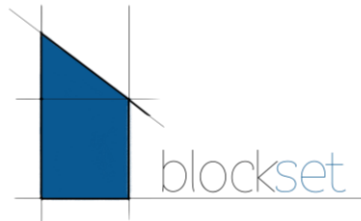


# DISSENY DE MÒDULS PER A LA CREACIÓ I CONFIGURACIÓ D'ESPAS HABITABLES

Felis Llena, Marc i Vera Llop, Alberto

Departament d'Expressió Gràfica a l'Enginyeria.  
Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú (EPSEVG).



**Resum.** El següent projecte té com a objectiu desenvolupar un producte modular, *blockset*, que permeti a l'usuari poder configurar el seu propi espai habitable. Aquesta configuració es pot realitzar principalment mitjançant un entorn virtual (una pàgina web) que familiaritza l'usuari amb el producte i a la vegada ofereix a l'usuari una experiència virtual.

La configuració és possible gràcies al disseny d'una sèrie de mòduls que es poden combinar lliurement per configurar un habitatge. Aquests mòduls incorporen diferents elements tant per gestionar la distribució de l'espai com per proporcionar una bona qualitat de l'ambient interior de l'habitatge. S'han considerat criteris d'accessibilitat per garantir que tothom pugui fer ús del producte. Tot i que el disseny s'ha realitzat pensant en uns tipus d'usuaris, la versatilitat que ofereix *blockset* fa que el *target* sigui molt més ampli, ja que les possibilitats d'aplicació són moltes i molt diverses.

Un aspecte diferenciador del producte respecte d'altres solucions existents és la seva facilitat per reparar, substituir o afegir nous mòduls a les configuracions existents.

Per poder arribar al disseny final, ha estat necessari realitzar un estudi de mercat, un estudi de l'espai, un estudi formal i un estudi de construcció passiva i arquitectura bioclimàtica. Aquests han estat essencials ja que l'àrea del projecte era desconeguda inicialment. Aquests mòduls han estat dissenyats seguint criteris de sostenibilitat, eco-disseny i d'eficiència energètica.

**Paraules clau:** Sostenibilitat, Eco-disseny, Modularitat, Construcció passiva, Espai, Accessibilitat, Arquitectura bioclimàtica, Personalització, Habitatge.

**Abstract.** The following project aims to develop a modular product, *blockset*, which allows the user to configure his own habitable space. This configuration can be done mainly through a virtual environment (web page) that familiarizes the user with the project and at the same time offers to the user a virtual experience.

The configuration is possible thanks to the design of a series of modules that can be combined freely to configure a house. These modules incorporate different elements both to manage the distribution of space and to provide a good quality of the atmosphere inside the house. The accessibility criterion has been considered in order to guarantee that everyone can make use of the product. Although the design has been made thinking about one type of user, the versatility that offers *blockset* makes the target much larger, since the possibilities of application are many and so varied.

A differentiator aspect of the product respect to other existing solutions is its ease to repair, replace or add new modules to existing configurations.

To reach the final design, it has been necessary to make a market study, a space study, a form study and a study of passive construction and bioclimatic architecture. These have been essential since the area of the project was initially unknown. These modules have been designed according to criterion of sustainability, eco-design and energy efficiency.

**Keywords:** Sustainability, Ecodesign, Modularity, Passive Construction, Space, Accessibility, Bioclimatic Architecture, Personalization, House.

---

## 1. INTRODUCCIÓ

Avui en dia l'augment notori de la construcció modular està canviant els models constructius establerts i la concepció de la construcció tradicional. Aquesta nova via, no es basa únicament en l'aplicació de nous materials i processos sinó que va més enllà, canviant la forma de concebre l'espai que es desitja dissenyar.

Existeix un gran ventall de propostes d'habitatges modulars amb diferents característiques ja que en el desenvolupament d'aquests productes intervenen moltes disciplines. Tot i que aquestes propostes existents donen una bona resposta a la demanda del sector, són solucions tancades, definides per defecte i amb poques variacions. D'aquí neix la via de treball del projecte que es presenta. Es busca donar una solució oberta, que l'usuari sigui capaç de configurar el seu propi espai i no hagi d'escollir entre solucions que no compleixen les seves expectatives. Per aquest motiu, és molt important focalitzar l'usuari per tal d'entendre els seus requeriments.

Tenint en compte el context actual, tant la sostenibilitat de tot el sistema productiu que envolta el producte com els materials, els processos o els residus, són uns punts molt importants. Els habitatges modulars estan considerats béns mobles, per aquest motiu no es veuen afectats per la normativa vigent. Tot i això, s'ha volgut tenir present la Directiva Europea 2010/31/UE [1] segons la qual tots els edificis de nova construcció de tots els estats de la Unió Europea hauran de tenir un consum d'energia gairebé nul a partir de 2020. És important adaptar al màxim el producte a la normativa vigent, sinó la solució podria quedar invalidada en pocs anys.

Per tant, la sostenibilitat, la personalització del producte per part de l'usuari i la modularitat són els factors que han estat més presents durant tot el desenvolupament i evolució del projecte.

## 2. OBJECTIUS

L'objectiu principal del projecte és desenvolupar un producte modular que permeti a l'usuari poder configurar el seu propi espai habitable. Per poder cobrir aquest objectiu cal reinterpretar l'arquitectura com a producte. A més, cal tenir en compte el context en el qual es desenvolupa el projecte i aplicar les tendències actuals que predominen en el sector.

Els objectius que se'n deriven són:

- Definir espais habitables modulars, personalitzables i transformables:

Es pretén aconseguir un producte modular que permeti a l'usuari no solament escollir entre diferents aspectes estètics del producte sinó que també tingui la possibilitat de decidir sobre la composició i la creació d'aquest espai habitable.

- Permetre la interacció de l'usuari a l'hora de personalitzar el producte:

Tenint en compte el context actual, cal aprofitar les possibilitats que ofereixen les noves tecnologies. Aquestes no només permeten el contacte de l'usuari amb el producte, sinó que també poden oferir una experiència basada en la interacció. Aquest és un avantatge que cal explotar.

- Generar espais que compleixin criteris d'accessibilitat:

Es vol dissenyar un producte accessible per a tothom i que no sigui discriminatori.

- Dissenyar un procés de fabricació i muntatge sostenible i respectuós amb el medi ambient:

Aplicant metodologies com l'eco-disseny es pot millorar la gestió dels recursos i l'impacte ambiental.

- Permetre reparacions i substitucions dels elements que componen el producte:

Aconseguir un producte fàcil de reparar, de substituir o inclús d'ampliar és un factor molt positiu i que pot fidelitzar molts usuaris.

- Obtenir un producte econòmic en quant a fabricació i competitiu:

Cal tenir present el context que envolta a l'usuari per oferir un producte que s'ajusti al seu pressupost i sigui competitiu respecte a solucions ja existents.

- Validar la proposta mitjançant l'elaboració d'un prototip:

Degut a les característiques del projecte, és necessari l'elaboració d'un prototip virtual que permeti experimentar amb el producte i les seves possibilitats.

### 3. CLIENT I IDENTIFICACIÓ DE L'USUARI

En el cas d'aquest producte, es troba el client per una banda i els usuaris per un altra, però també es pot donar el cas que usuari i client coincideixin.

Al tractar-se d'una propietat privada, apareixen diferents clients potencials. Per una banda, el client del sector públic com són els ajuntaments, que poden subvencionar *blockset* com si es tractés d'un pis de protecció oficial. Per altra banda, el client del sector privat, com poden ser grups immobiliaris propietaris de residències de qualsevol índole i per últim, totes aquelles organitzacions amb finalitats socials que estiguin interessades amb el producte.

Pel que fa a usuaris, s'ha focalitzat el projecte atenent als següent *target*:



Fig. 1. Usuaris

Estudiants, viatgers, persones grans o persones amb discapacitats formen part del grup d'usuaris potencials. L'últim dels usuaris que apareix a la Fig. 1. fa referència a aquell usuari que és client i que decideix adquirir una configuració *blockset* a nivell individual. S'ha escollit atendre aquests usuaris perquè en quant a espai habitable tenen molts requeriments en comú i acostumen a ser desatesos en aquest sector.

### 4. ESTUDIS REALITZATS

Els estudis realitzats prèviament al disseny i desenvolupament del producte han estat un estudi de mercat, un estudi d'espai, un estudi formal i un estudi d'arquitectura bioclimàtica i construcció passiva.

L'objectiu de l'estudi de mercat ha estat recollir informació sobre les solucions i propostes que es troben al mercat sobre construcció modular i així conèixer millor el sector.

En quant a l'estudi de l'espai, s'ha focalitzat l'estudi en dos vessants. La primera ha estat conèixer com l'usuari percep l'espai que l'envolta i la segona ha estat identificar diferents patrons organitzatius que presenten algunes de les propostes detallades a l'estudi de mercat.

Pel que fa l'estudi formal, s'han analitzat les diferents formes bàsiques com són el triangle, el quadrat o el cercle i s'han realitzat diferents composicions formals per tal de veure els avantatges que ofereix cadascuna d'aquestes formes a l'hora de configurar un espai habitable modular.

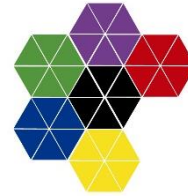


Fig. 2. Exemple de composició formal a partir del triangle

Per últim, s'ha realitzat un estudi d'arquitectura bioclimàtica i construcció passiva amb l'objectiu de determinar quins elements que s'utilitzen en aquest sector es poden incorporar al producte. D'aquesta manera es pot aconseguir un producte respectuós amb el medi ambient al utilitzar materials naturals, no tòxics o contaminants, reciclables o reutilitzables. A més, aquests elements permeten regular i condicionar l'ambient interior de l'habitatge d'una forma natural, millorant la salut i la qualitat de vida de l'usuari [2].

### 5. EL PRODUCTE

Tots aquests estudis previs juntament amb el procés de disseny i desenvolupament del producte han resultat en *blockset*, un conjunt de mòduls personalitzables que permeten a l'usuari configurar el seu propi espai habitable.

Els mòduls que conformen *blockset* són:

- Mòdul estructural.
- Mòdul terra.
- Mòdul paret interior.
- Mòdul porta corredissa.
- Mòdul paret exterior.
- Mòdul finestra.
- Mòdul mur trombe.
- Mòdul porta principal.
- Mòdul sostre.
- Mòdul coberta simple.
- Mòdul coberta doble.

Per generar un disseny, s'inicia aquest amb el mòdul estructural. Seran necessaris 4 mòduls estructurals per generar un espai de 2x2 metres, és a dir 4 m<sup>2</sup>. Aquests 4 mòduls actuen de nexa d'unió entre els diferents

mòduls. Primer de tot s'incorporen mòduls terra. Aquests, estan formats per una estructura metàl·lica rígida en el seu interior preparada per suportar tant les càrregues permanents degudes al pes dels mòduls com les càrregues temporals degudes a l'ús i les sobrecàrregues provocades pel pes dels mobles o amuntegament de gent.

Mitjançant un sistema de guies, els mòduls que conformen els diferents tipus de parets i altres elements verticals, s'insereixen a les columnes dels mòduls estructurals. A continuació es cobreix la superfície superior amb mòduls sostre i per últim, s'insereix el mòdul coberta gràcies a que el perfil de la columna ho permet. D'aquesta manera, l'habitatge queda tancat i el propi pes dels mòduls, juntament amb els elements de fixació i els acabats finals, s'aconsegueix estanqueïtat a l'interior de l'habitatge. Aquest factor és molt important per garantir el bon rendiment dels elements basats amb l'arquitectura bioclimàtica.

La coberta esta preparada per poder incorporar panells fotovoltaics que abasteixin l'habitatge. Segons les previsions realitzades, amb quatre mòduls coberta simple (6 panells per coberta que fan un total de 24 panells) és pot abastir un habitatge familiar amb un consum mitjà. A més, la coberta permet introduir el cablejat elèctric a l'interior de l'habitatge.



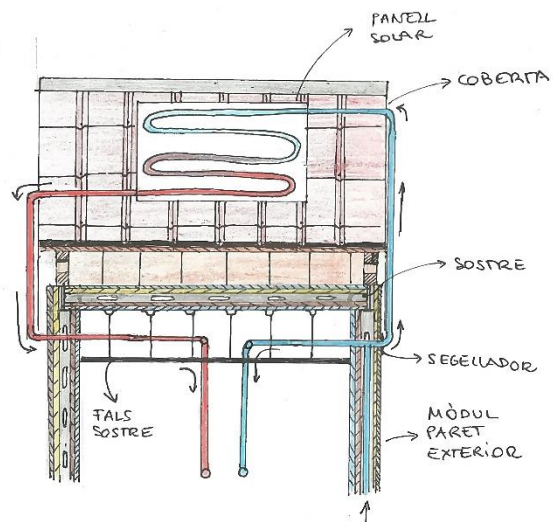
**Fig. 3. Conjunt exemple d'un mòdul general blockset**

Per tal de facilitar la instal·lació elèctrica i de fontaneria, els mòduls presenten unes canaletes metàl·liques a l'interior de l'estructura per la qual es poden fer baixar

els cables un cop muntat l'habitatge i treure les fonts d'il·luminació o punts de presa de corrent al llarg d'aquesta canaleta a conveniència de l'usuari. A més, el sistema permet incorporar un fals sostre (no continu) per tal de poder distribuir el cablejat elèctric entre l'espai existent entre el mòdul sostre i el fals sostre instal·lat. L'accés a les canaletes esmentades abans ja contempla aquesta solució. Això s'ha pensat així per facilitar a l'operari els possibles canvis que puguin sofrir les diferents instal·lacions si l'usuari decideix modificar la configuració de l'habitatge que té. De fet, *blockset* permet incorporar, treure o substituir els diferents mòduls en qualsevol moment.

Per tal de centralitzar els diferents dispositius de seguretat i control que necessiten les instal·lacions, s'ha pensat que totes les configuracions han de preveure un mòdul general dedicat única i exclusivament a allotjar aquests sistemes. També es pot aprofitar aquest mòdul per emmagatzemar les bateries necessàries depenent de la instal·lació fotovoltaica de cada cas en particular. La contemplació d'aquest mòdul pot ajudar a la distribució del cablejat elèctric convertint-se en punt de partida per a tots els circuits interns de l'habitatge.

Aquest mòdul general destinat a allotjar tots els sistemes de control i seguretat de les instal·lacions, també es pot aprofitar per instal·lar un panell tèrmic que permeti escalfar l'aigua (veure Fig. 4.).



**Fig. 4. Exemple d'instal·lació d'un panell solar tèrmic.**

Per últim, degut a que el terra de l'habitatge està separat una certa distància del sòl, s'ha dissenyat un mòdul d'accés a l'habitatge que contempla criteris d'accessibilitat com es pot apreciar a la Fig. 3. [3]

## 6. APLICACIONS DEL PRODUCTE

Per tal de comprovar la versatilitat del producte i corroborar el funcionament del mateix, s'han dissenyat dues configuracions predeterminades d'habitatges que responen als requeriments de tres dels usuaris esmentats a l'apartat 2 (Client i identificació de l'usuari).

La primera configuració és *blockset*, un habitatge de 32 m<sup>2</sup> destinat a estudiants i viatgers (Fig. 5.).



**Fig. 5. blockset 32**

Per dur a terme la configuració d'aquest habitatge s'ha tingut en compte els requeriments espacials dels usuaris en qüestió i la posició del sol al llarg del dia.

L'habitatge està compost per 4 espais diferenciats. Un espai destinat a allotjar els sistemes de seguretat i control de les diferents instal·lacions (color groc), una cuina petita (color vermell), una sala d'estar-habitació (color blau) i un bany petit (color morat), tal i com es pot apreciar a la Fig. 6.



**Fig. 6. Configuració interna de blockset 32**

Durant les primeres hores del dia, el sol incideix a la cara est il·luminant tant l'habitació com la cuina. Durant el dia, el sol incideix amb més intensitat a la cara sud, on s'han col·locat el mòdul mur trombe, encarregat de regular la temperatura interior de l'habitatge de forma natural. La major part de la superfície de la coberta està orientada al sud per tal d'incorporar panells fotovoltaics i optimitzar el seu rendiment si l'usuari decideix incorporar-los.

La segona configuració dissenyada és *blockset 64*, un habitatge de 64 m<sup>2</sup> destinat a ser un habitatge familiar (Fig. 7.).



**Fig. 7. blockset 64**

L'habitatge està compost per 5 espais diferenciats. Un espai destinat a allotjar els sistemes de seguretat i control de les diferents instal·lacions (color vermell), una cuina mitjana (color taronja), una sala d'esta (color gris) i un bany mitjà (color verd), tal i com es pot apreciar a la Fig. 8.



**Fig. 8. Configuració interna de blockset 64**



La configuració de *blockset* 64 ha estat dissenyada tenint en compte els requeriments espacials dels usuaris en qüestió i també tenint en compte els mateixos criteris en quant a la posició solar durant el dia que s'han tingut a l'hora de dissenyar *blockset* 32.

Finalment, tal i com s'ha esmentat a l'apartat 2 (Client i identificació de l'usuari), s'ha realitzat un prototip virtual per veure com s'integra *blockset* 32 en un entorn de comunitat residencial. (Fig. 9.)



**Fig. 9. *blockset* 32 formant part d'una comunitat residencial**

Aquests entorns comunitaris són beneficiosos tant pel producte com per l'usuari, ja que s'estableix una relació molt propera entre usuaris que comparteixen estils de vida i al mateix temps comparteixen un mateix producte.

## 7. CONCLUSIONS

Un cop finalitzat el projecte es pot analitzar el treball realitzat, la solució final i extreure les conclusions pertinents.

Cal destacar que la idea sorgida de l'aplicació d'una tècnica de creativitat, el *mindmap* (detallat en el projecte), ha donat com a solució final un producte que presenta molts punts forts, inclús sent un sector i un mercat totalment desconegut prèviament. També destacar que es tracta d'un camp que engloba moltes disciplines diferents. Aquesta peculiaritat pot provocar que la línia de treball es desviï durant l'evolució del projecte, tot i que en el nostre cas no ha succeït i s'ha mantingut la línia de treball marcada inicialment. Això ha afavorit tant al desenvolupament del projecte com a la solució final, ja que en moltes ocasions, es presentaven nous aspectes a tenir en compte que perfectament podrien derivar en un altre projecte a part. Assumir aquest fet ha estat tot un repte durant el transcurs del projecte.

L'estudi de mercat va permetre canviar la concepció inicial que es tenia respecte a les cases modulares i veure que es tracta d'un camp molt interessant ja que combina l'aplicació de nous materials i processos paral·lelament amb la gestió dels recursos energètics. Pel que fa a l'estudi de l'espai, es va comprovar que gairebé cap de les propostes analitzades tenia en compte criteris d'accessibilitat per a persones amb discapacitat o mobilitat reduïda. Aquest fet va sorprendre ja que aquests habitatges modulares presentaven unes dimensions que sí ho permetien.

En l'estudi formal es va concloure que la forma bàsica que havia de tenir el mòdul era el quadrat, ja que era el més idònia respecte de les altres formes estudiades. A partir d'aquest estudi, es van poder elaborar els primers esbossos i els primers dissenys.

Paral·lelament amb l'evolució del disseny, es va realitzar un estudi sobre la construcció passiva i l'arquitectura bioclimàtica per tal de veure quins elements es podien integrar al disseny del mòdul. Finalment, es va comprovar que bona part d'aquests es podien incorporar. Tant els elements incorporats al disseny com els materials utilitzats permeten condicionar l'habitatge sense requerir d'instal·lacions externes i afavorint la versatilitat del mateix. Aquest fet facilita el muntatge del producte, el manteniment i abarateix el cost del producte.

Per últim, concloure que s'ha arribat a una solució tècnica que respon tant als requeriments de l'usuari com als requeriments proposats a l'inici del projecte. Això implica que s'ha aconseguit assolir els objectius establerts des d'un principi.

## 8. AGRAÏMENTS

Donem les gràcies al nostre tutor, Manuel López Membrilla, per la seva implicació i per guiar-nos durant aquests mesos.

També a la Marta Muste Rodríguez, pel seu temps i ajuda.

Per últim, i no menys important, volem agrair a les nostres famílies pel seu suport incondicional.

## REFERÈNCIES

[1] Directiva Europea 2010/31/UE *relativa a la eficiència energètica dels edificis*. Parlament Europeu i del consell. Diari Oficial de la Unió Europea. 2010.

[2] Guia del estàndard *Passivhaus*, pàg. 45.

[3] Decret d'accessibilitat. Ministeri d'obres públiques i urbanisme. Reial Decret 556/1989. BOE. 1989.