland University of Technology & University of Southern Queensland. (2023). *Summary report of benchmarking shade in NSW playgrounds*. Obtingut el 25 de novembre de 2024 de <http://nla.gov.au/nla.obj-3265105932>

⁷ Pfautsch S., Wujeska-Klaue A. (2021) Guide to climate-smart playgrounds – research findings and application. Western Sydney University



Temperatures superficiales de mobiliari urbà sense ombra a l'estiu. La imatge de l'esquerra mostra la vista normal, mentre que els de la dreta mostren la visió d'infrarojos on la temperatura es representa per color (vegeu l'escala a la dreta).⁸

Finalment, la presència i absència d'ombratge influeixen la temperatura ambiental. La calor és un factor que pot afectar enormement la salut. Els cops de calor són la primera causa de defunció relacionada amb el clima i poden agreujar malalties com la diabetis, l'asma, els trastorns mentals i les malalties cardiovasculars, entre d'altres, i augmentar el risc de patir accidents i contraure determinades malalties infeccioses. Es tracta d'emergències mèdiques associades a una taxa de mortalitat elevada.

El nombre de persones exposades a la calor extrema està augmentant exponencialment a causa del canvi climàtic a totes les regions del món. Entre el període comprès entre el 2000 i el 2004 i el que abasta del 2017 al 2021, la mortalitat relacionada amb la calor en les persones més grans de 65 anys es va incrementar al voltant d'un 85%.

En estudis realitzats entre el 2000 i el 2019 es va observar que cada any moren 489.000 persones a causa de la calor. Només a Europa, el 2023 van morir a Europa 70.000 persones a conseqüència de la calor patida entre juny i agost.⁹

⁸ Pfautsch S., Wujeska-Klaue A. (2021) Guide to climate-smart playgrounds – research findings and application. Western Sydney University

⁹ <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-heat-and-health>

Beneficis socials

Hi ha una manca d'estudis que abordin específicament els efectes socials de l'ombra en espais públics. Així i tot, la recerca sobre la presència d'arbres i la seva ombra proporciona pistes valuoses per entendre la rellevància d'aquest fenomen. En general, la literatura científica s'ha centrat en els beneficis ambientals i de salut, com la regulació de la temperatura i la reducció de l'estrès tèrmic, mentre que l'impacte social de l'ombra com a element clau per a la convivència, el confort i l'ús dels espais públics, sovint ha estat menys explorat.

Malgrat la manca d'evidència específica, podem assumir que empíricament coneixem alguns dels beneficis socials que l'ombra aporta als espais públics. L'ombra facilita la interacció entre persones en llocs de trobada, fomenta l'ús d'aquests espais en condicions climàtiques adverses i contribueix a una experiència urbana més agradable. A més, sovint és percebuda com un element que millora la qualitat de vida, sobretot en àrees urbanes densament poblades.

En casos com les ciutats dels Estats Units, la distribució desigual de l'ombra és una injustícia ambiental rellevant. Per exemple, als barris pobres del sud de Los Angeles la coberta de la copa dels arbres és d'un 10%, en comparació amb el 53% a l'afluent barri de Bel Air. Les persones que viuen en barris pobres, en molts casos racialitzades, estan exposades no només a nivells més alts de contaminació de l'aire, toxines del sòl, aigua contaminada i risc d'inundació, sinó també a temperatures més altes als carrers sense protecció.¹⁰

En canvi, a casa nostra no trobem una associació entre menys arbres del carrer i barris més populars, amb l'excepció dels centres històrics a causa de l'estretor dels carrers, que a la vegada sol protegir l'espai públic.¹¹ Si miréssim al detall segurament sí que trobaríem una diferència entre les zones verdes privades dels barris o en el temps que es passa en cada tipus d'espai segons classe econòmica, encara que sense una resposta molt intuïtiva. Mentre que podem observar que les classes econòmiques més baixes solen viure en habitatges més petits i passar més temps a l'espai públic, o tenen feines més exposades a la intempèrie; també és cert que les benestants tenen més temps lliure i fan més activitats lúdiques amb una alta exposició solar (activitats d'aigua i de muntanya, esquí,...).

¹⁰ <https://placesjournal.org/article/shade-an-urban-design-mandate/?cn-reloaded=1>








¹¹ Francesc Baró, Amalia Calderón-Argelich, Johannes Langemeyer, James J.T. Connolly, *Under one canopy? Assessing the distributional environmental justice implications of street tree benefits in Barcelona*, Environmental Science & Policy, Volume 102, 2019, Pàgines 54-64

CRITERIS

Les recomanacions estan organitzades en una sèrie de línies dividides en dos apartats. D'una banda, es troben aquells criteris bàsics que qualsevol element d'ombratge ha de complir. Serien criteris relacionats amb el confort tèrmic, la formalització, la construcció i l'impacte ambiental dels materials. De l'altra, una sèrie de criteris que poden ser complementaris i que fan referència al verd i la biodiversitat, el cicle de l'aigua, i altres usos que poden afegir-se a l'element d'ombratge.

En la guia es troba cada línia amb una explicació de quin és el seu abast i perquè es considera que és important, una sèrie de criteris on es concreten, i una explicació d'indicadors que ajuden a mesurar-ne l'impacte. És important remarcar que mentre hi ha indicadors que apliquen a un sol criteri, d'altres afecten tota la línia de forma global.

A continuació s'inclou una fitxa resum per ajudar a la lectura.

	Eixos	Criteri	Indicador
	Confort tèrmic	Orientació, projecció d'ombres	<ul style="list-style-type: none"> · Contrast tèrmic · Índex de Radiació Ultraviolada (UV) · Índex de Calor · Índex de Confort Tèrmic · UTCI · Sensació tèrmica percebuda
		Vegetació	
		Ventilació natural	
		Volumetria, relació superfície alçada	
		Permeabilitat	
		Índex de reflectància solar	
		Humitat, presència d'aigua	
	Formalització	Ombra necessària	· m ²
		Proteccions verticals	· incorpora elements verticals (sí/no)
		Modularitat	· disseny modular (sí/no)
		Proporció	· relació alçada/superfície
		Relació amb l'entorn	· anàlisi de l'entorn
	Construcció	Element d'ombra	· material de l'element d'ombra
		Estructura	· forma: màntil / pòrtic / arc · material de l'estructura
		Fonamentació	· incorpora fonamentació superficial (sí/no) · material de la fonamentació
		Cost	· €/m ²
		Temporalitat	· desmuntable (sí/no) · temps de muntatge: hores · mida desmuntat: % respecte muntat
	Impacte ambiental dels materials i els residus	Reducció de la demanda i optimització	· Pes o consum de recursos (kg totals i kg/m ²) · Justificació de l'eficiència en l'ús de materials
		Reciclat, reciclable i desmuntatge	· Materials reutilitzats (kg totals, kg/m ² i % del pes) · Materials reciclats "post consum" (kg, kg/m ² i % del pes)
		Baix impacte	· Proximitat dels materials (% en pes, < 500 km)
		Durabilitat	· Vida útil o de servei estimada (anys)
		Compensació de l'impacte final	· Incorporació d'alguna estratègia de compensació (sí/no)
		Gestió dels residus d'obra	· % de residus d'obra reciclats (sobre el pes) · % de terres reutilitzades (sobre el pes)
		Impacte ambiental assolit	· Justificació de les solucions emprades · Petjada de carboni (kgCO ₂ eq/m ² /any)
	Verd i biodiversitat	Incorporar la vegetació en el disseny	· Incorpora vegetació a l'ombratge (sí/no)
		Ús d'espècies adaptades	
		Foment de la fauna autòctona	
	Cicle de l'aigua	Reducció de la demanda i eficiència en el reg	· Consum mitjà de 2 litres/m ² /dia en el mes de juliol
		Regeneració de l'aigua de pluja	· Incorpora regeneració d'aigua de pluja (sí/no)
		Retorn de l'aigua de pluja al medi	· Es retorna l'aigua de pluja al medi (sí/no)
	Altres usos	Generació elèctrica	· incorpora generació elèctrica (sí/no)
		Il·luminació	· incorpora il·luminació (sí/no)
		Wifi	· incorpora wifi (sí/no)
		Mobiliari urbà	· incorpora mobiliari urbà (sí/no)

Confort tèrmic



Introducció

Què entenem per confort tèrmic

El confort tèrmic fa referència a la sensació de benestar que experimenta una persona quan està exposada a unes condicions climàtiques concretes. Aquest benestar tèrmic és una avaluació subjectiva que fan les persones de la seva sensació tèrmica, per tant, tot i estar exposades a les mateixes condicions ambientals no sempre és igual per tothom.

Els factors que influeixen en el confort tèrmic de les persones són aquells que afecten a la capacitat del cos humà per regular la seva temperatura interna de manera eficient. Es poden classificar dos grans grups:

- **Factors ambientals:**

- Temperatura ambiental: és el factor més directe, però cal considerar la temperatura percebuda pel cos, que pot ser diferent de la temperatura real a causa dels altres factors com la humitat i el vent.
- Humitat Relativa: als mesos calorosos com més alta sigui la humitat, menys eficient és l'evaporació de la suor, la qual cosa pot fer que una persona senti més sensació de calor. En canvi, una humitat baixa pot fer que el cos perdi calor més ràpidament.
- Vent: en mesos freds, una velocitat de l'aire elevada pot augmentar la sensació de fred donat que accelerarà la pèrdua de calor del cos, d'igual manera, pot reduir la percepció de calor en els mesos calorosos per afavorir l'evaporació de la suor.
- La radiació solar: la presència de sol pot augmentar considerablement la temperatura percebuda per una persona, fins i tot si la temperatura ambiental no és molt alta, mentre que l'ombra pot proporcionar un alleujament.

- **Factors humans:**

- Activitat física: segons l'activitat que es porti a terme la generació d'energia que produeix el cos humà varia. El procés d'aquesta generació d'energia a través dels aliments que ingerim es coneix com a metabolisme i només s'aprofita el 20% de l'energia que produïm, per tant, aquest 80% restant s'acaba dissipant en forma de calor a l'ambient. Aquesta taxa de calor

excedent de calor humà es mesura amb la unitat Met¹², on 1 Met representa una persona en repòs i 10 Met activitat física molt intensa.

- Vestimenta: és el primer recurs de mediació entre el cos humà i l'ambient. La roba va lligada a un determinat nivell d'aïllament i a la reducció de pèrdues energètiques del cos humà. Per aquest motiu s'ha establert un sistema de classificació de la roba basada en la unitat Clo¹³, on 0 Clo representa la nuesa i 1,5 Clo representa una vestimenta típica d'hivern.



Altres factors que poden influir en la sensació de confort tèrmic més enllà de les variables ambientals i humanes detallades anteriorment, són les influenciades per diversos factors individuals, relativament subjectius, com puguin ser: l'aclimatació, l'edat i el gènere, volum corporal, l'estat de salut o el color de la pell. Aquest fet reforça la idea que resulta perjudicial tractar d'establir estàndards de confort rígid.

S'ha de tenir present que, tot i que el clima no es pot controlar, els factors ambientals que afecten la sensació de confort poden ser influenciats pel tipus de disseny urbanístic. Quan els espais exteriors es dissenyen des d'una òptica de maximització del confort humà, es poden augmentar el nombre d'hores en les quals un espai exterior és confortable i, per tant, es pot utilitzar.

¹² Met, taxa de producció de calor humà, 1Met = 58 W/m²

¹³ Clo, de l'anglès *Clothing*. Equivalent a la resistència tèrmica, 1Clo = 0.155 m²C/W

Impacte del confort tèrmic sobre les persones

El confort tèrmic té un gran impacte sobre la percepció de benestar i de la seva capacitat de funcionar de manera correcta. Quan les condicions exteriors són extremes, el cos es veu forçat a gastar més energia per mantenir una temperatura interna estable, aquesta situació pot causar el que s'anomena com estrès tèrmic, i pot portar conseqüències com malestar, fatiga, deshidratació i cops de calor en climes càlids o congelació i hipotèrmia en climes freds.

D'igual manera, el confort tèrmic afecta directament el rendiment físic de les persones. En condicions extremes el cos pot no ser capaç de mantenir el rendiment òptim i les persones poden sentir-se esgotades més ràpidament.

Els impactes sobre la salut que poden estar relacionats amb el confort tèrmic depenen principalment de la capacitat del cos per a adaptar-se a les condicions externes. Els trastorns associats amb la regulació tèrmica del cos com els cops de calor, poden afectar a la salut de manera greu, especialment en persones vulnerables com gent gran, infants o persones amb problemes de salut previs.

Psicològicament, una de les realitats del benestar tèrmic és que la percepció del confort només apareix quan hi ha l'absència d'aquest. El confort tèrmic, per tant, no té directament una conseqüència positiva a la nostra salut mental, més aviat funciona al contrari, quan hi ha estrès tèrmic per falta de confort és quan pot afectar a la nostra salut també des d'un punt de vista psicològic. Entre d'altres, pot fomentar la irritabilitat i els canvis d'humor, la dificultat per concentrar-se, augmentar els trastorns del son i inclòs el risc de depressió.

Breu repàs de la situació actual

La situació actual a la província de Barcelona, així com a tota la regió mediterrània, està marcada per un augment progressiu de les temperatures, que afecta tant les zones urbanes com les zones més rurals i costaneres. Aquest augment de les temperatures té diversos factors, entre els quals destaca el canvi climàtic, que provoca estius més llargs, més calorosos i amb onades de calor més intensives.

Aquesta tendència fa que el confort tèrmic exterior cobri una importància cada vegada més gran, especialment en les àrees urbanes, donat que cada cop ens trobem amb onades de calor més freqüents, a vegades amb temperatures properes als 40°C.

A les àrees urbanes l'augment de les temperatures produïdes pel canvi climàtic es produeix de manera més intensa que als voltants rurals. Aquesta situació coneguda com a *Efecte illa de calor*, es produeix perquè a les ciutats hi ha una elevada concentració d'edificis, carreteres i altres superfícies no naturals que absorbeixen més calor durant el dia i la remetent lentament durant la nit. Això fa que

les temperatures a la nit siguin més altes que a les zones no urbanitzades i que la temperatura a primera hora del matí no hagi disminuït prou, com passa en entorns naturals, on els arbres i les plantes ajuden a refredar l'ambient a través de l'evaporació.



A aquest fet es sumen els contaminants en l'aire de les ciutats i indústries que poden atrapar la calor creant una capa d'aire calenta a les ciutats, com una bombolla de calor.

És un fet doncs que la importància d'optimitzar els espais urbans per tal de fer-los més frescos ha augmentat. Davant d'aquest escenari de calor, el disseny dels espais públics i la planificació urbana estan fent més èmfasi en la creació d'espais que ofereixen un millor confort tèrmic, com parcs i jardins amb més vegetació, així com l'ús de materials més reflexius que absorbeixin menys calor.

Criteris

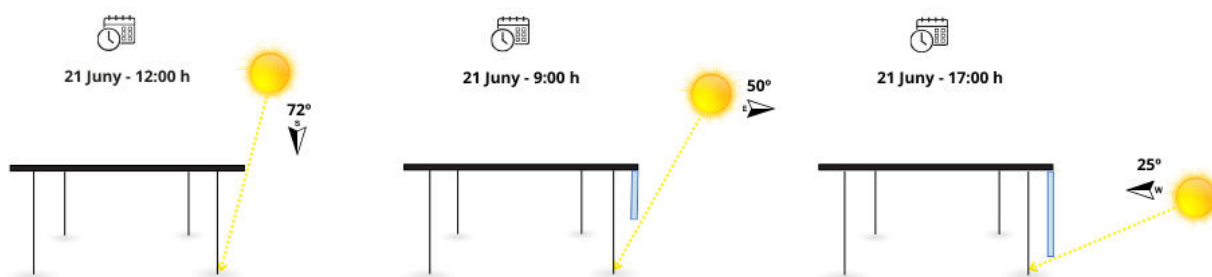
Orientació, projecció d'ombres

Idealment, l'umbracle a dissenyar ha de projectar ombra controlada la major part de les hores tot i que, segons l'ús sovint, pot estar dissenyat per aprofitar l'ombra en determinades hores del dia. Per tant, les orientacions i la distribució de les ombres horitzontals i verticals han d'estar pensades per garantir que les parts més exposades al sol tinguin una ombra natural, sigui gràcies a altres edificis propers o de la mateixa pèrgola.

Per tal de proveir ombra durant el màxim d'hores possible els mesos calorosos cal fer una anàlisi geomètrica de la ubicació de l'umbracle, incloent-hi també els edificis propers que poden projectar ombres. A la latitud de la província de Barcelona, a l'estiu i les hores de migdia l'angle d'altitud solar varia entre 61° a 72° i, per tant, és prou elevat perquè l'ombra projectada sigui quasi vertical amb un cert desplaçament a nord.

D'altra banda, és important analitzar les hores del matí i la tarda quan l'altitud solar és menor i pot provocar que la posició de l'ombra es desplaci en excés i, en conseqüència, estar poc controlada. Per

això és possible instal·lar elements verticals a est i/o oest, segons convingui, que ajudin a bloquejar la radiació solar, incrementant l'efectivitat de la instal·lació.

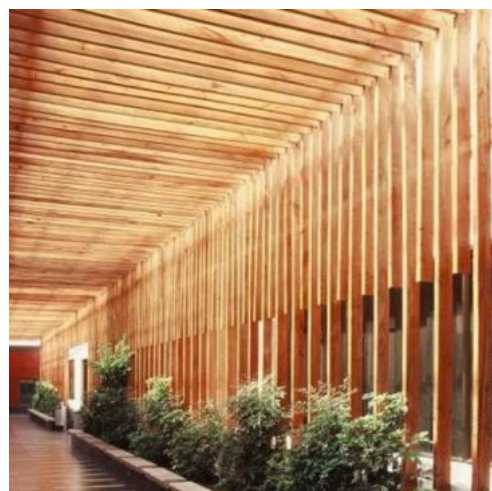


Esquema 1. Angle de la radiació segons orientació

Els següents exemples de pèrgola consideren una protecció també a l'orientació oest per al sol de tarda.



Mar d'Ombres, Barcelona



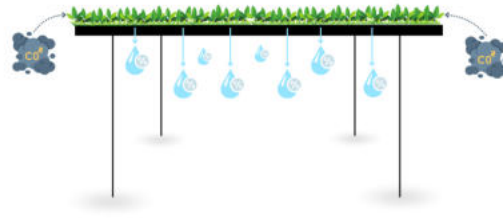
Pèrgola amb tancament lateral

Vegetació

La presència d'elements vegetals sobre una pèrgola o umbracle permet la millora del confort mitjançant l'evaporació i transpiració. Aquests efectes es produeixen quan les plantes alliberen aigua a través de les seves fulles, aquesta aigua posteriorment s'evapora absorbint calor de l'ambient i disminuint la temperatura de l'aire refrescant l'ambient.

La presència de vegetació ajuda a millorar l'entorn i la sensació de les persones més enllà de prevenir l'escalfament excessiu. Tenen un paper ecològic fonamental, ja que ajuden a millorar la qualitat de l'aire, absorbeixen CO₂, atrapen el material particulat de l'aire a través dels seus estomes i afavoreixen la biodiversitat.

És recomanable utilitzar plantes locals, enfiladisses de baix requisit hídric i que preferiblement tinguin un índex de superfície de la fulla alt per proveir major ombra i oferint major sensació de frescor als vianants



Esquema 2. Comportament vegetació als umbracles

Un exemple d'umbracles que incorporen vegetació són la Pérgola al Passeig de la Plaça Nacional a Puente Genil, Córdoba o l'Ecobulevar de Vallecas, Madrid.



Pèrgola Plaça Teatre Nacional, Puente Genil



Ecobulevar, Vallecas

Ventilació natural

Els corrents d'aire ajuden a millorar la sensació de confort tèrmic augmentant l'intercanvi de calor entre les persones i l'ambient. Per tant, aprofitar la instal·lació de les ombres en llocs que tinguin un flux d'aire important ajudarà a millorar la sensació tèrmica de les persones disminuint l'escalfament excessiu.

Llocs oberts amb presència d'edificis d'alçada baixa i mitjana són llocs on és possible aprofitar les correntes de ventilació.

És important poder diferenciar els vents favorables i els vents desfavorables mitjançant un estudi de la rosa dels vents del municipi, ja que alguns vents poden ser massa forts i la prioritat ha de ser la de protegir-se d'aquests. Com a opció d'estratègies combinades, es pot fer passar els vents favorables per vegetació per tal que es rebi més fresc.

Quan s'hagi previst fer també la protecció de la radiació en vertical, és important considerar que s'ha de permetre d'igual manera el pas de l'aire, o bé fent ús de materials permeables a l'aire o deixant algunes obertures per tal d'afavorir el pas d'aquest.



Esquema 3. Ventilació natural i vegetació als umbracles

Volumetria, relació superfície alçada

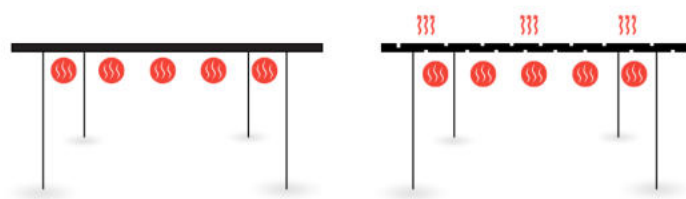
Tal com s'ha comentat a l'apartat de la definició d'ombra mínima necessària, la grandària de la pèrgola on segurament es veuran més oportunitats d'actuació serà amb la mida mitjana. La projecció d'un umbracle amb una superfície molt reduïda pot ser poc eficient des del punt de vista del confort tèrmic, per tant, la combinació adequada entre alçada i superfície d'una pèrgola és clau per aconseguir una ventilació adequada. Aquesta relació alçada-superfície també serà important per aconseguir una distribució més equilibrada de la temperatura sota la instal·lació. Com més gran sigui la pèrgola més punts sota aquesta tindran una ombra consolidada on en cap moment hi hagi incidència de radiació solar, fet que permet que l'espai sigui més fresc.

Permeabilitat

La permeabilitat del material utilitzat per projectar l'ombra està relacionada amb la necessitat de ventilació anteriorment esmentada. Comptar amb un material permeable serà beneficiós per tal d'aconseguir un millor confort tèrmic, la permeabilitat del material pot influir en la capacitat d'aquest per permetre que l'aire circuli a través de la pèrgola i oferir una temperatura inferior sota la pèrgola afavorint la dissipació de la calor.

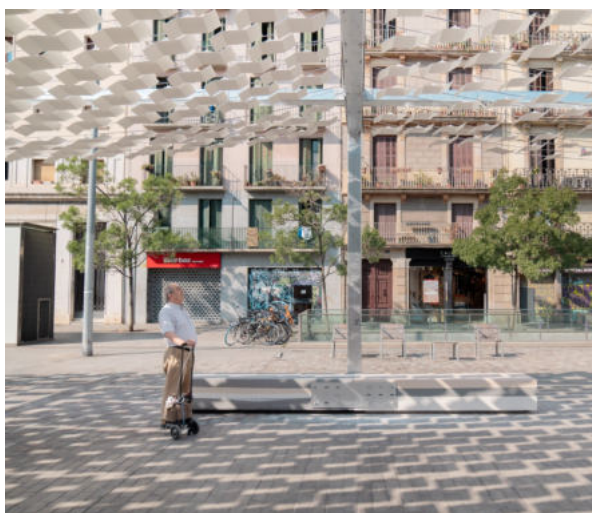
Aquest aspecte és especialment rellevant en pèrgoles amb alçades variables, ja que l'aire calent tendeix a pujar mentre que l'aire fred es manté a les zones més baixes. Així, en umbracles on no s'utilitzen materials permeables que permetin dissipar la calor acumulada, pot formar-se una

bombolla d'aire calent que no es pot alliberar, provocant que les parts més altes de la pèrgola tinguin temperatures més elevades.

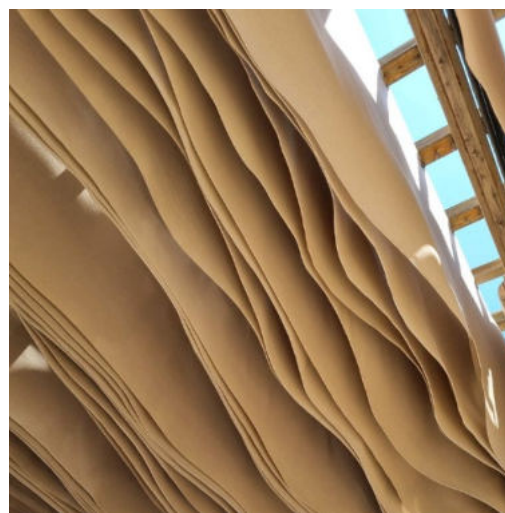


Esquema 4. Permeabilitat i dissipació de calor

Els dos exemples que es mostren a continuació permeten la dissipació de la calor:



A l'Ombra del trencadís, Barcelona



Pèrgola amb teixit col·locat en vertical

Índex de reflectància solar

Els umbracles amb materials reflectants i colors clars fan que no s'absorbeixi tanta calor, contribuint així a mantenir els espais de sota més frescos. Per aquesta raó un dels criteris importants per a augmentar el confort és disposar materials amb un elevat SRI, que permetrà reduir l'escalfament relatiu dels materials, controlar la radiació solar absorbida i la calor irradiada. Aquests factors permeten que l'absorció de la radiació sigui menor i, per tant, la temperatura radiant de l'element també sigui menor.

Per aquest motiu, es recomana que el material escollit per a l'umbracle tingui un Índex de Reflectància Solar SRI 70, fàcil d'aconseguir sempre que es tracti d'un material clar. Aquest índex representa que el material reflecteix el 70% de la radiació solar que li arriba i, per tant, per una banda evita el sobreescalfament d'aquest i d'altra contribueix a la reducció de l'efecte illa de calor.

És important tenir present que els materials d'elevada reflectància poden portar a una falta de confort visual per enlluernament, especialment si són brillants. Per tant, s'ha de tenir en compte aquest efecte en el disseny per tal que no afecti el confort visual dels vianants, jugant amb la geometria i el factor de vista de les solucions.

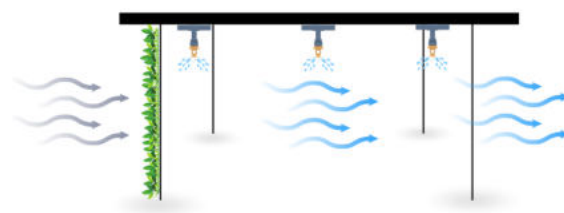
Humitat, presència d'aigua

La presència d'aigua ajuda a millorar la sensació tèrmica de les persones en refredar l'aire al voltant. Per tant, una ubicació per l'umbracle propera a fonts o l'ús de nebulitzadors, augmenta la humitat relativa de l'ambient donada l'evaporació de l'aigua.

Cal tenir en compte que en aquells municipis on el clima sigui molt humit pot donar-se el cas contrari, un excés d'humitat pot fer que l'ambient es torni més incòmode, ja que la suor no s'evapora tan fàcilment. En canvi, en climes on a l'estiu les temperatures elevades fan que disminueixi la humitat relativa de l'ambient, aquest procés d'evaporació de l'aigua pot generar un ambient més fresc sota la pèrgola, augmentant així la sensació de confort tèrmic.

En tots dos casos, tant en climes secs com humits, l'eficàcia d'aquestes instal·lacions depèn també de la ventilació disponible. Si l'aire no circula prou bé la humidificació pot no ser tan eficaç i fins i tot pot generar una sensació de calor humida que podria ser incòmoda. Per tant, un cop més la combinació d'estratègies és clau per tal de millorar el confort.

D'altra banda, la presència d'aigua pot ajudar a reduir les impureses de l'aire reduint la pols i aportant un aire més net i fresc contribuint així a tenir una millor qualitat de l'aire. El so relaxant de l'aigua pot ser també un valor afegit a la qualitat de l'espai.



Esquema 5. Presència d'aigua






Indicadors

La combinació de les estratègies esmentades augmenten la millora del confort tèrmic sota l'umbracle projectat. Per aquest motiu, a l'hora de fer una proposta de pèrgola, és important que el disseny de la mateixa vagi acompanyada d'un estudi del lloc des del punt de vista de l'asolellament i una avaluació de les millors estratègies a considerar per tal de garantir la millora de la sensació tèrmica de l'espai.

Adicionalment, a aquesta valoració qualitativa, a continuació es presenta una sèrie d'indicadors quantitatius que poden oferir una visió objectiva tant des del punt de vista de les millores de les condicions climàtiques com des de la millora de la sensació tèrmica. El monitoratge mitjançant sensors permetrà l'anàlisi de la millora de l'espai.

Millora de les condicions climàtiques

- **Temperatura de l'aire (°C):** La temperatura és un paràmetre crucial quan es tracta el confort tèrmic, ja que és una variable que afecta directament la percepció del benestar. Per tal d'avaluar la millora de la pèrgola es recomana tenir una medició al sol i una a l'ombra i veure així la reducció del paràmetre del lloc.
- **Temperatura superficial (°C):** Els elements que hi ha a l'exterior (paviment, bancs, arbre, etc.) emeten part de la radiació que els arriba, i defineixen junt amb la radiació solar directa la temperatura radiant de l'espai. Cada material segons les seves característiques tèrmiques assoleixen una temperatura i, per tant, la sensació de confort tèrmic pot variar. És interessant, com a resultat, veure com la pèrgola modifica aquesta temperatura superficial del paviment depenent si es troba a l'ombra o al sol.
- **Humitat Relativa (%):** La humitat relativa és un paràmetre que defineix el clima de Barcelona, ja que és una província de costa, tot i que també té municipis amb climes més secs. Aquest paràmetre permetrà, per una banda, avaluar l'eficàcia de la presència de vegetació i fonts i d'altra calcular altres paràmetres de confort. Es recomana tenir una mesura a l'ombra i una al sol a una distància de 50 m per tal de veure la reducció del paràmetre del lloc.
- **Velocitat del vent (m/s):** aquesta variable no es veurà afectada, però es tracta d'un paràmetre important per al càlcul d'altres indicadors de confort presentats més endavant.
- **Índex de Radiació Ultraviolada (UV):** Indicadors de la intensitat de la radiació ultraviolada a la superfície terrestre tenint en compte els efectes eritemàtics (cremades) que produeix sobre la pell humana. Proporciona una mesura del risc associat a l'exposició solar per a la pell, cosa rellevant per a un refugi climàtic. La província de Barcelona al mes de juliol pot assolir la categoria d'exposició Molt Alta, tot i això, sota una ombra efectiva, la categoria d'exposició de la Radiació Ultraviolada ha de ser Baixa.

Interval de valors d'UV		Categoria d'exposició
< 2		Baixa
3 - 5		Moderada
6 - 7		Alta
8 - 10		Molt Alta
> 11		Extremadament alta

Millora de les condicions de confort tèrmic

Els següents indicadors tenen la finalitat de calcular el confort tèrmic, tenen un mateix objectiu, però utilitzen diferents variables i metodologies per fer-ho. Per tant, el més adient és triar una metodologia que no pas donar resposta als tres indicadors. El càlcul d'aquests indicadors té inclosa de manera intrínseca l'estudi dels factors ambientals nomenats anteriorment (temperatura de l'aire, humitat relativa, velocitat de l'aire, etc.)

Per a aquest tipus d'intervenció es recomana el UTCI per ser més complet.











- **Contrast tèrmic (°C)** : Mesura de la temperatura a la zona de la pèrgola per avaluar si es redueix la sensació de calor en l'espai ombrejat. Els projectes han de garantir mínim una disminució de 3 °C entre la superfície generada pel sistema d'ombratge i la superfície de referència per tal que l'umbracle sigui efectiu
- **Índex de Calor**: L'índex de calor incorpora la informació sobre la temperatura ambient i la humitat relativa per a avaluar els riscos durant les onades de calor i advertir sobre les condicions perilloses per a la salut humana. Aquest índex és especialment important durant les onades de calor humida, quan les temperatures per si soles no són suficients per a avaluar l'estrès tèrmic experimentat pel cos humà.
- **Índex de Confort Tèrmic (PMV - Predicted Mean Vote)**: reflecteix el valor mitjà dels vots (puntuacions) sobre la sensació tèrmica general que emetria un grup nombrós de persones en cas que estiguessin exposades a les mateixes condicions tèrmiques ambientals, fessin la mateixa activitat física i portessin una roba similar. Per al càlcul del PMV es consideren els sis paràmetres nomenats que afecten el confort tèrmic, els quatre de factors ambientals i els dos de factors humans. El resultat esperat està en una posició d'entre <1 i >-1, en una sensació tèrmica neutra.

Puntuació	Sensació tèrmica
+3	Calor molt forta
+2	Calor forta
+1	Calor moderada
0	Neutre
-1	Fred lleuger
-2	Fred moderat
-3	Fred fort

- **UTCI (°C)**: de l'anglès *Universal Thermal Climate Index*. L'UTCI és un indicador de temperatura equivalent que s'utilitza per a avaluar els vincles entre el medi ambient exterior i el benestar

humà. Els índexs de confort tèrmic descriuen com el cos humà experimenta les condicions atmosfèriques, específicament dels paràmetres dels factors ambientals

Per poder valorar l'UTCI, s'ha generat una escala de valors que defineixen l'estrès tèrmic a la que s'està sotmès, aquest valor és diferent per cada hora del dia. Per tal d'assegurar un confort tèrmic òptim s'ha d'aconseguir un estrès tèrmic de Benestar, però en aquells municipis on les hores més de calor més intenses assoleixin la categoria Calor forta, es valorarà positivament la millora de l'estrès tèrmic en un nivell.

Rangs UTCI		Categoria estrès
> 46°C		Calor extrema
38 °C a 46 °C		Calor molt forta
48 °C a 32 °C		Calor forta
32 °C a 26 °C		Calor moderada
26 °C a 9 °C		Benestar
9 °C a 0 °C		Fred lleuger
0 °C a -13 °C		Fred moderat
-13 °C a -27 °C		Fred fort
-27 °C a -40 °C		Fred molt fort
< -40 °C		Fred extrem

El llistat d'indicadors exposats es poden valorar mitjançant fases diferents del projecte:

- Estudis en fase de projecte: mitjançant simulacions específiques de confort tèrmic per entorns urbans, basats en la mecànica de fluids, la termodinàmica i la física atmosfèrica general.
- Dades monitorades del projecte acabat durant els mesos d'estiu.

A banda d'aquells indicadors que poden ser monitorats o calculats i que mostren valors de confort tèrmic, també es proposa l'estudi del següent indicador:

- **Sensació Tèrmica Percebuda:** Realització d'enquestes o recollida de dades subjectives dels usuaris sobre la seva percepció de confort a l'espai, ideal per complementar les dades objectives.

Seguiment i monitoratge

Per obtenir dades fiables sobre l'efectivitat de l'umbracle, és fonamental dur a terme un seguiment detallat del comportament real de la pèrgola, amb l'objectiu de valorar els indicadors de confort

tèrmic descrits als capítols anteriors. Els resultats obtinguts seran més significatius si es comparen amb les dades d'una ubicació propera en una zona no ombrejada. Això permet avaluar amb major precisió l'impacte de la protecció solar i comprovar la millora que ofereix amb termes de confort en comparació amb l'absència d'aquesta protecció.

Metodologia:

- Instal·lació de sensors a la pèrgola: Col·locar sensors específics per a cada indicador en diferents punts de l'espai ombrejat. Per a una mesura representativa, es recomana ubicar els sensors tant a les àrees de més ombra com als punts on pot entrar llum directa, per tal de comprovar si l'espai es comporta de manera equilibrada. La mesura de les dades pot ser tant de manera automatitzada amb una instal·lació permanent com manual.
- Monitoratge temporal: Registrar dades durant diferents moments del dia (matí, migdia i tarda) i en diferents èpoques de l'any per tenir una visió completa de l'efectivitat de la pèrgola sota diferents condicions climàtiques. En aquells municipis on es vulgui fer un monitoratge mínim i manual, es recomana fer almenys un mesurament cada 15 dies els mesos d'estiu en el moment del zenit solar.
- Comparació d'àrees: sempre que sigui possible, és recomanable comparar dades entre l'espai cobert per la pèrgola i una zona sense ombra propera situada a un radi de 50 a 100 metres de l'umbracle per avaluar la diferència de confort a una zona sense protecció solar.
- Anàlisi de percepció de l'usuari: Recollir enquestes dels usuaris sobre la seva percepció de confort en diferents condicions i moments del dia. Es pot realitzar una enquesta de confort setmanal o quinzenal.

Eines de treball

- Captació de les dades:
 - Estació meteorològica portàtil: Instrument multifuncional que mesura temperatura, humitat, radiació solar, índex UV, velocitat del vent i direcció. Hi ha models d'estacions compactes i portàtils (com la Kestrel 5400 o la Davis Vantage) que són útils per a monitoratge en exteriors. Alguns models fins i tot mostren directament els valors de l'UTCI sense haver de fer el procés de càlcul, com és per exemple el registrador de dades de confort HD32.3TC per a mesurament de PMV/PPD/WBGT que es pot configurar per a mesurar l'UTCI.
Les dades de clima indicades poden ser també mitjançant diferents sondes en lloc d'un mateix aparell.
 - Sensor de radiació solar (piranòmetre): Un dispositiu que mesura la intensitat de la radiació solar en una àrea específica.

- Càmera termogràfica: és capaç de registrar imatges tèrmiques d'on es pot extreure la temperatura radiant dels objectes capturats. Per calibrar-la, és necessari introduir la temperatura de l'aire actual, prèviament mesurada, i l'emissivitat del material que s'està fotografiant.
 - Data loggers: Aquests dispositius permeten gravar dades de manera contínua en ubicacions específiques, la qual cosa és útil per estudiar patrons de confort al llarg del temps.
 - Enquestes de percepció de confort: Les enquestes poden realitzar-se en paper o mitjançant aplicacions com Google Forms per recollir dades subjectives dels usuaris.
- Càlcul d'indicadors i avaluació de la millora
 - Programari d'anàlisi tèrmic i confort: Eines com Envimet i RayMan permeten modelar la interacció de l'entorn construït amb les condicions climàtiques i analitzar el confort tèrmic a exteriors.
 - Programari d'anàlisi de dades (com R o Python): Per a l'anàlisi estadística i la visualització de les dades recollides. Això permet fer una anàlisi en profunditat i observar tendències o patrons.

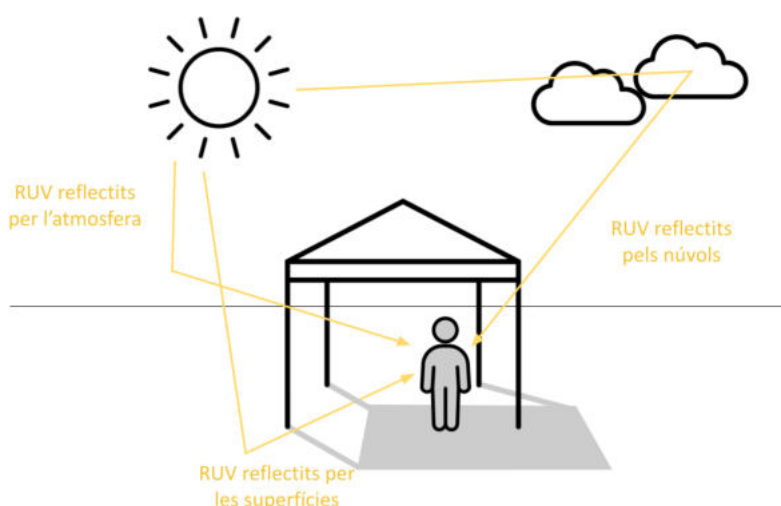


Formalització

Introducció

El primer factor que influenciarà la tria de l'element d'ombra serà la seva forma i mida. Els dissenys d'ombra no són tan simples com podria semblar: mentre la llum visible segueix un camí directe des del sol fins a la superfície de la terra i estableix diferències clares entre zones de llum i ombra, una part substancial de la radiació UV entrant (especialment el tipus UVB) es dispersa per gotes d'aigua, pols i altres partícules mentre viatja per l'atmosfera. Aquesta RUV indirecta pot ser al voltant del 50% quan el sol està alt al cel. El percentatge és encara més alt els dies ennuvolats o quan el sol està baix.

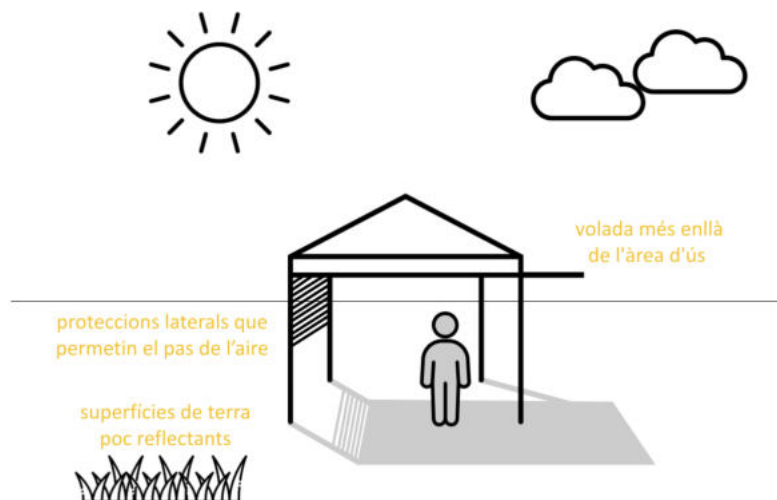
La RUV indirecta pot arribar a una persona des de qualsevol direcció. Com a regla general, quan una persona està a l'ombra, però pot veure gran part del cel, li arriba la radiació UV dispersa. Per tant, a l'hora de dissenyar estructures d'ombra o seleccionar i col·locar arbres és important que tinguin una mida generosa, més gran de la zona que específicament es vol protegir, per aconseguir una protecció correcte també de la RUV indirecta.



Reflexió dels RUV. Imatge pròpia.

Per entendre-ho millor, alguns exemples gràfics: l'ombra sota un para-sol de platja bloqueja la UV directa, però no protegeix bé de la RUV dispersa. L'ombra sota un sol arbre pot parar una bona quantitat de la RUV: una copa densa ofereix una molt bona protecció contra els RUV prop del tronc, però el nivell de protecció disminueix notablement a la perifèria de la zona ombrejada.

En aquest sentit, també cal tenir present quin tipus de superfície i materials trobem al voltant de la zona que es vol protegir, perquè el factor de reflexió d'aquestes superfícies i materials afavorirà o no la presència de la radiació indirecta. Per exemple, el reflex de la radiació ultraviolada de la neu fresca gairebé duplica l'exposició a la radiació UV. La radiació UV augmenta moderadament per la reflexió d'altres superfícies brillants com la sorra blanca o el formigó. La UV es reflecteix menys en superfícies irregulars o més fosques com l'herba, altres cobertes del sòl o l'asfalt.¹⁴



Proteccions contra els RUV indirectes. Imatge pròpia.

criteris

Ombra necessària

La definició de quin és l'espai d'ombra necessari vindrà determinat per l'ús i pel context. Però com s'ha vist en la introducció d'aquest apartat, una ombra molt petita pot suposar una mala cobertura contra els RUV, sobretot els dispersos. Com més gran sigui l'estructura, més gran serà l'oportunitat d'evitar la radiació UV directa i indirecta. Com s'ha explicat, els nivells de radiació UV són més grans cap a la vora de la zona ombrejada que al centre.

Així doncs, una regla general senzilla és assegurar-se que l'ombra generada superi en almenys un metre el que seria l'ombra estrictament necessària per cobrir l'àrea d'ús real. D'aquesta manera ens assegurem que estem protegint mínimament les usuàries de la radiació indirecta.

¹⁴ Cancer Institute NSW, commissioning body & Queensland University of Technology & University of Southern Queensland. (2023). *Summary report of benchmarking shade in NSW playgrounds*. Obtingut el 25 de novembre de 2024 de <http://nla.gov.au/nla.obj-3265105932>

- **Petita**

En la línia del que s'ha dit anteriorment, d'entrada els elements petits tenen menys capacitat de generar un espai d'ombra confortable per la dificultat de cobrir més enllà de l'àrea d'ús real i protegir de la radiació indirecta. Així doncs, per norma general, s'haurien d'intentar evitar o, si més no, restringir-los a aquells casos estrictament inevitables.

Quan es faci inevitable crear ombres petites, com per cobrir un banc, és important pensar bé la relació amb aquest element, sobretot que la cobertura de l'ombra en el temps realment incideixi on es vol. Així doncs, caldrà tenir present l'orientació del mateix element i el moviment del sol (i, per tant, de l'ombra) al llarg del dia i assegurar-se una bona cobertura durant les hores centrals de més calor.

Pot ser una bona opció aprofitar propostes que ja incorporin el mobiliari en el seu disseny. En aquest exemple d'Urbadis que es mostra a la foto següent, malgrat que l'element d'ombra no és molt opac (està pensat perquè s'hi pugui afegir vegetació enfiladissa), disposa d'un element vertical que ajudarà a generar més ombra durant diferents moments del dia i protegir millor dels RUV indirectes. També disposa de dues zones per seure, que amb una bona orientació permetran oferir espais d'estada a l'ombra durant més moments del dia i de l'any.



Oasis - Urbadis. Font: urbadis.com

- **Mitjana**

Serà en aquest rang de mida on segurament hi haurà més oportunitats d'actuació, ja que l'espai públic és sobretot un espai col·lectiu, i a partir d'una certa envergadura els indicadors començaran a tenir millors resultats que en elements petits.

Les cobertures de mida mitjana acostumen a ser les més habituals perquè ja tenen una mida prou gran per acollir una gran varietat d'activitats (cosa que les petites no) i el cost i la infraestructura no es dispara com sí que passa amb les de mida gran. En aquest sentit, segurament pocs municipis es podran permetre o necessitaran grans cobertures d'ombra.

Serien exemples d'ombres de mida mitjana la cobertura per a un joc infantil o una terrassa de bar. En aquest tipus de cobertures, a banda del que ja s'ha comentat amb les peïtes, que també aplica, cal tenir especial cura de les estructures verticals i horitzontals, que ja han de salvar distàncies considerables i començaran a tenir una presència important, tant formal/estètica com funcional. En els aspectes constructius d'aquests elements s'hi entra més en detall en el capítol següent, però també són importants les implicacions funcionals que poden tenir. En aquest sentit, cal tenir present sobretot la presència dels elements verticals i les seves arribades a terra, que no dificultin o impossibilitin que es desenvolupin certs usos.



Pèrgola Prat - Industrias BEC. Font: <https://e-bec.es>

- **Gran**

Com s'ha comentat, les ombres de grans dimensions solen ser poc habituals perquè requereixen una gran infraestructura i inversió, com per exemple, usos intensius i massius com fires, mercats a l'aire lliure o festivals de gran capacitat.

En aquests casos, caldrà pensar en una instal·lació amb una escala i una alçada proporcionada a les dimensions que ha de cobrir. No tindria sentit una simple repetició d'elements petits i de poca alçada, ja que resultaria un espai fora d'escala, desproporcionat, amb un sostre molt baix, poc agradable visualment i que, fins i tot, podria provocar problemes d'estancament d'aire calent.



Pavelló Mediterrani de Manuel Bouzas al TAC! Festival. Font: mb-ae.es

Proteccions verticals

Pel que s'ha presentat anteriorment, en molts casos, especialment en les solucions més petites, caldrà incorporar proteccions laterals. Poden ser pantalles verticals del mateix material que l'ombra horitzontal, o amb plantes i enreixats o un sistema de reixetes opacs proporcionin una barrera a la radiació UV indirecta alhora que permetin que la brisa flueixi.

També es poden incloure sistemes de protecció lateral ajustables que permetin adaptar-se a la posició del sol al llarg del dia i les estacions, vigilants sempre la durabilitat dels elements.

Cal tenir present que l'existència o no dels elements verticals pot afectar el comportament estructural de la instal·lació per la succió del vent. En aquest sentit, caldrà dimensionar la fonamentació o bé els contrapesos per contrarestar aquestes accions.

Modularitat

Amb la repetició de qualsevol element podem cobrir una major superfície d'ombra. Certs productes, en especial les pèrgoles, incorporen la possibilitat d'estendre's aprofitant el mateix disseny, per exemple que un element vertical pugui suportar més d'un element d'ombra. Amb això podem aconseguir estalvis materials i econòmics a l'hora de realitzar superfícies més grans.

El factor modular pot ser avantatjós en espais d'implantació on es preveu una instal·lació per fases o d'agregació de mòduls. Per altra banda, un sistema modular també ofereix la possibilitat d'adaptar-se a diferents espais amb un mateix sistema.



Zona de Sombra Modular 5x5 - Happyludic. Font: happyludic.com

Proporció

És important destacar que malgrat que un producte es pugui instal·lar en qualsevol lloc, o es pugui repetir o estendre fins a cobrir la superfície desitjada, cal tenir present la coherència de la proposta amb l'ús esperat. Per exemple, per cobrir una gran superfície, encara que es pugui fer amb la repetició d'elements petits, si aquests no tenen una alçada suficient, pot resultar un espai poc agradable i confortable. A més, com ja s'ha comentat, pot provocar problemes d'estancament d'aire calent.

Relació amb l'entorn

Aquesta coherència també s'haurà de buscar cap en fora, amb elements que formalment i materialment dialoguin amb el seu entorn. La mateixa solució no funcionarà igual per una petita plaça envoltada d'edificis medievals que en un gran espai modern. Més enllà de la coherència estètica i de proporció, un element important a l'hora de valorar la relació de la solució d'ombratge amb el seu entorn serà que no disminueixi la intensitat lumínica a l'espai públic en horari nocturn, que podria generar un nou problema de sensació d'inseguretat a la nit. Aquest criteri no és intrínsec (de la solució en si), si no que caldrà tenir-lo present a l'hora de valorar les propostes, pensant en si funcionen en un context concret.

A més, a part de l'element, és convenient pensar en com podem adaptar l'entorn existent. Depenent del lloc, és possible adaptar una superfície existent que reflecteixi alts nivells de radiació UV, com el paviment o construccions adjacents. Per exemple, si la propietat del costat té una gran paret reflectant, el disseny haurà d'incorporar un sistema d'ombra que bloquegi la radiació UV reflectida.



El Pavilion on Ljubjanica, a Ljubljana, de Breda Bizja, dissenyat pel context del marge del riu.

Font: www.archiweb.cz

Indicadors

Cada un dels criteris esmentats es poden observar amb una sèrie d'indicadors simples, que ajudaran a definir i seleccionar les solucions necessàries, però que no són millors ni pitjors en si mateixos:

- m² d'ombra
- incorpora elements verticals (sí/no)
- disseny modular (sí/no)
- relació alçada/superfície

Més enllà de la solució caldrà tenir present:

- anàlisi de l'entorn



Introducció

Els elements d'ombratge que col·loquem a l'espai públic són, cal cap i a la fi, construccions. Com a tal, han de complir amb els requisits i normatives corresponents. La forma i els materials de la solució tindran un impacte en els altres criteris que s'inclouen en aquesta guia, però també són importants en si mateixos.

Criteris

Element d'ombra

Els materials utilitzats per generar elements d'ombra poden ser molt variats. L'elecció tindrà molta relació amb les seves prestacions en relació amb el confort tèrmic i en el seu impacte al medi ambient, com es parla en els corresponents apartats. Però també en la seva construcció.

Per a solucions permanents els materials rígids com la fusta, el vidre o el metall poden tenir més sentit, mentre que per a solucions temporals o portàtils tindrien millors prestacions les canyes, lones o d'altres teixits. Aquestes últimes poden ser menys resistents al pas del temps. Sovint no ajuden a enrigidir l'estructura, com és el cas de la fusta i el metall, tot i que segons el disseny el tèxtil pot atirantar un sistema i, per tant, estabilitzar-lo.

En tots els casos els elements d'ombra és positiu que siguin plegables, retràctils o enrotllables, per adaptar-se a necessitats canviants. Segons el material serà possible gràcies a mecanismes senzills com frontisses, guies telescòpiques o estructures retràctils. A més, la possibilitat de plegar l'element facilita el transport i l'emmagatzematge, cosa especialment útil per a esdeveniments temporals o en èpoques de menys ús.



El model Pin de Mmcité ofereix acabats en vidre opac, translúcid, panell fotovoltaic i coberta verda. Font: mmcite.com

Estructura

Les solucions estructurals no són unes millors o pitjors que d'altres, però han de respondre a criteris de disseny i del funcionament dels materials.

- **Màstil**

Parlem de “màstils” quan l’element estructural arriba a terra amb un únic peu. Això suposa un repte a l’hora de repartir les càrregues, però com aspecte positiu podem alliberar espai a terra. Malgrat que es podria pensar que es limiten a ombres de petita escala, els projectes de l’empresa SL Rasch arreu del món ens demostren el contrari.



Els para-sols a la Schlossplatz Stuttgart de SL Rasch mesuren 1.600 m² cada un. Font: sl-rasch.com

- **Pòrtic**

Quan l’estructura bàsica està formada per dues columnes i un element horitzontal. Una pèrgola, per exemple, es fa amb una consecució de pòrtics. Això és independent de què l’element horitzontal que fa l’ombra sigui rígid, tensat, o en arc.

- **Arc**

En aquest món es troben les voltes i les cúpules. La fonamentació que necessitaran serà diferent que en els altres casos per distribuir el pes i els esforços. El que caldrà tenir present si s’opta per aquest tipus de solucions és que, per la seva forma:

- caldrà pensar en mecanismes per evitar escalabilitat, ja que la seva arribada a terra més suau facilita que es pugui pujar i arribar a zones altes que poden suposar un risc



Com es pot comprovar, en aquests dos projectes de CODA, el de l’esquerra facilita més l’escalabilitat. Font: coda-office.com

- s'haurà de vigilar amb l'alçada lliure a les arribades del terreny, ja que si els elements estructurals o d'ombra arriben a una alçada propera al terreny, poden provocar impactes a les persones i limitacions en la usabilitat
- l'ocupació en planta en relació amb l'ombra útil serà major que en les dues anteriors



Carpa Star de Tecnodimensión. Font: tecnodimension.com

Fonamentació

Els elements d'ombra, malgrat no suposar un gran pes en comparació amb altres construccions, necessiten una bona fonamentació per contrarestar la pressió i succió del vent, especialment en zones molt exposades com pot ser un passeig marítim. Una gran limitació a tenir present serà la possibilitat o no de poder dur a terme fonamentació soterrada. Quan l'ombra hagi de ser desmuntable o temporal, o quan l'espai on volem instal·lar-la tingui alguna infraestructura subterrània (per exemple un aparcament), molt probablement haurem de comptar amb fonamentació superficial. Aquesta casuística, més que veure's com un impediment, és un avantatge per a facilitar la circularitat i recuperació dels materials de fonamentació.

Malgrat que qualsevol estructura d'ombra es podria adaptar als dos tipus de fonamentació, hi ha productes que ja incorporen un sistema de fonamentació superficial, que facilita el seu muntatge i la seva integració en el disseny, i que sovint ofereixen altres usos com bancs o jardineres.



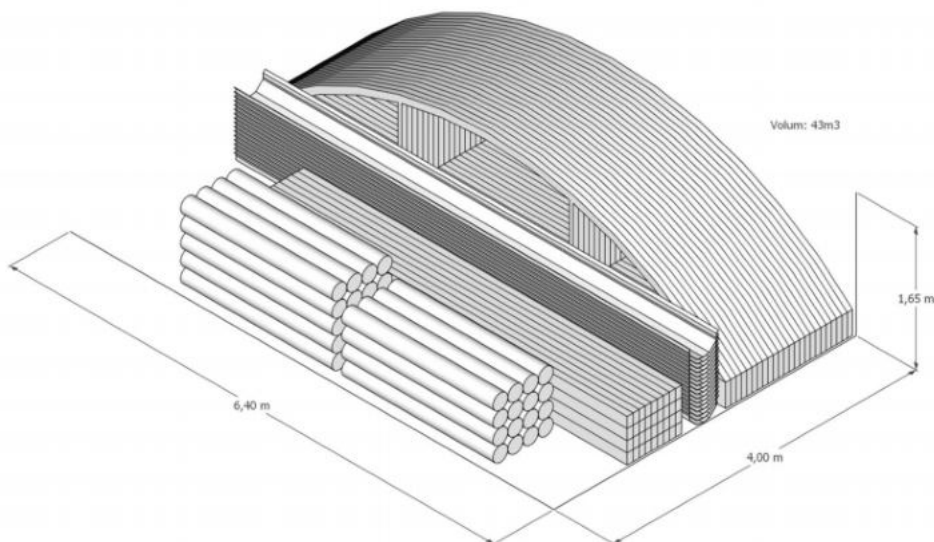
La Vela Tensada de Happyludic incorpora un disseny propi d'ancoratge superficial i fàcilment traslladable. Font: happyludic.com

Cost

Més enllà de poder comparar solucions en base el seu preu per m² que ofereixen d'ombra, en la variable del cost cal tenir present que no és una xifra lineal. Hi ha un factor d'economia d'escala: el preu/m² del mateix producte aplicat en intervencions més petites serà més alt, ja que hi ha uns costos de partida que poden ser iguals o similars independentment de la mida.

Temporalitat

Abans del procés de tria és necessari reflexionar en si s'espera que l'element sigui fàcilment desmuntable o no. En aquest cas no es refereix al final de la vida útil del producte, com es comentarà en l'apartat d'impacte ambiental, sinó en poder-lo moure o guardar. En aquest cas caldrà vigilar que el disseny faciliti el seu muntatge i desmuntatge. També veure quin serà l'espai que ocupa desmuntat per transport i emmagatzematge.



Els elements de Mar d'ombres són fàcils de desmuntar, traslladar i emmagatzemar. Font: BATEC

Indicadors

Cada un dels criteris esmentats es poden observar amb una sèrie d'indicadors simples, que ajudaran a definir i seleccionar les solucions necessàries, però que no són millors ni pitjors en si mateixos:

- material de l'element d'ombra
- forma: màstil / pòrtic / arc
- material de l'estructura
- incorpora fonamentació superficial (sí/no)
- material de la fonamentació
- €/m²
- desmuntable (sí/no)
- temps de muntatge: hores
- mida desmuntat: % respecte muntat

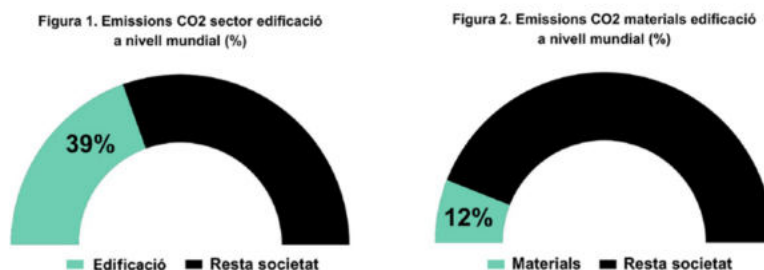
Esquema d'emmagatzematge de l'estructura i cobertura del projecte Mar d'ombres. Font: BATEC.



Introducció

Impacte ambiental dels materials

D'entre totes les fases del cicle de vida vinculades a l'edificació, si es tenen en compte impactes ambientals com el consum energètic, les emissions d'efecte hivernacle o la toxicitat alliberada al medi, n'hi ha dos que resulten especialment importants: la producció de materials i l'ús de l'edifici. Juntes poden suposar fins a un 90% de l'impacte del cicle de vida i, quan els edificis aconseguen una certa eficiència energètica d'ús, el pes de cadascuna d'elles pot ser més o menys equivalent (situació actual amb el CTE 2019). Fins i tot, en el cas dels edificis de baix consum d'energia basats en sistemes constructius i d'instal·lacions d'alta intensitat material, la part corresponent a la producció dels materials pot superar a l'ús de l'edifici en la seva participació en els impactes totals.



Font: COAC

Tan sols la fabricació de 4 materials habitualment emprats en la construcció, com són el ciment, l'acer, l'alumini i la ceràmica, representa al voltant del 20% de les emissions de CO2 del conjunt de la societat.

Concretament, els materials emprats a la construcció signifiquen al voltant del 12% de la petjada de carboni mundial.

Així doncs, en el cas dels elements per a generar ombratge, en els que habitualment a la fase d'ús tan sols es disposen sistemes consumidors d'energia sobretot en la il·luminació, l'impacte dels materials emprats passa a tenir un paper fonamental¹⁵.

És important tenir en compte que mentre que la producció de materials succeeix en un espai temporal d'un parell d'anys, període que comprèn l'extracció de matèries primeres, la seva transformació i la seva posada en obra, l'ús dels edificis o dels elements de l'espai públic pot

¹⁵ Aquests materials no només són els inicials sinó també els necessaris pel manteniment, la reparació, la reposició i l'adaptació als canvis funcionals de l'estructura - tancament de l'ombrotge al llarg de la fase d'ús.

representar una durada de cinquanta anys o més, lapse que abasta des de la posta en funcionament de tot el construït fins a la seva entrada en obsolescència tècnica o funcional. Aquesta diferència de temps fa que l'impacte de la producció de materials sigui irreversible, ja que una vegada decidides les quantitats i tipus de productes a emprar, no hi ha correcció possible. No ocorre el mateix amb l'impacte de l'ús de l'edifici, ja que pot disminuir-se al llarg del temps si, per exemple, es troba la manera de reduir la demanda d'energia o l'eficiència energètica dels sistemes emprats per atendre-la.

En el cas dels elements d'ombratge, doncs, el principal impacte el trobarem en la fase de disseny, a l'hora d'escollir els materials i les solucions constructives a emprar.

Breu repàs de la situació actual

Actualment, tot i que en el sector va apareixent una consciència cada vegada major sobre l'impacte ambiental que generen els materials (normativa, estudis, congressos, nous productes, etc.) la seva repercussió fins avui en el dia a dia de la construcció d'edificis i de mobiliari urbà encara és baixa.

Amb aquesta situació, cada any que passa l'impacte ambiental generat per l'extracció i fabricació respecte al generat en l'ús de l'edifici és més elevat, ja que del primer encara «no se n'ocupa ningú» (no hi ha cap mena de reglamentació), mentre que del segon ja existeix una normativa exigent (i encara ho serà més).

Actualment, no hi ha “cap” normativa del sector en “cap” àmbit geogràfic estatal que tracti de forma específica i detallada l'impacte ambiental dels materials de construcció que incorporem als nostres edificis. Ni el CTE ni la normativa autonòmica en general tracta aquest tema (en alguna comunitat autonòmica, com a Catalunya, existeix algun text sobre aquest tema com el Decret d'Ecoeficiència, encara vigent però sense cap actualització des de la seva publicació el 2006). Les ordenances municipals sobre aquest tema són gairebé inexistents. Caldrà veure com avança la transposició estatal de la recentment aprovada directiva europea d'eficiència energètica en els edificis.

En el mercat existeixen certificacions voluntàries sobre la qualitat ambiental, públiques com Level(s)¹⁶, o privades com VERDE, LEED, BREEAM, etc. que dediquen un àmbit específic a l'impacte ambiental dels materials.

En el cas concret del mobiliari urbà o d'elements específics situats a l'espai públic, existeix una trajectòria més llarga sobre el seu ecodisseny. Així a partir d'inicis del 2000, per exemple, l'IHOBE del

¹⁶ https://environment.ec.europa.eu/topics/circular-economy/levels_en

País Basc, l'Agència de Residus de la Generalitat de Catalunya, l'Ajuntament de Barcelona i la DIBA ja sol·licitaven i aplicaven requeriments de tipus ambientals en el disseny del mobiliari urbà, impulsats per la nova Política Integrada de Producte i de Compra Verda liderada per la UE.



Guías Sectoriales de Ecodiseño. Mobiliario Urbano. Ihobe



Guía de Mobiliario Urbano Sostenible con Eficiencia Energética. Comunidad de Madrid



Premi de la Generalitat de Catalunya sobre ecodisseny des del 2001.

En aquest sentit, és interessant la tasca duta a terme pel Servei d'Equipaments i Espai Públic de la Diba en la incorporació de l'ecodisseny en el mobiliari urbà que cedeix als ajuntaments. A l'article "L'ecodisseny aplicat al mobiliari urbà de la Diputació de Barcelona. La nova paperera de plàstic reciclat" (Butlletí Territori i Ciutat, núm. 43 de 2010) es poden observar, tal com s'exposa a l'apartat següent, les principals estratègies tingudes en compte per reduir l'impacte ambiental.

Recomanació de la Política Integrada de Producte	Acció de la Diputació
Utilitzar la menor quantitat de material que sigui possible sense reduir la qualitat o les funcions desitjades del producte final.	En la paperera metàl·lica s'ha reduït el gruix de la xapa de 2mm a 1,5 mm. Ofereix els mateixos resultats de durabilitat i resistència alhora que utilitza menor quantitat de material.
Utilitzar materials renovables i/o reciclats.	La paperera de plàstic reciclat o la fusta certificada FSC dels bancs de Diputació.
Utilitzar materials locals per reduir la quantitat de combustible consumit i les emissions d'efecte hivernacle produïdes pel transport.	La utilització de fusta procedent de plantacions europees pels bancs.
Reutilitzar components de productes vells per evitar-ne la producció de nous.	La reutilització de les restes i mermes de la línia de producció de les papereres de plàstic reciclat.
Evitar l'ús de substàncies perilloses, especialment en el tractament de la fusta.	La fusta del banc està tractada amb productes que protegeixen els llistons contra fongs, insectes i la podridura i està lliure d'arsènic, bor, pentaclorofenol i creosota.
Dissenyar el producte per maximitzar la seva reciclabilitat: ús de materials reciclables i unions entre components que siguin fàcils de desmuntar.	Aquest és el cas de banc i les papereres tant les metàl·liques com les de plàstic reciclat.
Utilitzar sistemes de distribució eficients i ecològics, com ara transportar el producte desmuntat per maximitzar la quantitat de producte per unitat de volum.	Aquest és el cas dels elements de major volum i pes com el banc i els espais lúdics de salut per a la gent gran.
Considerar la possibilitat de demanar als proveïdors que implantin un sistema de gestió ambiental.	Aquest és el cas dels proveïdors d'espais lúdics i de salut per a la gent gran (disposa d'ISO 14.001), els proveïdors de la resta d'elements (bancs i papereres) disposen de Sistemes de Qualitat ISO 9.001.

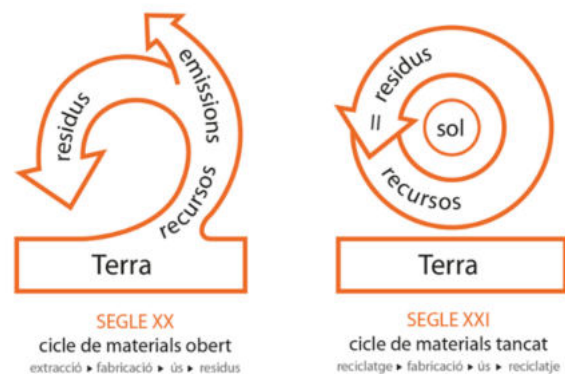
Pel que fa als elements d'ombratge cal tenir en compte la recentment aprovada Ecodesign for Sustainable Products Regulation (ESPR) 2024/1781 que substitueix la Directiva d'Ecodisseny del 2009. Es tracta d'una legislació marc, és a dir, no estableix mesures específiques o marca unes certes tipologies de productes com a prioritaris, sinó que habilita l'adopció d'Actes Delegats. Instruments legislatius que estableixen requisits d'ecodisseny per a grups específics de productes.

Aquesta normativa forma part d'un paquet de mesures que són centrals per assolir els objectius del Pla d'Acció d'Economia Circular 2020. Contribuiran a ajudar la UE a assolir els seus objectius ambientals i climàtics, duplicant la seva taxa de circularitat d'ús de materials i a aconseguir els seus objectius d'eficiència energètica per a 2030.

Tancar els cicles materials, circularitat i fases del cicle de vida

Aquesta hauria de ser la condició mínima per poder assumir que un producte o solució constructiva d'ombratge pugui ser "sostenible".

Per "tancar els cicles materials" entenem la capacitat de reconvertir tots els residus que generem (a l'aire, a l'aigua i al sòl) en el mateix recurs del qual provenen. I a un ritme pertinent.



Font: Societat Orgànica

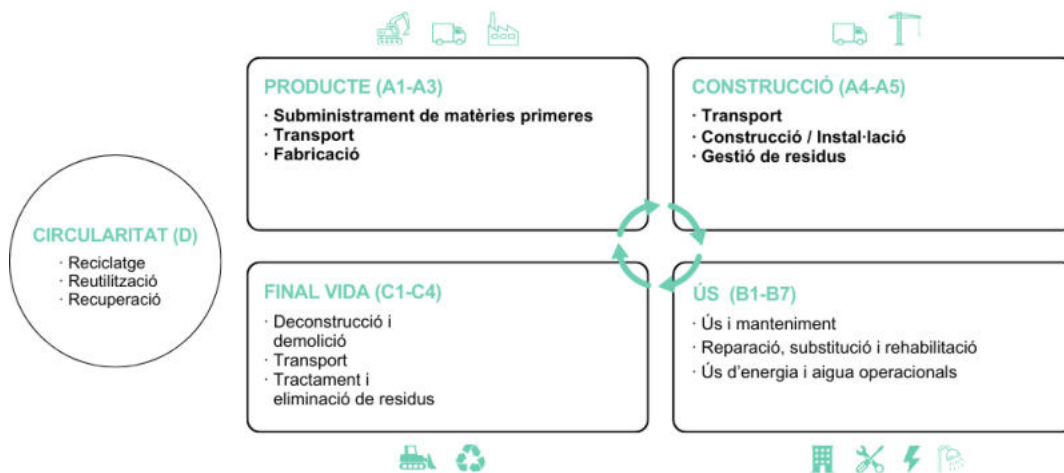
Aquesta és la condició en la qual ha funcionat la biosfera fins al dia d'avui. El principal problema és que hem passat d'aquest model tancat a un model lineal en què consumim grans quantitats de recursos i alhora emetem grans quantitats de residus, malmetent el nostre medi. Així, l'impacte global de la nostra societat ja ha desbordat la capacitat biofísica del planeta i ha generat importants desigualtats socials. Els nostres límits planetaris, com l'emergència climàtica, la pèrdua de biodiversitat, l'accés a l'aigua, etc., ja han estat sobrepassats amb escreix.

Per un moment, imaginem que l'arquitectura que produïm (amb l'ajuda de la societat que l'usa) ha de recol·lectar tots els residus que es generen, tant en l'obra com en l'enderrocament, i, no sols reciclar-los, sinó convertir-los en el mateix material inicial. Ho podem fer amb el formigó i la ceràmica? Podem convertir-los en el ciment i en l'argila original? A quin que cost econòmic i ambiental?

En aquest sentit, és important inscriure el concepte actual de **circularitat** en el de tancament de cicles. El reaprofitament dels materials sobrants (economia circular) es pot dur a terme amb recursos que són reciclables una altra vegada en el mateix producte del qual provenen o transformar-se en un

altre material diferent. En ambdós casos es tracta d'economia circular i només en el primer en tancament dels cicles materials. Habitualment, però, es tracta d'accions més favorables que extreure i fabricar productes de la litosfera, amb el consegüent estalvi ambiental.

Un altre aspecte a tenir en compte és la necessitat d'analitzar l'impacte ambiental de l'ombratge en tot el cicle de vida (tal com s'exposa a la normativa sobre anàlisi de cicle de vida EN14040 o sobre les declaracions ambientals de producte EN15804). En alguns casos ho podem fer de forma qualitativa i en d'altres, quantitativa.



Font: COAC

Reptes i objectius a curt, mitjà i llarg termini

En el cas del sector de la construcció, la nova Llei del Canvi climàtic, les prescripcions de diferents entitats relacionades amb la promoció d'habitatges públics de Catalunya com la DiBA, l'Impsol, l'IMHAB o l'Incasol, entre d'altres, i ara la transposició de la nova proposta de directiva Europea d'Eficiència Energètica en els Edificis (EPBD) han començat a exigir objectius de reducció de l'impacte ambiental dels materials en els edificis i a l'espai públic.



Protocol de sostenibilitat AMB, UE.
Font: protocolostenibilitat.amb.cat



Urbanisme + Sostenible. Guia de criteris de sostenibilitat en l'urbanisme. 2021.
Font:
ajsosteniblebcn.cat/guia-urbanisme_135281.pdf



Llibre d'estandards d'habitatge social.
INCASOL. Font:
incasol.gencat.cat/web/.content/01_home_continguts/actualitat/Llibre-destandards-ICS_versio-oct-21.pdf

Com a repte global principal, que incideix amb major o menor grau en la resta de problemàtiques ambientals, trobem la necessitat d'esdevenir una societat descarbonitzada per a l'any 2050. Per tant, amb una clara necessitat de començar a aplicar estratègies que permetin construir i utilitzar elements d'ombratge amb una nul·la o mínima repercussió ambiental. Elements d'ombratge que incorporin el màxim d'estratègies, tant pel que fa als materials que la conformem, com en d'altres àmbits de la sostenibilitat (reducció de l'efecte illa de calor, generació d'energia renovable, etc.).

Críteris

En el present apartat, segons ordre de prioritat i de forma simplificada, s'exposen les estratègies principals que permetran reduir l'impacte ambiental dels materials i solucions constructives que s'utilitzen per generar l'ombratge:

- Reducció de la demanda i optimització
- Reciclat, reciclable i desmuntable
- Durabilitat i reutilització
- Baix impacte
- Compensacions/Neutralització
- Gestió dels residus d'obra

Tal com s'exposa més endavant, l'ús de materials reutilitzats presenta importants avantatges ambientals, que alhora tenen de veure amb la possibilitat que els materials siguin fàcilment desmuntables. Aquesta estratègia, tot i que per ordre de prioritat hauria d'estar en els primers nivells,

es situa acompanyant a la durabilitat, ja que una de les seves principals característiques és allargar la vida útil dels recursos emprats.

A la següent imatge, extreta del portal "Dissenya Futur"¹⁷: Nova guia per fomentar l'ecodisseny a les empreses" (impulsat pel Barcelona Centre de Disseny i inèdit, amb el suport de l'Agència de Residus de Catalunya) es poden observar també les principals estratègies d'ecodisseny, que en alguns casos van més enllà de l'àmbit del present document i, per tant, a tenir també en compte.

Fabricación más sostenible	Materiales más sostenibles	Alargar la vida útil de los recursos	Servitizar	Incentivar hábitos
○ Producción local	> ○ Utilizar materiales de origen reciclado	> ○ Diseñar para la estandarización	> ○ Alquiler o suscripción al uso	> ○ Manuales de uso, reparación y gestión
○ Reducir residuos en fabricación	> ○ Utilizar materiales renovables	> ○ Diseñar para la modularidad	> ○ Reparación y remanufactura	> ○ Ofrecer beneficios económicos
○ Eficiencia energética	> ○ Separabilidad y monomaterialidad	> ○ Diseñar para la apilabilidad	> ○ Mantenimiento preventivo	> ○ Gamificación
	> ○ Utilizar materiales de bajo impacto	> ○ Diseñar para la adaptabilidad	> ○ Conectividad	> ○ Conexión emocional
	> ○ Utilizar materiales de proximidad	> ○ Diseñar para "hacerlo tu mismo" (DIY)		> ○ Visibilizar impactos
	> ○ Desmaterialización	> ○ Diseñar para la actualización		> ○ Impulsar con la forma o por defecto
	> ○ Utilizar materiales con certificaciones	> ○ Diseñar para la atemporalidad		> ○ Crear tendencias
		> ○ Diseñar para la multifunción		> ○ Crear comunidad (usuarios)
		> ○ Upwncycling		> ○ Crear sinergias (empresas)
		> ○ Downcycling		

Reducció de la demanda i optimització

La primera acció que cal aplicar és la de reducció de la demanda, bàsicament a través de la definició de les necessitats i objectius a assolir (i l'anàlisi de l'impacte ambiental que comporten) i de l'optimització de les solucions constructives, emprant la mínima quantitat de material possible per unitat funcional o de servei.

Abans d'entrar estrictament en el procés de disseny de l'element d'ombratge és important definir/escollir en cada cas particular quines són les propietats (funcionals, constructives, econòmiques, normatives, etc.) que aquest ha d'assolir, i que de forma genèrica han estat exposades en el present document. I analitzar quin impacte ambiental porten associades i si es pot reduir a partir de les estratègies que es plantegen en aquest apartat i/o redefinint alguna d'aquestes "necessitats".

Un procés de disseny que ha de ser acurat i exhaustiu i tenir en compte la idiosincràsia del lloc a on se situarà l'element d'ombratge (clima, emplaçament, materials locals i reutilitzats, aspectes socials, etc.).

Des del punt de vista constructiu, caldria emprar la quantitat mínima necessària per assolir els objectius plantejats, independentment de la solució a utilitzar. Aquí hi tenen un paper molt important

¹⁷ Veure <https://readymag.website/u2379697801/4715618/2/>

les normatives a aplicar (en aquest cas sobretot les estructurals), de les quals cal ser àmpliament coneixedor i alhora crític, ja que fins al moment no s'han desenvolupat tenint en compte l'impacte ambiental que comportaven.

Reciclat, reciclable i desmuntable (i reutilitzat)

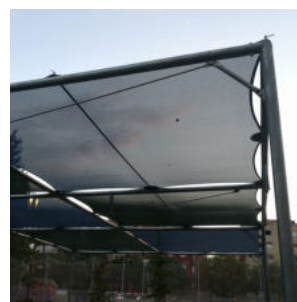
Un cop s'ha reduït al màxim la quantitat de material a utilitzar, cal analitzar amb detall la viabilitat d'emprar productes que permetin tancar els cicles materials (residu=recurs): els biosfèrics com la fusta i derivats vegetals, la terra i altres productes biodegradables o els reciclats i reciclables (de forma indefinida i gairebé sense pèrdua de qualitat), com els metalls i el vidre.



Estructura metàl·lica
i cobertura de canya
Font: BATEC



Estructura fusta i
cobertura de canya. Laludo, espai
lúdic al Parc de la Ciutadella.
Font: TALHER



Estructura metàl·lica
i cobertura de tendal.
Font: imatge pròpia

En el marc dels materials biosfèrics trobem **la fusta** amb totes les seves variants (natural, laminada, contralaminada, taulers diversos, etc.), sobretot en elements estructurals (i el bambú). I **la canya, el vímet, el bruc, el cotó, el lli** i molts altres com a elements de cobertura. Habitualment es tracta de materials de molt baix impacte, amb la possibilitat que siguin locals i, dissenyats de forma adequada, poden presentar una llarga durabilitat i fins i tot ser reutilitzats.

En aquests tipus de materials cal garantir la seva “sostenibilitat” en tot el procés de gestió a través de segells de qualitat com poden ser el FSC (<https://es.fsc.org/es-es>) o el PEFC (<https://www.pefc.es/>), entre d'altres. Sobretot en aquells casos o procedències que hi pot haver “dubtes raonables” sobre una adequada gestió ambiental i social dels boscos.

Tot i que actualment no és un recurs emprat a l'hora de dissenyar ombratges, si tenim en compte la severitat climàtica dels darrers anys i la possible evolució en un futur, l'ús de la “**terra**” com a material per configurar “refugis climàtics” (més enllà de generar ombra) pot resultar interessant gràcies a la seva inèrcia tèrmica i higròscopia. La terra la podem trobar en moltes diferents tipologies a l'hora de formalitzar-se com material de construcció: els maons de tova (en castellà “adobe”), els blocs de terra comprimida o BTC i la tàpia, entre molts d'altres. O mesclada amb altres materials de construcció

formant un element mixt com la fusta o la canya, podent-se emprar també com a cobertura. Aquest material s'ha emprat en l'arquitectura tradicional de moltes zones de Catalunya, però també en altres climatologies més extremes d'arreu del món.



Construcció amb tova.
Font: Enoticias.com



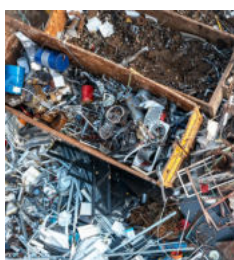
Sistema constructiu amb terra, tàpia. UAE
Pavilion, BIG. Font: Shoayb Khattab



Base de tàpia amb estructura i cobertura
metàlica. New Guabuliga Market
project. Font: Toms Kampars architects.

En el cas dels **elements metàl·lics**, tant per a solucions estructurals com de cobertura (lames, planxes amb perforació o sense, etc.), habitualment s'utilitza l'acer i l'alumini amb els seus múltiples aliatges i tractaments (galvanitzat, lacat, anoditzat...). Avui dia, per exemple en el cas de l'alumini, ja existeixen marques comercials (per exemple en el cas de les perfileries per a fusteries), que garanteixen productes amb un contingut del 100% de material reciclat postconsum amb reduccions significatives de les emissions de CO₂ (passant dels 8,6 kgCO₂/kg de mitjana de l'alumini consumit a Europa als 0,5-1,0 kgCO₂/kg). Passa quelcom semblant en el cas de l'acer, en el que la majoria de forns europeus treballen amb ferralla, passant dels 2,3 kgCO₂/kg als 0,1-0,4 kgCO₂/kg.

Respecte a aquesta estratègia cal aclarir la diferència entre reciclatge "pre" i "post" consum. Per preconsum s'entén l'acció de reciclar els residus generats en el mateix procés de fabricació. És a dir, ser més eficients en la gestió i valorització de les "mermes" que es produeixen en la producció. I per postconsum quan els residus que s'utilitzen el procés de reciclatge ja han estat emprats fora del mateix sistema.



Diferents imatges de recollida i tractament de l'acer i l'alumini postconsum. Fonts: freepik.es; globalsteelwire.com i diarieterrassa.com

Per tant, per garantir aquests nivells baixos elevats de tancament de cicles (i el conseqüent baix impacte ambiental) és molt important garantir que els productes que s'utilitzin incorporin elevats continguts de material reciclat postconsum (sempre superiors al 70%).

El **vidre**, tot i no ser un material habitualment emprat per fer ombratge, també pot arribar a complir la condició de tancament de cicle com els metalls. A més, ofereix prestacions interessants com una gran durabilitat i la impermeabilitat (a banda de diferents graus d'opacitat).



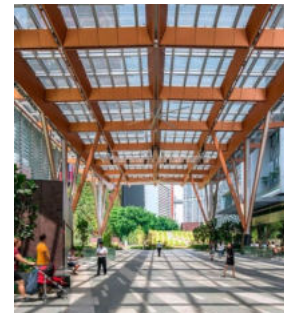
Procés de valorització del vidre procedent dels contenidors.
Font: elespanol.com



Residus un cop tractats per ser reintroduïts al procés de fabricació.
Font: elespanol.com



Panell de vidre reciclat premsat. Font: archiexpo.es



Pèrgola amb vidre.
Font: Onix Solar

Per poder dur a terme una correcta gestió dels residus, però sobretot per potenciar la seva reutilització i, així allargar la vida útil dels materials, i el retorn al cicle biosfèric o de reciclatge es proposa tenir en compte el disseny de les unions i posada en obra de les solucions constructives. És a dir, dissenyar uns tipus d'unions entre cada element que conforma l'ombratge que faciliti el seu posterior desmuntatge al final de la seva vida útil o en el seu manteniment, sobretot si el potencial de reciclabilitat dels materials a unir és diferent. Estratègia que en anglès s'anomena "design for disassembly" (**disseny per al desmuntatge** o "desassemlatge"). Aquest criteri de disseny és vàlid per a qualsevol solució constructiva, però sobretot per aquells materials que presenten graus o nivells de reciclabilitat diferent.

Dins d'aquest àmbit també cal tenir en compte que els elements entre unions siguin **modulars**, aptes per a les diferents parts de l'estructura i el tancament i amb el mínim nombre de varietats o tipus. Per tal de facilitar i abaratir la fabricació, afavorir la intercanviabilitat, simplificar la reparació i la substitució i assegurar canvis en la configuració amb el mínim de peces no aprofitades o residus generats.

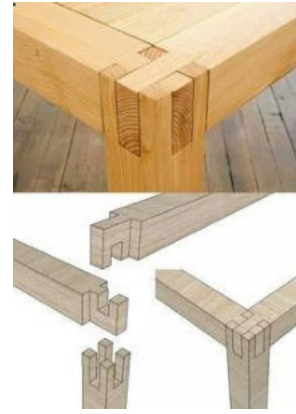
La "desmuntabilitat" afecta a tots els components de l'ombratge: fonaments, estructura i cobertura o envoltent. Habitualment es tracta d'unions puntuals desmuntables amb elements també metàl·lics, de fusta o fins i tot de corda, amb gran quantitat de possibilitats combinatòries.



Estructura metàl·lica amb unions cargolades. Font: starmodul.com



Estructura de fusta amb unions cargolades. Font: architizer.com



Estructura de fusta amb unions per geometria i perns de fusta. Font: reddit.com

Aquestes unions, a més de reversibles i per a un elevat nombre d'usos, han de ser durables. Sobretot, en el cas de la fusta, la unió pot retenir humitat i convertir-se en un punt feble de l'estructura (sencera) pel risc de putrefacció. De vegades aquesta durabilitat s'aconsegueix des del mateix disseny que "desaigua i ventila" i a vegades cal fer servir "peces de sacrifici" que es canvien i preserven la gran majoria dels materials.

En el cas dels fonaments, aquests també poden arribar a ser reversibles, tot i garantir la solidesa i funcionalitat necessària, tal com es pot veure a les següents imatges.



Per llast amb elements pesants com els gabions
Font: BATEC



Sistema de sustentació lleuger, piloti de caragol.
Font: technopieux.com



Sistema de sustentació lleuger, piloti verd. Font: geojuanjo.blogspot.com

Per "fregament" i geometria amb elements "incats"

Durabilitat i reutilització

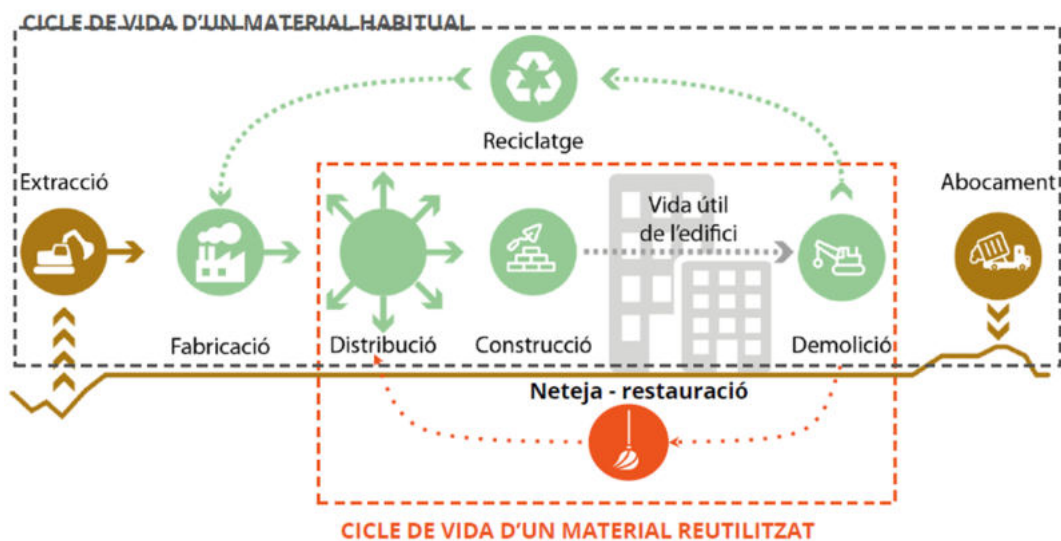
Un paràmetre que transversal respecte dels punts anteriors, però que demana una especial atenció és el de la durabilitat, ja que afecta el denominador de l'impacte ambiental. És a dir, a més durabilitat, menys impacte ambiental.

Cal tenir en compte la durabilitat “tècnica” o material com la funcional, sobretot quan l'escenari de reutilització és baix, com l'actual.

En el cas concret de l'ombratge situat a l'espai públic cal afegir el possible “vandalisme” que es produeixi, que afectarà tant el manteniment com fins i tot el possible final de la vida útil de l'element. A banda d'un disseny basat en la robustesa dels elements principals i la inaccessibilitat dels més “febles”, també cal pensar en “preservar” al màxim les unions desmuntables, per exemple amb opcions de seguretat que dificultin la seva extracció que són sovint usats en espais públics com el transport (metros, autobusos...), ascensors, sistemes d'il·luminació, etc.

Aquesta durabilitat, tal com s'ha exposat anteriorment, és un factor determinant a l'hora de dur a terme les anàlisis de petjada de carboni i d'impacte ambiental de les solucions que es volen implantar.

Dins d'aquest àmbit, el de la durabilitat, s'inclouria la reutilització, ja que a banda d'eliminar les etapes d'extracció i fabricació, tal com es pot veure en el següent gràfic, permet augmentar la vida útil del producte i, per tant, disminuir el seu impacte ambiental inicial.



Font: Societat Orgànica

Tot i que aquesta no és una pràctica habitual en el sector, és clarament una estratègia fonamental ja que disminueix sobre manera l'impacte ambiental generat, tant a nivell de petjada de carboni com de la resta d'impactes.

En iniciar el disseny del producte cal analitzar la possibilitat d'incorporar elements reutilitzats, duent a terme primer una cerca o market place i, posteriorment, valorant la seva viabilitat tècnica, ambiental i econòmica. En tot cas, caldrà resoldre i garantir (amb rigor i "astúcia") els requisits principals de l'element d'ombratge amb uns "productes" que no provenen directament de la indústria actual o que es poden considerar "descatalogats" des d'una visió convencional.



Imatge d'un possible centre de materials reutilitzats. Font: bati.zepros.fr



Disseny d'un procés més que un producte acabat. Conformació final en funció dels residus reaprofitables del lloc. Font: Nutcreatives



Baix impacte

A banda d'optimitzar (utilitzar la menor quantitat possible de materials per a un mateix servei) i emprar materials reutilitzats i/o que tanquin cicles, actualment el mercat ofereix diferents opcions per escollir productes que han aplicat estratègies per reduir el seu impacte ambiental. A continuació, a tall d'exemple, se n'exposen les principals:

- Baix consum d'energia i d'emissions de CO₂ en el procés de fabricació (sistemes eficients i/o fonamentats en les energies renovables).
- Contingut de materials reciclats i/o biodegradables.
- Baixes emissions de productes contaminants.
- Ús de materials i tècniques constructives locals.
- Utilització de solucions constructives que permetin el seu fàcil desmuntatge (junta seca) quan els materials a unir no tinguin el mateix nivell de reciclabilitat.
- Baix contingut d'aigua emprada en l'extracció i producció dels materials (o petjada hídrica).
- Etc.

Cal tenir en compte que el procés d'extracció i fabricació dels materials implica, tal com s'ha comentat anteriorment, un impacte ambiental elevat. És important valorar qualitativa i quantitativament aquest impacte al llarg del cicle de vida de la solució d'ombratge que es vol implantar, tal com s'exposa a l'apartat d'Indicadors. L'impacte ambiental de cada material, com es pot observar a continuació, ens dona una idea de la seva intensitat, però és necessari valorar-lo en el conjunt de la solució i segons els requisits i funcionalitat a assolir.



Piràmide de materials de construcció Centre d'Arquitectura Industrialitzada de la Reial Acadèmia Danesa (Cinark)

Amb l'objectiu de poder avaluar les millores ambientals que aporten els materials i les solucions constructives que constitueixen caldrà tenir en compte, en primer lloc, les dades provinents de segells de qualitat ambiental o ecoetiquetes, en les seves diferents modalitats (tipus I, II o III). També en el cas de la possible toxicitat, com per exemple en les emissions de COV, tot i que al tractar-se d'elements situats a l'exterior i habitualment amb elevats rangs de ventilació, no és un aspecte tan significatiu com en el cas d'espais tancats.

En segon terme es podrà emprar informació provinent de bancs de dades ambientals i, finalment, autodeclaracions dels mateixos fabricants.



Imatge sistema declaració ambiental de producte CATEB



Ecoetiqueta francesa sobre les emissions a l'aire interior



Banc BEDEC de l'ITeC de dades ambientals

A continuació es mostren alguns exemples concrets de materials o solucions constructives que han aplicat aquestes estratègies i que podrien ser emprats en el disseny i construcció de l'ombratge (i que no han estat tractades en altres punts d'aquest apartat).

Ciment/formigó armat

Aquest material habitualment s'utilitza tant en l'àmbit dels fonaments com en elements estructurals i, fins i tot, afegint la possibilitat d'emprar-se com a cobertura.

El principal impacte ambiental dels elements de formigó armat són:

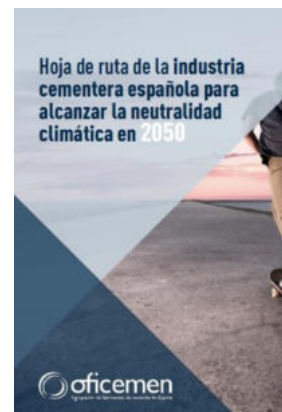
- Elevades emissions de CO₂ en l'ús de ciment (ús de combustibles fòssils per assolir altes temperatures i procés de calcinació) i d'acer (si no és reciclat).
- Elevades quantitats de granulats i sorres extretes de la litosfera (si no són reciclades).

Cal tenir en compte que la fabricació de ciment representa al voltant del 7% del total d'emissions de la societat. En aquest sentit, els fulls de ruta del sector cerquen diferents estratègies per reduir aquest impacte ambiental (des de l'optimització dels processos de fabricació, l'ús d'energies renovables fins al segrest i emmagatzematge del CO₂ emès).

Així, el mercat actual ja ofereix diversos productes comercials de baixa (o menor petjada de carboni, en alguns casos fins al 70%) amb solucions basades en la substitució del clínquer de Portland per altres productes, habitualment residus procedents d'altres processos industrials, com poden ser les escòries d'alts forns. Aquestes mesures concretes (moltes estan en estudi) s'espera que aniran evolucionant i ampliant de cara als pròxims anys per assolir els reptes de la descarbonització 2030/2050.

Àrids

Els materials granulars habitualment els trobem acompanyant el formigó o com a element drenat. En alguns casos, però, també es podria arribar a analitzar la viabilitat per ser emprat en el mateix element d'ombratge aprofitant la seva inèrcia tèrmica (analitzant la consegüent repercussió en els elements estructurals), per exemple en climes més continentals en espais calorosos i molt ventilats i a on a la nit puguin baixar les temperatures amb un salt tèrmic elevat (es pot jugar també amb el color clar de l'àrid perquè no acumuli calor).



Pèrgola amb pedra pomez.

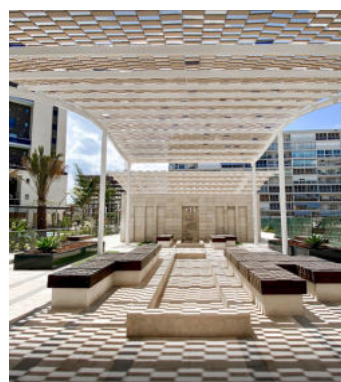
Font: Inspiración Industrial

Actualment, Catalunya disposa d'una extensa xarxa de centres o plantes de reciclatge que poden subministrar àrids reciclats amb l'objectiu de no afectar a la litosfera i a la biodiversitat. Aquestes

plantes autoritzades es poden consultar a la web de l'Agència de Residus de Catalunya, dins de l'apartat dedicat a les instal·lacions dels residus de la construcció.

Ceràmica

En aquest cas, pel que fa a la utilització ens situaríem en el mateix àmbit que el formigó, afegint la possibilitat d'emprar-se com a cobertura. La ceràmica igual que el ciment utilitza importants quantitats d'energia per coure l'argila. Una de les opcions que s'estan analitzant (i que s'utilitzava antigament) és l'ús d'energies renovables en el procés de fabricació. Tradicionalment la biomassa en diferents formats (fusta, però sobretot mitjançant residus provinents de l'agricultura com pinyol, closques, etc.) i ara el biogàs i/o la fotovoltaica (aquesta última com a suport de les altres). Tot i que actualment no està estès a la majoria de plantes de producció, a Catalunya i regions del voltant existeixen alguns fabricants que poden oferir productes ceràmics de menor impacte fabricats amb energies renovables.



Fotografia superior: Maons sostenibles amb menys emissions, Piera Ecoceramica, Font: El Periódico.
Fotografia inferior: pergola amb estructura metàl·lica i gelosia ceràmica, Font: Flexbrick.

Teixits, plàstics i derivats

El sector dels materials tèxtils, deixant de banda els d'origen vegetal, ha experimentat un gran desenvolupament tecnològic en les darreres dècades, sobretot pel que fa a les prestacions de durabilitat física i química resistència al pas de l'aigua i dels raigs solars. Els que habitualment s'utilitzen en la majoria de casos són derivats del petroli, amb major o menor proporció, com la fibra acrílica, el polièster o el PVC. També en alguns casos s'utilitza la fibra de vidre.

Per altra banda, el mercat també ofereix diverses opcions de solucions constructives que incorporen plàstic reciclat i/o mesclat amb fusta, habitualment també procedent de reciclatge (fusta "tecnològica"). Aquests elements es podrien fer servir tant en elements estructurals com en l'envolvent.



Diferents moments del reciclatge de plàstic per a perfileries. Fonts: fundacionecomar.org, indiamart.com i solteco.org

Les estratègies que habitualment utilitzen els fabricants per reduir aquest impacte ambiental se centra en la utilització de materials reciclats i l'ús d'energies renovables en el seu procés de fabricació final. També en la incorporació progressiva de materials biodegradables. En la cerca dels productes concrets cal valorar que s'apliquin aquest tipus d'estratègies i garantir-ho amb els corresponents segells i certificats de qualitat ambiental.

Compensació de l'impacte final

Finalment, una vegada reduït al màxim l'impacte ambiental dels materials, hi ha la possibilitat de compensar-ho a través d'accions internes o externes al mateix ombratge, com per exemple l'augment de la disposició d'energies renovables, la inversió en elements captadors de CO₂ (com els arbres), la participació en projectes de cooperació tipus MDN (Mecanismes de Desenvolupament Net) o, finalment, la compra d'emissions.

Per exemple, l'empresa Interface, productora de revestiments de moquetes, un cop aplicades les diferents estratègies que s'ha exposat en aquest apartat (fins i tot la de llogar-la en comptes de vendre-la per assegurar el tancament de cicles materials, seguint la filosofia de “product as a service”), el poc impacte que genera el compensa amb alguna de les estratègies anteriors.

Evidentment, aquesta via per reduir l'impacte no hauria d'emprar-se com a estratègia principal i única per dur-ho a terme.

Gestió dels residus d'obra

Actualment, els residus de construcció signifiquen al voltant del 30% dels residus que generem a la societat, arribant fins al 60% en moments de gran producció del sector. Per altra banda, tant a nivell europeu, estatal com català l'any 2020 hi havia l'objectiu de reciclar-ne el 70%. Les dades de l'Agència de Residus de Catalunya situaven aquest indicador al voltant del 68% el 2023.

A diferència del què passa habitualment a les obres de construcció en les que els residus generats majoritàriament són petris com el formigó o la ceràmica (al voltant de 80% en pes), en el cas d'ombratge habitualment es tracta (excepte en el cas de les fonamentacions) de residus banals o no especials, com l'acer, la fusta, les teles.

De cara a poder seguir col·laborant en els objectius marcats, serà necessari que a l'obra es dugui a terme una separació selectiva dels residus generats com a mínim en les següents fraccions: petris (a banda de les terres), metalls, plàstic film, paper i cartó, fusta i residus especials.



Imatge contenidor obra sense separació selectiva. Font: coac.net



Imatge contenidors obra amb separació selectiva. Font: Vilà Vila



Imatge d'una planta de reciclatge de residus de petris. Font: mapama.gob.es

És important que abans de l'inici de l'obra es planifiqui la gestió dels residus amb l'òrgan competent que tingui el paper de promotor i el corresponent equip tècnic de cara a avaluar i determinar com serà la gestió i la valorització dels residus generats.

Anteriorment a aquest escenari de separació selectiva, sobretot quan les quantitats generades siguin baixes i no sigui viable dur a terme la seva valorització directament amb gestors autoritzats, es podrà analitzar la viabilitat que els residus siguin gestionats a través de les deixalleries municipals (segons marqui la normativa en cada cas) o, en darrer terme, reaprofitats per industrials o l'empresa subministradora, sempre que puguin garantir la seva reutilització i adequada gestió cap al reciclatge.

Pel que fa a les terres provinents de la possible excavació dels fonaments o de la preparació del terreny, aquesta cal que sigui reutilitzada en el mateix emplaçament o en un altre. En cap cas hauria d'anar a parar a un abocador. Caldrà justificar-ho segons la normativa vigent en cada moment.

Dins d'aquest àmbit de la gestió de residus i, amb l'objectiu de minimitzar la generació de residus, es podrien aplicar estratègies d'estandardització i modulació, lligades a la construcció industrialitzada, en les que les solucions arriben a l'obra gairebé acabades o amb mínimes actuacions "in situ", sense generar excedents.

Indicadors

Així doncs, per a dur a terme els objectius marcats i l'estudi i desenvolupament de les diverses estratègies, es defineixen els indicadors a tenir en compte, com a mínim¹⁸:

- Pes o consum de recursos (kg totals i kg/m²)
- Petjada de carboni fases A1-A3 i B4 (kgCO₂eq total i per m² i any amb una vida útil de 10 anys)
- Materials reutilitzats (kg totals, kg/m² i % del pes)
- Materials reciclats incorporats "post consum" (kg totals, kg/m² i % del pes)
- Economia circular o reciclabilitat (kg totals, kg/m² i % del pes)
- Proximitat dels materials emprats (% en pes dels materials extrets i fabricats a menys de 500 km)
- Vida útil o de servei estimada dels principals elements de l'ombratge (sense comptabilitzar el manteniment) (anys).

En el cas de fer seguiment del procés d'obra i/o implantació també es podria establir indicadors sobre la valorització dels residus generats:

- % de residus d'obra reciclats (sobre el pes, amb un objectiu mínim del 80%)
- % de terres reutilitzades, dins i fora de l'emplaçament (sobre el pes, amb un objectiu del 100%)

Sempre que sigui possible aquesta informació s'obtéindrà de Declaracions Ambientals de Producte vigents, prioritant les de productes concrets (en sego terme de famílies de productes i/o sectorials).

En cas de no poder disposar d'aquesta informació s'emprarà informació ambiental provinent d'un banc de dades ambiental tipus BEDEC de l'ITeC.

Cal tenir en compte que avui dia no es disposa de valors de referència per poder establir límits i/o *bechmarkings* per a cadascun d'aquests indicadors en l'àmbit dels elements d'ombratge. Es proposa que es prengui de referència a nivell informatiu, una anàlisi comparativa d'aquests indicadors respecte a una solució igual però sense l'aplicació d'estratègies ambientals.

És per aquest motiu, que a banda dels valors quantitativs és important que la proposta que es vol avaluar o dissenyar incorpori justificacions detallades en què s'expliquin les estratègies aplicades. Com a mínim:

- Justificació de les solucions constructives emprades des del punt de vista de l'eficiència en l'ús de materials en tots els elements de l'element d'ombratge: fonaments, estructura, i evolutiu.
- Justificació de les solucions finalment emprades des del punt de vista de l'impacte ambiental dels materials, explicant les estratègies aplicades i els resultats obtinguts, així com les anàlisis

¹⁸ Aquests indicadors poden ser ampliat a altres impactes ambientals i a altres fases del cicle de vida en funció de l'evolució de la normativa i, sobretot, de la viabilitat per a ser implementats i jutjats pels diferents participants en el procés d'ombratge.

comparatives quantitatives realitzades amb els indicadors proposats. En qualsevol cas caldrà justificar les dades ambientals emprades.

Dedicar un apartat a exposar els materials incorporats reutilitzats així com la viabilitat per reutilitzar l'ombratge i els components que el formen.

Aplicar els indicadors mínims descrits anteriorment.



Vegetació

Tal com s'ha comentat anteriorment, un altre dels aspectes més punyents provocat pel procés d'antropització de les últimes dècades és l'existència de l'efecte illa de calor en àrees urbanitzades per una desnaturalització quasi total de l'entorn. Aquest efecte és el resultat de l'increment de la temperatura atmosfèrica i superficial a les ciutats i àrees urbanes en comparació amb un entorn menys urbanitzat, fet que es maximitza durant les èpoques més caloroses i sobretot a les nits d'estiu.

Aquestes zones de calor relativa sovint són perceptibles a zones urbanitzades, amb poca presència de verd i sòls molt impermeabilitzats, on l'acumulació de calor durant el dia en estructures, com edificis, voreres o asfalts, és alliberada més lentament durant el final del dia i la nit, reduint l'amplitud tèrmica que ajuda a refrescar les ciutats i afavorint l'augment d'episodis de nits càlides. Es formen sovint quan les ciutats reemplacen la cobertura natural del sòl (arbres, pastures, aiguamolls) amb paviment durs i edificis.

Hi ha estudis que situen entre un 5% i un 8% l'increment de temperatura terrestre que es produeix a zones urbanitzades respecte a les no urbanitzades. Aquest increment afecta no només l'habitabilitat dels espais urbans lliures, sinó que indirectament provoquen un consum més gran dels sistemes de refrigeració que disposen els edificis (com per exemple bombes de calor que expulsen la calor cap a l'exterior pujant encara més les temperatures i augmentant encara més el seu consum), cosa que a més comporta una major emissió de CO₂ a l'atmosfera. Per tant, cal que les ciutats, tant a l'espai públic com als edificis, prenguin mesures d'acció integrals, com ara la renaturalització dels espais, per fer front a l'illa de calor.

Aquesta acció de naturalitzar les ciutats i els entorns urbanitzats no ve només de la necessitat de reduir aquest efecte de sobreescalfament urbà. L'accés a la natura es fa cada vegada més difícil per als grans conjunts de població, en constant creixement. L'extensió de la trama urbana sobre el territori fragmenta els espais naturals i interfereix seriosament amb processos ecològics de suport de vida. En els darrers anys cal destacar com les solucions basades en la natura (SbN), principalment amb l'ús de la vegetació, han passat a ser un element imprescindible per a la possible millora de la planificació urbana i territorial.

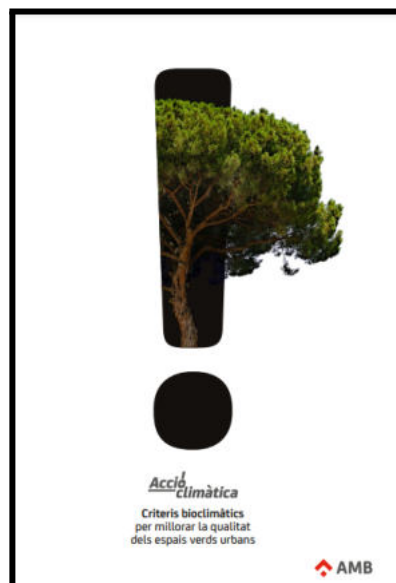


El foment de la naturalització dels espais urbans implica impregnar de natura l'ambient construït, introduint el verd en l'estructura urbana tant com sigui possible, al mateix temps que es dona llocs d'oportunitat per a la presència de flora i fauna dins de la vida de les ciutats.

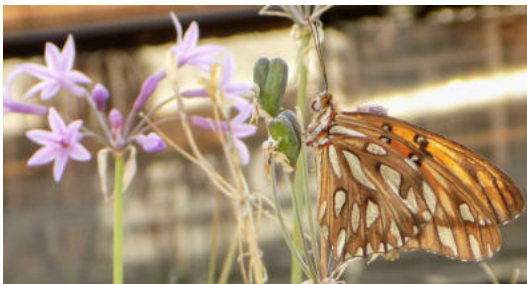
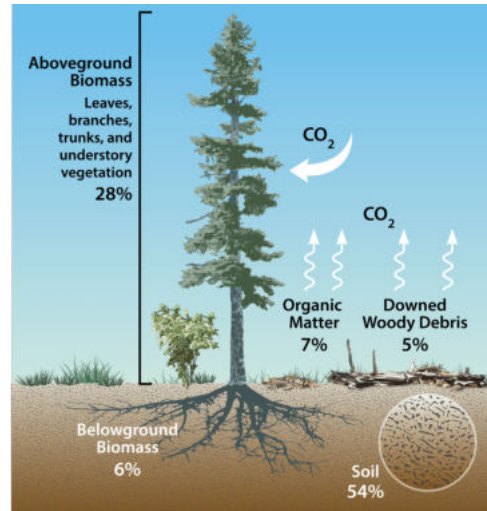
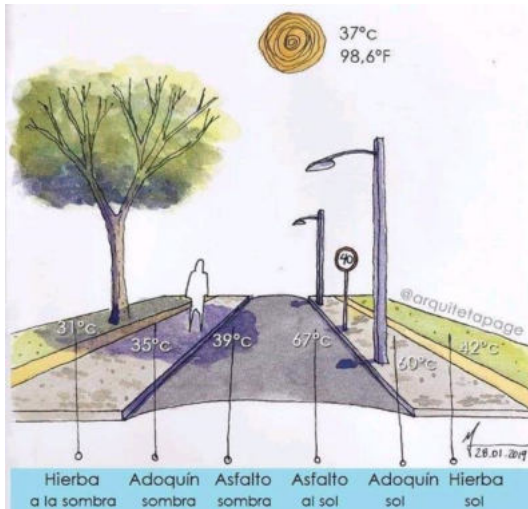
La OMS recomana un mínim de 15 m² de zona verda per habitant, La mitjana internacional són 10 i a la província de Barcelona 11 m². Cada ciutadà hauria de poder accedir a un espai urbà consolidat a menys de 300 m¹⁹.

La presència de vegetació incorpora múltiples avantatges o millores per a l'entorn (i la "societat"), entre les quals destaquen:

- Tanca cicles a través de la biosfera. Per tant, és de baix impacte i 100% reciclable.
- Disminueix l'efecte illa de calor a través de mantenir la temperatura superficial gairebé com la de l'ambient gràcies a l'evapotranspiració.
- Pot generar recursos (alimentaris i materials) que podrien arribar a ser aprofitats socialment i reduir la dependència alimentària
- Fixa carboni (també a través de la terra), principal estratègia en la situació actual de canvi climàtic.
- Genera i és receptor de biodiversitat.
- Retenció i laminació de l'aigua de pluja que es retorna al medi (i a la xarxa de clavegueram)
- Pot arribar a generar microclimes beneficiosos per a l'entorn.
- Depura l'aire (de la contaminació química i acústica) i fins i tot l'aigua (amb sistemes de fitodepuració).
- Genera benestar emocional a les persones que utilitzen (i contemplen) l'espai públic.



¹⁹ Font: Eloi Juvillà - DiBA, IV Congrés d'Arquitectura i Salut, AUS/COAC.



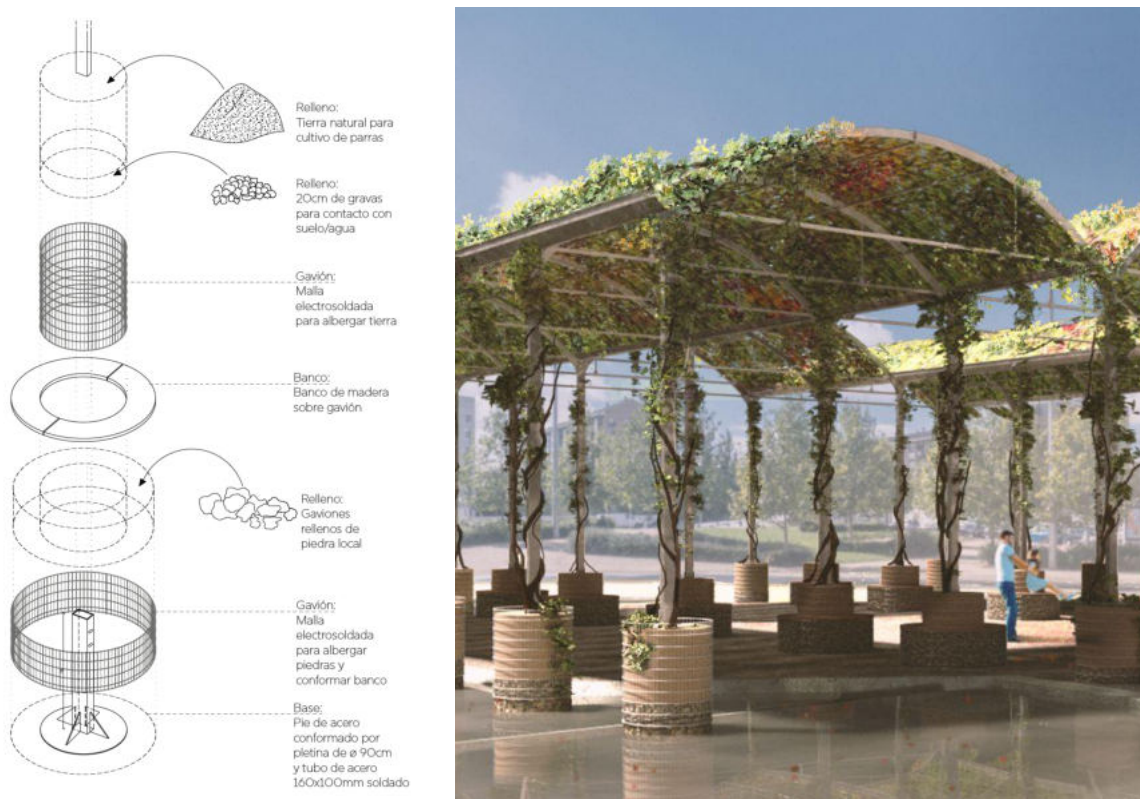
El més important de tot és que es disposa d'un ampli catàleg d'espècies i possibles combinatòries per assolir els múltiples avantatges que ofereix la vegetació i, a més, amb baixos consum d'aigua i mínim impacte ambiental.

Per tant, tal com es mostra a la imatge anterior, és evident que la millor manera d'assolir l'ombratge (i el confort exterior) és a través de la mateixa vegetació²⁰. En aquest document, però, tan sols es fa referència a com incorporar la vegetació en els elements d'ombratge com a complement i, en principi, no connectat al sol. Tampoc és l'objectiu del present document esdevenir una guia sobre el disseny del verd urbà.



²⁰ La temperatura dels elements vegetals no puja per sobre de l'ambiental (a diferència de la majoria dels materials minerals, mineralitzats o sintètics) i a més l'evapotranspiració de les plantes capta calor de la terra i l'aire circumdants, refredant-los.

Així doncs, es preveuen dos possibles sistemes d'implantació de la vegetació en els elements d'omratge com són la plantació directament en coberta (assimilant-se llavors a les cobertes "verdes") o en elements puntuals com són els tests.



Disseny que aprofita la fonamentació superficial com a test de la vegetació. Font: Lacol.

Biodiversitat

Pel que fa a la promoció de la biodiversitat, la Comissió Europea ja va marcar una Estratègia de la UE específica sobre aquest tema per al 2030, que té com a objectiu contribuir a recuperar la biodiversitat reportant beneficis per a les persones, el clima i el planeta. En el context posterior a la COVID-19, l'estratègia busca reforçar la resiliència de les nostres societats davant d'amenaques futures com els efectes del canvi climàtic, els incendis forestals, la inseguretat alimentària o els brots de malalties.

En altres plans i estratègies de foment de la biodiversitat existents de diverses administracions (Ajuntaments, DiBA i Generalitat) i els ODS globals, també es valora la



importància de vetllar per la conservació i ús sostenible dels ecosistemes reduint l'impacte negatiu de les ciutats i els pobles, reforçant els vincles entre zones urbanes, periurbanes i rurals.



Implantació de vegetació en cobertes de parades d'autobús al Regne Unit per fomentar la biodiversitat



Implantació d'elements prefabricats per incentivar la biodiversitat



El projecte EKKO a Bordeus de l'arquitecte Duncan Lewis incorpora forats a l'estructura per facilitar la nidificació en el jardí. Imatges pròpies.

Criteris

Incorporar la vegetació en el disseny

Un aspecte a tenir present és com pot afectar a nivell estructural el pes del substrat de terra (també mullada) i, en l'àmbit de la durabilitat, la possible presència d'aigua. En aquest sentit, cal preveure com evacuar l'aigua de pluja sobrant o excessiva. També com la mateixa vegetació pot afectar a la durabilitat de materials, sobretot quan aquests són porosos o presenten petites fissures. Cal preveure, si s'escau i és un requisit de la promoció, com incideix la implantació de vegetació en una possible "reubicació" de l'element d'ombratge (desmuntatge/muntatge i transport).

Ús d'espècies adaptades

Cal promoure l'ús d'espècies adaptades a la climatologia local (segons, per exemple les referències del portal web Anthos - www.anthos.es, entre d'altres) i de baix o nul consum d'aigua de xarxa. En cas contrari caldrà instal·lar un sistema de reg eficient tipus gota a gota enterrat, amb el corresponent adequat disseny i execució o, quan no sigui possible, un reg puntual.

A més, cal prioritzar l'ús d'espècies autòctones o completament adaptades, no invasives, que no suposin un risc de desequilibri per a la coexistència amb altres elements que conformin la biodiversitat del lloc. Finalment, és necessari preveure el manteniment de la vegetació (viabilitat tècnica i econòmica) encara que sigui baix o gairebé nul.

Foment de la fauna autòctona

En el cas concret dels elements d'ombratge a l'espai públic, a banda de la introducció del verd com a estratègia per potenciar la millora de la biodiversitat, existeixen diverses estratègies que promouen el foment de la fauna autòctona, com per exemple²¹:

- Introducció de jardins verticals per fer servir de refugi i lloc de cria per a espècies i com font d'aliment per a ocells i insectes.
- Instal·lació o bé de nius artificials prefabricats o bé d'estructures similars construïdes expressament.
- Incorporació d'hotels d'insectes per afavorir la presència d'aquest grup d'animals.

Indicadors

En aquesta línia, els indicadors són simplement la presència o no d'aquests elements:

- Incorpora vegetació a l'ombratge (sí/no)
- Incorpora alguna acció per fomentar la biodiversitat (sí/no)

²¹ Tot entenent que la biodiversitat és i funciona de forma completa: diversitat d'espècies de plantes, animals, fongs i microorganismes que viuen en un espai determinat, a la seva variabilitat genètica, als ecosistemes dels quals formen part, en el present document s'ha dividit verd (part vegetal) i biodiversitat (resta).



Introducció

Quantitativament, l'aigua suposa el flux material més important dels quals recorren als nostres edificis, especialment en els habitatges o edificis de tipus residencial, i a l'espai públic a través del reg. En el cas dels edificis residencials el consum més gran se centra en els usos de dutxa i inodor (i en menor mesura rentadora i rentamans), i a l'espai públic el gran consum d'aigua se centra en el reg de la vegetació, tots ells imprescindibles alhora per garantir l'habitabilitat.

L'aigua és un flux caracteritzat per una sèrie de circumstàncies que el converteixen en un clar indicador de sostenibilitat: d'una banda, per ser l'únic material que es regenera de forma autònoma gràcies a l'energia solar que activa una vegada i una altra el cicle hidrològic; d'altra banda, pel seu paper fonamental en el funcionament de la biosfera, amb la qual competim en el seu ús i en els seus serveis ambientals. I, finalment, perquè majoritàriament ho emprem com a vector d'allunyament i difusió de residus: en l'habitatge es destina a evacuació de matèria orgànica fins a un 90%.



“Make it rain” és una instal·lació de Quentin Gérard, Guillaume Deman, Elisabeth Terrisse de Botton i Matthieu Brasebin per al festival Concéntrico 10, on a més de l'element d'ombra s'aconsegueix baixar la temperatura i millorar la sensació tèrmica abocant aigua sobre el paviment ceràmic. Font: Concéntrico.

Aquest ús sistemàtic de l'aigua com a vehicle d'allunyament de matèria orgànica degradada, la qual cosa implica que habitualment es perden els nutrients que conté, només és possible mitjançant la disponibilitat de grans cabals. Masses d'aigua que són captades, tractades, mobilitzades i abocades des de i fins a punts molt llunyans al del seu ús, mitjançant el consum de grans quantitats de materials i energia.

El consum d'aigua de les ciutats, fonamentat en l'ús als edificis i als espais públics i privats, significa respectivament al voltant d'un 21%, un 17% i un 19% del total a Europa, a Espanya i a Catalunya, d'acord amb les estadístiques oficials (INE, Eurostat; Generalitat). Però quan l'anàlisi es centra en zones densament poblades, com el litoral mediterrani urbanitzat o les de les grans àrees metropolitanes, pot oscil·lar entre un 40%, un 60% i un 43% del total.

Actualment, malgrat la seva importància a nivell ambiental i social, l'estalvi d'aigua no és un requeriment preferent en la normativa estatal i autonòmica que afecta l'edificació. No obstant això, en el cas de Catalunya, ja existeixen des de fa temps un nombre important d'ordenances municipals que proposen un canvi de model del cicle de l'aigua, amb reduccions del consum d'aigua de xarxa per sobre del 50% respecte dels consums convencionals. I ara, tal com s'ha exposat en el cas dels "Materials", s'hi han anat afegint els promotors públics i privats.

Un altre aspecte interessant a considerar dins d'aquest àmbit, tal com s'ha comentat anteriorment, és la petjada hídrica dels materials emprats (quantitat d'aigua utilitzada en el seu procés d'extracció i fabricació).

criteris

Tot i que el cicle de l'aigua no és el vector ambiental central en el cas dels elements d'ombratge, sí que pren especial significança en relació amb l'ús de vegetació. I en segon terme en la possible reutilització de l'aigua de pluja i en el seu retorn al medi, tal com s'exposa a continuació.

Reducció de la demanda i eficiència en el reg

La presència de vegetació comporta grans avantatges per a la ciutat, l'habitabilitat i per a un emplaçament concret. Però al mateix temps implica un consum d'aigua que pot arribar a ser significatiu en el nostre clima, en funció del tipus de disseny que es realitzi: tipus i quantitat de vegetació i accions per a la reducció del consum d'aigua (mulching, etc.) i del sistema de reg emprat, entre d'altres. És per això que sembla interessant limitar la incorporació de vegetació adaptada al clima amb baix requeriment hídric i un reg eficient per limitar la demanda d'aquest (gota a gota, màxim de 2 l/dia i m2 al mes de juliol).

Aquesta estratègia, per tant, cerca un equilibri entre el consum d'aigua (sobretot la de xarxa) i la presència de vegetació. El que es pretén és relacionar la grandària (superfície) de les zones verdes i la selecció de la corresponent vegetació amb la possible disponibilitat d'aigües regenerades (grises depurades, pluvials captades per les superfícies del projecte o freàtiques) en el sentit que es manté la màxima presència de vegetació sense la necessitat de reg amb aigua de xarxa potable. Aquest escenari d'aigües regenerades és difícil d'assolir en el cas de l'ombratge situat a l'espai públic llevat

que el municipi disposi d'una xarxa o d'un servei específic amb aquest tipus d'aigua (habitualment provinent del freàtic, com en el cas de Barcelona).



Reg amb aigua del freàtic. Font: Ajuntament Barcelona



Exemple guia sobre xerojardineria



Exemples de coberta verda amb plantes de baix consum

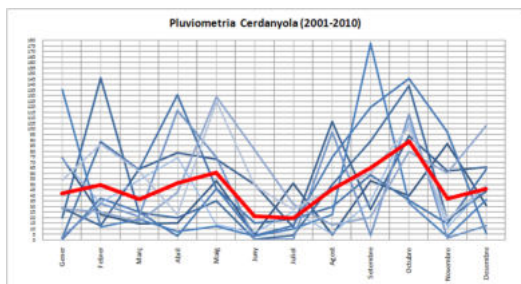
Aquest disseny “curós” de la vegetació es podria assimilar al concepte de xerojardineria. El prefix xero- prové d'un mot grec que vol dir sec. Així quan parlem de xerojardineria ens estem referint a la jardineria pròpia de les zones més seques. Avui dia, però, el terme xerojardineria es refereix a un tipus de jardineria gairebé autosuficient, que optimitza al màxim tots els recursos disponibles, en especial l'aigua i que, per tant, és aplicable a tota mena de climes. És un disseny àmpliament conegut pels especialistes i que, per tant, tan sols cal marcar com a objectiu a assolir.

Regeneració de l'aigua de pluja

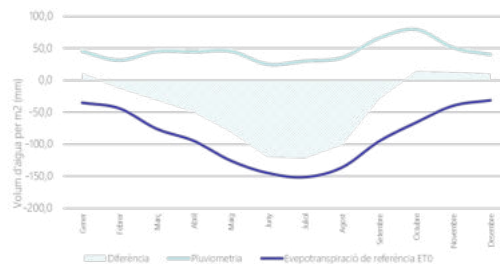
Tal com s'ha comentat anteriorment, un cop disminuït al màxim les necessitats de reg, cal valorar la possibilitat de no emprar aigua de xarxa potable i aprofitar altres tipus d'aigua del lloc, com són les aigües regenerades: pluja, grises, freàtic, procedents de les depuradores, etc.

Una opció seria a partir de l'existència d'una xarxa d'aigües regenerades del mateix municipi (com a Barcelona en el cas del freàtic o Lleida i Castelldefels, entre d'altres, en el cas de pluvials) i/o serveis de reg puntuals amb cisternes en mitjans mecànics.

Una altra opció consistiria en que el mateix sistema d'ombratge incorpori un element de recollida i reutilització de l'aigua de pluja. Aquesta aigua podria ser emprada pel mateix element o per a l'espai públic a on s'instal·li (sempre per al reg gota a gota). A banda d'altres aspectes tècnics i de disseny, cal tenir en compte que en clima mediterrani hi ha una clara “distorsió” entre quan més es necessita l'aigua per regar (evapotranspiració) i quan menys aigua de pluja recaptem, és a dir, a l'estiu. Això implica grans dimensionats d'acumulació o baixos rendiments d'aprofitament, que dificulten la seva viabilitat.



Exemple de la variabilitat de la pluviometria en clima mediterrani



Diferència entre l'evapotranspiració i la pluja al llarg de l'any, amb un decalatge significatiu en els mesos de més calor i menys pluviometria



Connexió entre el baixant i el dipòsit



Possibilitat de disposar un filtre

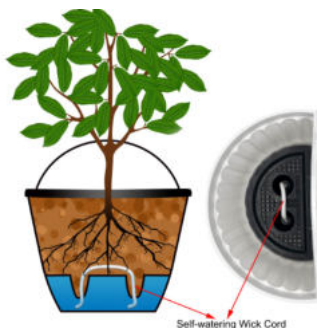


Diferents sistemes d'emmagatzematge



Individuals

A continuació es mostren alguns exemples, a mode il·lustratiu, de possible acumulació en el propi element que general o conté la vegetació.



Diversos sistemes de retenció/aprofitament de l'aigua de pluja en l'element a on se situa la vegetació



Retorn de l'aigua de pluja al medi (en el cas de superfícies impermeabilitzades)

Finalment, dins del cicle de l'aigua cal retornar l'aigua de pluja, sempre que sigui possible, al mateix medi i no enviar-la a la xarxa de clavegueram. Habitualment es tracta d'una aigua "neta" que no cal tractar o depurar i que, precisament, genera un sobredimensionat de la xarxa de clavegueram i de les instal·lacions de sanejament.

Per exemple, en una ciutat densa com Barcelona al voltant del 80% de la seva superfície és impermeable. Aquesta manca d'espais permeables i la tipologia de pluviometria mediterrània amb

precipitacions molt intenses amb períodes de temps curts (amplificada amb el canvi climàtic) obliga a una xarxa de sanejament, retenció, tractament i depuració de grans dimensions.

Per tant, encara que sigui només de forma “testimonial” és interessant que els elements d’ombratge, en la seva implantació prevegin, sempre que sigui possible, com aquesta aigua retornarà al mateix terreny (i, per tant, al cicle de l’aigua).

En alguns casos, com per exemple les cobertes vegetals, ja es realitza una retenció/laminació de l’aigua de pluja que disminueix, però sobretot amorteix, aquest reton al medi. En altres casos, tal com es comentava a l’apartat anterior, es pot dur a terme amb elements d’acumulació per a la seva posterior reutilització.

En darrer cas, quan els elements de cobertura o pavimentació són impermeables, l’aigua recollida es pot enviar a un element drenant de l’emplaçament a on situa l’ombratge que, en funció de la permeabilitat del terreny, pot ser aquest mateix o un element específicament dissenyat tipus SUD (sistema de drenatge sostenible), ja sigui existent (tan sols caldrà preveure la seva connexió) o nou.

El disseny i volum del SUD dependrà de la quantitat d’aigua de pluja que finalment hi arribi (segons la pluviometria i la grandària i tipologia de les superfícies de captació) i de la capacitat del terreny per infiltrar aquesta aigua (bàsicament de la seva permeabilitat o coeficient k amb la unitat m/s).

De cara al disseny d’aquests elements es recomana seguir els requisits de diferents guies exclusives al respecte com pot ser la de l’Ajuntament de Barcelona²².

Indicadors

En aquest vector ambiental hi ha indicadors qualitatiu i quantitatiu:

- Consum mitjà d’aigua per al reg de 2 litres/m² i dia en el mes de juliol
- Incorpora regeneració d’aigua de pluja (sí/no)
- Es retorna l’aigua de pluja al medi (sí/no)

²² https://ajuntament.barcelona.cat/ecologiaurbana/sites/default/files/PlecPrescripcionsTecniquesDrenatge_Guia.pdf

Alguns exemples de “suds” en l’àmbit estatal:

https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/agua/temas/concesiones-y-autorizaciones/suds_tcm30-532934.pdf



Introducció

Les solucions d'ombratge poden ser l'oportunitat per solucionar altres necessitats. Es destaquen a continuació alguns exemples que s'han trobat en productes existents.

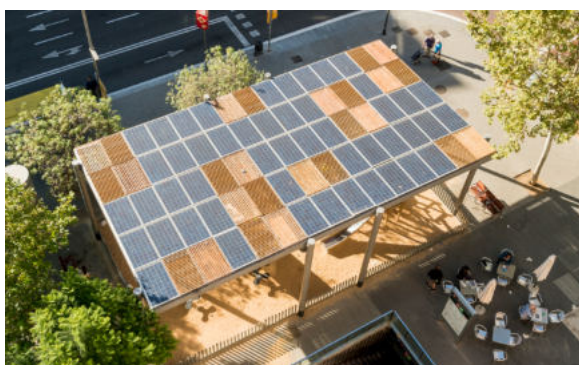
Criteris

Generació elèctrica

La instal·lació de pèrgoles per ombrejar l'espai públic, pot suposar també una oportunitat per la generació d'energia amb l'addició de mòduls fotovoltaics que dotin l'estructura d'un punt de subministrament autònom. Amb el cobriment parcial o total de la superfície disponible de la pèrgola aquesta pot convertir-se en una font d'energia renovable per tal de cobrir consums relacionats amb el mateix espai públic com semàfors o fanals (en cas d'haver-hi bateries), punts de recàrrega USB, o inclòs edificis de la zona, tendint així a l'autosuficiència.

Un dels avantatges que presenta aquesta opció és fet de no ocupar espais addicionals per tal de produir energia a les ciutats. D'altra banda, depenent de l'opacitat de la pèrgola inicial, l'ombra generada serà més consistent i, per tant, més eficaç. No s'ha de perdre de vista les estratègies de confort tèrmic en aquest aspecte, idealment, la proposta de fotovoltaica no ha d'eliminar al 100% la permeabilitat aconseguida amb la proposta inicial. Com a resultat, es recomana que en cas d'haver-hi fotovoltaica a la pèrgola proposada aquesta formi part des de l'inici del disseny.

Per als projectes que incloguin mòduls fotovoltaics és necessari que vinguin acompanyats d'un projecte de la proposta de la instal·lació d'energia renovable.



Exemple reaprofitament de pèrgola per fotovoltaica a la Plaça del Centre de Barcelona



Exemple reaprofitament de pèrgola per fotovoltaica sobre la Ronda de Dalt de la Vall d'Hebron

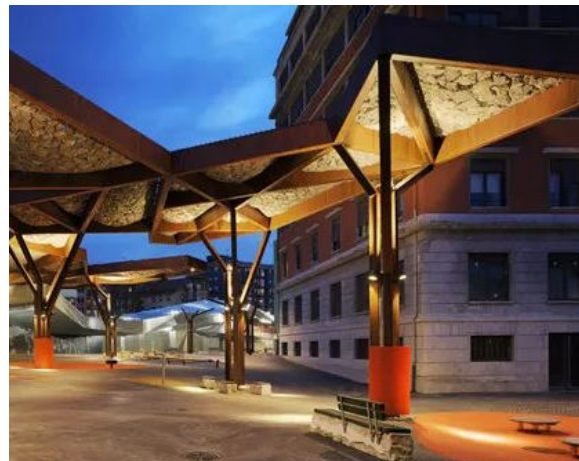
Il·luminació

Una pèrgola exterior dissenyada per protegir de la radiació solar durant el dia també pot bloquejar part de la il·luminació nocturna procedent dels fanals o altres fonts externes, creant un efecte de foscor o ombra en l'espai exterior no desitjat. A banda de la falta de confort visual a l'ambient a la nit, també es poden generar espais poc segurs. Aquest fet és més rellevant en pèrgoles grans, on l'absència de llum a la nit afecta a superfícies extenses.

És important tenir en compte la il·luminació nocturna prèvia a l'actuació per determinar si la pèrgola necessita punts d'il·luminació artificial. Per això, cal realitzar un estudi de la ubicació dels fanals o altres fonts de llum a l'entorn de la pèrgola, així com analitzar el nivell d'il·luminació o il·luminància (lux) existent. Amb aquesta informació, es podrà decidir quants punts de llum caldrà incorporar sota la pèrgola per garantir un nivell mínim d'il·luminació que asseguri la seguretat de l'espai.



Il·luminació nocturna de la pèrgola Onda, proposta de Urbidermis



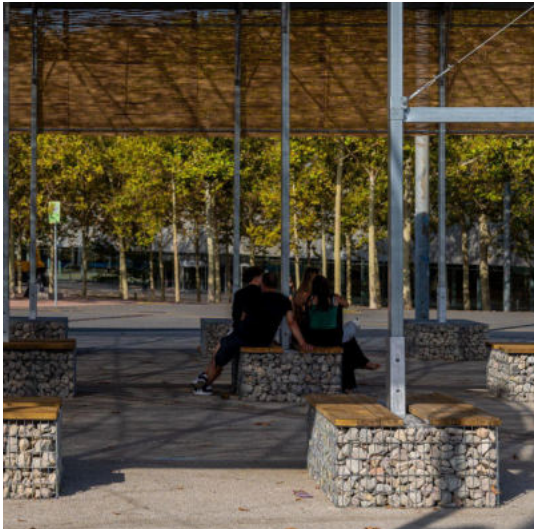
Il·luminació nocturna de pèrgola a la Plaça Pormetxeta, Barakaldo

Wifi

Considerant la pèrgola com un espai d'estar, pot ser una bona oportunitat la incorporació de wifi gratuït per als usuaris. Aquesta iniciativa afavoreix la inclusió digital, ja que proporciona un accés més igualitari a la tecnologia, permetent la connexió a la xarxa i l'aprofitament de serveis digitals. D'altra banda, es facilita l'accés a aquelles persones que vulguin treballar o estudiar puntualment assegudes a l'umbracle o inclòs es pot aprofitar el punt per tal que l'Ajuntament o altres entitats puguin organitzar activitats col·lectives o esdeveniments comunitaris on sigui necessari estar connectat a la xarxa.

Mobiliari urbà

El mateix element estructural o d'ombra pot complir altres funcions de mobiliari urbà. Això permet optimitzar els materials, alhora que es dóna una major coherència al disseny. Malgrat tot, caldrà vigilar que el disseny compleixi la seva funció d'ombra i que aquestes altres funcions no quedin descobertes duran part del dia o de l'any.



El projecte Mar d'ombres de Batec reaprofitja la fonamentació superficial com a element per seure



El disseny de Cison Contea d'Yter incorpora taules i bancs

Indicadors

En aquesta línia, els indicadors són simplement la presència o no d'aquests elements:

- incorpora generació elèctrica (sí/no)
- incorpora il·luminació (sí/no)
- incorpora wifi (sí/no)
- incorpora mobiliari urbà (sí/no)

ANÀLISIS DE PRODUCTES

A més de les reflexions teòriques, aquesta guia incorpora:

- **Mostrari de solucions**

Visualització i fitxes resum que recull alguns exemples rellevants, per mostrar la diversitat existent de solucions.

- **Fitxa**

Per analitzar els productes amb els criteris definits

- **Exemple d'aplicació**

Estudi d'un cas del qual es disposa més informació.

Mostrari de solucions



Gran	Lona	Arc
Mitjana	Canya	Pòrtic
Petita	Metall	Màstil
	Fusta	
	Vegetació	
	Pedra	

Habana Empresa: Urbadis

Web: <https://urbadis.com/pergola/pergola-habana/>



Ombra element més petit	12,5 m ² (5 x 2,5 m)
Alçada	Entre 2,7 i 5 metres
Proteccions verticals	Sí, opcionals
Disseny modular	Sí
Material de l'element d'ombra	Fusta de pi o alumini
Estructura	Pòrtic o màstil en voladís, d'acer galvanitzat
Fonamentació superficial	No
Fàcilment desmuntable	Pensat com a element fix, però l'estructura és descargolable

Redes Empresa: Crous

Web: <https://crous.eu/mobiliario-urbano/redes-sombra/>



Ombra element més petit	18 m ² (6 x 3 m)
Alçada	
Proteccions verticals	No
Disseny modular	No
Material de l'element d'ombra	Polièster de 430 de densitat
Estructura	Acer galvanitzat
Fonamentació superficial	No
Fàcilment desmuntable	Pensat per ser muntat i desmuntat amb facilitat

Vela trasladable Empresa: HappyLudic

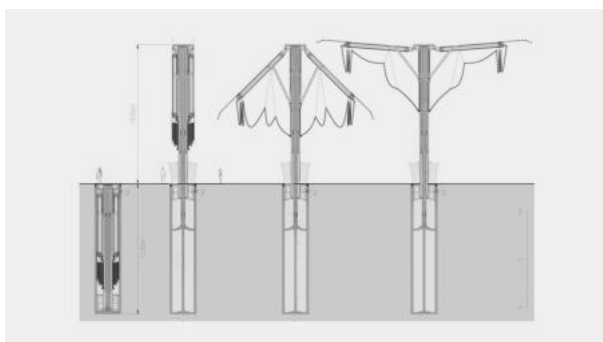
Web: <https://happy ludic.com/es/mobiliario-urbano/4022-vela-tensada-paraboloide-8-x-8-m-trasladable.html>



- Ombra element més petit** 64 m² (8 x 8 m)
- Alçada** Entre 2,97 i 3,95 metres
- Proteccions verticals** No
- Disseny modular** No
- Material de l'element d'ombra** Tèxtil, polietilè d'alta densitat HDPE
- Estructura** Acer galvanitzat
- Fonamentació superficial** Sí
- Fàcilment desmuntable** Element pensat per a ser traslladat amb facilitat, compost per 4 ancoratges d'acer que contenen la cimentació.

Schlossplatz Stuttgart Umbrella Empresa: SL Rasch

Web: <https://www.sl-rasch.com/en/projects/schlossplatz/>



- Ombra element més petit** 1600 m²
- Alçada** Entre 13 i 14 metres
- Proteccions verticals** No
- Disseny modular** No
- Material de l'element d'ombra** Polietilè
- Estructura** Màstil d'acer galvanitzat
- Fonamentació superficial** No
- Fàcilment desmuntable** Pensat com a element fix, l'estructura es guarda sota terra a través d'un sistema electrohidràulic

Pérgolas prat Empresa: BEC

Web: https://www.e-bec.es/wp-content/uploads/2020/06/7-Toldos_Vela_Estructura.pdf



Ombra element més petit	36 m ² (6 x 6 m)
Alçada	Entre 2,6 i 3 metres
Proteccions verticals	No
Disseny modular	Sí
Material de l'element d'ombra	Polièster pretensat recobert de PVC
Estructura	Acer galvanitzat
Fonamentació superficial	Sí / No. Possibilitat d'ancoratge superficial o enterrat.
Fàcilment desmuntable	Sí / No. Possibilitat d'ancoratge superficial que permet ser traslladat i desmuntat amb facilitat

Sombras de tela orgánica Empresa: L2S 1001 (Les mil-i-una)

Web: <https://www.l2s1001.com/es/product/sombra-de-tela-organica/>



Ombra element més petit	18 m ² (6 x 3 m)
Alçada	
Proteccions verticals	No
Disseny modular	Sí
Material de l'element d'ombra	Polièster
Estructura	Acer
Fonamentació superficial	Sí
Fàcilment desmuntable	Pensat com a element temporal

Oasis Empresa: Urbadis

Web: <https://urbadis.com/en/urban-spaces/oasis/>



Ombra element més petit	2,8 m ² (2 x 1,4 m)
Alçada	2,62 m
Proteccions verticals	Sí
Disseny modular	Sí
Material de l'element d'ombra	Fusta
Estructura	Acer galvanitzat
Fonamentació superficial	Sí / No
Fàcilment desmuntable	No, element traslladable però no desmuntable

Tendal corredís doble porteria Empresa: Tendals

Girona

Web: https://www.tendalsgirona.cat/ca/productes/tendals-correders/tendal_correder_doble_porteria/p9

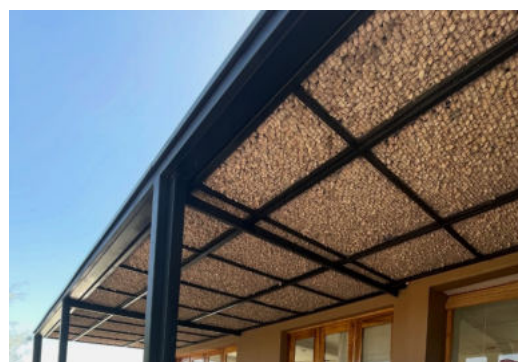


Ombra element més petit	Adaptable a les dimensions de l'espai (màxim 49 m ² , 7 x 7 m)
Alçada	
Proteccions verticals	No
Disseny modular	Sí
Material de l'element d'ombra	Lona acrílica (teixit resistent a l'aigua)
Estructura	Alumini
Fonamentació superficial	Sí
Fàcilment desmuntable	Pensat com a element fix, el tendal es pot plegar i desplegar amb facilitat

Pérgola de piedra pómez

Empresa: Inspiracion industrial

Web: <https://www.instagram.com/reel/DCSmk0BxFkm/?igsh=cHlpYmFicmViaXU1>



Ombra element més petit	Dimensions adaptables a l'espai
Alçada	Entre 2,7 i 5 metres
Proteccions verticals	No
Disseny modular	No
Material de l'element d'ombra	Pedra pomez
Estructura	Acer
Fonamentació superficial	No
Fàcilment desmuntable	Element fix

Pin

Empresa: Mmcité

Web: <https://www.mmcite.com/es/pin>



Ombra element més petit	3,5 m de diàmetre
Alçada	2,685 m
Proteccions verticals	No
Disseny modular	Sí
Material de l'element d'ombra	Diferents possibilitats: vegetació acer i panells solars
Estructura	Màstil d'acer galvanitzat
Fonamentació superficial	No
Fàcilment desmuntable	Pensat com a element fix

Mar d'ombres Empresa: BATEC

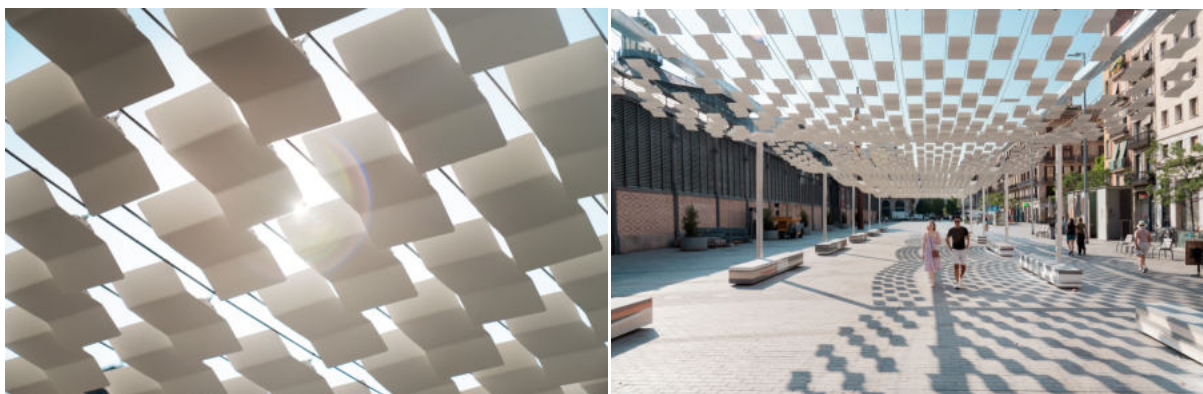
Web: <https://bithabitat.barcelona/projectes/mar-dombres/>



Ombra element més petit	12,5 m ² (3 x 6,4 m)
Alçada	5 metres
Proteccions verticals	Sí, opcionals
Disseny modular	Sí
Material de l'element d'ombra	Canya
Estructura	Acer galvanitzat i murs de gabions
Fonamentació superficial	Sí
Fàcilment desmuntable	Sí

Oasis Empresa: Denvelops i Eurecat

Web: <https://www.denvelops.com/es/new-denvelops-kinetic-pergolas/>



Ombra element més petit	12,5 m ² (5 x 2,5 m)
Alçada	Entre 2,7 i 5 metres
Proteccions verticals	No
Disseny modular	Sí
Material de l'element d'ombra	Tèxtils híbrids
Estructura	Acer galvanitzat
Fonamentació superficial	No
Fàcilment desmuntable	Element fix

Pabellón mediterráneo Autor: Manuel Bouzas

Web: <https://mb-ae.es/Mediterraneo-TAC-Festival-Valencia-2023>



Ombra element més petit	
Alçada	
Proteccions verticals	Sí
Disseny modular	No
Material de l'element d'ombra	Persiana alacantina
Estructura	Fusta
Fonamentació superficial	No
Fàcilment desmuntable	Dissenyat com a element temporal

Naturalitzant el pati Empresa: Voltes Cooperativa d'Arquitectura

Web: <https://voltes.coop/projectes/geodesica-fusta/>



Ombra element més petit	
Alçada	
Proteccions verticals	Sí, opcionals
Disseny modular	No
Material de l'element d'ombra	Tèxtil
Estructura	Cúpula geodèsica de fusta
Fonamentació superficial	No
Fàcilment desmuntable	Element dissenyat per ser muntat i desmuntat amb facilitat

Pèrgola als horts Empresa: Voltes Cooperativa d'Arquitectura

Web: <https://voltes.coop/projectes/pergola-prat-del-llobregat/>



Ombra element més petit	12,5 m ² (5 x 2,5 m)
Alçada	Entre 2,7 i 5 metres
Proteccions verticals	Sí, opcionals
Disseny modular	Sí
Material de l'element d'ombra	Canya
Estructura	Canya
Fonamentació superficial	No
Fàcilment desmuntable	Element dissenyat per ser muntat i desmuntat amb facilitat

Paseo Plaza Nacional Autor: Francisco Gómez de Tejada

Web: <https://gomezdetejada.es/proyectos/pergola-paseo-plaza-nacional/>



Ombra element més petit	16 m ² (4 x 4 m)
Alçada	4 metres
Proteccions verticals	No
Disseny modular	Sí
Material de l'element d'ombra	Acer i vegetació
Estructura	Acer galvanitzat
Fonamentació superficial	No
Fàcilment desmuntable	Pensat com a element fix, però l'estructura és descargolable

La Magna Autors: CODA

Web: <https://www.coda-office.com/design/lamagna>



Ombra element més petit	
Alçada	
Proteccions verticals	No
Disseny modular	No
Material de l'element d'ombra	Tèxtil
Estructura	Fusta i suport d'acer
Fonamentació superficial	No
Fàcilment desmuntable	Pensat com a element fix, però l'estructura és descargolable

Salones urbanos Concéntrico Autora: Izaskun Chinchilla

Web: <https://izaskunchinchilla.es/proyecto/3-salones-urbanos-08-festival-concentrico/>



Ombra element més petit	
Alçada	
Proteccions verticals	Sí, opcionals
Disseny modular	Sí
Material de l'element d'ombra	Fusta, vegetació o tèxtil
Estructura	Fusta
Fonamentació superficial	No
Fàcilment desmuntable	Dissenyats com a elements temporals, per ser muntat i desmuntat amb facilitat

Pabellón abierto Autors: Calderón Folch

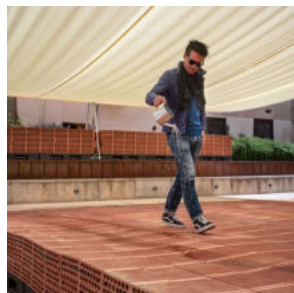
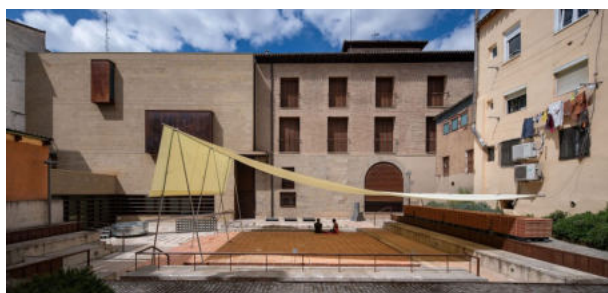
Web: <https://www.cfs.cat/?portfolio-item=pabellon-abierto-en-la-plaza-de-las-glorias>



Ombra element més petit	700 m ²
Alçada	-
Proteccions verticals	Sí, opcionals
Disseny modular	No
Material de l'element d'ombra	Tèxtil
Estructura	Acer
Fonamentació superficial	No
Fàcilment desmuntable	No

Make it rain Autors: Gérard, Deman, Terrisse de Botton i Brasebin

Web: <https://concentrico.es/make-it-rain/>



Ombra element més petit	12,5 m ² (5 x 2,5 m)
Alçada	Entre 2,7 i 5 metres
Proteccions verticals	Sí, opcionals
Disseny modular	Sí
Material de l'element d'ombra	Tèxtil
Estructura	Acer
Fonamentació superficial	Sí
Fàcilment desmuntable	Pensat com a element temporal, dues persones poden muntar-ho i desmuntar-ho amb un dia

Looped in Autors: Is architects

Web: <https://www.is-architects.com/looped-in>



Ombra element més petit	
Alçada	
Proteccions verticals	Sí
Disseny modular	Sí
Material de l'element d'ombra	Fusta
Estructura	Acer
Fonamentació superficial	Sí
Fàcilment desmuntable	Element desmuntable i traslladable

Preau sportif Empresa: SMC3

Web: <https://www.smc2-construction.com/realisation/preau-sportif-hambourg-allemande-2/>



Ombra element més petit	Alçada	
Proteccions verticals	Disseny modular	Sí, opcionals
Material de l'element d'ombra	Estructura	Sí
Fonamentació superficial	Fàcilment desmuntable	Membrana tèxtil
		Fusta i acer
		No
		Element fix

UAB Empresa: IASO

Web: <https://www.iasoglobal.com/es-ES/proyecto/universidad-autonoma-de-barcelona>



Ombra element més petit	Alçada	310 m ²
Proteccions verticals	Disseny modular	No
Material de l'element d'ombra	Estructura	Tela glass/ PTFE
Fonamentació superficial	Fàcilment desmuntable	Acer i cables tensats
		Sí
		Element fix

Erlenmatt - Pavillon Autors: HGK Basel

Web: <https://architekturbasel.ch/filigraner-balanceakt-neuer-erlenmatt-pavillon-eroeffnet/>



Ombra element més petit	
Alçada	
Proteccions verticals	No
Disseny modular	Sí
Material de l'element d'ombra	Tèxtil, llençols reutilitzats
Estructura	
Fonamentació superficial	No
Fàcilment desmuntable	Pensat com a element fix, però l'estructura és descargolable

Fitxa

Nom projecte

Empresa:

Web:

Fotografies

Confort tèrmic

Estratègies:

Índex reflectància solar de l'element d'ombra SRI

Descripció estratègies aplicades (vegetació, protecció radiació oest, permeabilitat, etc.)

Descripció període monitorització

Mesurament: (Aquest apartat de mesurament es pot completar per diferents moments de l'estiu)

Data recollida dades Dia i hora dels resultats mostrats

Estat del dia Ennuvolat/asselellat

Temperatura aire, sol °C

Temperatura aire, ombra °C

Contrast tèrmic, reducció Temperatura reducció temperatura de °C
aire

Temperatura radiant paviment, sol °C

Temperatura radiant paviment, ombra °C

Reducció temperatura radiant paviment °C

Humitat relativa, sol %

Humitat relativa, ombra %

Índex de Radiació Ultraviolada, sol Categoria d'exposició o $\mu\text{W}/\text{cm}^2\text{nm}$

Índex de Radiació Ultraviolada, ombra Categoria d'exposició o $\mu\text{W}/\text{cm}^2\text{nm}$

Confort tèrmic, sol - UTCI²³ °C

Confort tèrmic, ombra - UTCI °C

Millora del confort tèrmic - UTCI °C

Formalització

Ombra element més petit $\text{m} \cdot \text{m}$ o m^2

Alçada m

Proteccions verticals sí/no

Disseny modular sí/no

Relació amb l'entorn incloure explicació

Construcció

Material de l'element d'ombra material

Estructura forma (màstil / pòrtic / arc) i material de l'estructura

Fonamentació superficial sí/no

²³ S'exposa el UTCI com a paràmetre de confort, però també són vàlids la resta dels exposats a la guia, com l'Índex de Calor o el PMV.

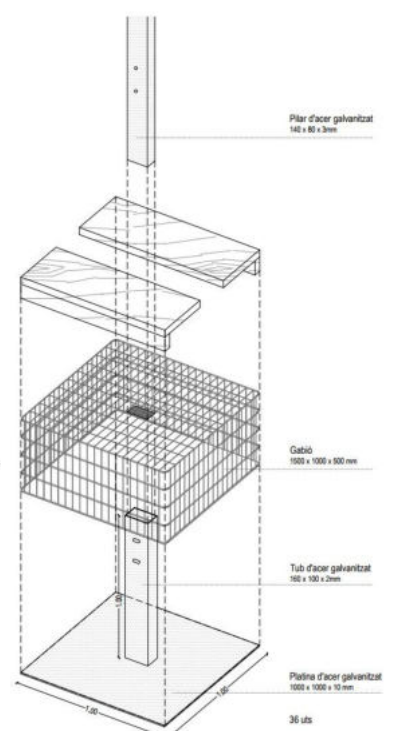
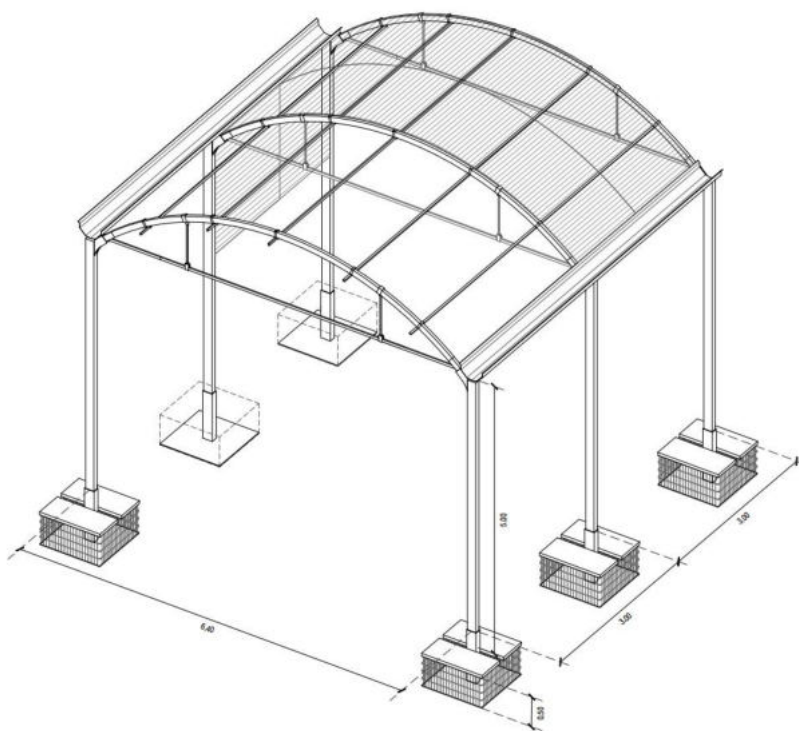
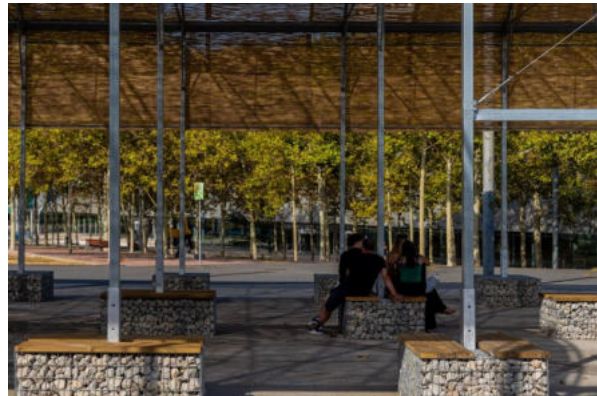
Cost	€/m ²
Fàcilment desmuntable	sí/no
temps de muntatge	hores
mida desmuntat	% respecte muntat
Impacte ambiental	
Pes o consum de recursos	kg totals i kg/m ²
Justificació de l'eficiència en l'ús de materials	incloure explicació
Materials reutilitzats	kg totals, kg/m ² i % del pes
Materials reciclats "post consum"	kg, kg/m ² i % del pes
Proximitat dels materials (< 500 km)	% en pes
Vida útil o de servei estimada	anys
Incorporació d'alguna estratègia de compensació	sí/no
% de residus d'obra reciclats	% sobre el pes
% de terres reutilitzades	% sobre el pes
Fonamentació "in situ"	sí/no
Permet el desmuntatge amb unions reversibles	sí/no/parcialment
Justificació de les solucions emprades	incloure explicació
Petjada de carboni (fases A1-A5 i B1-B4)	kgCO ₂ eq/m ² /any
Verd i biodiversitat	
Incorpora la vegetació en el disseny	sí/no
Ús d'espècies adaptades i de baix consum	sí/no
Incorpora accions per fomentar la fauna autòctona	sí/no
Cicle de l'aigua	
Reducció de la demanda i eficiència en el reg (Consum mitjà màxim de 2 litres/m ² /dia en el mes de juliol)	sí/no
Incorpora regeneració d'aigua de pluja	sí/no
Es retorna l'aigua de pluja al medi	sí/no
Altres usos	
Incorpora generació elèctrica	sí/no
Incorpora il·luminació	sí/no
Incorpora wifi	sí/no
Incorpora mobiliari urbà	sí/no

Exemple d'aplicació

Mar d'Ombres

Empresa: Batec

Web: <https://batec.coop/project/mar-dombres/>



Confort tèrmic

Estratègies:

Índex reflectància solar de l'element d'ombra Teòrica: 65-75%

Descripció estratègies aplicades

- Orientació i projecció d'ombres: protecció solar vertical a oest per evitar la radiació de tarda
- Ventilació natural: ús de la canya per permetre el pas de l'aire
- Permeabilitat: ús de la canya per evitar sobreescalfament de sota

Descripció període monitorització

Monitoratge continu 24h amb una estació meteorològica instal·lada de juliol a octubre

Mesurament:

Data recollida dades	28 d'agost a les 12h (resultat d'exemple)
Estat del dia	Assolellat
Temperatura aire, sol	33.1°C
Temperatura aire, ombra	28.3°C
Contrast tèrmic, reducció temperatura aire	4.8 °C
Temperatura radiant paviment, sol	52.4°C
Temperatura radiant paviment, ombra	35.2°C
Reducció temperatura radiant paviment	17.2°C
Humitat relativa, sol	58.2%
Humitat relativa, ombra	66.1%
Índex de Radiació Ultraviolada, sol	No calculat
Índex de Radiació Ultraviolada, ombra	No calculat
Confort tèrmic, sol - UTCI ²⁴	34.0°C
Confort tèrmic, ombra - UTCI	28.7°C
Millora del confort tèrmic - UTCI	5.3°C

Formalització

Ombra element més petit 6,4 m x 3 m (19,2 m²)
Cal tenir en compte que aquestes estructures funcionen amb un mínim de 2-3 naus, per rigiditzar.

Alçada 6,40 m (en el punt més alt)

Proteccions verticals sí

Disseny modular sí

Relació amb l'entorn incloure explicació

Construcció

Material de l'element d'ombra canya

Estructura pòrtics d'acer galvanitzat

Fonamentació superficial sí, gabions d'àrid reciclat

Cost 140 €/m²

Fàcilment desmuntable sí

temps de muntatge 5 dies

mida desmuntat 70 m³ (2,5% respecte muntat)

²⁴ S'exposa el UTCI com a paràmetre de confort, però també són vàlids la resta dels exposats a la guia, com l'Índex de Calor o el PMV.

Impacte ambiental

Pes o consum de recursos	50.264 kg totals i 125 kg/m ²
Justificació de l'eficiència en l'ús de materials	En el disseny del sistema estructural i de fonamentació s'han dut a termes estudis específics per poder suportar els esforços sol·licitats (sobretot els del vent) amb la mínima quantitat de material possible.
Materials reutilitzats	no
Materials reciclats "post consum"	46.494 kg totals, 116 kg/m ² i 93% del pes
Materials reutilitzables o reciclables	48.493 kg totals, 121 kg/m ² 96% del pes
Proximitat dels materials (< 500 km)	82% del pes
Vida útil o de servei estimada	canya - 2,5 anys fusta - 5 anys acer estructura principal - 50 anys acer estructura secundària, gabions i àrids - 25 anys
Incorporació d'alguna estratègia de compensació	no
% de residus d'obra reciclats	generació mínima de residus gestionats i valoritzats pels propis industrials (% sobre el pes)
% de terres reutilitzades	no s'han generat residus d'excavació (% sobre el pes)
Fonamentació "in situ"	no
Permet el desmuntatge amb unions reversibles	sí
Justificació de les solucions emprades	- Materials que "tanquen cicles" (reciclat i reciclable), a través de la biosfera (fusta i canya) o del cicle tècnic (acer) i materials reciclats (àrids). - Solucions constructives desmuntables. - Materials de llarga durabilitat, excepte en el cas dels biosfèrics (sobretot la canya) i, per tant, biodegradables. - Materials locals
Petjada de carboni (fases A1-A5 i B1-B4)	38 kgCO ₂ eq/m ² /any (fases A1-A5) 0,51 kgCO ₂ eq/m ² /any (B1-B4 (A1-A4)) 0,28 kgCO ₂ eq/m ² /any (B1-B4 (A5))

Verd i biodiversitat

Incorpora la vegetació en el disseny	no, possibilitat d'instal·lar enfiladisses que substitueixin la canya al mitjà termini
Ús d'espècies adaptades i de baix consum	no
Incorpora accions per fomentar la fauna autòctona	no, malgrat que la canya pot servir de refugi d'insectes
Cicle de l'aigua	
Reducció de la demanda i eficiència en el reg	no
Incorpora regeneració d'aigua de pluja	no
Es retorna l'aigua de pluja al medi	no
Altres usos	
Incorpora generació elèctrica	no
Incorpora il·luminació	no, fàcilment instal·lable en l'estructura
Incorpora wifi	no
Incorpora mobiliari urbà	sí, la fonamentació fa les funcions de banc



**Diputació
Barcelona**

**Àrea d'Acció Climàtica
i Transició Energètica**

Gerència de Serveis de Medi Ambient

*Comte d'Urgell, 18
Recinte de l'Escola Industrial
08036 Barcelona*

*www.diba.cat/mediambient
@AccioClimaDiba*