

LIFE
REUSING
POSIDONIA



Publisher / Edita:

Institut Balear de l'Habitatge (IBAVI)
Manuel Azaña, 9, 07006 Palma
T (+34) 900 700 003
www.ibavi.caib.es

Design and layout / Disseny i maquetació:

Carles Oliver, M^a del Mar Amengual, Miquel Ramón, Nus, Joan Amer

Original text / Textos originales:

Carles Oliver, Antonio Martín, Joaquín Moyá

Translation and correction / Traducció i correcció:

Paraula, LCP Translatis

Printer / Impressió:

Esment Impremta

DL: PM 320-2018

Printed in Spain / Imprès a Espanya
Palma 2018

2nd revised edition / 2^a edició revisada



G CONSELLERIA
O TERRITORI, ENERGIA
I I MOBILITAT
B DIRECCIÓ GENERAL
/ ENERGIA I CANVI
CLIMÀTIC

Col·laboradors
Collaborators



Consell Insular
de Formentera



Universitat
de les Illes Balears



Fundació
Deixalles



Imprès en paper 100% reciclat Cyclus print.

Libre 100% recicitable.

Printed on Cyclus print 100% recycled paper.

100% recyclable book.



LIFE12 ENV/ES/000079

INDEX

INDEX

6	Presentació
6	IBAVI
7	DGECC
10	Life Reusing Posidonia
16	Objectius
18	Economia de mitjans i la figuera estalonada
20	Nous models de producció i consum
24	1. Explotació de recursos naturals
26	2. Diòxid de carboni i efecte hivernacle
31	3. Explotació laboral i seguretat en el treball
34	4. Salut i carcinògens
38	Autosuficiència, mapa de recursos i arquitectura tradicional
44	Prototip. 14 habitatges de protecció pública a Sant Ferran, Formentera
48	Inserció urbana i noves tipologies d'habitatge
54	Eficiència energètica i funcionament bioclimàtic
66	Criteris de selecció dels materials
68	Materials utilitzats, per categories
72	Selecció dels materials més representatius
74	C.1. Posidònica i palets / Fusteria reutilitzada en interiors i tanques
86	C.2. Calç aèria / Marès de Cas Busso / Ceràmica
94	C.3. Fusters exterior de fusta de lärix / Calç hidràulica NHL-5 / Forjats de fusta laminada
102	C.4. YTONG
106	Gestió del cicle complet de l'aigua
112	Gestió de residus
114	Monitoratge del prototip
116	Càlcul de la petjada de CO ₂
118	Monitoratge del confort ambiental
126	Monitoratge dels camps elèctrics i electromagnètics
134	Conclusions i recomanacions
136	Materials
140	CO ₂
142	Confort tèrmic
144	Crèdits

6	Presentation
6	IBAVI
7	DGECC
10	Life Reusing Posidonia
16	Objectives
18	Economy of means and the staked fig tree
20	New production and consumption models
24	1. Exploitation of natural resources
26	2. Carbon dioxide and the greenhouse effect
31	3. Labour exploitation and safety at work
34	4. Health and carcinogenic effect
38	Self-sufficiency, resource map and traditional architecture
44	Prototype. 14 social dwellings in Sant Ferran, Formentera
48	Urban insertion and new types of housing
54	Energy efficiency and bioclimatic performance
66	Criteria for selecting materials
68	Materials used by category
72	Selection of most representative materials
74	C.1. <i>Posidonia</i> & pallets / Reused woodwork in interiors and gates
86	C.2. Aerial lime / Cas Busso sandstone / Bricks & Tiles
94	C.3. Exterior use of larch wood / Hydraulic lime NHL-5 / Laminated wooden slabs and OSB/3 boards
102	C.4. Ytong
106	Management of the entire water cycle
112	Waste management
114	Monitoring the Prototype
116	CO ₂ footprint calculation
118	Monitoring thermal comfort
126	Electric and electromagnetic field monitoring
134	Conclusions and recommendations
136	Materials
140	CO ₂
142	Thermal comfort
144	Credits

PRESENTACIÓ IBAVI soci COORDINADOR PROJECTE LIFE REUSING POSIDONIA

IBAVI PRESENTATION LIFE REUSING POSIDONIA COORDINATING BENEFICIARY

És la nostra responsabilitat donar resposta a les necessitats de present i futur de la societat, i hem de saber assumir aquest repte conjugant la promoció de l'habitatge públic, la seva funció social i la sensibilització mediambiental. Pensam i actuam en clau de sostenibilitat, tant social com ambiental, amb promocions d'habitacions públics que incorporen tècniques per incidir, tant en la construcció com en el manteniment, en una menor producció de CO₂ i de residus, i, al mateix temps, treballam per potenciar el consum d'energia sostenible.

El llibre que teniu a les mans explica l'origen i el desenvolupament del projecte més emblemàtic en matèria de construcció eficient de les nostres illes: LIFE+ 2012, una iniciativa que ha estat reconeguda per la Unió Europea i que es va materialitzar en la construcció de 14 habitatges de protecció pública a Sant Ferran, a Formentera.

Aquest projecte permet relacionar el nostre capital natural amb la tradició cultural de l'illa de Formentera. Un bon

exemple n'és l'ús de la *Posidonia oceanica* seca com a material de construcció, tal com es feia tradicionalment. Aprofitar un residu local abundant a l'illa de Formentera, utilitzar-ne les propietats com a aïllant tèrmic i evitar haver de recórrer a materials que no són presents a les nostres illes, aporten un nou enfocament en la edificació, tant en l'àmbit públic com privat.

Potenciar la nostra tradició cultural a la vegada que es promociona una major eficiència energètica i un ús de tecnologies ecològiques, augmenta la competitivitat dels nostres sistemes de producció i ens ajuda a mantenir els nostres recursos naturals i tenir-ne cura. Aquest és el camí pel qual ens hem de moure.

Vull fer un reconeixement públic a totes les persones que amb la seva actitud tenaç i compromesa han treballat per aconseguir que les Illes Balears siguin un referent a la Mediterrània en matèria de bioarquitectura. Així mateix, vull destacar el paper dels so-

cis col·laboradors d'aquesta iniciativa, que, amb molta professionalitat, han impulsat un enfocament que ens ajuda a aconseguir que els edificis públics siguin de consum gairebé zero. Enhorabona a tots per aquest projecte que reflecteix el resultat d'una tasca participativa, plena d'il·lusió i vertaderament innovadora i pionera.

Marc Pons i Pons

President de l'IBAVI
Conseller de Territori, Energia i Mobilitat
Govern de les Illes Balears

It is our responsibility to respond to the current and future needs of society and we must know how to face this challenge, combining the promotion of social housing based on its social purpose and environmental awareness. When it comes to both social and environmental sustainability, we think and take action with social housing developments that involve techniques that generate, both in their construction and maintenance, lower amounts of CO₂ and waste, whilst at the same time, working to promote the use of sustainable power.

This book explains the origins and development of this flagship project to address efficient construction in our islands: LIFE+ 2012, an initiative recognised by the European Union and that came to fruition through the construction of 14 social housing units in Sant Ferran, Formentera.

This project has made it possible to link our natural resources to the cultural tradition of Formentera. A good

example is the use of dry *Posidonia oceanica* as a construction material, as was the traditional method. Harnessing a waste product that is plentiful and native to Formentera, using its properties as thermal insulation and thus avoiding having to use materials that do not exist in our islands provides a new approach to both public and private construction.

Enhancing our cultural tradition whilst promoting greater energy efficiency and the use of ecological technologies increases the competitiveness of our production systems and helps to maintain and care for our natural resources. This is the path that we should be taking.

I would like to publicly acknowledge everybody who has worked both persistently and decidedly to convert the Balearic Islands into a reference point in the Mediterranean in the field of bioarchitecture. Furthermore, I would like to highlight the role of our partners in this initiative who, with the utmost in profes-

sionalism, have catalysed an approach that helps to ensure that public buildings are nearly zero-energy buildings. Congratulations to everybody involved in this project, which has been the result of a joint effort, full of hope, that is truly innovative and pioneering.

Marc Pons i Pons

IBAVI President
Minister of Territory, Energy and Mobility
Government of the Balearic Islands

PRESENTACIÓ DGECC SOCI BENEFICIARI PROJECTE LIFE REUSING POSIDONIA

DGECC PRESENTATION LIFE REUSING POSIDONIA ASSOCIATED BENEFICIARY

En territoris insulars com les Balears, la lluita contra el canvi climàtic adquireix una doble dimensió: a la responsabilitat que compartim amb la resta de societats de lluitar des de cada àmbit local contra el fenomen global del canvi climàtic, s'hi suma una especial vulnerabilitat al canvi climàtic, fet que el converteix també en una qüestió de supervivència pròpia. Això, unit a les oportunitats que ofereixen les illes com a possibles *laboratoris*, implica que els territoris insulars siguin idonis per liderar els esforços de mitigació del canvi climàtic i d'adaptació als seus efectes.

En aquesta missió, replantejar l'àmbit edificat en el qual vivim, aprenem o treballam és fonamental, ja que hi consumim aproximadament un terç del consum total d'energia. Aquest projecte demostra que la Mediterrània ofereix els recursos i el clima adequats per reduir de forma important el consum energètic tant del procés de construcció d'habitacions com de l'ús posterior. Això permet reduir de forma important les emissions de CO₂ i altres gasos contaminants derivats del consum energètic, així com

els problemes socials, econòmics i ambientals derivats de l'extracció, el procés i el transport de combustibles fòssils des del seu lloc d'origen.

Però, a més, ajuda a superar un altre repte: l'encaix de la generació renovable en territoris fràgils i limitats com són les illes. La superfície destinada a plaques solars o el nombre d'aerogeneradors per instal·lar per abastir d'energia lliure d'emissions es redueixen com més eficients siguem capaços de fer els edificis que construïm i fem servir.

Finalment, hi ha tres elements que converteixen aquest projecte en una realitat viable i replicable: la qualitat, el confort i el pressupost, que és molt similar al d'altres habitatges socials i que demonstra que la sostenibilitat ambiental no és incompatible amb l'econòmica.

Joan Groizard Payeras

Director general d'Energia i Canvi Climàtic
Govern de les Illes Balears

In island regions like the Balearic Islands, there are two important factors to consider in the fight against climate change: in addition to the responsibility we share with the rest of society for fighting this global phenomenon from all corners, we are also particularly vulnerable to climate change, with the issue becoming a question of our own survival. This, combined with the opportunities offered by these regions as potential "laboratories" make island territories the perfect place to lead efforts to mitigate climate change and adapt to its impacts.

As part of this mission, readdressing the buildings we live, learn or work in is fundamental, as it is in these buildings that we consume approximately a third of all energy. This project demonstrates that the Mediterranean has the resources and the climate needed to significantly reduce energy consumption, both during the process of building houses and during their subsequent use. This makes it possible to reduce CO₂ and other pollutant gases generated by energy consumption in a significant

way, in addition to tackling social, economic and environmental problems deriving from the extraction, processing and transportation of fossil fuels from their place of origin.

What's more, this also helps to overcome another challenge: anchor renewable generation in fragile and limited territories like islands. The surface area covered by solar panels or the number of wind turbines that have to be installed to supply ourselves with clean energy is reduced by building more efficient buildings.

Finally, there are three elements that make this project a viable and reproducible reality: quality, comfort and budget, which is very similar to that of other social housing and demonstrates that environmental sustainability is not at odds with the economy.

Joan Groizard Payeras
Director General of Energy
and Climate Change
Government of the Balearic Islands



LIFE REUSING POSIDONIA
LIFE REUSING POSIDONIA

LIFE REUSING POSIDONIA

LIFE REUSING POSIDONIA



Foto: José Hevia

El projecte **Life Reusing Posidònia**, que promou l'IBAVI¹ en col·laboració amb la Direcció General d'Energia i Canvi Climàtic de la Comunitat Autònoma de les Illes Balears, ha rebut una subvenció de 754.012 euros del programa europeu LIFE+ 12 en la categoria de **Governança Mediambiental** per a Projectes d'Adaptació al Canvi Climàtic.

La proposta inclou la construcció d'un edifici prototip, consistent en catorze habitatges de protecció pública a Formentera, i el monitoratge, amb la col·laboració de la UIB², per comprovar el bon funcionament de les solucions aplicades amb l'objectiu de proporcionar dades contrastades a les institucions europees amb competències per regular la reducció de l'impacte ambiental en el sector de l'edificació.

Actualment, hi ha un consens més o menys generalitzat sobre la necessitat de reduir les emissions de CO₂ durant la vida útil dels edificis, que suposen el 36% de les emissions totals³ a escala europea. Aquest consens s'ha traduït en la Directi-

The **Life Reusing Posidonia** project promoted by IBAVI¹ in collaboration with the Balearic General Directorate of Energy and Climate Change at the CAIB has received a European grant of € 754,012 from the LIFE + 12 program in the **Environmental Governance** category for Climate Change Adaptation Projects.

The proposal includes the construction of a prototype building, consisting of 14 social housing units in Formentera, and the monitoring thereof in collaboration with the UIB² to verify the proper functioning of the solutions applied with a view to providing verified data to the European Institutions for the drafting of future regulations related to the reduction of the environmental impact of the building sector.

There is a general consensus on the need to reduce carbon dioxide emissions generated during the life of buildings, which represent 36% of total emissions³ at a European level, and this has been reflected in Directives

va 2002/91/CE, de 16 de desembre, sobre la qualificació energètica dels edificis, i la Directiva 2010/31/UE, de 19 de maig, sobre eficiència energètica dels edificis.

Tanmateix, cal recordar que a Espanya les indústries de la construcció⁴ suposen el 17% de les emissions de CO₂. A escala mundial, el formigó armat⁵ en provoca el 5%; la calefacció, el 6%, i el transport, el 14%.⁶ No obstant això, no hi ha un debat generalitzat sobre la importància de reduir les emissions de CO₂ dels materials utilitzats durant l'execució de les obres.

Per això, a més de l'eficiència energètica, és imprescindible replantejar els processos industrials en l'edificació.

El **prototip** demostra que els sistemes constructius més sostenibles, pel que fa a l'aspecte ambiental, econòmic i social, són a prop, són viables i estan en perill d'extinció: **les indústries locals artesanes de producció ecològica amb matèries primeres de km 0.**

2002/91/EC on the Energy Performance of Buildings or 2010/31/EU on the Energy Performance of buildings.

However, it is worth remembering that in Spain, the construction industry⁴ accounts for 17% of CO₂ emissions, and worldwide, 5% of all emissions on Earth are generated by reinforced concrete⁵, 6% by heating, 14% by transport⁶, and yet there is no general debate on the importance of reducing CO₂ emissions attributable to the materials used during the execution of construction work.

Therefore, in addition to energy efficiency, it is imperative that we rethink the industrial processes employed in construction work.

The **Prototype** demonstrates the most sustainable building systems at environmental, economic and social levels are local, viable, and in danger of extinction: **Local green-production craft industries using local materials.**

1. Institut Balear de l'Habitatge.
2. Universitat Illes Balears.
3. Hacker et al. *Embodied and operational carbon dioxide emissions from housing: a case study on the effects of thermal mass and climate change* (2006).
4. *Informe Inventarios GEI España, 1990-2010* (2012).
5. E. Worrell, L. Price, N. Martin, C. Hendriks, L. Meida (2001).
6. *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*.
1. Balearic Social Housing Institute.
2. University of the Balearic Islands.
3. HACKER et al. (2006) *Embodied and operational carbon dioxide emissions from housing: a case study on the effects of thermal mass and climate change*.
4. *Informe Inventarios GEI España, 1990-2010* (2012).
5. E. Worrell, L. Price, N. Martin, C. Hendriks, L. Meida, 2001.
6. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC).

7. L'estudi de l'anàlisi de cicle de vida (ACV) per part d'una entitat independent és massa costós per a les petites empreses familiars. D'altra banda, no hi ha una ecoetiqueta única, a diferència d'altres sectors com l'alimentació o les pintures.

L'ecoetiqueta europea del sector de la construcció està en fase de desenvolupament, però hi ha unes quantes recomanacions que es poden consultar en aquest enllaç: <http://susproc.jrc.ec.europa.eu/buildings/index.html>.

Per consultar els productes que disposen de l'ecoetiqueta de la Unió Europea: <http://ec.europa.eu/environment/ecolabel/products-groups-and-criteria.html>.

Espanya: http://www.mapama.gob.es/en/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/etiqueta-ecologica-de-la-union-europea/etiqueta-ecologica-europea/grupos_producto.aspx.

Illes Balears: <http://www.caib.es/sacmicrofront/contenido.do?mkey=M234&lang=ES&cont=5511>

A les Balears l'ecoetiqueta es pot tramitar aquí: <http://www.caib.es/sacmicrofront/contenido.do?idsite=234&cont=5528>.

8. L'Objectiu 20/20/20 de l'Estratègia energètica europea estableix que tots els edificis de les administracions públiques siguin de consum gairebé zero (nZEB) a partir del 31 de desembre de 2018. Es tracta d'una de les mesures per aconseguir els tres objectius estratègics:
-20% de consum d'energia
-20% d'emissions de CO₂
+20% d'energies renovables

Llevat d'excepcions, no disposen de cap ecoetiqueta⁷ ni hi mostren gens d'interès a causa de la dificultat que implicaria obtenir-la i de la poca rendibilitat que oferia. Però el caràcter local d'aquests productes permet inspeccionar-ne personalment la fabricació i comprovar el valor ambiental del procés sense necessitat d'auditories externes. En aquest sentit, destaca la recuperació de la *Posidonia oceanica* seca com a aïllament tèrmic, solució pròpia de l'arquitectura tradicional, per promoure l'ús d'aquesta planta protegida sempre que es faci de forma adequada, i que ens recorda que **no habitam una casa, habitam un ecosistema**.

Per això, la utilització combinada d'aquests materials locals disponibles amb els importats que sí que tenen segells de certificació ambiental constitueix un model que permet reduir més d'un 50% les emissions de CO₂ durant les obres, siguin de rehabilitació o d'obra nova, ja que aquests materials

With a few exceptions, they do not have any eco-labels⁷ or have any interest in obtaining them given difficulty in obtaining them in terms of profitability. However, the local nature of these products makes it possible to personally inspect the manufacturing process and to verify the environmental value of the process without the need for external audits.

The uptake in use of dry *Posidonia oceanica* (Neptune grass), a seagrass species endemic to the Mediterranean, as a form of thermal insulation is remarkable; this solution has been taken from traditional architecture, promoting the use of this protected plant as long as it is done properly, **and it reminds us that we don't inhabit a house, but an ecosystem**.

Therefore, the combined use of local materials available and imported materials that are environmentally certified constitutes a model that makes it possible to reduce CO₂ emissions more than 50% during construction works, whether they are refurbished or new buildings, since these materi-

són adequats per rehabilitar els cascants de la majoria de ciutats.

A més, el **prototip** és un model de construcció energèticament eficient per complir l'objectiu 20/20/20 de l'Estratègia energètica europea,⁸ la qual cosa actualment a Espanya equival a la qualificació energètica A per als edificis residencials, amb un consum inferior a 15 kWh/m²/any.

Tota la documentació és d'accés lliure i està disponible a la web **www.reusingposidonia.com** amb la finalitat de fomentar el desenvolupament de projectes de rehabilitació i obra nova amb aquest nivell d'eficiència.

Els estudis ambientals d'aquest projecte han estat elaborats per la consultoria ambiental Societat Orgànica +10 SCCL.

als are suitable to renovate most of the historic city centers.

In addition, the **Prototype** is a model of energy efficient construction to meet the objectives of the 2020 climate & energy package⁸, which in Spain is equivalent to an A energy rating for residential buildings, with a consumption of less than 15 kWh/m²/year.

All documentation is freely accessible and available at **www.reusingposidonia.com** with a view to encouraging the development of rehabilitation and new construction projects with this level of efficiency.

The environmental studies performed as part of this project have been carried out by the environmental consultancy firm Societat Orgànica +10 SCCL.

7. The study of Life Cycle Analysis (LCA) by an independent entity is too costly for small family businesses.

On the other hand, there is no European eco-label for building systems, unlike other sectors such as food or paints, as it remains under development. However, there are some recommendations that can be consulted in this link: <http://susproc.jrc.ec.europa.eu/buildings/index.html>

To consult the products that have the EU Eco-label:
Europe: <http://ec.europa.eu/environment/ecolabel/products-groups-and-criteria.html>

Spain: http://www.mapama.gob.es/en/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/etiqueta-ecologica-de-la-union-europea/etiqueta-ecologica-europea/grupos_producto.aspx

Balearic Islands: <http://www.caib.es/sacmicrofront/contenido.do?mkey=M234&lang=ES&cont=5511>

The eco-labelling process in the Balearic Islands can be carried out at: <http://www.caib.es/sacmicrofront/contenido.do?idsite=234&cont=5528>

8. The 2020 climate & energy package stipulates that all public buildings must be Nearly zero-energy buildings by 31 December 2018 as one of the measures to achieve the 3 strategic objectives:

- 20% energy consumption.
- 20% CO₂ emissions.
- + 20% renewable energy.

OBJECTIUS OBJECTIVES



Foto: Carles Oliver

1. Reduir:

- 50% d'emissions de CO₂ durant la construcció de l'edifici (límit màxim 564,085 kg/CO₂).
- 75% d'energia útil durant la vida útil de l'edifici (consum màxim 15 kWh/m²/any).
- 60% de consum d'aigua (límit màxim 88l/persona i dia).
- 50% de producció de residus (límit màxim 35,18 t).

2. Demostrar la viabilitat d'utilitzar els productes següents, propis de l'època preindustrial, mitjançant els assajos corresponents:

- Aïllament de la posidònia ($\lambda < 0,045$ W/mk).
- Resistència del formigó de calç en massa tipus NHL-5 com a solució estructural (resistència mínima a compressió: 5 kN/m).

1. To reduce:

- CO₂ emissions by 50% during the construction of buildings (maximum limit of 564,085 kg/CO₂).
- Useful energy by 75% during the useful life of the building (maximum consumption 15 kWh/m²/year).
- Water consumption by 60% (maximum limit 88l/person and day).
- Waste production by 50% (maximum limit 35.18 t).

2. To demonstrate the feasibility of using the following products from the pre-industrial period, applying the corresponding tests:

- Insulation using *Posidonia oceanica* ($\lambda < 0.045$ W/mk).
- Resistance of NHL-5 type lime concrete as a structural solution (minimum resistance to compression of 5 KN/m).

3. Determinar el cost unitari real d'una promoció d'habitatges plurifamiliars que compleixi tots els requisits anteriors, amb un sobre-cost inferior al 5% en comparació amb una promoció equivalent que compleixi la normativa vigent.

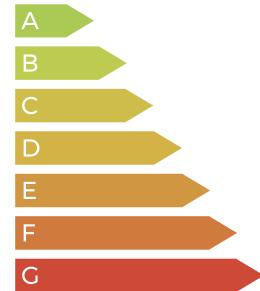
4. Promoure i fomentar el compliment dels punts anteriors en l'arquitectura.

Si la construcció de tots els edificis nous es fea seguint els criteris de Reusing Posidonia, la construcció deixaria de ser una de les causes de l'augment de la temperatura global.

3. To determine the actual unit cost of a multi-family property development that meets all of the above requirements, with the additional cost coming to less than 5% compared to a similar promotion that complies with current regulations.

4. To promote and encourage carrying out the previous points in architectural works.

If the construction of all new buildings was carried out applying the criteria of REUSING POSIDONIA construction would no longer be one of the causes of the increase in the planet's temperature.





ECONOMIA DE MITJANS I LA FIGUERA ESTALONADA

ECONOMY OF MEANS AND THE STAKED FIG TREE

Les figueres estalonades de Formentera constitueixen un exemple paradigmàtic d'economia de mitjans, que és la capacitat de resoldre els problemes amb la mínima quantitat de recursos. Per tant, no és un objectiu en si mateix, sinó l'eina per solucionar problemes.

Les brises marines de Formentera impiden el creixement vertical de l'arbre. La solució? Col·locar uns estalons⁹ fets amb troncs bifurcats d'ullastre o savina que suporten les branques perquè puguin créixer en horitzontal.

Amb el temps es va comprovar que un sol tronc de figuera produïa moltes més figues, i gràcies als estalons era més fàcil enfilar-s'hi i accedir a les figues situades a les parts superiors.

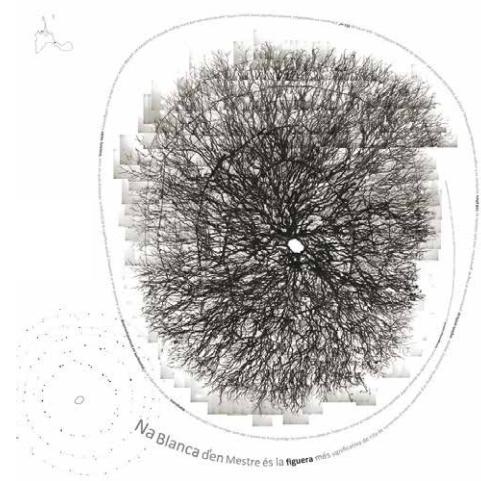
A més, els animals i les persones varen trobar una ombra per protegir-se de la calor. A l'estiu, la figuera *Na Blanca d'en Mestre*,¹⁰ la més gran de Formentera, possiblement sigui el lloc més agrable de l'illa.

The staked fig trees of Formentera are a prime example of an economy of means, which entails problem-solving using the minimum amount of resources. Therefore, it is not a goal in itself, but the tool used to solve problems.

The sea breezes in Formentera prevented the fig trees from growing upwards. The solution? Place stakes using the forked trunks⁹ of the *Olea europaea Sylvestris* or *Juniperus* that support the branches so that they can grow horizontally.

Over time, it has been demonstrated that a single fig tree trunk produced many more figs and thanks to the stakes, growers could climb into the and retrieve figs located at the top.

Furthermore, they provide shade for animals and humans. In summer, the *Na Blanca d'en Mestre*¹⁰ fig tree, the largest in Formentera, is possibly the most pleasant place on the island.



9. Sobre els puntals, s'hi construeixen anells concèntrics de troncs més fins, que en els darrers anys s'han substituït per varetes d'acer corrugat sobrants d'alguna obra.
10. Plànol per Marià Castelló. «Na Blanca d'en Mestre», article publicat en la revista *Quaderns del Col·legi Oficial d'Arquitectes de Catalunya*.
9. Concentric rings of finer trunks are built on the stakes, which in recent years have been replaced by corrugated steel rods left over from construction work.
10. Plan by Marià Castelló, *Na Blanca d'en Mestre*, published in the *Quaderns* journal of the Official Association of Architects of Catalonia *Col·legi Oficial d'Arquitectes de Catalunya*.



NOUS MODELS DE PRODUCCIÓ I CONSUM

NEW PRODUCTION AND CONSUMPTION MODELS

NOUS MODELS DE PRODUCCIÓ I CONSUM

NEW PRODUCTION AND CONSUMPTION MODELS



Foto: Carles Oliver

11. United Nations Environment Programme, Agenda 21. 1992.

12. SACOM, Chan Sze Wan i Cheng Yi Yi. Report on Foxconn workers as machines (2010). — BBC, Richard Bilton. *Failing to protect Chinese factory workers* (2014).

11. United Nations Environment Program, Agenda 21. 1992

12. SACOM, Chan Sze Wan and Cheng Yi (2010): Report on Foxconn workers as machines — BBC, Richard Bilton (2014): *Failing to protect Chinese factory workers*.

Les principals causes del deteriorament ambiental són les modalitats industrials de producció i consum.¹¹

Dit d'una altra manera, com és possible que una camiseta costi 3 euros en una tenda? La resposta és molt senzilla: a l'empara de la diferència salarial i el canvi de divisa entre països com a mecanisme per obtenir la tranquil·litat de consciència dels consumidors, la producció globalitzada en els mercats laborals infraregulats dels països del segon i tercer món s'alimenta de noves modalitats d'esclavitud laboral,¹² sobreexplota recursos naturals i acumula residus per sobre de la capacitat d'absorció de la biosfera, de manera que transforma grans àrees marines i terrestres en autèntics abocadors.

I això també succeeix en la indústria dels materials de construcció.

Com a indicador de la incidència d'aquesta activitat industrial, hi ha el concepte de *petjada ecològica*, que mesura la superfície de sòl necessària

The main causes of environmental deterioration are the industrial production and consumption models¹¹.

In other words: How is it possible that a T-shirt costs €3 in a shop?

The answer is simple: using the excuse of the difference in wages and the currency exchange in order to reassure consumers, globalised production using the under-regulated labour markets of second and third world countries is fed by new forms of forced labor¹². At the same time, natural resources are overexploited and waste accumulates beyond the biosphere's absorption capacity, transforming large marine and land areas into real landfills.

This is also the case in the construction materials industry.

The concept of an ecological footprint is used as an indicator of the rate at which this industrial phenomenon occurs, measuring the sur-

per produir el que consumim durant un any. A Espanya,¹³ la petjada és de 64.000 m² per persona. Als EUA, arriba fins als 100.000 m². No obstant això, el planeta és limitat i només hi ha disponibles 18.000 m² per persona.¹⁴

Per tant, a Espanya hauríem de reduir un 70% el consum de recursos a tots els nivells: alimentació, transport, habitatge, etc.

Això s'aconsegueix o bé consumint un 70% menys o bé modificant completament els processos de fabricació, o bé amb la suma de tots dos.

Quins factors podem modificar?

De l'activitat industrial del sector de la construcció, se'n deriven molts d'efectes col·laterals,¹⁵ entre els quals destaca els següents:

1. Explotació de recursos naturals
2. Emissions de CO₂ i efecte hivernacle
3. Toxicitat i cancerígens
4. Explotació laboral

face area needed to produce what we consume for one year. In Spain¹³, our footprint is 64,000 m² per person. In the US, this figure comes to 100,000 m². However, space on our planet is limited and only 18,000 m² per person is available¹⁴.

Therefore, in Spain we should reduce the consumption of resources by 70% at all levels: food, transport, housing, etc.

This can be achieved either by reducing our consumption by 70%, modifying production processes, or by a combination of the two.

What factors can we change?

Industrial activities linked to the construction sector¹⁵ has a significant collateral impact, including:

1. Exploitation of natural resources.
2. CO₂ emissions and greenhouse effect.
3. Toxicity and carcinogenic effect.
4. Labour exploitation.

13. *Anàlisi de la petjada ecològica d'Espanya*, Ministeri de Medi Ambient, Medi Rural i Marí (2008).

14. Barrett, J. et al. *Counting Consumption: CO₂ Emissions, Material Flows and Ecological Footprint of the UK by Region and Devolved Country*, WWF-United Kingdom (2006).

15. L'estudi complet d'ACV inclou altres factors que s'han tengut en compte en aquest projecte com evitar productes que continguin gasos CFC O HCFC que afectin l'ozone i productes amb metalls pesants.

No s'han evaluat altres impacts evaluats, com l'acidificació (emissions de SOx a l'atmosfera), l'eutrofització o l'emissió de residus sòlids generats.

13. Analysis of the ecological footprint of Spain, MINISTRY OF ENVIRONMENT, RURAL AND MARINE ENVIRONMENT (2008).

14. Barrett, J., et al. (2006): Counting Consumption: CO₂ Emissions, Material Flows and Ecological Footprint of the UK by Region and Devolved Country, WWF-United Kingdom

15. The full ACV study includes other factors that have been taken into account in this project, such as avoiding products that emit CFCs or HCFCs with an impact on the O-zone or that contain heavy metals.

Other impacts such as acidification (SOx emissions into the atmosphere), eutrophication, or the emission of solid waste generated have not been evaluated.

1. EXPLORACIÓ DE RECURSOS NATURALS

1. EXPLOITATION OF NATURAL RESOURCES



Desforestació boscos tropicals
Deforestation tropical rainforest

16. Beck, U. *La sociedad del riesgo global*, Barcelona, Paidós (2008).
17. M. Fernandes, A. Ramírez, T. Tosiani. «Neutralització de llotus vermells provinents de CVG-bauxilum amb guix i la seva Interacció amb un sòl de sabana». *Geos*, 44:1-4 (2013).
18. Informe del Parlament Europeu del 23 de març de 2017 sobre l'aplicació de la Directiva 2006/21/CE, sobre residus de la mineria (2015/2117(INI)).
Resolució del Parlament Europeu de 8 d'octubre de 2015 sobre les conclusions extretes de la catàstrofe del llot vermell a Hongria cinc anys després de l'accident (2015/2801(RSP)).
19. Informe de Greenpeace *FSC at Risk: FSC in Russia*.

L'obtenció de matèries primeres pot comportar riscs implícits que assomeixen de manera unilateral les companyies, com explica el sociòleg alemany Ulrich Beck en *La sociedad del riesgo global*.¹⁶

La pregunta és: els consumidors assumirien aquests riscs si es donassin a conèixer?

És el cas de les mines d'alumini: per cada tona d'alumini es produeixen 2 tones de llotus vermells¹⁷ altament alcalins amb PH 12-14, que es consideren residus perillosos i que es dipositen en basses que representen un problema ambiental especialment preocupant per a la Unió Europea.¹⁸ El 2010, el vessament de la bassa de llotus vermells de la mina d'alumini d'Ajka, a Hongria, va inundar uns quants pobles i va provocar 10 morts i 150 ferits.

Un altre cas és la desforestació dels boscos tropicals. Coneixem aquest tema i, no obstant això, hi col·laboram de forma inconscient, llevat que exigim segells de gestió controlada en

Obtaining raw materials can entail implicit risks that are assumed unilaterally by companies, as explained by German sociologist Ulrich Beck in "Risk Society"¹⁶.

The question is, would these risks be assumed by consumers if they knew about them?

This is the case of aluminium mines. For each tonne of aluminium, 2 tonnes of highly alkaline red muds¹⁷ with a pH of 12-14 are produced, which are considered dangerous residues and are deposited in tailings rafts, which are a particularly troubling environmental concern for the EU¹⁸. The 2010 spillage of red mud tailings from the Ajka aluminium mine in Hungary flooded several villages causing 10 deaths and wounding 150 people.

Another case is the deforestation of tropical forests. Although everyone is aware of the topic, we continue to collaborate unconsciously by failing to demand controlled management stamps in all our purchases. Even still, some reports¹⁹ warn of

totes les compres. Fins i tot hi ha informes¹⁹ que alerten de l'incompliment dels protocols de gestió en alguns països del segon i tercer món, de manera que aquestes suposades garanties es converteixen en senzills rentats d'imatge, la qual cosa es coneix com a **green-washing**.

Passaria el mateix si en adquirir un producte el fabricant estigués obligat a indicar-ne la traçabilitat en el paquet? És a dir, indicar-ne la procedència i rastrejar-lo en totes les etapes de producció, transformació i distribució.

Imaginem-nos una etiqueta similar als paquets de tabac:

La fusta d'aquesta porta procedeix d'una tala il·legal de l'Amazones que desforesta 1.000.000 d'hectàrees de selva a l'any.

O bé:

L'alumini d'aquesta finestra procedeix d'una mina de l'Índia que ha suposat la desforestació de la selva, l'expulsió de les tribus indígenes i nombroses morts i violacions. El contingut d'alumini reciclat és del 2%.

non-compliance in the management protocols in some second and third world countries, turning these supposed guarantees into a method of cleaning their image, also known as **green-washing**.

Would the same occur if companies had to provide tracking information on all packaging? That is, stating the origin of products and providing information on all the stages of production, transformation and distribution.

For example, imagine a label similar to the one used on cigarette packs:

"The wood used to make this door comes from an illegal logging facility in the Amazon which is responsible for the annual deforestation of 1,000,000 hectares of forest"

Or how about:

"The aluminium used to make this window comes from a mine in India which has entailed the deforestation and the expulsion of indigenous tribes, causing numerous deaths and violations. The recycled aluminium content is 2%"



Catàstrofe mina d'alumini. Ajka, Hongria, 2010
Aluminium mine disaster. Ajka, Hungary, 2010

16. Beck, U. (2008): Risk Society, Barcelona, Paidós.
17. FERNANDES, M., A. RAMÍREZ & T. TOSIANI 2013. Neutralization of Red Lime from CVG-Bauxilum with Gypsum and its Interaction with savannah soil. Geos 44: 1-4, 2013.
18. Report of the European Parliament of 23 March 2017 on the implementation of Directive 2006/21/EC on mining waste (2015/2117 (INI). European Parliament resolution of 8 October 2015 on lessons learned from the red mud disaster, five years after the accident in Hungary 2015/2801 (RSP).
19. Greepeace Report FSC at Risk: FSC in Russia.

2. DIÒXID DE CARBONI I EFECTE HIVERNACLE

2. CARBON DIOXIDE AND THE GREENHOUSE EFFECT



Foto: Stefan Wernli

20. Llibre blanc per a l'etiquetatge verd dels productes per a la construcció, finançat pel Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya, amb la col·laboració dels col·legis d'arquitectes, aparelladors i arquitectes tècnics, Institut Cerdà, UPC i ITEC, que n'ha cedit les dades.
21. Institut d'Estadística de la Comunitat de Madrid, Conselleria d'Innovació i Innovació Tecnològica.
22. Andrew Lacis, Institut d'Estudis Espacials Goddard de la NASA (GISS).
23. www.mapama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mecanismos-de-flexibilidad-y-sumideros/sumideros-de-carbono/.
24. Captació del *Pinus halepensis* adult: 341 kg anuals. Avaluació de la capacitat d'embornal de CO₂ de la vegetació arbòria i arbustiva susceptible de ser utilitzada a la xarxa de carreteres d'Andalusia.
- Captació del *Pinus pinaster* adult: 276 kg anuals. Ministeri d'Agricultura, Pesca, Alimentació i Medi Ambient, embornals de carboni.
25. 1.450-1.650°C en funció de la composició.
26. Per aquest motiu, la recerca de nous formigons se centra a trobar alternatives al carbonat de calci per reduir la temperatura de fusió a 650°C.

Segons l'esborrany del llibre blanc per a l'etiquetatge verd,²⁰ desenvolupat per l'ITEC i la Generalitat de Catalunya, les emissions mitjanes durant la construcció dels edificis d'habitatges són de 732 kg/CO₂ per metre quadrat edificat, i oscil·len entre 600 i 900 kg/CO₂ segons el tipus d'edificació. Per tant, les emissions estadístiques d'un habitatge de 100 m² són duns 75.000 kg/CO₂ aproximadament.

Si ho extrapolam als 60.000 habitatges construïts a la Comunitat de Madrid²¹ durant l'any 2006, les emissions varen ser de 4,5 milions de tones, la qual cosa equival en volum a 900.000 piscines olímpiques de 25 × 50 × 2 m.

I això quines implicacions té? El diòxid de carboni és responsable del 20% de l'efecte hivernacle;²² per tant, és el gas que té més incidència en l'escalfament global. La resta de gasos d'efecte hivernacle sumen un 5%. El 75% restant el produeixen el vapor d'aigua i els núvols. La biosfera disposa de diferents mecanismes de captació de CO₂,

According to the draft version of *Libro Blanco del Etiquetaje Verde*²⁰ developed by ITEC and the regional government of Catalonia, average emissions during the construction of residential buildings come to 732 kg/CO₂ per square meter built, and range between 600 and 900 kg/CO₂ depending on the type of building. Therefore, the emissions of a 100 m² house come to approximately 75,000 kg/CO₂.

Extrapolating this figure to the total 60,000 homes built in the Community of Madrid²¹ in 2006, emissions came to 4.5 million tonnes, equal to 900,000 Olympic swimming pools.

What are the implications of this? Carbon dioxide is responsible for 20% of the greenhouse effect²², and thus it is the gas that has the greatest impact on global warming. In comparison, the rest of greenhouse gases added together represents 5%. The remaining 75% is caused by water vapour and clouds.

anomenats *embornals de carboni*:²³ els oceans, la terra i les masses forestals. La capacitat d'absorció de CO₂ de les masses forestals depèn del tipus d'arbre. Si consideram 300 kg/CO₂ anuals de mitjana per individu²⁴ i el termini normal d'execució d'un habitatge és de 12 a 18 mesos, per compensar un habitatge de 100 m² es necessiten uns 200 *Pinus halepensis* o *Pinus pinaster* adults. En conclusió, la massa forestal per captar i emmagatzemar el CO₂ de la construcció de Madrid durant el 2006 hauria de tenir una superfície de 3.600 km², és a dir, l'equivalent a l'illa de Mallorca.

Com es podria reduir aquest volum de contaminació? La tecnologia actual de les energies renovables no pot aportar la potència necessària per aconseguir la temperatura de fusió del ciment pòrtland i l'acer,²⁵ elements bàsics del formigó armat²⁶ i la construcció contemporània.

La conseqüència és que la fabricació d'acer i formigó requereix obligatòria-

The biosphere has different CO₂ capture mechanisms called carbon sinks²³: they are the oceans, land and forest masses. The CO₂ absorption capacity of forests depends on the type of tree. Considering average emission rates of 300 kg/CO₂ per individual per year²⁴, and that the usual amount of time for building a house is 12 to 18 months, to offset emissions produced by a 100 m² house, we need about 200 *pinus halepensis* or adult *pinus pinaster*. Therefore, the forest mass needed to capture and store the CO₂ generated by construction work in Madrid during 2006 comes to 3,600 km², equivalent to the size of the island of Mallorca.

How could this huge amount of pollution be reduced? Current renewable energy technology cannot provide the power needed to reach the melting temperature of Portland cement and steel²⁵, the basic elements of reinforced concrete²⁶ and contemporary construction.

As a result, the production of steel and concrete entails the mandatory use of

20. White Paper for the Green Labelling of construction products, financed by the Department of the Environment of the regional government of Catalonia, with the collaboration of the Associations of Architects, Surveyors and Technical Architects, Instituto Cerdà, UPC and ITEC, who provided the data.

21. Institute of Statistics of the Community of Madrid, Ministry of Innovation and Technological Innovation.

22 Andrew Lacis, NASA Goddard Space Studies Institute (GISS).

23. www.mapama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/mechanismos-de-flexibilidad-y-sumideros/sumideros-de-carbono/

24. Adult *Pinus halepensis* intake: 341 kg per year. Assessment of the CO₂ sink capacity of arboreal and shrub vegetation likely to be used in the road network of Andalusia.

Adult *Pinus pinaster* intake: 276 kg per year. Ministry of Agriculture, Fisheries, Food and Environment, Carbon Sinks.

25. 1,450-1,650 °C depending on the composition.

26. For this reason, research in new concrete focuses on finding alternatives to calcium carbonate to reduce the melting temperature to 650 °C.



1



2



3



4



5



6

ment energies fòssils com el petroli, el fuel pesant o el gas natural.²⁷ És a dir que el cicle de vida del formigó s'inicia en un jaciment petrolífer com el de Ghawar a Aràbia Saudita; després es transporta el cru mitjançant grans vaixells petroliers als grans ports europeus, com, per exemple, el de Rotterdam; d'allà es distribueix per oleoductes fins a Espanya, on es refina i se subministra a les fàbriques per ser utilitzat com a combustible, la qual cosa provoca aquest 5% de contaminació mundial. Això sense tenir en compte les possibles catàstrofes ambientals provocades pels accidents dels vaixells o els conflictes armats als diferents països d'extracció.

A més, cal no oblidar que el 2010 es va produir el *Peak Oil*,²⁸ és a dir, el moment en què la producció de petroli va arribar al seu màxim històric. A partir de llavors va començar a disminuir. Si bé el petroli no s'acabarà mai, arribarà un moment en què es deixarà d'extreure perquè serà massa car o difícil d'obtenir.

fossil fuels like oil, heavy fuel oil or natural gas.²⁷

In other words, the life cycle of concrete begins in an oil field like the one of Ghawar, Saudi Arabia; afterwards, the oil is transported by oil tankers to ports in Europe, like the one in Rotterdam; from there, it is distributed via pipelines to Spain, where it is refined and supplied to factories to be used as fuel, accountable for 5% of the world's pollution.

This does not take into account the possible environmental catastrophes caused by oil tanker accidents or armed conflicts in the different countries of extraction.

In addition, it must not be forgotten that 2010 saw the Peak Oil²⁸; in other words, the moment at which oil production reached its historical peak and from there began to decline. Whilst oil will never run out, there will come a time when it stops being extracted as it will be too expensive or difficult to obtain.

imatge 1. Jaciment petrolíer Ghawar a Aràbia Saudita.

imatge 2. Vaixell petrolíer.

imatge 3. Port de Rotterdam.

imatge 4. Refineria a Cadís.

imatge 5. Vaixell Petrolíer.

imatge 6. Fabricació de formigó pòrtland.

Photo 1. Ghawar Petrol Field, Saudi Arabia.

Photo 2. Oil tanker.

Photo 3. Port of Rotterdam.

Photo 4. San Roque oil refinery, Cádiz.

Photo 5. Oil tanker.

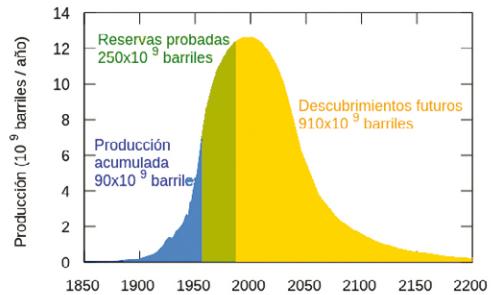
Photo 6. Portland concrete fabrication.

27. *Guía de mejoras técnicas disponibles en España en la fabricación de cemento* (2004), Ministeri de Medi Ambient.

28. *World Energy Outlook 2010*, Agència Internacional de l'Energia. Vegeu la imatge següent.

27. Guide to best techniques available in Spain in the production of cement, 2004, Ministry of the Environment.

28. *World Energy Outlook 2010*, International Energy Agency. Check next image.



Font: De Hankwang



Foto: Eli J. Medellin, Iraq



Foto: Igor Golubenkova

Davant aquesta situació, la solució més senzilla és reduir-ne l'ús al màxim, és a dir, **no fer o fer el mínim. La manera automàtica de reduir un 50% les emissions de CO₂ d'una edificació de 500 m² és construir-ne 250 m².**

Quan aquesta possibilitat resulti inviable, una opció serà evitar tant com sigui possible els materials que presenten més emissions incorporades, com l'alumini, el gres porcellànic i tots els derivats asfàltics, a més del formigó armat, i cercar materials alternatius disponibles. Per exemple, els que es varen desenvolupar en la revolució industrial i que utilitzen energies renovables per fabricar-se a temperatures inferiors a 900°C. En aquest grup hi ha el ciment de calç hidràulica natural, la calç aèria i la ceràmica artesanal cuita amb biomassa, així com tots els que no requereixen forn, com els productes de la fusta.

In light of this situation, the simplest solution is to reduce its use insofar as possible, i.e., **not doing or doing the minimum. The automatic way of reducing CO₂ emissions from a 500 m² building by 50% is to build only 250 m².**

When this option proves unfeasible, one option is to avoid using materials with higher emissions as much as possible, such as aluminum, porcelain stoneware, all asphalt derivatives and reinforced concrete, and to look for available alternative materials. For example, those developed prior to the industrial revolution and using renewable energy to be manufactured at temperatures below 900 °C. This group includes natural hydraulic lime cement, aerial lime, or biomass-fired bricks, as well as all materials that do not require the use of furnaces, such as wood products.

3. EXPLORACIÓ LABORAL I SEGURETAT EN EL TREBALL

3. LABOUR EXPLOITATION AND SAFETY AT WORK

Un dels més grans avantatges del disseny mitjançant indicadors quantificables és la possibilitat de desmuntar mites. Així doncs, quan es tracta el tema de la contaminació, és habitual que aparegui el tema del transport com si en fos una de les fonts principals. Això pot ser cert en alguns casos particulars, però, tal com demostra la taula adjunta, el vaixell resulta molt eficient respecte a la resta de mitjans de transport. Òbviament, com més curt sigui el recorregut, menys contaminació associada es produirà.

Quin és llavors el principal problema de la importació de productes d'altres latituds? En general, si procedeixen de països desenvolupats i se'n justifica la importació perquè no afecta el consum de productes locals, la importància de la contaminació per transport es pot considerar relativa.

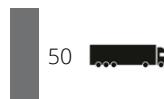
Tanmateix, la importació de matèries primeres de països amb mercats laborals infraregulats pot comportar explotació laboral. En cas de dubte, seria convenient exigir les condicions laborals dels treballa-

One of the major advantages of designing using quantifiable indicators is the ability to dismantle myths. Thus, when it comes to the issue of pollution, it is typical for transport to be quoted as one of the main sources. Although this may be true in some particular cases, boats are comparatively very efficient compared to other means of transport, as shown in the table on the right. Obviously, the shorter the distance, the less associated pollution.

What is the main problem in importing products from abroad? Generally speaking, if products are sourced from developed countries and importing them is justified as there is no impact on the consumption of similar local products, the importance of transport pollution can be considered relative.

However, importing raw materials from countries with under-regulated labour markets can lead to labour exploitation, accidents and worker fatalities. If in doubt, ask to be provided with the working conditions of supplier, although this is not always possible.

CO₂ produced by transport:
(grams per ton-kilometre)



Heavy truck with trailer



Cargo vessel 2,000-8,000 dwt



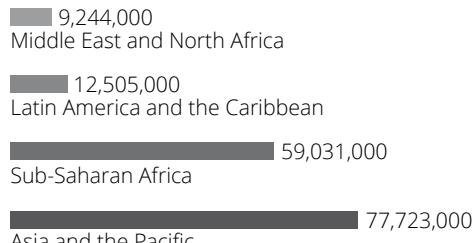
Cargo vessel over 8,000 dwt



Air freight 747-400 1,200 km flight

Font: IMO GHG study 2009

Child labour (from 5 to 17 years):



Font: UNICEF graphs, 2012.

29. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/avenferm/article/view/15660/18163>.

30. www.ejatlas.org/conflict/coal-transport-by-drummond-in-bahia-de-santa-marta-colombia.

31. *Política nacional de seguridad minera*, Ministeri de Mines i Energia, Bogotà DC, agost de 2011.

32. IPEC *Tendencias mundiales del trabajo infantil entre 2008 y 2012 / Programa Internacional para la Erradicación del Trabajo Infantil (IPEC)*. Ginebra: OIT (2013). ISBN: 978-92-2-327183-1 (impressió), ISBN: 978-92-2-327184-8 (web en PDF).

33. Factor d'emissió de la Península: 308 gCO₂/kWh. Factor de les Balears: 766 gCO₂/kWh.

Segons dades de la Direcció General de Medi Natural, Educació Ambiental i Canvi Climàtic, el 2010 a les Illes Balears es varen produir 9.361.900 tones de CO₂. D'aquesta quantitat, 5.000.000 tones corresponen a la producció d'energia elèctrica. A Mallorca, 500 MW es produeixen a la central elèctrica del Murterà amb un aprofitament del 33% de l'energia calorífica primària. Només d'aquesta central procedeixen unes 3.100.000 t de CO₂.

dors a les empreses subministradores, la qual cosa no sempre es fa ni és possible.

Per exemple, més del 55% de l'energia elèctrica consumida a Mallorca procedeix de la central tèrmica del Murterà, que s'alimenta amb carbó. Aquest carbó no procedeix de mines espanyoles, com es podria suposar, sinó de Colòmbia, perquè implica menys cost. Es tracta d'un sector amb explotació infantil,²⁹ que provoca desastres ambientals com els abocaments de centenars de tones de carbó a la mar a prop de les platges³⁰, i elevada accidentalitat laboral, segons un informe del Ministeri de Mines de Bogotà³¹ en el qual s'indiquen a manera de referència les taxes de mortalitat d'altres països miners com la Xina, amb 6.000 miners morts durant el 2005, o Sud-àfrica, amb 220 el 2007, d'on procedia fins fa poc el carbó utilitzat al Murterà. La taxa d'explotació infantil de Sud-àfrica³² és de gairebé 60 milions de menors. Si s'hi afegeix que aquests són considerats especialment útils perquè es poden introduir a les fàbriques en què no cap un adult i, a més, no s'exigeixen condicions laborals, la conclu-

For instance, more than 55% of the electricity consumed in Mallorca comes from the Murterar power plant, which coal powered. This coal does not come from Spanish mines, as might be assumed, rather it is from Colombia as it costs less. This sector involves child exploitation²⁹, which causes environmental disasters such as the dumping of hundreds of tonnes of coal into the sea near beaches³⁰ and high occupational accident rates according to the report of the Ministry of Mines of Bogotá³¹, which references the mortality rates of other mining countries such as China, with 6,000 miners killed during 2005, or South Africa, with 220 in 2007, which is from where the coal used in Murterar was sourced until recently. Almost 60 million children are affected by child exploitation in South Africa³². Given that children are considered particularly useful for entering gaps in which adults do not fit and that they have no demands in terms of working conditions, it is fairly plausible to conclude that the production of electricity employed on the island has benefited from child exploitation for years, and could even still be happening.

sió és que hi ha una possibilitat bastant versemblant que l'energia elèctrica de l'illa s'hagi alimentat durant anys d'explotació infantil, i fins i tot que segueixi succeint. Si bé estadísticament les condicions laborals de Colòmbia són millors que les de Sud-àfrica, en general es tracta de treballs que no acceptaríem per a nosaltres mateixos ni per als nostres fills.

En aquest sentit, és molt notable el compromís de l'actual DGECC de clausurar el 50% dels reactors a carbó de l'estació elèctrica del Murterar a curt termini. L'interès és doble, ja que les emissions incorporades de CO₂ de la combinació energètica de les Illes Balears³³ són el doble que a la resta de l'Estat espanyol, a causa de la contaminació que provoca la crema de carbó, amb una eficiència calorífica tan sols del 30% (el 70% restant s'emet a l'atmosfera). Per tant, l'eficiència energètica a les Balears, a més de reduir la factura dels consumidors i la contaminació, pot tenir efectes positius en la reducció de l'explotació laboral si es prenen les mesures adequades.

Although statistically employment conditions in Colombia are better than those in South Africa, the fact is that in general, we would refuse to do these jobs ourselves, never mind our children.

In this sense, the current DGECC's commitment to close 50% of the coal reactors at the Murterar power station in the near future is quite remarkable. This development is doubly interesting given that the incorporated CO₂ emissions of the energy mix of the Balearic Islands³³ are more than double those seen in the rest of the Iberian Peninsula, due to the pollution caused by the burning of coal, with a heat efficiency of just 30% (the remaining 70% is released into the atmosphere). Therefore, energy efficiency in the Balearic Islands, in addition to reducing consumer bills and pollution, can have a positive impact on reducing labour exploitation if appropriate measures are taken.



Foto: Steve McCurry

- 29. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/avenferm/article/view/15660/18163>
- 30. www.ejatlas.org/conflict/coal-transport-by-drummond-in-bahia-de-santa-marta-colombia
- 31. National policy on mining safety, Ministry of Mines and Energy Bogotá D.C., August 2011.
- 32. IPEC Global trends in child labour between 2008 and 2012 / International Program on the Elimination of Child Labour (IPEC) - Geneva: ILO, 2013. ISBN: 978-92-2-327183-1 (Print) ISBN: 978-92-2-327184-8 (Web PDF)
- 33. Peninsula emission factor 308 g CO₂/kWh.
Balearic factor 766 g CO₂/kWh.
According to data from the Directorate General of the Natural Environment, Environmental Education and Climate Change, in 2010, the Balearic Islands produced 9,361,900 tonnes of CO₂. Of this amount, 5,000,000 tonnes correspond to the production of electricity. In Mallorca, 500 MW are produced at the Murterar power station with 33% of primary heat energy harness. This plant alone is responsible for around 3,100,000 tonnes of CO₂.

4. SALUT I CARCINÒGENS

4. HEALTH AND CARCINOGENIC EFFECT

La història de l'evolució normativa de l'amiant exemplifica les dificultats que tenen les institucions governamentals per prohibir els productes potencialment nocius per a la salut de les persones:

The history of regulatory developments in terms of asbestos demonstrates the difficulties experienced by government institutions to prohibit products that are potentially harmful to human health:

- 34. Lucy Dean [inspectora de fàbrica, Regne Unit]. *L'amiant a Espanya: estat de la qüestió* (2001).
- 35. E. Merewether [inspector mèdic de treball , Regne Unit]. *L'amiant a Espanya: estat de la qüestió* (2001).
- 36. Centre Internacional de Recerca del Càncer de l'OMS. *L'amiant a Espanya: estat de la qüestió* (2001).
- 37. Directiva 1999/77/CE de la Comissió, de 26 de juliol de 1999, per la qual s'adapta al progrés tècnic per sisena vegada l'annex I de la Directiva 76/769/CEE del Consell relativa a l'aproximació de les disposicions legals, reglamentàries i administratives dels Estats membres que limiten la comercialització i l'ús de determinades substàncies i preparats perillosos (amiant).
- 38. Ordre de 7 de desembre de 2001 per la qual es modifica l'annex I del RD 1406/1989, de 10 de novembre, pel qual s'imposen limitacions a la comercialització i a l'ús de certes substàncies i preparats perillosos.
- 39. RD 396/2006, de 31 de març, pel qual s'estableixen les disposicions mínimes de seguretat i salut aplicables als treballs amb risc d'exposició a l'amiant.
- 40. International Agency for Research on Cancer. www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2004/pr153.html
- 41. Estudi elaborat per la Fundació Mapfre, 2007.

1889 Primer informe sobre la toxicitat de les fibres d'asbest.³⁴

1889 First report on the toxicity of asbestos fibres³⁴.

1930 Primer reconeixement de l'asbestosi com a malaltia professional a Gran Bretanya.³⁵

1930 First time asbestosis is recognised as a professional disease in Great Britain.³⁵

1973 Reconeixement científic internacional de la carcinogenicitat de l'amiant.³⁶

1973 International scientific recognition of the carcinogenic nature of asbestos.³⁶

1999 La Unió Europea exigeix als Estats membres la prohibició de fabricar qualsevol tipus d'amiant i estableix com a termini màxim l'1 de gener de 2005.³⁷

1999 The EU requires member states to ban all types of asbestos and establishes a maximum deadline of 1 January 2005.³⁷

2001 Es prohibeix a Espanya la fabricació d'amiant. La norma entra en vigor al cap de 6 mesos i es concedeix una moratòria addicional de 6 mesos per comercialitzar l'estoc sobrant.³⁸

2001 Its production in Spain is prohibited. The standard takes effect after 6 months and an additional moratorium of 6 months is granted to market the remaining stock.³⁸

2006 Es prohibeix que els particulars retirin l'amiant, feina que han de fer empreses especialitzades amb vestits hermètics a causa del gran perill que n'implica la manipulació.³⁹

2006 The removal of asbestos by private individuals is prohibited, which is carried out by specialist companies who use watertight suits given the great danger involved in its handling.³⁹

L'exposició laboral en la fabricació segueix provocant més de 100.000 morts anuals en l'àmbit mundial i, malgrat tot, països com Rússia en continuen fabricant gairebé 700.000 t anuals, que es comercialitzen a països com la Xina.

Un altre cas és el del PVC, declarat cancerigen per l'IARC.⁴⁰ A més de la toxicitat durant la fabricació o per contacte directe, un dels principals problemes de l'ús del PVC a les edificacions és que la major part de les instal·lacions, com el cablejat elèctric i el sanejament, soLEN ESTAR FABRICADES AMB PVC. En cas d'incendi, la principal causa de mort és la inhalació de fum i gasos tòxics, que arriba al 57,45% en el cas dels homes i al 81,82% en el cas de les dones.⁴¹ Malgrat tot, és el tercer plàstic més consumit al món.

A Espanya, es continua comercialitzant, però n'està prohibit l'ús als edificis públics a més de 300 municipis d'Alemanya, Àustria, Bèlgica, Dina-

Occupational exposure in manufacturing continues to cause more than 100,000 deaths a year globally and yet countries like Russia continue to manufacture almost 700,000 t annually, which are marketed in countries like China.

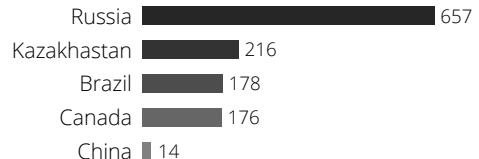
Another case is that of PVC, declared as being carcinogenic by IARC⁴⁰.

In addition to toxicity during the production process or direct contact, one of the main problems in its use in buildings is that most installations, such as electrical wiring and sanitation, are usually made of PVC and in the event of a fire, the main cause of death is the inhalation of smoke and toxic gases, accounting to 57.45% in the case of men and 81.82% in the case of women⁴¹. In fact, public buildings require that electrical installations are free from halogens, i.e. free from PVC.

Despite the foregoing, it remains the third most consumed plastic in the world.

ASBESTOS EXPORTS

In thousand of metric tons (2008)



Font: ICIJ, Stehphenroutree.

34. Lucy Dean, factory inspector, UK. Asbestos in Spain: state of play, 2001.
35. British workforce medical inspector E. Merewether. Asbestos in Spain: state of play, 2001.
36. International Agency for Research on Cancer, WHO. Asbestos in Spain: state of play, 2001.
37. Commission Directive 1999/77/EC of 26 July 1999 adapting to technical progress for the sixth time Annex I to Council Directive 76/769/EEC on the approximation of the laws, regulations and administrative provisions of the Member States relating to restrictions on the marketing and use of certain dangerous substances and preparations (asbestos)
38. Order of 7 December 2001 amending Annex I to Royal Decree 1406/1989 of 10 November 1989 imposing restrictions on the marketing and use of certain dangerous substances and preparations.
39. Royal Decree 396/2006 of 31 March, establishing the minimum safety and health requirements applicable to works at risk of exposure to asbestos.
40. International Agency for Research on Cancer. www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2004/pr153.html
41. Study carried out by the Mapfre Foundation, 2007.



Tubs de sanejament de PVC.
PVC pipes

42. Mencionat a l'article 191 del Tractat de funcionament de la Unió Europea.

43. Reglament europeu 1005/2009, de 16 de setembre de 2009

marca, França, Holanda, Luxemburg, Noruega i Suècia, entre els quals s'inclouen capitals tan destacades com Berlín o Viena.

Tots aquests exemples constitueixen el que denominam *les dificultats del pagès modern*. Si el nostre referent és l'arquitectura tradicional, la substitució de troncs i cordes per productes industrialitzats potencialment tòxics esdevé un problema que hem tenir en compte perquè el pagès utilitza sense prejudicis tot el que arriba a les seves mans.

Enfront d'aquesta situació, es proposa el *principi de precaució*:⁴² evitar a les obres l'ús de tots els materials respecte dels quals hi ha dubtes sòlics sobre la seva seguretat, establir nivells molt més restrictius que els prescrits per la legislació vigent i evitar l'ús dels materials següents:

— PVC en cap capítol de l'obra, ni tan sols a les instal·lacions, on és el material per excel·lència.

In Spain, it is still sold, but its use is banned in public buildings in more than 300 towns and cities in Germany, Austria, Belgium, Denmark, France, Holland, Luxembourg, Norway and Sweden, including capitals such as Berlin and Vienna.

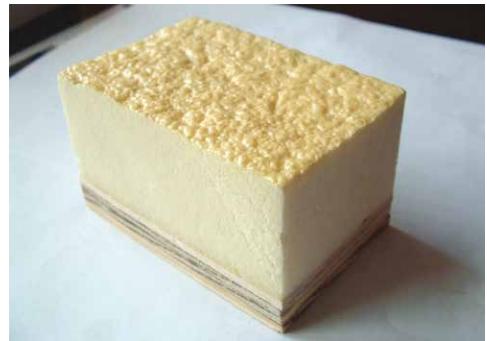
All these examples constitute what we call "*the difficulties of the modern farmer*."

Taking traditional architecture as a reference, in which farmers use everything that comes his way without prejudice, the replacement of a few trunks and ropes using potentially toxic products made on an industrial scale becomes a noteworthy problem.

In light of this situation, the *principle of precaution*⁴² is of particular interest, avoiding the use of all materials concerning which there are strong doubts in terms of their safety in construction work, establishing much more restrictive levels than those defined by the current legislation, preventing the use of the following materials:

- Coles i/o fustes amb un contingut de formaldehids per sobre d'E1.
- Escumes de poliuretà (PU) ni qual-sevol altre tipus de producte que emetí gasos tòxics per a l'operari tipus HFC (gas d'efecte hivernacle) o HC (hidrocarburs considerats composts orgànics volàtils), els quals han substituït els gasos CFC o CHFC que afecten la capa d'ozó, prohibits el 2009.⁴³
- Pintures o vernissos tòxics, amb elevat índex de composts orgànics volàtils o presència de bari, plom o altres metalls pesants. Es recomana que tots els tractaments utilitzats procedeixin de matèries primeres vegetals i disposin d'un segell de producció ecològica o, si no, d'un certificat expedit per l'empresa fabricadora en què es garanteixi la no toxicitat del producte.

- PVC in any aspect of construction work, including installations, where it is considered the material par excellence.
- Glues and/or woods with a formaldehyde content of more than E1.
- Polyurethane (PU) foams or any other type of product that exposes the operator to toxic gases such as HFC (greenhouse gas), or HC (hydrocarbons considered Volatile Organic Compounds), which have replaced CFC or CHFC gases that affect the O-zone layer, which were banned in 2009.⁴³
- Toxic paints or varnishes, with a high VOC content or that contain barium, lead or other heavy metals. It is recommended that all treatments used contain vegetable raw materials and feature a stamp of organic production or, failing this, a certificate issued by the manufacturer, declaring that the product is not toxic.



Aïllament d'escuma de poliuretà
Polyurethane foam insulation

42. Referred to in Article 191 of the Treaty on the Functioning of the European Union.

43. European Regulation 1005/2009 of 16 September 2009.

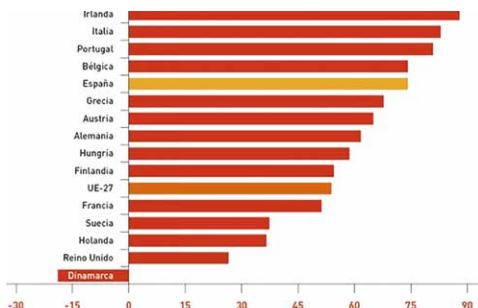


AUTOSUFICIÈNCIA, MAPA DE RECURSOS I ARQUITECTURA TRADICIONAL

**SELF-SUFFICIENCY, RESOURCE MAP
AND TRADITIONAL ARCHITECTURE**

AUTOSUFICIÈNCIA, MAPA DE RECURSOS I ARQUITECTURA TRADICIONAL

SELF-SUFFICIENCY, RESOURCE MAP AND TRADITIONAL ARCHITECTURE



Font: EUROSTAT (2009)/MITVC (2010)

44. EUROSTAT 2009/MITYC (2010). Dependència energètica exterior.

45. Oil Crash. De Hankwang - Image: Hubbert peak oil plot.svg.

46. Beck, U. *La sociedad del riesgo global*, Barcelona, Paidós (2008).

44. EUROSTAT 2009 / MITYC (2010). External energy dependence.

45. Oil Crash. From Hankwang - Image: Hubbert peak oil plot.svg

46. Beck, U. (2008): *The global risk society*, Barcelona, Paidós.

Quines opcions tenim davant aquest escenari? Un dels principals problemes que afronten els països de la Unió Europea és la dependència energètica.⁴⁴ En el cas d'Espanya, arriba fins al 75%, i la mitjana de la UE-27 supera el 53%.

Aquesta elevada dependència situa en una posició de fragilitat les economies dels Estats membres, per la qual cosa s'ha establert l'objectiu 20/20/20 de l'Estratègia energètica de la Unió Europea. Un dels punts clau d'aquesta estratègia és reduir el consum energètic en un 20% per iniciar progressivament el camí cap a l'autosuficiència energètica abans de l'arribada de l'*Oil Crash*.⁴⁵

De la mateixa manera, l'avanç cap a un cert grau d'autosuficiència en el consum de recursos constitueix una de les vies principals per reduir les anomenades *amenaces ecològiques*, que en realitat són amenaces del sistema social.⁴⁶ No es tracta de la protecció d'una suposada *naturalesa intocada* inexistente, sinó de la nostra supervivència.

What options do we have in this scenario? One of the main problems facing EU countries is energy dependence⁴⁴. In the case of Spain, this figure comes to 75%, whilst the EU-27 average exceeds 53%.

This high level of dependence leaves the economies of member states in a fragile position. The 2020 climate & energy package has been developed as part of which the reduction of energy consumption by 20% is one of the key points to gradually start on our journey towards energy self-sufficiency prior to the arrival of Oil Crash⁴⁵.

Similarly, progress towards a degree of self-sufficiency in resource consumption is one of the main ways of reducing the so-called "ecological threats", which are actually threats to the social system⁴⁶. It is not a case of protecting a non-existent "untouched nature", rather our own survival.

Com aplicar l'autosuficiència? Una de les eines més útils és el mapa de recursos d'un lloc, que consisteix a descobrir tots els recursos disponibles de km 0, tangibles o no: vents dominants d'estiu per refrescar, orientació solar per escalfar, pluviometria, geotècnia, materials i residus aprofitables, etc.

L'arquitectura tradicional és, per definició, el mapa de recursos del lloc. És a dir que la lectura d'aquesta arquitectura ens permet descobrir els recursos naturals disponibles en el moment de la construcció.

Per exemple, les construccions del barranc de Biniaraix a Sóller, Mallorca, estan fetes amb les pedres de la vall mateixa. La presència de pou o aljub ens descobrirà la geologia, la pluviometria i l'existència d'aigües subterrànies.

En el cas de Formentera, fins al segle XIX només disposaven de pedra, terra i fusta de savina. Durant el segle XIX, s'hi desenvolupa la tecnologia de la calç i s'hi importen teules d'Eivissa i la península Ibèrica.

How can we apply self-sufficiency? A resource map is a very useful resource that allows us to discover all available local resources, whether tangible or not:

Prevailing winds in summer for cooling, direction of the sun for heating, rainfall, geotechnics, materials and waste, etc.

Traditional architecture is, by definition, the local resource map. That is, by regarding traditional architecture, we can discover the natural resources available at the time of construction.

For example, buildings in the Biniaraix ravine in Soller, Mallorca, were built using stones from the valley itself. The presence of a well or cistern can be used as a pointer in terms of the geology, rainfall and the existence of groundwater.

In the case of Formentera, until the 19th century, only stone, soil, and sabina wood was available.



Arquitectura tradicional, Formentera, s. XX
20th century traditional architecture, Formentera



Pavelló de gel **Ice Pavilion** by Alexander Brodsky
Foto: Yuri Palmin

Però no tan sols es tracta de materials. Al pavelló del gel d'Alexander Brodsky, la malla metàl·lica protegeix del vent gelat en ruixar-la amb aigua, fet que crea un mur de gel que pot servir-se en forma de glaçons als vodkes. El fred protegeix del fred.

Si som prou rigorosos, pot succeir que els nostres edificis esdevenguin el mapa de recursos de la nostra època per a les generacions posteriors.

During the 19th century, lime technology was developed and tiles imported from Ibiza and the mainland.

However, it's not just about materials. In Alexander Brodsky's ice pavilion, the metallic mesh protects against the icy wind by spraying it with water, forming a wall of ice that can be served in the form of cubes in vodka drinks. The cold provides protection from the cold.

If we are strict enough, our buildings could produce a resource map for our era to be used by future generations.

Foto: Sebastià Martorell
Arquitectura tradicional, Formentera, SXIX 19 th century traditional architecture, Formentera





PROTOTIP.

14 HABITATGES DE PROTECCIÓ PÚBLICA A SANT FERRAN, FORMENTERA

PROTOTYPE.

14 SOCIAL DWELLINGS IN SANT FERRAN, FORMENTERA

PROTOTIP.14 HABITATGES DE PROTECCIÓ PÚBLICA A SANT FERRAN, FORMENTERA

PROTOTYPE. 14 SOCIAL DWELLINGS IN SANT FERRAN, FORMENTERA



Foto: Carles Oliver

Programa, estructura, construcció i eficiència energètica resolts amb una única estratègia.

L'arquitectura tradicional és la referència constant del projecte Reusing Posidonia, no com a forma, sinó com a manera de treballar. Són les ulleres per mirar de prop, amb les quals cercam què hi ha a l'illa que puguem utilitzar. Les savines, amb què es construïen antigament els forjats, per sort estan protegides. Les pedreres de marès, esgotades, i la poca palla que es produeix s'utilitza per al bestiar. Per tant, ens queda només el que arriba per mar: posidònia i vaixells. A més dels palets d'obra, que queden a l'illa pel cost d'embarcar-los de tornada.

Així que proposam un canvi de concepte: en lloc d'invertir en una indústria química situada a 1.500 km, dedicarem el mateix pressupost a una mà d'obra local poc qualificada que ha d'estendre la posidònia al sol per assecar-la i ha de compactar-la en els palets per aconseguir 15 cm d'ail·lament en coberta. A més, resulta que la sal

Program, structure, construction and energy efficiency solved by a single strategy.

Traditional architecture has been a constant reference, not in terms of design, but as a way of working. We use it as a microscope to get a closer look. By doing so, we can see the resources available on the island: Junipers, which were used to build frameworks, are currently protected. The sandstone quarries have been depleted and the limited straw available is used for livestock.

So, we have to look to the sea: *Posidonia* and boats, plus construction pallets that remain on the island because high cost of returning them. Therefore, we propose a shift in approach:

"Instead of investing in a chemical plant located 1,500 km away, we should invest the same amount in local unskilled labour, who should lay out the Posidonia to dry under the sun and compact it in pallets, providing 15 cm of insulation for roofs. Moreover, sea salt actually acts as natural biocide product and is completely environmentally friendly."

*de la mar actuarà com a biocida natural.
El producte serà completament ecològic.*

La resta de materials utilitzats sorgeix d'un estudi de mercat en funció del seu cost econòmic, de l'energia incorporada i de l'adequació als nivells de confort requerits.

La utilització de materials naturals, més fràgils que no els industrialitzats, requereix seleccionar els principals sistemes constructius al principi del procés del disseny.

L'organització dels espais i les decisions formals han de ser el resultat del coneixement dels avantatges i les limitacions dels materials. Pensar com Louis Kahn:

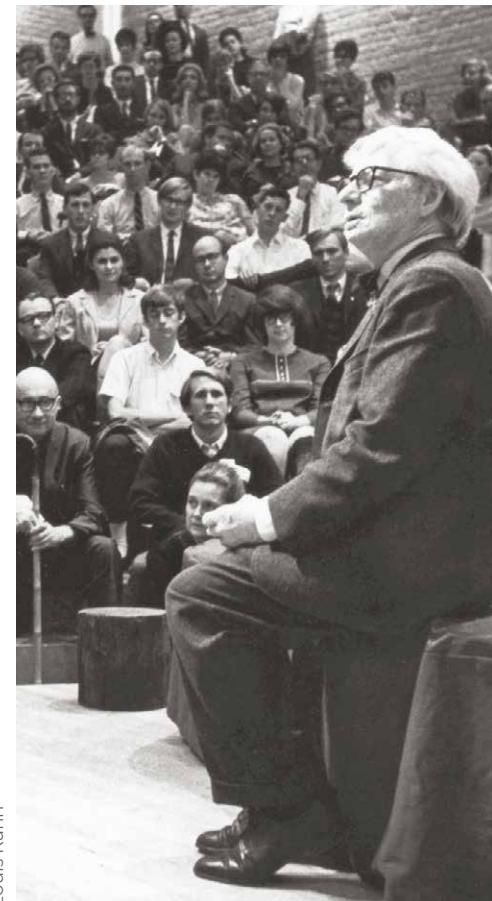
*Si penses en un maó, li demanes:
"Què vols, maó?"
I el maó diu: "M'agrada un arc".
I si li contestes: "Mira, els arcs són cars,
i puc utilitzar una llinda de formigó.
Què en trobes?
El maó diu: "M'agrada un arc".
Com veis, és important respectar
el material que utilitzeu.*

The rest of the material used comes from a market study given their cost, the incorporated energy and the fact that they are suited to the levels of comfort required.

The use of natural materials, more fragile than industrialized, requires selecting the main construction systems at the beginning of the design process.

The organization of the spaces and the formal decisions must be the result of the knowledge of the advantages and the limitations of the materials. To think Louis Kahn's way:

*If you think of Brick, you say to Brick,
'What do you want, Brick?'
And Brick says to you, 'I like an Arch.'
And if you say to Brick, 'Look, arches are
expensive, and I can use a concrete lintel
over you.
What do you think of that, Brick?'
Brick says, 'I like an Arch.'
And it's important, you see, that you ho-
nor the material that you use.*



Louis Kahn

INSERCIÓ URBANA I NOVES TIPOLOGIES D'HABITATGE

URBAN INSERTION AND NEW TYPES OF HOUSING



Foto: José Hevia

Es divideix el volum edificat en dos blocs independents aprofitant que les dues façanes que donen al carrer gaudeixen de vents dominants procedents de la mar (brises marines) que permetran refrescar a l'estiu de forma passiva, ja que els habitatges tenen doble orientació i ventilació creuada gràcies a la configuració de la sala d'estar/menjador/cuina en forma de Z i un dormitori a cada extrem. La tipologia és una variació del projecte de 42 habitatges a Son Servera, Mallorca, dels arquitectes M. Peris i J. M. Toral, promogut per l'IBAVI.

L'accés als habitatges es fa directament des del carrer, a fi de recuperar-ne la relació directa, pròpia dels nuclis rurals, i evitar l'aparició d'ascensors, espais i escales comunitàries. A més, cada habitatge disposa d'espais exteriors d'ús privat: els habitatges de la planta baixa (PB) disposen de jardí, i els de la primera planta (P1) tenen terrassa en coberta, a la qual s'accedeix mitjançant una escala privada.

The constructed volume is divided into two separate blocks, taking advantage of the fact that the two facades that overlook the street enjoy prevailing winds that passively keep them cool in summer. All the dwellings face two directions and cross ventilation thanks to the layout of the living/dining room and kitchen in a Z shape and a bedroom at each end. The layout is a variation of the project of 42 housing units in Son Servera, Mallorca, by the architects M. Peris and J. M. Toral, promoted by the IBAVI.

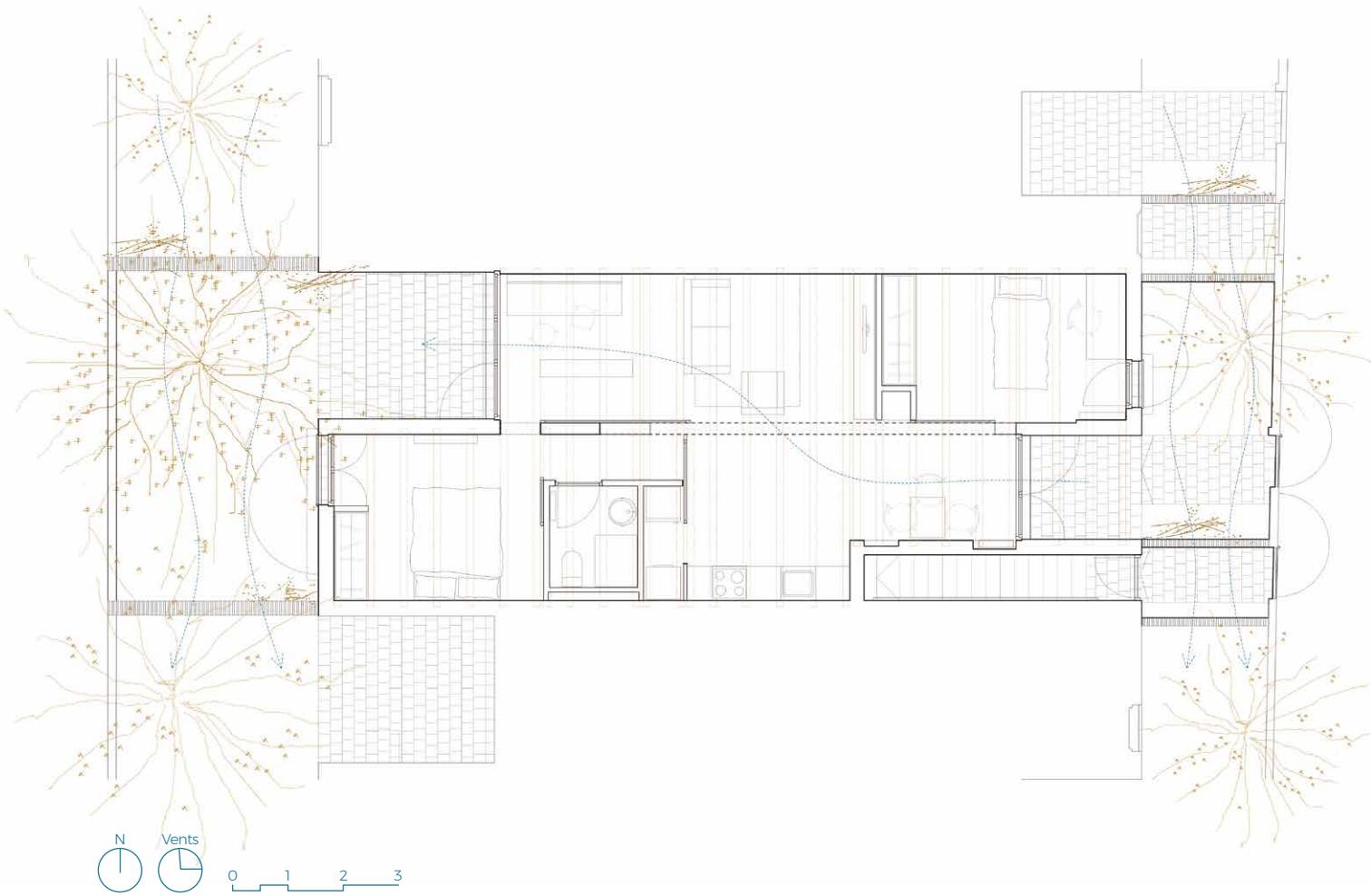
The entrance to all homes is directly on to the street, restoring the direct relationship typical of rural communities and avoiding the use of elevators, stairs and common areas. Furthermore, they all boast outdoor spaces for private use: ground floor homes have a garden whereas first-floor homes have a terrace with a private staircase.

14 SOCIAL DWELLINGS AT SANT FERRAN, FORMENTERA

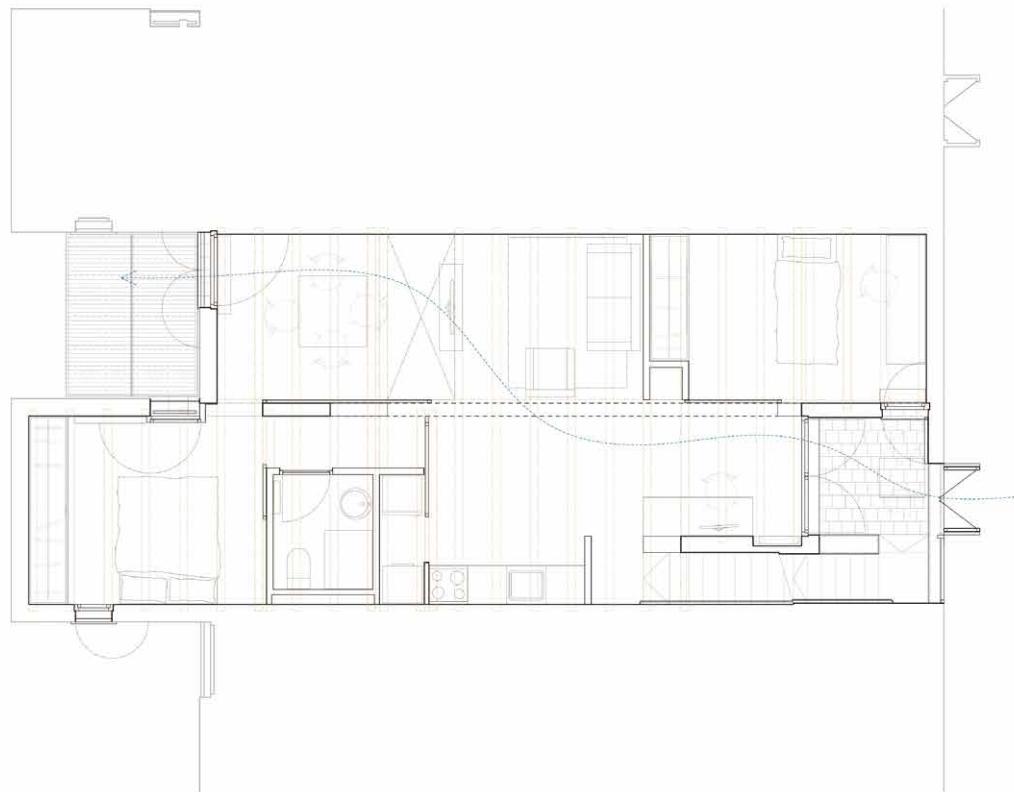
Edificis catalogats
Catalogued buildings

Entorn proper
Surroundings





14 SOCIAL DWELLINGS AT SANT FERRAN, FORMENTERA





Configuració oberta
Open space



Configuració tancada
Closed space



EFICIÈNCIA ENERGÈTICA I FUNCIONAMENT BIOCLIMÀTIC

ENERGY EFFICIENCY AND BIOCLIMATIC PERFORMANCE

L'edifici és de classe energètica A.

L'aïllament de la coberta és de posidònia compactada a 185 kg/m^3 amb $\lambda: 0,044 \text{ W/mK}$, i té un gruix de 16 cm.

Els murs són d'YTONG de 25 cm de gruix i $U: 0,36 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$, excepte a nord, que són de 30 cm i $U: 0,32 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$.

Tots els vidres són de baixa emissió $U: 1,1 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$.

A l'estiu, la refrigeració es resol de forma passiva mitjançant l'aprofitament de les brises.

Les finestres que reben radiació solar disposen de protecció solar mitjançant porxos, pèrgoles amb parres i canyís, o persianes mallorquines de fusta imputrescible de làrix.

S'han disposit cables a la façana, per facilitar el creixement de les plantes enfiladisses, que protegeixen els tancaments cecs dels murs i redueixen

The building is Energy Class A.

The insulation in the roof is *Posidonia oceanica* compacted at 185 kg/m^3 with $\lambda: 0.044 \text{ W/mK}$ and 16-cm thick.

The walls are of 25-cm thick Ytong and $U: 0.36 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$, except to the north, which are 30-cm thick and $U: 0.32 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$.

All windows are low emissivity glass $U: 1.1 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$.

In summer, the cooling is provided passively by harnessing the breeze.

The windows exposed to sunlight have solar protection, such as porches, pergolas with vines and canes, or shutters made of larch wood.

Cables have been installed on the facade to facilitate the growth of climbing plants that protect blind walls and reduce solar radiation by more than 90% in areas where they have been developed.





la radiació solar en més d'un 90% a les zones on es desenvolupen.

A l'hivern, la climatització passiva es recolza en una caldera de biomassa centralitzada de 90 kW de potència i un rendiment del 92%, que també produeix l'aigua calenta sanitària (ACS). Cada habitatge disposa de bescanviadors Termobox-M, que proporcionen lectures individuals de consum.

Les dimensions de les obertures han estat calculades per assegurar la incidència de radiació directa el dia més desfavorable del solstici d'hivern.

Els habitatges de la P1 tenen una claraboia a la coberta amb doble orientació.

A l'hivern, obrint les persianes orientades al sud, s'obté un captador solar. A l'estiu, tancant les persianes i obrint les finestres, s'obté ventilació natural per succió.

El confort tèrmic mitjà, mesurat *in situ* és de 21 °C a l'hivern i de 26 °C a l'estiu.

In winter, passive climate control is dependent on a 90 kW centralised biomass boiler that offers a yield of 92%, which also produces ACS. Each house has Termobox-M heat exchangers that provide individual consumption readings.

The openings dimensions have been calculated to ensure that direct radiation occurs on the most unfavourable day of the winter solstice.

First floor houses have a skylight on the deck facing in two directions.

In winter, when opening the shutters facing southwards provides you get a solar collector.

In summer, when closing the blinds and opening the windows, you get natural ventilation by means of suction.

The average thermal comfort, measured on site is 21°C in winter and 26°C in summer.



Foto: José Hevia





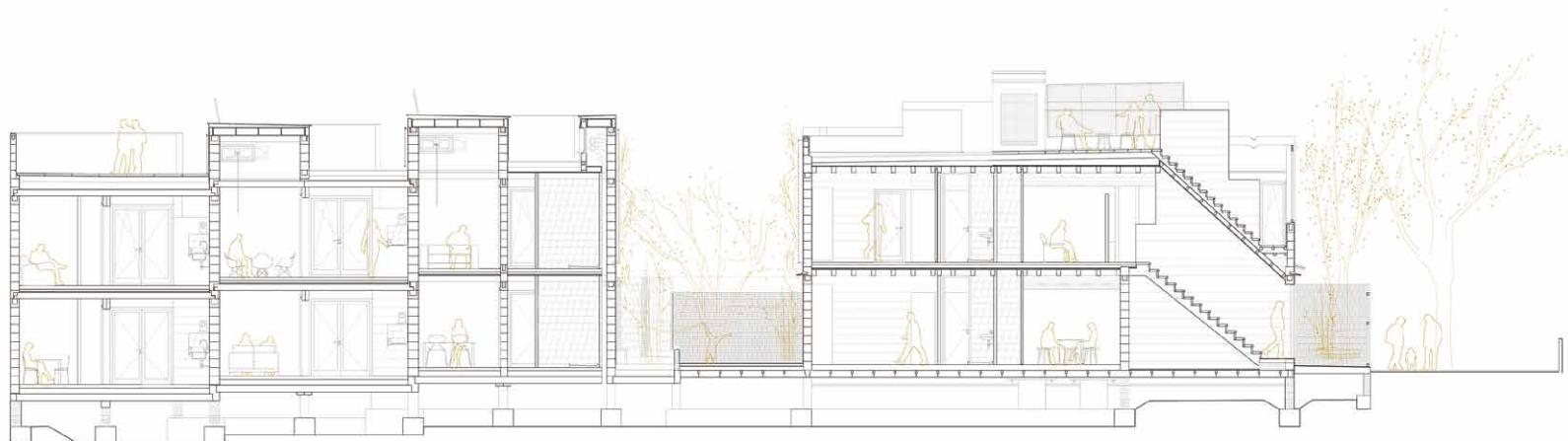
Planta baixa
Ground floor



Planta primera
First floor







Secció transversal
Cross section



14 SOCIAL DWELLINGS AT SANT FERRAN, FORMENTERA



Foto: José Hevia





Façana Salou 2
2 Salou facade



Façana Sant Jaume 14
2 St Jaume facade



CRITERIS DE SELECCIÓ DELS MATERIALS

CRITERIA FOR SELECTING MATERIALS

Si prioritzam el producte més saludable i ecològic possible, de km 0, i econòmicament viable, obtenim la taula següent aplicada a les Balears.⁴⁷

C1. Residus locals reutilitzables

Ex.: Alga, palla, portes reutilitzades

C2. Productes ecològics locals

Ex.: Marès (pedra arenosa), argila (BTC, tova, etc.), ceràmica cuita amb biomassa, calç aèria

C3. Productes ecològics no locals

Ex.: Fusta, calç hidràulica

C4. Productes reciclats o optimitzats

(locals o no)

Ex.: Ytong, perfils metà·lics amb 85% d'acer reciclat

If prioritizing the product as being as healthy and eco-friendly as possible, a local product⁴⁷, in addition to being economically viable, the following table applies to the Balearics:

C1. Reusable local waste

E.g. Neptune grass, straw, reused doors, etc.

C2. Local eco-friendly products

E.g. Marès sandstone, clay (BTC, adobe, etc.), tiles cooked in a biomass kiln, aerial lime, etc.

C3. Non-local eco-friendly products

E.g. Wood, hydraulic lime, etc.

C4. Recycled or optimized products,

whether local or not.

E.g. Ytong, metal beams with at least 85% recycled steel.

47. Un producte és considerat de km 0 quan es troba a menys de 100 km del lloc on es consumirà. En el cas de Formentera, hem considerat Mallorca com a km 0 per la falta d'indústria local, malgrat que les dues illes es troben a 160 km de distància.

47. A product is considered to be local when it is less than 100 km from the place where it will be consumed. In the case of Formentera, Mallorca has been considered as local due to the lack of local industry, although the two islands are 160 km apart.

MATERIALS UTILITZATS, PER CATEGORIES

MATERIALS USED BY CATEGORY



C1. Residus locals reutilitzables:

— Aïllament de la coberta: posidònia assecada en obra, confinada en palets d'obra reutilitzats.

— Àrids: procedents de l'obra mateixa durant les fases d'excavació o residus de bloc de formigó cel·lular.

— Fusteria interior i tanques: fusta reutilitzada procedent d'abocador (Fundació Deixalles Mallorca).

C2. Productes locals ecològics:

— Estructura (voltes): llosa de pedra de marès procedent de Mallorca.

— Referit exterior: calç aèria CL fabricada a Mallorca cuita mitjançant oli reciclat.

— Paviments exteriors: llosa de marès de 40 × 80 × 7 cm i rajola ceràmica cuita en forns moruns alimentats amb biomassa.

— Particions verticals exteriors: bloc ceràmic H-16 cuit en forns moruns alimentats amb biomassa.

C1. Reusable local waste

— Roof insulation: *Posidonia oceanica* dried on site, confined in reused pallets.

— Aggregates: from construction work itself, during the excavation phases, or from cellular concrete block residues.

— Interior carpentry and gates: reused wood (Fundació Deixalles Mallorca).

C2. Local eco-friendly products

— Structure (vaults): marès sandstone slabs from Mallorca.

— External plaster: lime plaster made in Mallorca using recycled oil as fuel.

— Exterior floors: 40x80x7-cm marès sandstone slabs and bricks produced in biomass kilns known as "morunos".

— Vertical outdoor partitions: H-16 ceramic blocks produced in biomass kilns.

C3. Productes no locals ecològics:

- Estructura (forjats): fusta laminada procedent d'Àustria, tipus E1 amb segell PEFC. Taulers OSB-III amb segell PEFC.
- Fusteria exterior: fusta de làrix procedent del País Basc amb segell PEFC.
- Fonamentació: sabata correguda de formigó de calç NHL-5 en massa, sense armar.
- Paviment interiors: llosa de calç NHL-5 polida *in situ*.
- Aïllament acústic d'envans interiors: placa de cotó reciclat.
- Aïllament acústic de forjats: placa de suro natural amb segell FSC.
- Pintures: Pintura de silicats per a murs i envans.
- Protecció per a la fusta: lasur a base de matèries primeres vegetals, exemptes de plom, bari, metalls pesants o poliuretà.

C3. Non-local eco-friendly products

- Structure (floors): laminated wood from Austria, type E1 with PEFC seal. OSB-III boards with PEFC seal.
- Outdoor woodwork: larch wood from the Basque Country, with PEFC seal.
- Foundations: Non-reinforced NHL-5 natural hydraulic lime in bulk.
- Interior floors: NHL-5 natural hydraulic lime in bulk, smoothed in situ.
- Acoustic insulation for interior partitions: recycled cotton boards.
- Acoustic insulation for the floors: Natural cork with FSC seal.
- Wood protection: Lasur based on vegetable raw materials, free from lead, barium, heavy metals or polyurethane.
- Paints: Silicate paint for walls and partitions.



MATERIALS UTILITZATS, PER CATEGORIES

MATERIALS USED BY CATEGORY

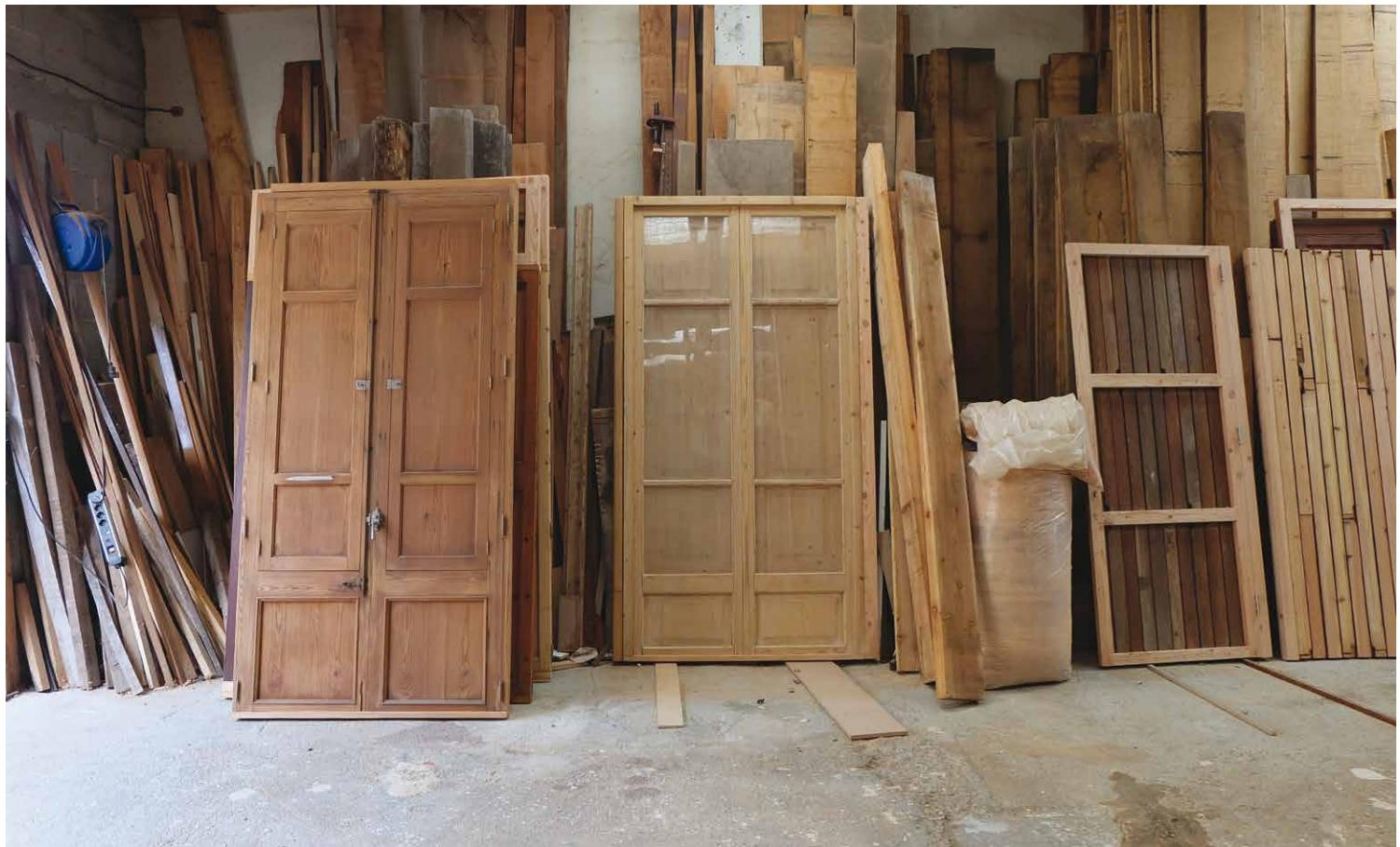


C4. Productes reciclats o optimitzats:

- Estructura (murs): bloc de formigó cel·lular YTONG, amb declaració mediambiental de producte (EPD segons la norma ISO 14025 - ecoetiqueta del tipus III).
- Impermeabilització: EPDM, com a alternativa a làmines asfàltiques i de PVC.
- Instal·lacions: no s'utilitza PVC a tota l'obra. La instal·ació d'aigua corrent, ACS i aigües grises es fa mitjançant polietilè i polipropilè.

C4. Recycled or optimised products

- Structure (walls): YTONG cellular concrete blocks, with environmental product declaration (EPD according to ISO 14025 - eco-label type III).
- Waterproofing: EPDM. The use of asphalt sheets and PVC has been banned.
- Installations: All electrical installations are halogen-free (PVC-free). Water, domestic hot water and grey water installations are made using polyethylene and polypropylene.





SELECCIÓ DELS MATERIALS MÉS REPRESENTATIUS

SELECTION OF MOST REPRESENTATIVE MATERIALS

SELECCIÓ DELS MATERIALS MÉS REPRESENTATIUS

SELECTION OF MOST REPRESENTATIVE MATERIALS



Foto: Carles Oliver

C1. POSIDÒNIA I PALETS

C1. POSIDONIA & PALLETS

POSIDÒNIA SECA COM A AÏLLAMENT TÈRMIC A LA COBERTA DE L'EDIFICI

L'aïllament depèn del contingut de bombolles d'aire interior. Per tant, qualsevol residu local amb un elevat contingut d'aire és un aïllant potencial.

A Formentera, un dels residus més abundants és la fulla morta de posidònia a les platges, per la qual cosa s'ha utilitzat la posidònia seca com a aïllant tèrmic, tal com es feia en l'arquitectura tradicional. Les bermes de posidònia morta són imprescindibles per conservar l'arena de les platges durant les tempestes. Això no obstant, a Formentera l'acumulació és tant elevada, que permet l'ús de les capes superiors.

DRY NEPTUNE GRASS AS A THERMAL INSULATION FOR ROOFS

The insulation depends on the indoor air bubble content; therefore, any local waste with a high air content can potentially be used for insulation.

In Formentera, one of the most abundant types of residue are dead *Posidonia* leafs, which is why dry *Posidonia oceanica* has been used as thermal insulation, just like it was used in traditional architecture. The accumulation of *Posidonia oceanica* debris (berms) on the beaches provides very effective protection against coastal erosion. However, in Formentera the accumulation is so high that top layers can be used.

PLANTA PROTEGIDA

La posidònia és una planta protegida.⁴⁸ Per fer-ne servir, cal una autorització de la conselleria competent en matèria de medi ambient. La sol·licitud s'ha d'adreçar al Servei de Protecció d'Espècies.

L'empresa concessionària del manteniment de la platja s'ha encarregat de la recollida de l'alga, que s'ha limitat exclusivament a les zones en què el material acumulat damunt l'arena de les platges excedia la quantitat necessària per mantenir l'equilibri de l'ecosistema de dunes costaner; a més, s'han pres les màximes precaucions per no afectar-lo, sota la supervisió dels tècnics de medi ambient del Consell de Formentera.

El volum excedent anual de posidònia, d'uns 4000 m³, permetria aïllar tota l'obra nova de l'illa.

La recollida de posidònia està prohibida i durament sancionada, excepte en els casos autoritzats. El decret sobre la posidònia de les Illes Balears, actualment en fase de redacció, ja n'inclou l'ús en l'edificació.

PROTECTED PLANT

The *Posidonia oceanica* is a protected plant⁴⁸ and its use must be authorised by the Ministry of Environment by applying to the Service of Protected Species.

It has been collected by the company awarded the contract for beach maintenance and has been limited exclusively to the areas in which the material accumulated on beaches exceeds the amount necessary to maintain the balance of the coastal dune ecosystem and extreme care has been taken not to affect this ecosystem, under the supervision of the environment technicians from the Council of Formentera.

The annual surplus volume of *Posidonia*, around 4000 m³, would be sufficient to insulate all new dwellings on the island.

The illegal collection of *Posidonia* is prohibited and strict sanctions apply, except in authorised cases. The new *Posidonia* Decree of the Balearic Islands, which is currently being drafted, includes its use in construction work.

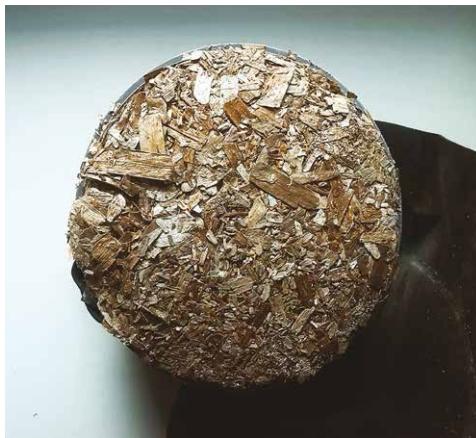
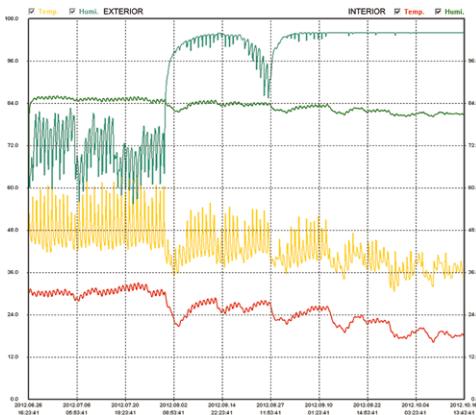


Ca Marí, Formentera.

Foto: Carles Oliver

48. La posidònia està protegida per la Directiva 92/43/CEE, d'hàbitats.

48. *Posidonia oceanica* is protected by the Habitats Directive 92/43/EEC



ASSAJOS AMB LA UIB

La posidònia no requereix tractament artificial, ja que la sal de la mar actua com a conservant i biocida.

Per comprovar-ne la validesa com a aïllament i determinar el coeficient de conductivitat tèrmica, es varen fer tres assajos diferents en col·laboració amb la Universitat de les Illes Balears (UIB). El resultat va ser un èxit.

- El primer assaig va ser mitjançant dos sensors registradors de dades (*datalogger*) PCE - HT 71.
- El segon, mitjançant un forn d'assecatge comparant els resultats amb poliestirè expandit.
- I el tercer, mitjançant un mesurador de flux de calor seguint les especificacions de la norma UNE 8301.

L'aïllament de posidònia seca proporciona una $U: 0,2936 \text{ W/m}^2\text{C}$ i $\Lambda: 0,044 \text{ W/mK}$ per a una densitat de 185 kg/m^3 i 16 cm de gruix.

TESTS WITH THE UIB

Posidonia does not require artificial treatment as sea salt acts as a preservative and a biocide.

In order to ensure its worthiness as insulation and to determine its thermal conductivity, three different tests were carried out in collaboration with the University of the Balearic Islands (UIB). The result was a success.

- The first test involved the use of two PCE-HT 71 data logger sensors.
- The second, using a drying oven, sought to compare the results against expanded polystyrene.
- The third, involved using a heat flow meter pursuant to UNE-EN 12664:2002.

Dry *Posidonia* insulation provides a $U: 0,2936 \text{ W/m}^2\text{C}$ and $\Lambda: 0,044 \text{ W/mK}$ for a density of 185 kg/m^3 and a thickness of 16 cm.

EL PROCÉS

Una vegada col·locats els palets d'obra reutilitzats de 16 cm d'altura, s'estén la posidònia seca a raó de 20 kg/m².

La compactació per aconseguir 185 kg/m³ es va fer manualment, enfonyant amb peus i mans les fulles entre els palets que formen la subestructura on es claven els taulers OSB.

Després es va impermeabilitzar amb EPDM i es va protegir amb lloses de pedra de marès muntades en sec com a paviment.

L'olor de mar va impregnar l'obra durant tot el procés.

La solució és aplicable a tots els llocs de la Mediterrània amb excedent de posidònia.

THE PROCESS

Once the re-used 16-cm high construction pallets were put in place, dry *Posidonia* has to be extended at a rate of 20 kg/m².

The compaction process to obtain 185 kg/m³ was performed manually, with participants using their hands and feet to push the leafs between the pallets that form the substructure to which the OSB boards are nailed.

Afterwards, the boards were waterproofed with EPDM and protected with sandstone slabs the form of paving.

The smell of the sea was apparent on the site throughout the process.

The solution applies to all locations in the Mediterranean with a surplus of *Posidonia*.



Fotos: Carles Oliver



1



2



3



4



5



6

SELECTION OF MOST REPRESENTATIVE MATERIALS



7



8



9



10



11



12



Mostra d'alga seca anterior a 1391
Dry *posidonia* sample before 1391

49. Estudis preliminars del 2016 de l'enteixinat de La Sapiència, construït abans del 1391 i possible residència dels descendents de Ramon Llull.

50. Consell Superior d'Investigacions Científiques. Previsió realitzada amb un escenari moderadament optimista d'emissió de gasos d'efecte hivernacle.

51. www.imedea.uib-csic.es/communication_details.php?id=9&tp=n.

49. Restoration workshop of the Diocese of Mallorca, preliminary studies undertaken in 2016 on the wooden floor of the Sapiència, built prior to 1391 and the possible residence of the descendants of Ramon Llull.

50. Spanish National Research Council. Forecast under a moderately optimistic scenario in terms of greenhouse gas emissions.

51. www.imedea.uib-csic.es/communication_details.php?id=9&tp=n.

DURABILITAT

La posidònia seca és imputrescible i no té depredadors naturals fora del medi marí, per la qual cosa té una durabilitat il·limitada en condicions d'ús normals.

S'ha utilitzat ininterrompidament en l'arquitectura tradicional de les Balears i especialment a les Pitiusas fins al segle XX.

En les mostres de posidònia seca del segle XIV cedides per Antònia Reig, directora del Taller de Restauració del Bisbat de Mallorca, procedents de l'enteixinat del claustre de La Sapiència⁴⁹ de Palma, s'hi pot constatar el perfecte estat de conservació; per tant, la posidònia té una vida útil que supera els 600 anys.

Segons els historiadors F. Tugores i J. Morata, a tots els enteixinats construïts a Palma entre els segles XIV i XVII es va utilitzar posidònia seca per protegir la fusta de la humitat i els xilòfags.

DURABILITY

Dry Posidonia does not rot and has no natural predators outside the marine environment, so its durability is unlimited under normal conditions of use.

It was used uninterruptedly in the traditional architecture of the Balearic Islands and especially in the Pitiusas until the start of the 20th century.

The samples of dry *Posidonia* dating back to the 14th century provided by Antònia Reig, Director of the TRBM⁴⁹, taken from the coffered ceiling of the cloister at the Sapiencia de Palma show a perfect state of conservation; therefore, its useful life is more than 600 years.

According to historians F. Tugores i J. Morata, all palaces built in Palma between the 14th and 17th centuries used dry *Posidonia* in wood panelling to protect the wood from moisture and xylophages.

EXTINCIÓ DE LES PRADERIES DE POSIDÒNIA PER L'ESCALFAMENT GLOBAL

Les praderies marines de posidònia són essencials com a embornals de CO₂. Malgrat això, segons el CSIC⁵⁰, durant el segle XXI perdran el 90% de densitat per l'augment de la temperatura de la mar, en un procés que es podria iniciar en uns quaranta anys, fet que provocaria l'extinció funcional de l'espècie i que donaria lloc a l'alliberament del gas absorbit durant segles.⁵¹

Per això, la reducció de CO₂ en la construcció contribueix directament a protegir la posidònia.

EXTINCTION OF THE *POSIDONIA* PRAIRIES DUE TO GLOBAL WARMING

Posidonia meadows are an essential CO₂ sink. However, according to the Spanish National Research Council⁵⁰, during the 21st century their density will decrease by 90% due to the increase in sea temperature, as part of a process that will begin in about 40 years, resulting in the functional extinction of the species, giving rise to the release of absorbed gas for centuries.⁵¹

Therefore, the decrease in CO₂ released as part of construction contributes directly to the protection of the species.



Foto: Fundació CRAM

C1. FUSTERIA REUTILITZADA EN INTERIORS I TANQUES

C1. REUSED WOODWORK IN INTERIORS AND GATES



Foto: José Hevia

Les barraques de les barques de Formentera ens recorden l'època en què la reutilització era una de les poques vies possibles d'obtenció de matèries primeres.

Tota la fusteria interior dels habitatges i les persianes de lamel·les verticals a la PB s'ha fet amb fusteria reutilitzada i amb taulons de nord vell (pi roig) procedents de somiers abandonats gestionats per la Fundació Deixalles de Mallorca. A les instal·lacions d'Eivissa no disposen de fusteries de segona mà.

La **Fundació Deixalles** és una entitat sense ànim de lucre. El seu objectiu fonamental és la inserció sociolaboral de col·lectius vulnerables de les Illes Balears mitjançant la recuperació i el reciclatge de residus i activitats ambientals en general.

La reutilització d'aquesta fusteria proporciona l'avantatge d'aprofitar fustes de primera qualitat (nord vell, pi d'Oregon, etc.), majoritàriament d'edat superior a 50-70 anys, fet que garanteix

Formentera's boat shacks remind us of the time when recycling was one of the few possible ways of obtaining raw materials.

All indoor carpentry in these dwellings and the vertical shutters on the ground floor were made using recycled wood and planks made from old pine stripped from abandoned beds managed by Fundación Deixalles in Mallorca. There are no second-hand carpenters in Ibiza.

Fundación Deixalles is a non-profit organisation whose main objective is to ensure the socio-labour insertion of vulnerable groups in the Balearic Islands through the recovery and recycling of waste and environmental activities in general.

The reuse of this wood makes it possible to put top-quality wood (old pine, Oregon pine, etc.), generally more than 50-70 years old, to reuse; this guarantees the natural growth of the tree and a drying process that is no



Barraques de Formentera Formentera shacks
Foto:Laura Frontera



Barres de llit de Deixalles
Abandoned bed planks from Deixalles



Foto: MIEL arquitectes

el creixement natural de l'arbre i un procés d'assecatge inaccessible avui dia. Per tant, es converteixen en objectes únics i irrepetibles, i constitueixen una gran riquesa per incorporar a l'arquitectura en general.

En el procés de selecció de les fusteries s'han evitat les que presenten un elevat atac de corc o insectes xilòfags, ja que es podrien estendre a la resta de l'habitatge.

Les fusteries originals s'han ampliat o retallat segons les necessitats, i s'han penjat de guies corredisses tipus Klein, ja que permeten que les mesures de la porta i el buit no coincideixin mentre el buit sigui de mida inferior. Qualsevol porta batent és susceptible de ser reutilitzada com a corredissa.

En total, s'han instal·lat més de 100 fusteries reutilitzades.

longer available, and therefore these objects are become unique and unrepeatable, making it possible to incorporate items of great wealth into architecture in general.

As part of the woodwork selection process, samples showing signs of wood-worm or xylophagous insect infestation have been ruled out, as they could extend to the rest of the house.

The original woodwork has been extended or trimmed as needed and it has been hung on Klein sliding guides, as this means that although the size of the door and gap do not match, the gap is reduced insofar as possible. All swinging doors can be reused as sliding doors.

More than 100 items of recycled wood-work have been installed.

SELECTION OF MOST REPRESENTATIVE MATERIALS

Foto: Carles Oliver
Fundació Deixalles, Felanitx



Fotos: José Hevia



C2. CALÇ AÈRIA

C2. AERIAL LIME



Foto: Carles Oliver

Referit de calç aèria hidratada en format pasta a les façanes per impermeabilitzar els murs de càrrega mitjançant un revestiment transpirable.

La calç, enveïlida 12 mesos, procedeix de la fàbrica Unicmall de Felanitx, Mallorca.

El combustible utilitzat per a la fusió de la pedra en calç ha estat oli reciclat, cosa que redueix en un 60% les emissions de CO₂ en relació amb l'ús d'energies fòssils.

El referit s'aplica en tres capes: dues de base amb un gruix total de 2 cm i una malla de fibra de vidre entremig de tota la superfície, i una capa d'acabat fi de 3-5 mm.

El morter gruixat inclou un armat de 0,2% de fibres de polipropilè per evitar la fissuració per retracció.

El mur de suport s'ha tractat prèvia-ment amb una imprimació compatible.

Hydrated lime plaster on the facades to waterproof the load walls with a breathable coating.

The lime, aged for 12 months, was sourced from the *Unicmall* factory in Felanitx, Mallorca.

The fuel used to melt the lime is recycled oil, reducing CO₂ emissions by 60% compared to the use of fossil fuels.

The plaster is applied in 3 layers. Two coarse layers with a total thickness of 2 cm and an intermediate mallatex across the entire surface plus a thin layer of 3-5 mm.

The thick mortar includes a 0.2% polypropylene fibre reinforcement to prevent cracking during retraction.

The support wall has been pre-treated with a compatible primer.



Foto: José Hevia

C2. MARÈS DE CAS BUSSO

C2. CAS BUSSO SANDSTONE



Foto: Carles Oliver

El marès és una pedra arenosa de les Illes Balears que s'extreu en blocs de 40 × 40 × 80 cm i que resulta molt útil per a l'execució de murs i voltes.

Les característiques d'aquesta pedra depenen del seu origen, calcarenita (grans d'arena cimentats amb el calci de les petxines de mol·luscs) o eolianita (arena sedimentada). Per tant, cada pedrera té propietats molt diferenciades, amb resistències que varien entre 25 i 630 kg/cm².

Tal com succeeix amb la fusta, el nom genèric resulta poc descriptiu i és imprescindible seleccionar la pedrera adequada a l'ús requerit. Es recomana la publicació *El marès*, de R. Sánchez-Cuenca, en què es descriuen les característiques (densitat, porositat, resistència, color, etc.) de les denou pedreres en actiu a Mallorca. A Formentera, les pedreres ja s'han esgotat o deixat d'explotar.

En aquest projecte, s'ha seleccionat la pedrera de Cas Busso, de primera qualitat, amb les característiques següents:

Marès is a type of sandstone native to the Balearic Islands extracted in 40x40x80-cm blocks; it is very useful in the construction of walls and vaults.

Its characteristics depend on its origin, whether calcarenite (sand grains cemented by the calcium of shells of molluscs) or eolianite (sedimented sand), and therefore each quarry has very different properties, with resistances varying between 25 and 630 kg/cm².

Therefore, as is the case with wood, its generic name is not very descriptive and it is essential that the quarry selected is appropriate based on the required use. The publication EL MARÉS, by R. Sánchez-Cuenca, comes highly recommended, offering a description of the features (density, porosity, resistance, colour, etc.) of the 19 active quarries in Mallorca. In Formentera, the quarries have already been depleted or extraction activities have ceased.

As part of this project, we chose to use the Cas Busso quarry, offering 1st-rate quality, with the following characteristics:

- Color blanquinós, compacta, densa, sense gra, molt dura
- Densitat aparent: 2,1 g/cm³
- Porositat oberta: 45,6%
- Resistència a la compressió: 557-627 kg/cm²

El marès s'ha utilitzat com a element estructural per executar les voltes dels aljubs, com a alternativa als forjats de formigó armat i evitar la corrosió de les armadures, i així perllongar-ne indefinidament la durabilitat.

Les junes de les voltes s'han pres amb ciment de calç NHL-5, ja que el marès és químicament incompatible amb el pòrtland.

També s'ha utilitzat com a paviment flotant a la coberta, amb peces de 40 × 80 × 7 cm amb la junta oberta, col·locades en sec, i com a escalons massissos de 80 × 18,5 × 25 cm.

La utilització del marès permet reduir en un 60% les emissions de CO₂ en relació amb el mateix element de formigó.⁵²

- Whitish colour, compact, dense, no grains, very hard.
- Bulk density: 2.1 g/cm³.
- Open porosity: 45.6%.
- Compressive strength: 557-627 kg/cm².

Marès has been used as a structural element to construct the vaults of cisterns, as an alternative to the reinforced concrete slabs and to avoid the corrosion of reinforcements, thus prolonging their durability indefinitely.

The vault joints have been made using with NHL-5 lime cement, as Marès is chemically incompatible with Portland cement.

It has also been used as a floating floor in the roof, in 40x80x7-cm slabs with an open joint, laid dry in and 80x18.5x25-cm solid steps.

The use of Marès reduces emissions by 60% compared to concrete alternatives.⁵²



Foto: Carles Oliver

52. Estudis propis en col·laboració amb la Direcció General d'Energia i Canvi Climàtic del Govern de les Illes Balears a partir del BEDEC de l'ITEC.

52. Own research carried out in collaboration with the General Directorate of Natural Environment, Environmental Education and Climate Change of the Balearic Islands Government, using the ITEC's BEDEC.



Foto: José Hevia

C2. CERÀMICA

C2. BRICKS & TILES

Les tàpies del carrer i els murs mitgers permeables s'han fet amb maons H-16 procedents de la teulera de Can Mascaró a Vilafranca, Mallorca.

S'han col·locat amb els forats vists, girats 90° respecte a la direcció habitual, per permetre la circulació de l'aire i refrescar l'interior dels habitatges sense deixar de projectar ombra a l'estiu. A més, així no s'oposa resistència a l'empenta horitzontal del vent.

Les rajoles, fabricades a la teulera Soler de Felanitx, Mallorca, s'han utilitzat als ràfecs que protegeixen les finestres, en paviments exteriors, llindars, escopidors i en els enrajolats de banys i cuines.

Les rajoles esmaltades estan fetes a mà una a una, i no n'hi ha cap d'igual.

Totes les peces ceràmiques de l'obra s'han cuit en forns moruns alimentats amb biomassa, cosa que redueix en un 60% les emissions de CO₂ respecte a la utilització d'energies fòssils.⁵³

The outer-facing walls and permeable dicing walls have been made using H-16 bricks sourced from the Can Mascaró factory in Vilafranca, Mallorca.

They have been placed with the holes exposed, rotated 90° compared to their usual direction, allowing air to circulate and cool the inside of houses while still offering shade in the summer. Furthermore, there does not inhibit resistance to the horizontal thrust of the wind.

The tiles, made at the Soler pottery in Felanitx, Mallorca, have been used in the eaves that protect the windows, as outdoor paving, in doorways, roof railings and in the tiled bathrooms and kitchens.

The glazed tiles are made one at a time by hand, and no two tiles are the same.

All the bricks and tiles used in construction work have been baked in biomass mortar kilns, reducing CO₂ emissions by 60% compared to the use of fossil fuels.

53. Fins ara hem localitzat forns moruns dedicats a la fabricació de materials ceràmics per la construcció a Andalusia, Illes Balears i Múrcia. Desconeixem si existeixen altres fàbriques ceràmiques a Espanya que funcionin al 100% amb energies renovables, pel que en qualsevol cas es tracta d'un ofici de gran valor patrimonial i etnològic que requereix protecció per part de l'Administració.

Up to now, we have located this type of "moruno" kilns used for the production of building materials in Andalusia, the Balearic Islands and Murcia. We do not know if there are other ceramic factories in Spain that operate with 100% renewable energies. In any case, it is a trade of great patrimonial and ethnological value and, therefore, the Administration must protect it.

Maons H-16 procedents de la teulera de Can Mascaró a Vilafranca, Mallorca.
H-16 Bricks made in Can Mascaró kiln in Vilafranca, Mallorca.



Rajoles fabricades a la teulera Soler de Felanitx, Mallorca.
Tiles made in Soler kiln in Felanitx, Mallorca.



Fotos: Marc Martínez Sarrado

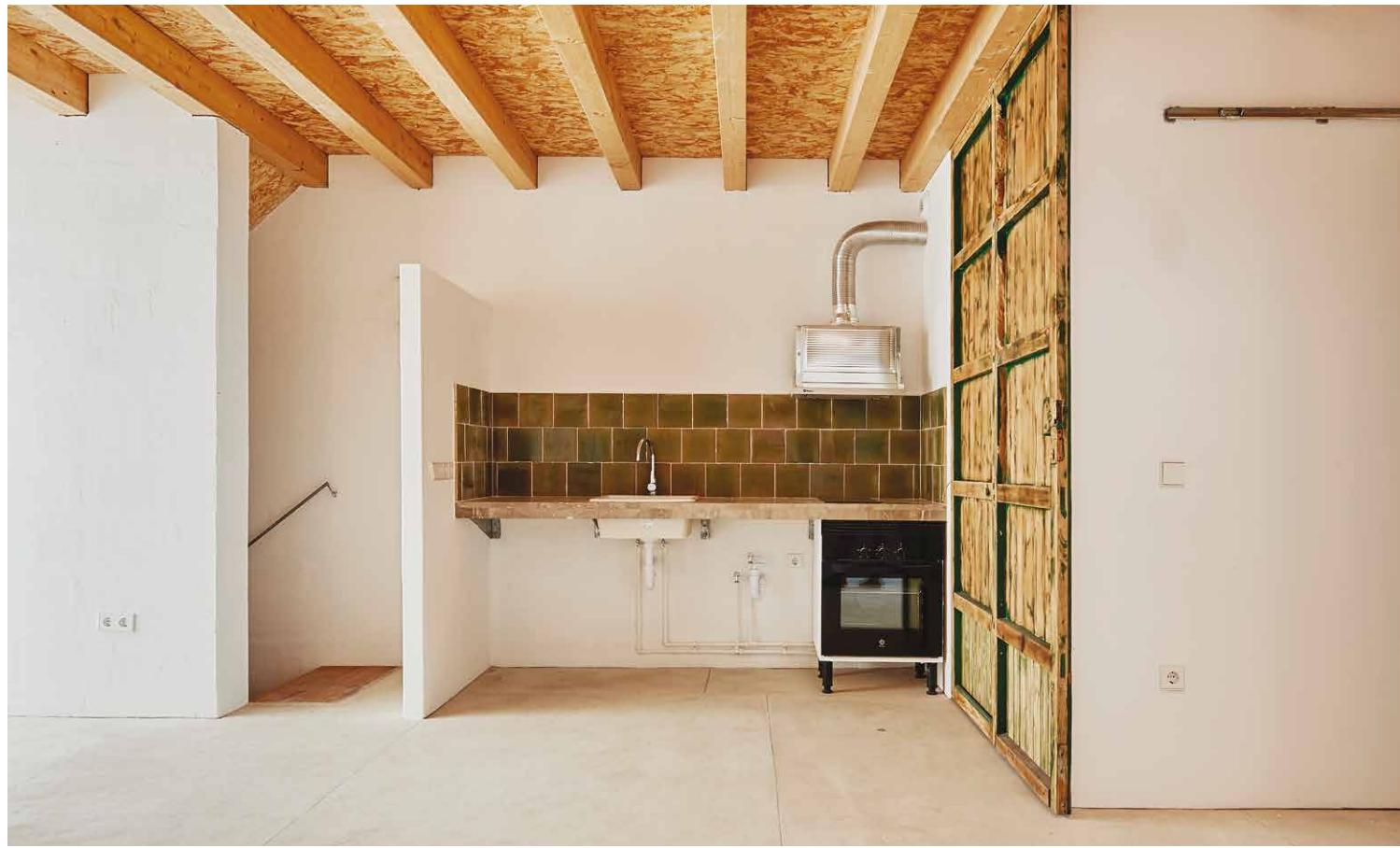


Foto: José Hevia

C3. FUSTERIES EXTERIORS DE FUSTA DE LÀRIX

C3. EXTERIOR USE OF LARCH WOOD



Foto: José Hevia

Les finestres exteriors s'han fet amb fusta laminada de làrix amb segell PEFC procedent del País Basc.

Aquesta fusta presenta una conductivitat tèrmica molt reduïda, Λ : 0,11 W/mk, cosa que significa que és un bon aïllant, especialment si es compara amb l'alumini (209,3-237) o l'acer (47-58).

SALUT I DURABILITAT

La fusta és transpirable i no conté elements tòxics. El tractament de protecció s'ha fet amb lasur ecològic exempt de poliuretà i pintura Vindo 629 de la casa Livos, exempta de plom i metalls pesats.

Un disseny correcte implica seleccionar una fusta adequada a l'ús. La fusta de làrix és imputrescible i no presenta blavor.

A les façanes s'han col·locat ràfecs ceràmics de 20 cm per evitar la pluja directa.

Les persianes s'han fixat sense marc, amb una separació mínima de 0,5-1 cm entre l'obra humida i la fusta.

The outdoor windows have been made using laminated larch wood with the PEFC seal from the Basque Country.

This wood has a very low thermal conductivity Λ : 0.11 W/mk, which means it provides good insulation, especially when compared with aluminium (209.3-237) or steel (47-58).

HEALTH AND DURABILITY

It is breathable, and contains no toxic elements. The protection treatment has been applied using eco-friendly lasur, which features no polyurethane and Vindo 629 paint made by Livos.

A correct design involves selecting a suitable wood to use. The larch wood does not rot and does not show signs of blue mould.

In the façades, 20-cm ceramic eaves have been installed to avoid direct rainfall.

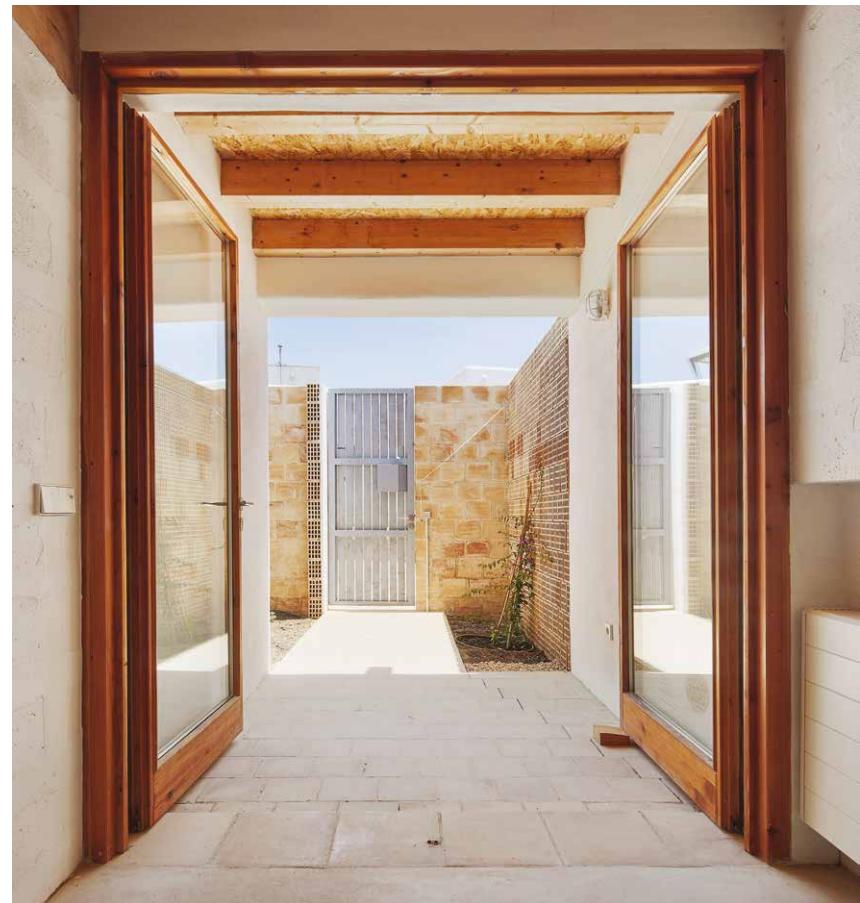
Shutters have been installed without a frame, with a minimum separation of 0.5-1 cm between wet work and the wood.

CONTAMINACIÓ DERIVADA DE LA FABRICACIÓ DE FINESTRES

	Energia MJ/kg	kgCO ₂ /kg
Alumini 0% reciclat	266,09	39,10
Alumini 20% reciclat	221,82	32,58
Fusta FSC	4,00	0,21
Fusta reutilitzada	0,00	0,00

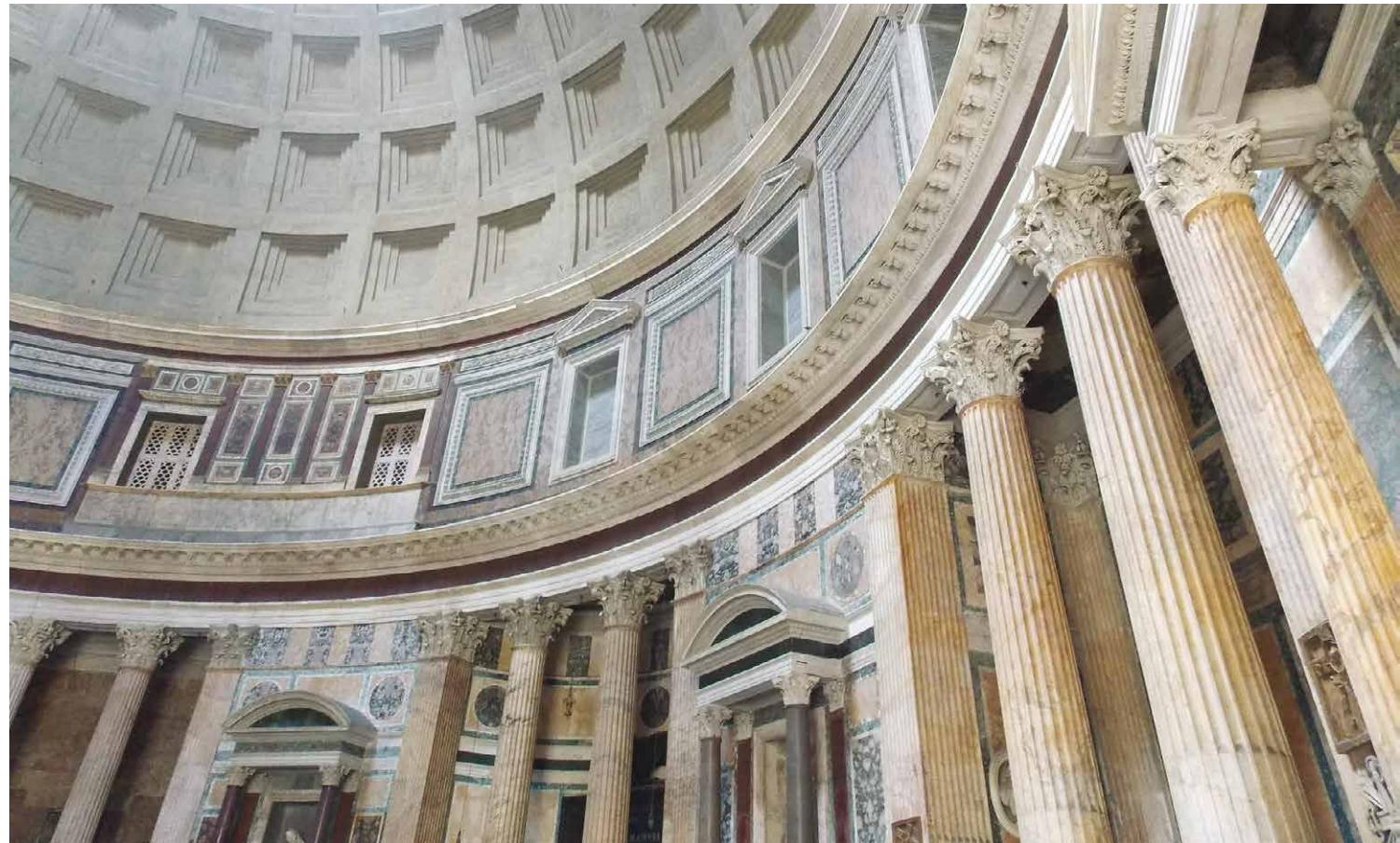
CONTAMINATION DERIVED FROM THE PRODUCTION OF WINDOWS

	Energy MJ/kg	kgCO ₂ /kg
Aluminium 0% recycled	266.09	39.10
Aluminium 20% recycled	221.82	32.58
FSC wood	4.00	0.21
Reused wood	0.00	0.00



C3. CALÇ HIDRÀULICA NHL-5

C3. HYDRAULIC LIME NHL-5



Panteó d'Agripa, Roma Agripa's Pantheon, Rome

Per què cal utilitzar formigó de calç? Es pot arribar a una reducció d'emissions de CO₂ de prop del 15% sense modificar les tipologies d'edificació habituals mitjançant la substitució de materials convencionals per altres de menys contaminants en capítols d'acabats com ara pintures, paviments, fusteries o referits. No obstant això, cal actuar en els capítols d'excavació, fonamentació i estructures per assolir reduccions del 50%.

El formigó de calç, utilitzat des del 300 aC pels romans i present en tota l'arquitectura tradicional europea, absorbeix entre un 45% i un 62% del CO₂ produït mentre es fabrica. Es pot aconseguir el 100% d'absorció de CO₂ en cicles de vida molt prolongats. El material es va deixar d'utilitzar durant el segle XX perquè s'enduria lentament i tenia baixa resistència en comparació amb el pòrtland, la qual cosa n'impedeix l'ús en estructures de pilars en alçada.

El prototip s'ha dissenyat amb forjats lleugers i murs de càrrega que transmeten unes càrregues inferiors a 0,8 N/mm² a

Why use lime concrete? CO₂ emissions can be reduced by around 15% without having to change normal building habits, replacing conventional materials with less polluting alternatives in finishes such as paintwork, flooring, carpentry or plastering. However, action must be taken during excavation, foundation and structural work to reduce emissions by up to 50%.

Lime concrete, used since 300 BC by the Romans and present in all traditional European architecture, absorbs between 45% and 62% of the CO₂ produced during its production, reaching 100% CO₂ absorption in very long life cycles. The material fell out of use during the 20th century due to slow setting times and low resistance compared to Portland cement, which prevents its use in multi-level pillar structures.

The prototype has been designed with light slabs and load-bearing walls that transmit loads of less than 0.8 N/mm² to



Fonamentació de calç en massa
Lime Foundation



Trespol de calç
Lime Pavement

les sabates corregudes de 60×50 cm, per demostrar la viabilitat de la calç NHL-5 com a formigó estructural, amb una resistència igual o superior a 5 Mpa i període d'enduriment de 360 dies.

S'ha formigonat per tongades de gruix variable entre 15 i 20 cm. La dosificació emprada ha estat 1/1/1 (calç, arena, grava) a les capes superiors i 2/3/5 a la inferior. En la determinació de les diferents dosificacions, s'han tengut en compte tant la informació de l'aplicació tradicional del formigó de calç com la informació tècnica associada al marc normatiu establert, que es pot consultar en la memòria del projecte.

S'ha fet un assaig de 291 provetes destinades a determinar la resistència del formigó de calç en una situació real d'obra. S'han emprat diferents dosificacions possibles per proporcionar tota la informació possible amb vista a projectes futurs. A més, s'han fet altres 70 provetes de formigó de calç⁵⁴ amb una petita proporció de ciment blanc de <20% per accelerar l'enduriment de tots els paviments interiors, de formigó vist.

the 60x50-cm footings to demonstrate the viability of NHL-5 lime as structural concrete with a strength equal to or greater to 5 Mpa and setting period of up to 360 days.

Concrete has been laid in layers of variable thickness, ranging between 15 and 20 cm. The ratio used was 1:1:1 (lime, sand, gravel) in the upper layers and 2:3:5 in the lower layer. In establishing the different ratios, both the information on the traditional application of lime concrete and the technical information associated with the existing regulatory framework have been taken into account, which can be found in the project report.

291 test specimens were tested to determine the resistance of lime concrete in real working conditions, using different possible ratios to provide all possible information for the purposes of future projects. In addition, another 70 lime concrete specimens⁵⁴ with a small proportion of white cement of <20% have been taken to accelerate the setting of all exposed concrete indoor flooring.

Les soleres tenen 10 cm de gruix a la PB i 7 cm a la P1, per reduir la càrrega, i s'han abocat sobre una làmina impermeable transpirable de polietilè. Estan armades amb fibres de polietilè i malla de fibra de vidre contínua específica per a paviment de 40 × 40 mm i 135 g col·locada a 3 cm de la cara inferior de la solera. S'han disposit junes flexibles de 5 mm a tot el perímetre i junes de retracció mitjançant perfils de polipropilè de 5×45mm formant pastilles de superfície màxima de 5 m² a la PB i 4 m² a la P1.

L'acabat s'ha fet empolvorant 50% arena de sílex i 50% calç; poliment amb llana a mà, en tres fases consecutives a la manera tradicional. El paviment s'ha mantengut humit durant 30 dies i una setmana sense trepitjar. S'ha impermeabilitzat amb hidrofugant ecològic amb silicat de sodi tipus Welaan Eco-Hidro-Sell.

Slabs are 10-cm thick on the ground floor and 7-cm thick on the 1st floor, to reduce the load, and they have been poured on a waterproof breathable sheet of polyethylene. They have been reinforced with polyethylene fibres and continuous mallatex specific to 40x40 mm and 135 gr floors placed 3 cm from the bottom face of the slab. Flexible 5 mm joints have been laid around the perimeter and retraction joints using 5x45-mm polypropylene profiles forming maximum surface area pads of 5 m² on the ground floor and 4 m² on the first floor.

The finishing layer has been made by sprinkling flint sand and lime at a ratio of 50:50, and smoothed by hand using a grout float, in 3 consecutive phases as is traditional. The flooring has been kept moist for 30 days and was not stepped on for a week. It has been waterproofed using ecological Welaan Eco-Hidro-Sell based sodium silicate water-repellent product.



Provetes de formigó de calç
Lime concrete specimens

54. La calç hidràulica d'aquesta obra procedeix de Catalunya, es cou a 900°C i les emissions de CO₂ són de 400 kg/CO₂ per tona de calç. Però si s'hagués utilitzat biomassa o altres energies netes com a combustible les emissions serien de 160 kg/CO₂ per tona.

54. The hydraulic lime used in this construction was sourced from Catalonia, is baked at 900°C and CO₂ emissions are 400 kg/CO₂ per tonne of lime. However, if biomass or other clean energies had been used for the purposes of combustible, emissions would be 160 kg/CO₂ per tonne.



Foto: José Hevia

C3. FORJATS DE FUSTA LAMINADA I TAULERS OSB III

C3. LAMINATED WOODEN SLABS AND OSB/3 BOARDS

Els forjats (sostres) estan formats pels elements estructurals següents:

- A. Jàsseres de fusta laminada de pi GL36 de secció 20 × 40 cm i bigues GL24 de secció de 12 × 18 cm, procedents d'Àustria amb segell PEFC.
- B. Panell estructural d'encenalls orientats de fusta de pollancre, tipus OSB III de 2 cm de gruix, procedent d'Itàlia amb segell PEFC.

S'ha aplicat biocida exclusivament a les parts ocultes de la fusta. Els caps embotits en el mur s'han recobert amb cartró reutilitzat de caixes i embalatges perquè absorbeixi la humitat que arriba a la fusta.

Les emissions de CO₂ són de 23 kg/CO₂ per metre quadrat de forjat.

Les emissions d'un forjat unidireccional de formigó per a llums equivalents són de 245 kg/CO₂.

The slabs (ceilings) consist of the following structural elements:

- A. 20x40-cm laminated GL36 pine beams of section and 12x18-cm GL24 beams, sourced from Austria with the PEFC seal.
- B. Structural panel of oriented chips of poplar wood, OSB III type 2-cm thick, from Italy with PEFC seal.

Biocide has been applied exclusively to the hidden parts of the wood. The heads embedded in the wall have been coated with reused cardboard boxes and packaging to absorb any moisture that reaches the wood.

CO₂ emissions are 23 kg/CO₂ per m² of wood slabs.

Emissions made by a one-way concrete slab for equivalent lamps are 245 kg/CO₂.



Foto: José Hevia

C4. YTONG

C4. Ytong



Foto: Carles Oliver

La solució de la façana és el resultat d'una comparativa ambiental feta per la consultoria Societat Orgànica en la qual s'han valorat diferents solucions de façana amb el mateix coeficient de transmittància U: 0,36. S'ha optat per la solució amb menys energia incorporada (498 MJ/m²), composta per murs de càrrega de formigó alleugerit tipus YTONG, o similar, de les característiques següents:

- Ample de 30 cm i densitat de 350 kg/m³ a l'orientació nord per reduir les pèrdues a l'hivern.
- Ample de 25 cm i densitat de 350 kg/m³ a la resta de murs de façana.
- Ample de 30 cm i densitat de 500 kg/m³ a les mitgeres entre habitatges per complir la normativa acústica.

L'interior s'ha pintat directament sobre el bloc amb silicats, sense enguixar, per evitar el consum de materials i d'energia addicional.

The solution used in the façade is the result of an environmental comparison carried out by Societat Orgànica consultancy firm, in which different façade solutions with the same transmittance coefficient of U: 0.36 were assessed and the solution with the lowest incorporated energy (498 MJ/m²) chosen, comprising load-bearing walls with YTONG-type lightened concrete, or similar, with the following characteristics:

- Width of 30 cm and density of 350 kg/m³ facing north to reduce losses in winter.
- Width of 25 cm and density 350 kg/m³ in all other facade walls.
- Width of 30 cm and density of 500 kg/m³ in the walls dividing dwellings to comply with the acoustic regulations.

On the inside, the block has been painted directly using silicates, without plastering, to avoid the consumption of materials and additional energy.





MJ/m²kgCO₂/m²

GESTIÓ DEL CICLE COMPLET DE L'AIGUA

MANAGEMENT OF THE ENTIRE WATER CYCLE

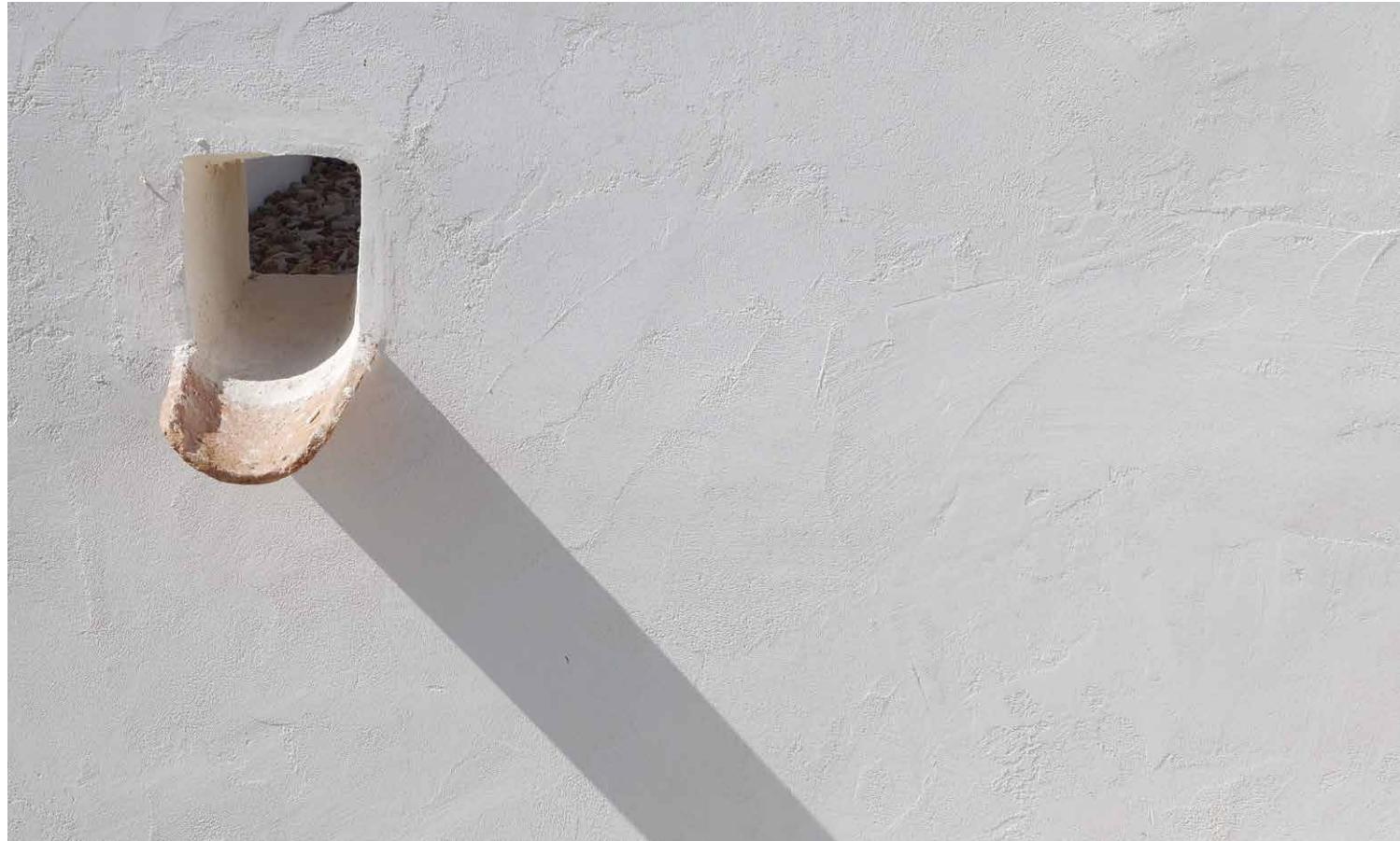


Foto: Carles Oliver

Per reduir el consum d'aigua de xarxa de 220⁵⁵ a 88 litres per persona i dia, s'han aplicat les mesures següents:

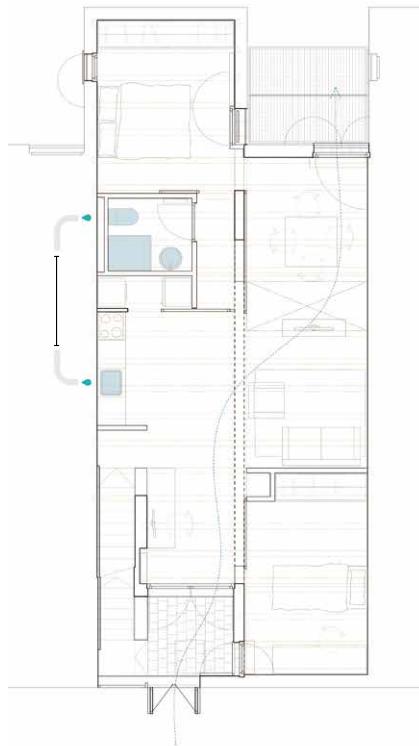
- 1.** Disseny eficient de la instal·lació de l'ACS i de la ubicació de les aixetes, totes situades a menys d'un metre de l'intercanviador d'aigua calenta per no malgaspar aigua freda.
- 2.** Mecanismes d'estalvi en cuina i banys (reductors de pressió i cabal, aixetes amb obertura en fred, etc.).
- 3.** Aljubs d'aigua de pluja de 6 m³ cada un, situats sota les set terrasses a la PB, per regar de forma automatitzada les plantes sembrades amb funció bioclimàtica (11 arbres i 40 plantes enfiladisses). El règim estacionari de pluges és de 345 l/m² anuals i el sistema disposa de 450 litres al dia per destinar al reg durant els tres mesos de l'estació seca.

En tractar-se d'habitatges de lloguer gestionats per l'IBAVI, no s'hi permet la sembra de gespa, que en aquest clima constitueix un ús irresponsable dels recursos.

In order to reduce the consumption of mains water from 220⁵⁵ to 88 litres per person per day the following measures have been implemented:

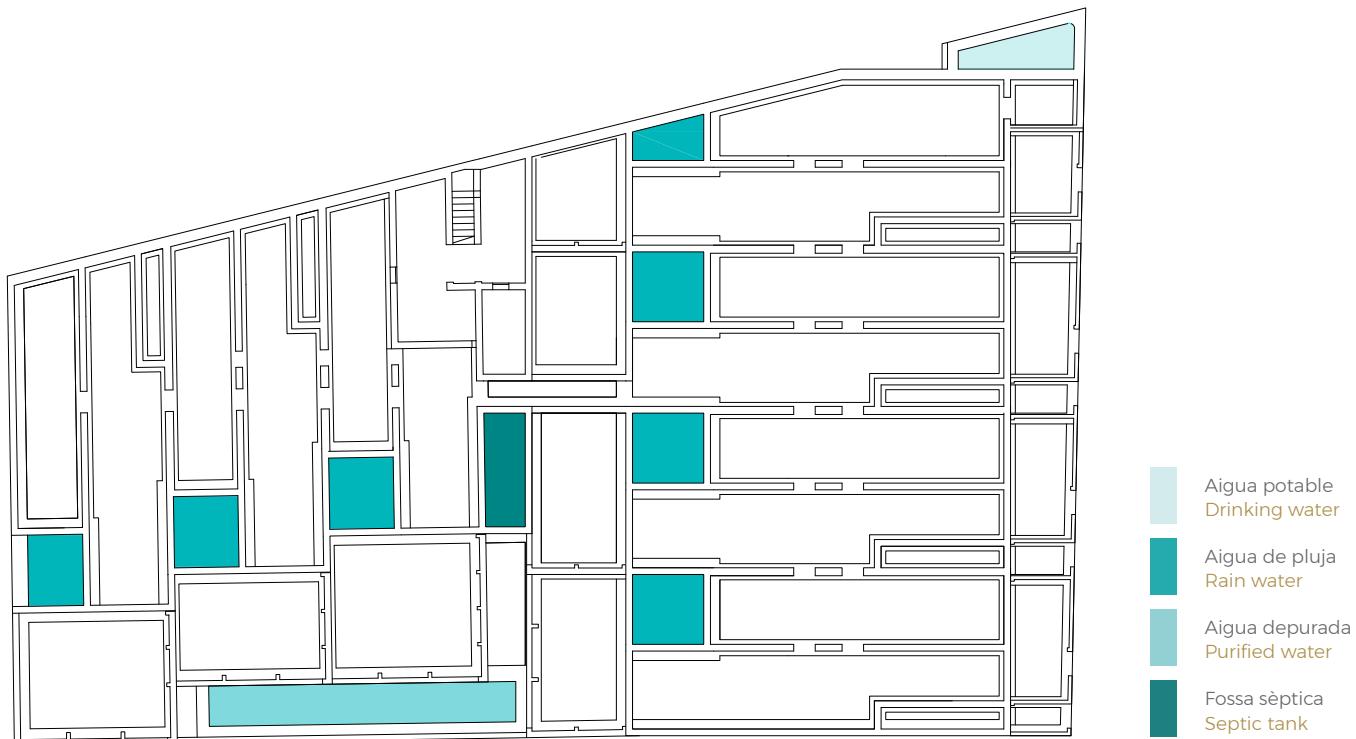
- 1.** Efficient design of the domestic hot water installation and the location of faucets, all less than one meter from the hot water exchanger to avoid wasting cold water.
- 2.** Saving mechanisms in kitchens and bathrooms (pressure and flow reducers, taps that open when cold, etc.).
- 3.** Rainwater cisterns of 6 m³ each, located beneath the 7 terraces on the ground floor, to provide automated irrigation to the plants sowed that serve a bioclimatic function (11 trees and 40 climbing plants). The steady rainfall rate is 345 l/m² per year and the system has 450 litres per day for the purposes of irrigation during the 3 months of the dry season.

In terms of rental housing managed by IBAVI, lawns are banned, which in this



55. Consum estadístic d'aigua en habitatges amb jardí de les Normes subsidiàries de Formentera i la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB).

55. Statistical water consumption in homes with garden of the subsidiary rules of Formentera and the Autonomous University of Barcelona (UAB).



4. Al pati central, s'hi ha situat un fitodepuradora⁵⁶ d'aigües grises que regenera l'aigua procedent de les dutxes, per reutilitzar-la en els vāters (estadísticament, és el 20% de consum d'aigua per dia i persona). L'aljub té una capacitat de 17 m³.

Les plantes seleccionades pel paisatgista Salvador Canyís són *Phragmites australis*, *Typha angustifolia*, *Iris pseudoacorus*, *Mentha aquatica* i *Lithrum salicaria*.

5. Xerojardineria. Selecció d'espècies autòctones i al·lòctones adequades: *Celtis australis* (lledoner), *Ficus carica* (figuera), *Parthenocissus quinquefolia* (parra verge) i *Bougainvillea spectabilis* (buguenví·lea). Sistemes de reg eficient, evitant els aspersors.

climate would constitute an irresponsible use of resources.

4. In the central courtyard, a grey water phyto-purification system⁵⁶ has been installed to regenerate shower water for use in the toilets (statistically 20% water consumption per day and person). The cistern has a capacity for 17 m³.

The plants selected by the landscaper Salvador Canyís are *Phragmites australis*, *Typha angustifolia*, *Iris pseudoacorus*, *Mentha aquatica* and *Lithrum salicaria*.

5. Landscape gardening. Selection of suitable native and non-native species: *Celtis australis* (almez), *Ficus carica* (fig tree), *Parthenocissus quinquefolia* (virgin vine), and *Bougainvillea spectabilis* (bougainvillea) and efficient irrigation systems, avoiding sprinklers.



Phragmites australis
Foto: Le petit herboriste



Typha angustifolia
Foto: Johann Jaritz

56. Fitodepuradora seca de flux horitzontal.

56. Horizontal dry flow phyto-purification system.



Construcció de murets i buidatge de terres.
Construction of walls and drainage of lands.



Col·locació de tela impermeable i geotèxtil.
Placement of waterproof layer and geotextile.



Prova d'impermeabilització.
Waterproofing test.



Instal·lació de fontaneria.
Plumbing installation.



Aportació de grava natural (llit de 35cm).
Laying of natural gravel (35 cm).



Anivellament.
Leveling.



Plantació de macrofites.
Macrophytes plantation.



Creixement de plantes (5 varietats).
Growing plants (5 varieties).



Instal·lació funcionant.
Running installation.

Font: Aguavida



Foto: José Hevia

GESTIÓ DE RESIDUS

WASTE MANAGEMENT



El prototip ha complert la reducció del 50% de producció de residus durant l'execució de les obres i ha produït un volum total de residus de 33,38 tones.

Les mesures aplicades han estat:

- Reutilitzar els àrids de l'excavació com a farcits sota paviments (100 m^3) i en els farcits dels jardins (120 m^3), per reduir la grava per a formigons que es transporta en banyeres des d'Ivissa.
- Reutilitzar les restes d'YTONG tritu- rat com a farciment lleuger sota el paviment de la planta primera.
- Reutilitzar tots els palets d'obra en l'execució de les cobertes com a su- port de la posidònia.
- Reutilitzar les restes de fusta de les bigues per tapar els forats del forjat entre habitacions.
- Reutilitzar les fusteries de la Fundació Deixalles com a fusteries interiors.

The prototype has successfully reduced waste production by 50% during the construction phase, producing 33.38 tonnes of waste in total.

The following measures were applied:

- Reuse the aggregates from excavation as fillers under floorings (100 m^3), and fillers in gardens (120 m^3), in order to reduce the gravel imported in trucks from Ibiza.
- Reuse the remains of crushed YTONG as light filler under the first-floor flooring.
- Reuse all construction pallets in the construction of roofs as a support for *Posidonia oceanica*.
- Reuse the surplus wood from the beams to cover the gaps in the slabs between rooms.
- Reuse the wood provided by Fundación Deixalles for the purposes of interior woodwork.





MONITORATGE DEL PROTOTIP

MONITORING THE PROTOTYPE

1. CÀLCUL DE LA PETJADA DE CO₂

1. CO₂ FOOTPRINT CALCULATION

57. Institut Tècnic de Construcció de Catalunya.

58. Materials emprats per calcular l'edifici de referència:

- Fonamentació, murs i pilars de formigó armat.
- Forjats amb biguetes i revoltons de formigó.
- Coberta plana amb poliestirè i làmina asfàltica.
- Murs de tancament de blocs de formigó i cartró guix.
- Paviments de gres porcellànic.
- Fusteria exterior d'alumini i interior de pi.
- Instal·lacions de PVC i pintura plàstica.

59. Es poden consultar els càlculs de CO₂ en aquest enllaç: www.reusingposidonia.com/calcu-lo-de-la-huella-de-co2/

60. L'alçada màxima de l'edifici depén de les normes subsidiàries. Si incloem la tipologia edificatòria de dues plantes d'alçada les emissions estadístiques es trobarien entre 600 i 1.100 Kg, amb una mitjana de 850 Kg.

57. Technical Construction Institute of Catalonia.

58. Materials used to calculate the reference building:

- Foundations, walls and pillars of reinforced concrete.
- Structural floor with concrete girder-slabs and beams.
- Flat roof with porex insulation and asphalt sheet.
- Concrete blocks walls.
- Porcelain stoneware flooring.
- Aluminum exterior carpentry. Pine interior doors.
- Installations of PVC and plastic paint for walls.

59. Please find CO2 calculations here:

www.reusingposidonia.com/calcu-lo-de-la-huella-de-co2/

60. The maximum height of the building depends on the city council buildings regulations. If this typology is included to data base, the CO2 statistical emissions would be between 600 and 1,100 kg, with an average of 850 kg.

Les emissions incorporades han estat calculades a partir del banc BEDEC de l'ITEC.⁵⁷

Durant el projecte Reusing Posidònia, es va descobrir la impossibilitat d'establir un valor límit absolut d'emissions per a totes les edificacions, ja que la repercussió dels capítols de cobertes, estructures o fonamentació és molt variable. Per tant, a diferència del que succeeix en el càlcul de l'eficiència energètica, en què hi ha valors de referència fixes, per obtenir el percentatge de millora del CO₂ s'han de calcular les emissions d'un edifici equivalent construit amb sistemes convencionals a base de formigó armat, alumini, etc.⁵⁸

Les emissions del prototip han estat de 446.632/CO₂ (412 Kg/CO₂ x m²).

Les emissions de l'edifici de referència han estat de 1.221.987 kg/CO₂ (1.128 kg/CO₂ x m²)

La reducció finalment assolida ha estat del 63,45%, superant àmpliament l'objectiu de reduir en un 50% les emissions de CO₂.⁵⁹

Incorporated emissions have been calculated using the ITEC's BEDEC bank⁵⁷.

During the REUSING POSIDONIA project we discovered that it was impossible to establish an absolute emissions threshold for all buildings, since the impact of works to build the roofs, structures or lay the foundations varies widely. Therefore, in contrast to the calculation of energy efficiency, for which there are reference values, to calculate the percentage of improvement, we use the emissions of an equivalent building constructed with conventional systems such as reinforced concrete, aluminium, stoneware and asphalt products.⁵⁸

The emissions of the Prototype came to 446,632 Kg/CO₂ (412 Kg/CO₂ x m²).

The emissions of the reference building came to 1,221,987 kg/CO₂ (1,128 kg/CO₂ x m²)

The decrease ultimately obtained was 63,45%, well beyond the target of reducing CO₂ emissions by 50%.⁵⁹

Es pot comprovar que les emissions de l'edifici de referència són molt més elevades que les estadístiques, entre 600 i 900 kg, la qual cosa ha estat provocada per la repercussió dels capítols de fonamentació i coberta d'un edifici de dues plantes⁶⁰ en comparació amb l'edifici de 5 plantes que ha estat utilitzat per obtenir el valor de 732 kg/CO₂.

Tot i així, el valor de reducció del prototip envers la mitjana estadística ha estat del 45%, de la qual cosa es conclou el següent:

- A. Tot i la incidència de major superfície de fonamentació coberta, la utilització de sistemes constructius locals i de baix impacte permet reduccions de CO₂ al voltant del 50%.
- B. Si el formigó de calç utilitzat pels capítols d'estructura procedís d'una fàbrica alimentada amb energies renovables, les emissions per metre quadrat es reduuirien a 367 kg/CO₂, i, per tant, ens trobaríem amb una reducció al voltant del 70%, equivalent als percentatges de reducció per assolir una petjada ecològica de 18.000 m².

It can be seen that the reference building's emissions are well beyond the statistics, between 600 and 900 kg, which has had an impact on the foundations and roofs of a two-storey building⁶⁰ compared to the 5-storey building used to obtain the value of 732 kg/CO₂.

Even so, the reduction of the prototype towards the statistical average was 45%, which means the following:

- A. Despite the greater surface area, the use of local construction systems with a low environmental impact has made it possible to reduce CO₂ emissions by around 50%.
- B. If the lime concrete used in the structure is sourced from a factory using renewable sources of energy, emissions per square metre would drop to 367 kg/CO₂, and therefore, we would obtain a reduction of 70%, equivalent to the reduction required to obtain an ecological footprint of 18,000 m².

	Conventional kg CO ₂	Prototype kg CO ₂
Foundation	194.947,94	65.204,72
Slabs	172.744,59	34.352,26
Roof	65.835,18	55.341,72
Masonry	283.093,68	138.641,11
Coating	11.921,96	8.130,50
Pavements	246.811,96	27.294,13
Joinery	123.417,34	31.511,25
Locksmith	8.275,15	8.209,11
Painting	9.435,83	2.594,05
Plumbing	29.550,92	9.348,58
Ventilation	2.641,97	2.641,97
Heating	21.339,61	21.339,61
Electricity	15.172,53	15.592,97
Telecom	7.918,51	7.920,45
Sanitation	20.494,43	13.581,18
Various	8.384,95	4.928,34
Total	1.221.986,55	446.631,95
kg CO₂/m²	1.128,17	412,34
m²surface		63,45%



2. MONITORATGE DEL CONFORT AMBIENTAL

2. MONITORING THERMAL COMFORT

El monitoratge s'ha realitzat en col·laboració amb J. Muñoz i C. Carmona del Grup d'Investigacions Arquitectòniques de la Universitat de les Illes Balears (UIB).

S'han avaluat les temperatures interiors i exteriors, grau d'humitat relativa i velocitat de la brisa a l'interior de vuit habitatges tipus, quatre d'orientats nord-sud i quatre d'orientats est-oest, utilitzant les eines següents:

- Càmera termogràfica FlirC2 , sensor IR 80 × 60.
- Termòmetre digital PCE-T150.
- Anemòmetre de fil calent TESTO445.
- Sensor portàtil làser de temperatura superficial PCE-890U.
- 10 sensors tèrmics ambientals PCE-HT 71N.
- 10 sensors tèrmics superficials PCE-T390 (interior + exterior).

El monitoratge es va iniciar el 21 de desembre de 2016, coincidint amb el solstici d'hivern, i acabarà l'estiu del 2018 per poder obtenir dades dels habitatges habitats.

Monitoring has been carried out in cooperation with J. Muñoz and C. Carmona from the Architectural Research Group at the University of the Balearic Islands (UIB):

Monitoring includes indoor and outdoor temperatures, degree of relative humidity and breeze speed inside 8 standard homes, 4 looking north-south and 4 looking east-west. The following tools were used:

- FlirC2 thermographic camera, with sensor IR 80×60.
- PCE-T150 digital thermometer.
- TESTO445 hot-wire anemometer.
- PCE-890U surface temperature gun.
- 10 PCE-HT 71N temperature sensors.
- 10 PCE-T390 temperature sensors.

Monitoring began on 21 December 2016, coinciding with the winter solstice and will end in the summer of 2018.



Ubicació sensors planta 1
First floor sensors location



Ubicació sensors planta baixa
Ground floor sensors location

Es presenten els resultats obtenguts fins al 22 d'agost.

FASE 1 HIVERN

Període avaluat: 22 de desembre de 2016 - 16 de febrer de 2017.

Habitatges: 6 i 8. No habitats.

Valors avaluats: temperatura interior (Ti), temperatura exterior (Te), humitat relativa interior (Hri), humitat relativa exterior (Hre).

Les condicions de climatització han consistit a imposar una temperatura interior de 21°C. Un cop el sistema havia arribat a la temperatura de consigna, s'aturava.

Condicions climàtiques en el període indicat (22/12/16 – 16/02/17):

- Mitjana de temperatures mínimes exteriors: 8°C
- Mitjana de temperatures màximes exteriors: 15°C

The results obtained to date August-22nd are as follows.

PHASE 1 - WINTER

Period: 22 december 2016 - 16 february 2017.

Dwellings: 6 and 8. The dwellings were inhabited.

Data: Internal temperature information (Ti), outdoor temperature (Te), indoor relative humidity (HR) and outdoor relative humidity (Hre).

The climate control conditions where established by setting and indoor temperature of 21°C. The system stopped when it reached the setpoint temperature

Climatic conditions to the indicated period (12/22/16 - 2/16/17):

- Median minimum outdoor temperatures: 8°C
- Median maximum outdoor temperatures: 15°C

Resultats

- Temperatura mitjana inicial interior als habitatges (Ti inicial): 15°C
- Temps mitjà de climatització per arribar a 21°C (tm): 1 h
- Mitjana de la humitat relativa a l'interior (un cop arribats a 21°C): > 75%

Es demostra que els aïllaments són adequats.

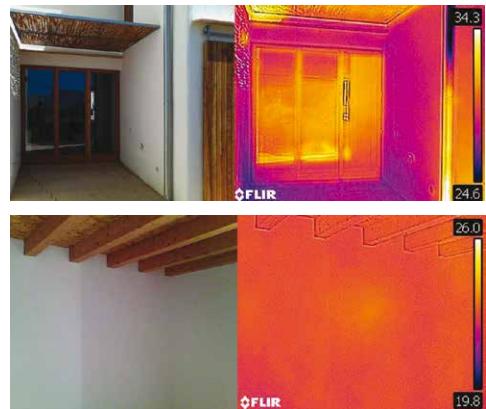
Les termografies no detecten ponts tèrmics.

Results

- Initial median interior temperature (initial Ti): 15°C
- Median time required for air conditioning to reach 21°C (tm): 1 hr
- Median indoor relative humidity (once at 21°C): > 75%

The insulation was proved to be adequate.

Infrared imaging did not detect any thermal bridges.



Imatges termogràfiques exterior/interior
Exterior & interior infrared imaging



Mesurament temperatura i humitat de la figuera
Temperature and humidity fig tree measurement

61. Es poden veure totes les grafiques a l'enllaç següent:
<http://cat.reusingposidonia.com/monitorizacion-del-prototipo/>
62. ASHRAE Standard 55, Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
63. UNE-EN 15251:2008. Paràmetres de l'ambient interior que cal considerar per dissenyar i avaluar l'eficiència energètica d'edificis, inclosos la qualitat de l'aire interior, les condicions tèrmiques, la il·luminació i el renou.
61. Graphs: <http://cat.reusingposidonia.com/monitorizacion-del-prototipo/>
62. (ASHRAE Standard 55, Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers)
63. (UNE-EN 15251:2008. Parámetros del ambiente interior a considerar para el diseño y la evaluación de la eficiencia energética de edificios incluyendo la calidad del aire interior, condiciones térmicas, iluminación y ruido),

FASE 2 - ESTIU

Període avaluat: 15 de juny i 22 d'agost de 2017.

Habitatges: 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11 i 12. No habitats. No s'ha utilitzat cap sistema mecànic per refrigerar l'interior dels habitatges monitoritzats.

Valors evaluats: temperatura interior (Ti), temperatura exterior (Te), temperatura superficial interior (Tsi), temperatura superficial exterior (Tse), humitat relativa interior (Hri), humitat relativa exterior (Hre).

Condicions climàtiques en el període indicat (24/07/17-28/07/17):

- Mitjana de temperatures mínimes exteriors: 29,5°C
- Mitjana de temperatures màximes exteriors: 35°C

Resultats

En funció dels resultats⁶¹ obtenguts, es demostra el bon funcionament dels aïllaments de l'envolupant, amb reduccions constants de 5°C de temperatura respecte a l'exterior i 15°C de les temperatures superfícials exteriors amb assolellament directe en relació amb les interiors.

PHASE 2 - SUMMER

Period: 15 June to 22 August 2017.

Units: 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 12. The Dwellings were inhabited.

Data: Indoor Surface Temperatures (Tsi), Indoor Temperatures (Ti), Outdoor Surface Temperatures (Tse) Outdoor Temperatures (Te), indoor Relative Humidity (Hri) and Outdoor Relative Humidity (Hre).

Climatic conditions during the period (24/7/17 - 28/7/17):

- Average minimum outdoor temperatures: 29.5°C
- Average outdoor maximum temperature: 35°C

Results

The results⁶¹ obtained demonstrate that the enclosure's insulation works appropriately with constant reductions of 5°C compared to the outdoor temperature and 15°C compared to the outdoor temperature of the surfaces exposed to direct sunlight.

Temperatures façana sud, habitatge 6.
Southern facade temperatures, dwelling 6.



S'ha fet una anàlisi de confort tèrmic interior, a partir dels estàndards de l'ASHRAE⁶² i de la norma EN-15251⁶³ amb els següents valors mitjans obtenyuts en el període analitzat:

— T_i als habitatges amb orientacions nord, sud i est, entre 25°C i 27 °C amb una mitjana propera als 26°C.

We performed an analysis of internal thermal comfort, based on the ASHRAE⁶² standard and EN-15251⁶³ using the following average values obtained during the analysis period:

— T_i of the units facing North, South and East, between 25 and 27 °C with an average of around 26 °C.

Complies with Standard 55-2013

PMV	0.38
PPD	8%
Senstation	Neutral
Set	26.3°C

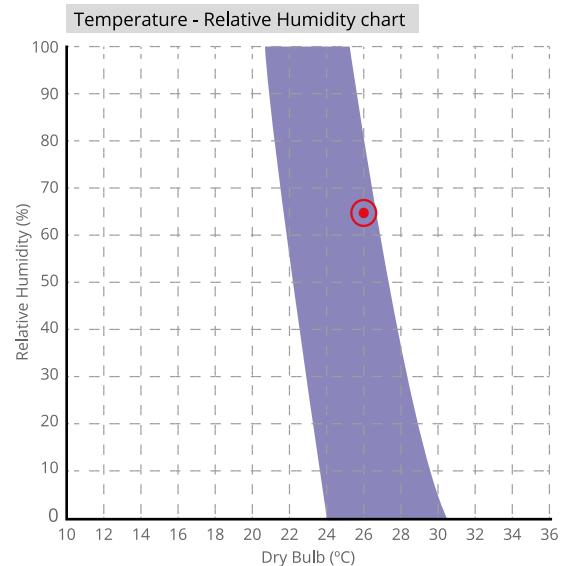


Figure. 6 - Font: CBE Thermal Comfort Tool.
<http://comfort.cbe.berkeley.edu>

Complies with EN-15251

PMV	0.55
PPD	11%
Category	III

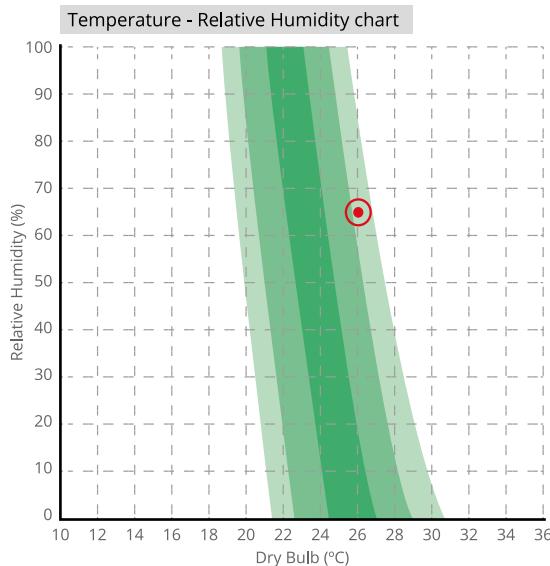
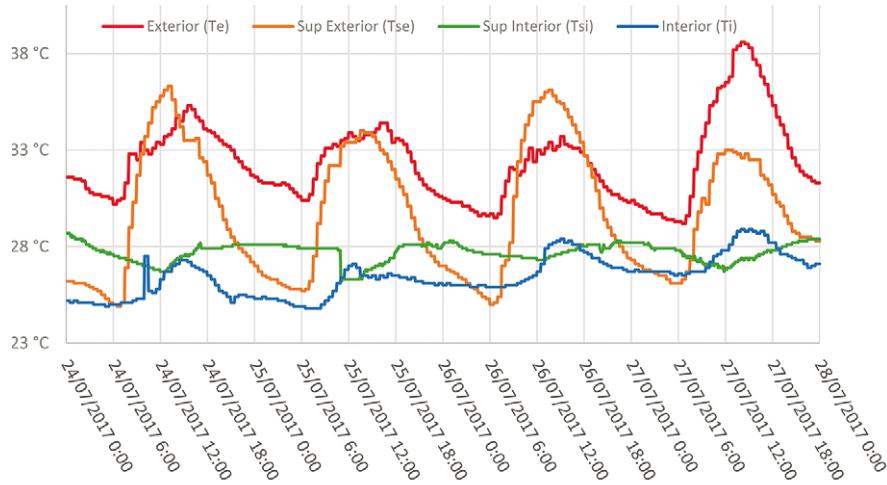


Figure. 7- Font: CBE Thermal Comfort Tool.
<http://comfort.cbe.berkeley.edu>

Temperatures coberta, habitatge 8.
 Roof temperatures, dwelling 8.



— **Te** entre 30°C i 35 °C, amb una mitjana de temperatures mínimes exteriòrs de 29,5°C i una mitjana de temperatures màximes exteriòrs de 35 °C, i una temperatura mitjana propera als 33 °C.

— **HRI** entre el 55% i el 80% amb una mitjana propera al 65%, i HRe entre el 55% i el 90%, amb una mitjana propera al 75%.

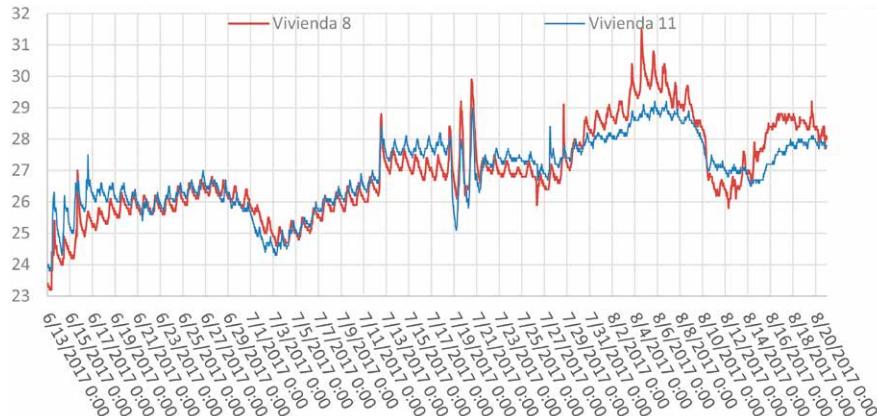
— **Te** between 30 and 35°C, with an average minimum outdoor temperature of 29.5°C, an average maximum outdoor temperature of 35°C and a median temperature of around 33°C

— **HRI** between 55 and 80% with an average of around 65% and HRe between 55 and 90%, with an average of around 75%.

Observam en els resultats basats en l'estàndard ASHRAE (gràfic 6) que la sensació tèrmica és de 26,3 °C. I també compleix la norma EN-15251 (gràfic 7).

Aquests dos resultats s'obtenen sense ventilació creuada. Si consideram una velocitat de vent de 0,5 m/s, donen un resultat de sensació tèrmica propera als 23,5°C (gràfic 8).

No observam diferència significativa en els habitatges adiabàtics,⁶⁴ la qual cosa indica que el grau d'aïllament és correcte.



We concluded that based on the ASHRAE standard (Figure 6), the apparent temperature is 26.3 °C. It also complies with EN-15251 (Figure 7).

These two results have been obtained with wind speeds of 0 (zero). When considering a wind speed of 0.5 m/s, the apparent temperature is around 23.5 °C (Figure 8).

We have not seen a significant difference in the adiabatic⁶⁴ properties, indicating a good level of insulation.

64. Habitatge adiabàtic: el que no presenta pèrdues de temperatura. Hem considerat els que tenen veïnats en totes les orientacions.

64. Adiabatic dwelling does not present temperature losses.

Complies with ASHRAE Standard 55-2013

PMV with elevated air speed	-0.46
PPD with elevated air speed	9%
Sensation	Neutral
Set	23.5°C
Drybulb temperature at still air	23.7°C
Cooling effect	2.3°C

Temperature - Relative Humidity chart

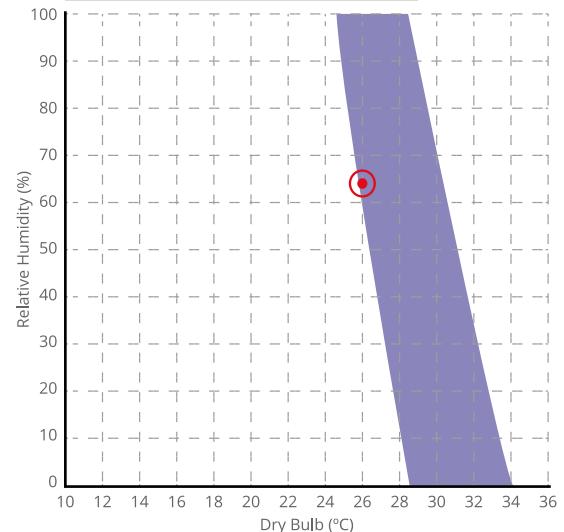


Figure. 8- Font: CBE Thermal Comfort Tool.



3. MONITORATGE DELS CAMPS ELÈCTRICS I ELECTROMAGNÈTICS

3. ELECTRIC AND ELECTROMAGNETIC FIELD MONITORING

El monitoratge s'ha realitzat en col·laboració amb B. Alorda del Grup d'Investigacions Arquitectòniques de la UIB.

S'ha utilitzat el següent equipament:

- Mesurador de potència de camp NARDA NBM-550
- Sonda Omnidireccional NARDA EF-0391
- Analitzador de l'espectre ROHDE & SCHWARZ FSH3

La radiació electromagnètica d'ones de radiofreqüència ha tengut i té una especial incidència en l'opinió pública per la seva possible relació amb la salut en humans. A més, en els darrers anys s'ha viscut una ràpida penetració de l'ús de terminals mòbils o dispositius sensors amb capacitat per establir comunicacions sense fils, és a dir, per ser emissores d'ones electromagnètiques.

Els nivells de seguretat davant les fonts de radiació electromagnètica es varen regular el 2001⁶⁵ amb la finalitat d'assegurar els més alts nivells de seguretat i respondre a la demanda social de transparència

Monitoring has been carried out in cooperation with B. Alorda from the Architectural Research Group at the UIB.

The following equipment has been used:

- Narda NBM-550 Broadband Field Meter
- Narda EF-0391 E-Field, Flat Response Probe
- Rohde & SCHWARZ FSH3 Spectrum Analyser

The electromagnetic radiation of radio-frequency waves has had and continues to have a special impact on public opinion due to its possible impact on health conditions. Furthermore, in recent years, there has been a rapid increase in the use of mobile devices or sensing devices capable of performing wireless communications, in other words, devices emitting electromagnetic waves.

Safety measures in terms of sources of electromagnetic radiation were regulated in 2001⁶⁵ in order to ensure the highest levels of safety and respond to the social demand for transparency and control

65. A partir de les recomanacions de l'Organització Mundial de la Salut mitjançant la recomanació de la Comunitat Europea 1999/519/CE, que va ser adaptada a la legislació de l'Estat espanyol mitjançant el Reial decret 1066/2001.

65. Based on the recommendations of the World Health Organization via the recommendation of the European Commission 1999/519/EC that was reflected in Spanish legislation via Royal Decree 1066/2001.

66. F és la freqüència de l'ona (Hz), E és la intensitat de camp elèctric (V/m), H és la intensitat resistència del camp magnètic (A/m), B és la densitat de flux magnètic (mT) i S és la densitat de potència equivalent a l'ona plana (W/m²).

67. L'informe SATI el va publicar el 2012 la Federació Espanyola de municipis i províncies.

66. F is the frequency of the wave (Hz), E is the intensity of the electrical field (V/m), H is the magnetic field strength (A/m), B is the magnetic flux density (μ T) and S is the equivalent power density of the plane wave (W/m²).

67. The SATI report was published in 2012 by the Spanish Federation of Municipalities and Provinces.

i control sobre aquesta font de contaminació. Els nivells de referència indicats a la normativa són els valors màxims permesos i estan basats en les recomanacions científiques internacionals que s'actualitzen d'acord amb els nous coneixements que aporta la investigació. A la taula següent es detallen els nivells de referència recollits a la normativa vigent i que garanteixen el compliment d'uns marges estrictes de seguretat pel que fa als nivells d'exposició de la població en general a la radiació radioelèctrica.

Si s'observa la banda freqüencial d'interès a les principals freqüències de comuni-

over the sources of electromagnetic pollution. The reference levels indicated in the regulations are the maximum values considered as being safe and they are based on the international scientific recommendations, which are updated in line with new knowledge obtained from the latest research developments. The table below details the reference levels included in the regulations in force and that guarantee the compliance with strict safety margins in terms of the levels of exposure to radio-wave radiation amongst the general population.

Observing the relevant frequency band at the main frequencies for mobile communi-

F ⁶⁶	E (V/m) ⁶⁶	H (A/m) ⁶⁶	B (mT) ⁶⁶	S (W/m ²) ⁶⁶
0 - 1 Hz	-	$3,2 \times 10^4$	4×10^4	-
1 - 8 Hz	10^4	$3,2 \times 10^4 / f^2$	$4 \times 10^4 / f^2$	-
8 - 25 Hz	10^4	$4 \times 10^3 / f$	$5 \times 10^3 / f$	-
25 - 800 Hz	$250/f$	$4/f$	$5 / f$	-
0,8 - 3 kHz	$250/f$	5	6,25	-
3 - 150 kHz	87	5	6,25	-
0,15 - 1 MHz	87	$0,73/f$	$0,92 / f$	-
1 - 10 MHz	$87/f^{1/2}$	$0,73/f$	$0,92 / f$	-
10 - 400 MHz	28	0,073	0,092	2
400 - 2000 MHz	$1,375 \times f^{1/2}$	$0,0037 \times f^{1/2}$	$0,0046 \times f^{1/2}$	$f / 200$
2 - 300 GHz	61	0,16	0,2	10

cacions mòbils (900, 1.800 i 2.000 MHz), aquesta normativa ens indica un límits de referència de: 4,5 W/m², 9 W/m² i 10 W/m² respectivament. Així mateix, a l'informe SATI⁶⁷ publicat el 2012 per la Federació Espanyola de Municipis i Províncies, es fa una comparativa dels límits d'exposició a camps electromagnètics de radiofreqüència en què es detallen diferències entre els valors de referència. Aquestes diferències defineixen nivells límit màxims més restrictius, en què els casos més extrems són:

- En el cas de comunitats autònombes espanyoles, Catalunya, Castella-la Manxa i Navarra són les comunitats que estableixen uns valors de referència màxims més restrictius per a les bandes freqüencials⁶⁸ (2 W/m², 4 W/m² i 4,5 W/m² respectivament).
- El país de Luxemburg estableix per a les freqüències de telefonia mòbil⁶⁸ els valors de referència màxims més baixos de la Comunitat Europea. La densitat de potència màxima es limita a 0,024 W/m², equivalent a una E(V/m) de 3V/m per antena.

cations (900, 1800 and 2000 MHz), this regulation establishes reference limits of: 4.5 W/m², 9 W/m² and 10 W/m² respectively. Likewise, in the SATI report⁶⁷ published by the Spanish Federation of Municipalities and Provinces in 2012, a comparison of the limits of exposure to electromagnetic fields was performed, concluding that there were differences between the reference values. These differences define more restrictive maximum limit levels:

- In terms of the Spanish autonomous communities, Catalonia, Castilla-La Mancha and Navarra are the communities that establish the most restrictive maximum reference values for mobile frequency bands⁶⁸ (2 W/m², 4 W/m² and 4.5 W/m² respectively).
- Luxembourg establishes the lowest maximum reference values on mobile frequencies⁶⁸ in the European Union. The maximum power density is limited to 0.024 W/m², equivalent to a maximum electrical field intensity of 3 V/m per antenna.



Foto: Ibanobitz

68. Les freqüències de telefonia mòbil considerades són 900, 1800 i 2000 MHz.

68. The mobile phone frequencies considered are 900, 1800 and 2000 MHz.



Mesurador de camp magnètic amb sonda 3061 i 0391
Broadband field meter with 3061 & 0391 field probe

Efectes sobre la salut

Aquestes diferències en els límits permesos en la normativa vigent no es poden justificar des del punt de vista de la reducció dels efectes adversos per a la salut tant del públic en general com la de les persones que hi estan exposades en el treball, segons recull l'informe SATI.⁶⁷ Així, la reducció dels nivells de referència per a les emissions de les antenes de telefonia no està justificada, com s'indica, per exemple, a l'informe de 2009 de l'Agència Francesa de Seguretat Sanitària del Medi Ambient i del Treball. A més, el mateix informe indica que «el mètode més eficaç per reduir l'exposició del públic en general passa necessàriament per augmentar el nombre d'antenes i la seva cobertura». Tant és així, que les autoritats de Dinamarca, Groenlàndia, Finlàndia, Suècia i Noruega varen emetre el 2009 un comunicat conjunt en què s'indicava que «si el nombre d'antenes fixes és reduït, els telèfons mòbils tendiran a utilitzar més energia per mantenir la connexió; per tant, l'exposició del públic en general pot augmentar».

Effects on health

These differences in the limits allowed by current regulations cannot be justified in terms of reducing the possible adverse health effects both for the general population and occupational exposure, according to the SATI report.⁶⁷ Thus, the reduction of the reference level for emissions from telephone antennas is not justified, as indicated, for example, in the 2009 report by the French Agency for Environmental and Occupational Health and Safety. In addition, the same report indicates that "the most effective method to reduce public exposure in general, involves the necessary increase in the number of antennas and their coverage." So much so, that the authorities of Denmark, Greenland, Finland, Sweden and Norway issued a joint statement in 2009 indicating that "If the number of fixed antennas is reduced, mobile phones tend to use more energy to preserve your connection; therefore, the exposure of the general public may increase."

Segons les conclusions de la nota 193, 2014 de l'OMS⁶⁹ es reconeix el següent:

- A curt termini, es determina que la principal conseqüència de la interacció entre l'energia radioelèctrica i el cos humà és l'escalfament dels teixits. A més, les freqüències utilitzades pels telèfons mòbils⁶⁸ tenen una penetració molt petita i afecten només les primeres capes de la pell.
- A llarg termini, es determina que l'exposició a camps de radiofreqüències no augmenta el risc per a les persones. Ara bé, el Centre Internacional d'Investigacions sobre el Càncer ha classificat els camps electromagnètics de radiofreqüència com a possiblement carcinògens per als éssers humans (grup 2B), categoria que s'utilitza quan es considera que una associació casual és creïble, però l'atzar, les desviacions o els factors de confusió no poden descartar-se amb una confiança raonable; per tant, la seva classificació és una estratègia de prevenció (www.who.int/mediacentre/factsheets/fs193/es/).

According to the conclusions of WHO Fact Sheet 193 of 2014⁶⁹, the following points are worth note:

- In the short term, the principal mechanism of interaction between radiofrequency energy and the human body is tissue heating. Furthermore, the penetration of the frequencies used by mobile phones⁶⁸ is negligible, affecting only the first layers of skin.
- In the long term, it has been determined that frequency to radio frequency fields does not increase the risk to people. However, the International Agency for Research on Cancer has classified radio frequency electromagnetic fields as being possibly carcinogenic to humans (group 2B), but a category used when a causal association is considered credible, but when chance, bias or confounding cannot be ruled out with reasonable confidence, thus their classification is a prevention strategy. (www.who.int/mediacentre/factsheets/fs193/es/)



Mesurador de camp magnètic amb sonda 3061
Broadband field meter with 3061 field probe

68. Les freqüències de telefonia mòbil considerades són 900, 1800 i 2000 MHz.

69. Organització Mundial de la Salut.

68. The mobile phone frequencies considered are 900, 1800 and 2000 MHz.

69. World Health Organization.

El prototip es troba a 50 m aproximadament d'unes torres de telefonia situades al carrer de l'Havana, 28. S'han fet mesures de camp electromagnètic als interiors dels habitatges tenint en compte diverses condicions: franja horària (matí, horabaixa), disposició de les habitacions i usos, i alçada respecte a l'horitzontal del carrer.

The newly built construction is 50 metres away from the telephone towers located on 28 La Habana street. Indoor electromagnetic field measurements have been carried out taking into account several conditions: time (morning, afternoon), layout of the room and usage, in addition to height compared to the horizontal height of the street.

Measure spot	Time zone	E (V/m)		S (W/m ²)	
		Màximum	Average	Màximum	Average
Bedroom Backyard	Morning	0,148	0,015	$5,77 \cdot 10^{-5}$	$5,97 \cdot 10^{-7}$
	Evening	0,183	0,042	$8,92 \cdot 10^{-5}$	$4,61 \cdot 10^{-6}$
Bedroom Street	Morning	0,163	0,043	$7,00 \cdot 10^{-5}$	$4,79 \cdot 10^{-6}$
	Evening	0,213	0,038	$1,21 \cdot 10^{-4}$	$3,90 \cdot 10^{-6}$
Kitchen Living Room	Morning	0,173	0,053	$7,89 \cdot 10^{-5}$	$7,31 \cdot 10^{-6}$
	Evening	0,203	0,033	$1,10 \cdot 10^{-4}$	$2,95 \cdot 10^{-6}$
Upper Terrace	Morning	3,128	2,24	$2,59 \cdot 10^{-2}$	$1,33 \cdot 10^{-2}$
	Evening	2,987	2,173	$2,37 \cdot 10^{-2}$	$1,25 \cdot 10^{-2}$

Els valors més elevats s'han mesurat a la terrassa superior dels habitatges en línia directa amb les fonts de radiació electromagnètica.

Tot i així, tots els valors mesurats es troben per davall de la normativa vigent a les Illes Balears i fins i tot per davall dels límits més restrictius com els de Luxemburg.

Per tot això, es conclou que l'apantallament de l'estructura de les parets de l'habitatge està fent la funció d'atenuació de la intensitat del camp elèctric i els nivells són admissibles fent innecessari cap aïllament per atenuar el camp elèctric ni el magnètic.⁷⁰

All values measured are below the current regulations in the Balearic Islands and even most restrictive limits, such as those established in Luxembourg. Higher values have been measured on the upper terrace because they are directly in front of the sources of electromagnetic radiation.

Therefore, it can be concluded that the structural insulation of the walls reduces the radiation inside the houses and that radiation is beneath even the most restrictive limits.

70. Al següent enllaç es pot descarregar l'informe complet que inclou una taula amb exemples de solucions per atenuar els camps elèctric i magnètic:
<http://cat.reusingposidonia.com/monitorizacion-del-prototipo/>

70. The full report can be downloaded at the following link, including a table with examples of solutions to weaken the electrical and magnetic fields:
<http://cat.reusingposidonia.com/monitorizacion-del-prototipo/>

17. Formentera.-- Calle Sant Jaume





El retoc de la fotografia a l'estil de J. Lacoste al 1900 evidencia que la utilització de materials tradicionals permet assolir la completa integració paisajística sense recórrer a la decoració, embelliment ni folclorisme.

The edited picture in J. Lacoste style from 1900 shows that the use of traditional materials allows the complete landscape integration, far from decoration and folklore.

CONCLUSIONS I RECOMANACIONS **CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS**

CONCLUSIONS I RECOMANACIONS

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

MATERIALS

MATERIALS



136

1. Per potenciar el consum de materials de construcció artesansals, locals i ecològics, cal iniciar accions similars a les que s'han dut a terme en el sector alimentari, com proporcionar ajudes per visibilitzar el valor del producte ecològic local mitjançant campanyes publicitàries i ajudes per finançar l'obtenció d'ecoetiquetes d'alguns dels tipus següents:

- A. Anàlisi del cicle de vida (ACV) per part d'una entitat externa.
- B. Programes d'avaluació ambiental d'accés lliure, tipus Ecómetro o similar.
- C. Ecoetiqueta europea, actualment en desenvolupament.
- D. Desenvolupar un segell de producte ecològic local.

2. En el cas dels productes importats de fora de la Unió Europea, s'hauria d'exigir un segell que assegurà les condicions laborals justes i el respecte dels drets humans en els processos de producció tipus FAIRTRADE⁷¹ o similar, com a condició obligatòria per ser subministrats en obres públiques, i de forma progressiva introduir-lo en les obres privades mitjançant directives i normes d'edificació estatals i autonòmiques.

1. In order to promote the consumption of local and ecological handicrafts, actions similar to those carried out in the food sector must be taken, providing support to make the value of local organic products visible by means of advertising campaigns and subsidies or aid to finance the acquisition of any of the following eco-labels:

- A. Life Cycle Analysis (LCA) by an external entity.
- B. Freely accessible environmental assessment programs, Echometer or similar.
- C. European eco-label, currently under development.
- D. To develop a label of eco-friendly local product.

2. For products imported from outside the EU, a label should be required to ensure fair working conditions and respect for human rights in production processes, such as FAIRTRADE⁷¹, or similar, as a mandatory condition for use in public works, progressively introducing this requirement in private works through Directives and State-wide construction standards.

3. En el cas dels productes de fusta de fora de la Unió Europea, s'hauria d'exigir un segell de gestió forestal FSC o PEFC com a condició obligatòria per ser contractats en obres públiques, i de forma progressiva introduir-lo en les obres privades com al punt anterior.

4. En la totalitat de productes industrialitzats, tant de la Unió Europea com de l'exterior, s'hauria d'exigir la traçabilitat del producte en totes les fases d'extracció, fabricació i distribució. Un producte fabricat a la Unió Europea pot utilitzar matèries primeres que participin d'alguns dels efectes col·laterals descrits en els models de consum.

5. S'hauria d'establir un sostre d'emissions de CO₂ per a les indústries del sector de la construcció.

6. En el cas de la recuperació de productes locals tradicionals sense indústria activa, com la posidònia, s'hauria de visibilitzar-ne el valor patrimonial. L'Administració pública n'hauria de promoure l'ús.

3. For wood products from outside the EU, an FSC or PEFC forest management label should be required as a condition for being used in public works, progressively introducing this requirement in private works through Directives and State-wide and regional construction standards.

4. For all products made on an industrial scale, both in the EU and abroad, product traceability should be required at all extraction, manufacturing and distribution stages. A product manufactured in the EU may use raw materials that involved in some or all of the side effects described in the consumption models.

5. A CO₂ emissions ceiling should be established for construction industries.

6. For the restoration of traditional local products with no active industry, such as *Posidonia*, their patrimonial value should be made visible and promoted by the public administrations.



Foto: Miguel Armando

71. Comerç just. El segell Fairtrade està acreditat per l'entitat privada Flo-Cert, que compleix la norma ISO 17065. Hi ha altres acreditacions que vetlen pels drets dels treballadors, com la norma ISO 26000 RSC.

71. Fair trade. The Fairtrade Seal is accredited by Flo-Cert in compliance with ISO 17065. There are other accreditations that ensure the rights of workers such as ISO 26000 Social responsibility.

MATERIALS MATERIALS



A diferència dels materials processats, que disposen d'una gran inversió en publicitat i assessorament tècnic finançada per les empreses privades, els materials tradicionals no comporten rendibilitat econòmica associada, i el fet d'aplicar-los en obra requereix un coneixement específic, per la qual cosa han caigut en l'oblit.

Per això, és responsabilitat de l'Administració pública recuperar-ne l'ús, suplir la figura dels assessors tècnics i establir els canals de comunicació entre professionals i consumidors. A més, cal recordar que l'ús de materials sense marcatge CE suposen una dificultat afegida per als tècnics, que han de tenir un alt grau de coneixement (*know how*) per aplicar correctament els sistemes tradicionals, en el marc actual de la responsabilitat civil associada i el compliment de normatives tècniques com CTE, RITE, etc.

Com en el cas de la pedra seca, que ha rebut el finançament de diversos programes europeus,⁷² s'haurien d'impulsar les activitats següents:

Unlike processed materials, which benefit from large investments in terms of advertising and technical advice financed by private companies, traditional materials are not linked to financial profitability and their use on-site requires specific knowledge, which is why they have fallen into disuse.

Based on the foregoing, the public administration is responsible for their restored use, replacing the figure of technical advisors and establishing channels of communication between professionals and consumers. Furthermore, it must be noted that the use of materials without an EC marking represents an added difficulty for technicians, who must have a high level of know-how to correctly apply traditional systems, within the current framework of associated civil liability and compliance with technical regulations such as the Technical Building Code, the Regulation of Thermal Installations in Buildings, etc.

As is the case with dry stone, which has received funding from various European programs⁷², the following activities should be encouraged:

- Cursos de formació sobre gestió de la posidònia (recol·lecció, assecatge i emmagatzematge) per al personal de l'Administració pública per incentivar-ne l'aplicació en edificis públics.
- Cursos, tallers i jornades sobre construcció amb posidònia, amb especial èmfasi en la protecció de les praderies de posidònia i els ecosistemes dunars, a professionals i particulars.
- Desenvolupament d'empreses públiques a cada regió de la Mediterrània que facin l'assecatge i l'empaquetatge de la posidònia i la posin a disposició dels consumidors. Aquestes empreses han de complir tots els protocols de recollida a la platja per assegurar que no es perjudica l'ecosistema dunar. Cal evitar que particulars gestionin grans volums de posidònia.
- Estudis addicionals per aplicar la posidònia en elements constructius diferents (murs, armament de sòls, etc.).
- *Posidonia* management training courses (collection, drying and storage) for public administration personnel to encourage its use in public buildings.
- Courses/workshops/events involving construction with *Posidonia*, placing a special emphasis on the protection of *Posidonia* meadows and dune ecosystems, imparted to professionals and individuals to encourage its use in public and private buildings.
- Development of public companies in all regions of the Mediterranean in which *Posidonia* is dried and packaged and made available to consumers, complying with all the beach collection protocols to ensure that the dune ecosystem is not harmed, preventing individuals managing the collection of large volumes.
- Additional studies on the application of *Posidonia* in different construction elements (walls, laying of floors, etc.).



Foto: Gabriel Alomar Garau

72. El programa PROTERRA, que s'ocupa de valorar els cultius en marjades del sud d'Europa; el programa REPPIS, en el marc del qual es va crear la Xarxa Europea de Països de la Pedra en Sec; les publicacions de Med-Stone, guies tècniques per documentar i transmetre aquest ofici, a més dels projectes REVPAR-MEDOCC, PATTER, TERRISC, TCAST, EDSI, etc.

72. The PROTERRA program deals with the assessment of terraced crops in southern Europe. REPPIS program in the framework of which the European Network of Dry Stone Countries, or the MEDSTONE publications, technical guides for documenting and transmitting such craft was created, in addition to projects such as REVPAR-MEDOCC, PATTER, TERRISC, TCAST, EDSI, etc.

CONCLUSIONS I RECOMANACIONS

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

CO₂
CO₂



73. Llista de materials per a les Illes Balears, actualment en fase d'elaboració:
www.reusingposidonia.com/calculo-de-la-huella-de-co2/
73. Balearic Islands materials list under development:
www.reusingposidonia.com/calculo-de-la-huella-de-co2/

La dispersió de les emissions de CO₂ per m² segons el tipus d'edifici (de 600 a 1.100) i la necessitat de calcular el CO₂ d'un edifici equivalent construït amb sistemes convencionals fan inviable la implantació del càlcul de CO₂ fins que no es desenvolupin programes informàtics que compleixin les condicions següents:

1. Incloure una base de dades de CO₂ homologada per a cada regió.
 2. Calcular de forma automàtica les emissions de l'edifici equivalent a partir d'unes partides predeterminades.
- O bé:
3. Que s'analitzin milers de casos d'estudi per disposar de valors de referència per cada tipologia edificatòria.

Es preveu que el desenvolupament i la implantació d'aquests programes serà un procés lent i complex, per la qual cosa es proposa com a mesura de transició l'obligatorietat d'incloure en els projectes un o més materials ecològics, preferentment locals, d'una llista que elaboren les administracions regionals competents.⁷³

The variable nature of reference values of CO₂ emissions per m² (from 600 to 1,100) and the need to calculate the CO₂ of an equivalent building constructed using conventional systems makes it impossible to implement the calculation of CO₂ until software programs are developed that comply the following conditions:

1. Create an approved CO₂ database for each region.
 2. Automatically calculate emissions from the equivalent building using predetermined items.
- Or:
3. Analyse thousands of examples in order to get reference values for every building typologie.

The development and implementation of these programs is expected to be slow and complex, and therefore the mandatory inclusion of one or more local ecological materials from a list drawn up by the relevant regional administrations has been proposed as a transitional measure.⁷³

Aquesta obligació s'aplicaria primer als edificis públics i després s'estendria als privats, de manera similar a l'aplicació de la condició de consum gairebé zero. Així doncs, es proposa un full de ruta amb caràcter orientatiu:

- 1.** Incloure un o més materials ecològics, preferentment locals, de la llista regional, primer en els edificis públics i més tard en els privats.
- 2.** Implementar amb caràcter obligatori una eina reconeguda de càlcul de CO₂ per a tots els edificis públics d'obra nova.
- 3.** Implementar amb caràcter obligatori una eina reconeguda de càlcul de CO₂ pels edificis privats d'obra nova.
- 4.** Implementar amb caràcter obligatori una eina reconeguda de càlcul de CO₂ per a totes les obres de rehabilitació.
- 5.** Establir progressivament els factors de reducció de les emissions de CO₂: 20%, 50%, 70% (per assolir el valor de petjada ecològica de 18.000 m² per habitant).

This obligation would be applied first to public buildings and then extended to private buildings, similar to the application of the nearly zero-energy buildings concept. Thus, the roadmap below is proposed for the purposes of guidance:

- 1.** Include one or more eco-friendly materials, preferably local ones, from the regional list, firstly in public buildings and afterwards in private buildings.
- 2.** Implement a mandatory recognised CO₂ calculation tool for all newly constructed public buildings.
- 3.** Implement a mandatory recognised CO₂ calculation tool for all newly constructed private buildings.
- 4.** Implement a mandatory recognised CO₂ calculation tool for all rehabilitation works on existing buildings.
- 5.** Establish a progressive decrease in CO₂ emissions for all projects: 20%, 50%, 70% in order to reduce the footprint to 18,000 m² per inhabitant.

Implementació progressiva del càlcul de CO₂
Progressive implementation of CO₂ calculation



1r Edificis públics Public buildings



2n Edificis privats Private buildings



3r Rehabilitació Refurbishment

CONCLUSIONS I RECOMANACIONS

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

CONFORT TÈRMIC

THERMAL COMFORT

Recomanacions d'hivern

Disminuir el cabdal de renovació mecànica d'aire interior i instal·lar sistemes locals de deshumidificació.

Recomanacions d'estiu

El mecanisme de millora del confort tèrmic interior a partir d'estratègies passives de ventilació creuada funciona per la major part del període estudiat.

A partir de temperatures sostingudes per sobre de 30°C i humitats relatives altes, de mitjana pròxima al 75% i arribant al 90%, i tenint en compte el molt bon grau d'aïllament de l'envolvent de forma general, es recomana implementar un control automàtic que informi a l'usuari de quan aprofitar l'efecte de la ventilació creuada natural i quan no, mitjançant un pilot lumínós visible encès o apagat. Aquest control incorporaria, com a mínim, un sensor de temperatura exterior, un sensor de velocitat de l'aire exterior, un sensor de temperatura exterior, i un sensor de temperatura interior.

Winter recommendations

Reduce the forced ventilation system of indoor airflow and if needed install local de-humidification systems.

Summer recommendations

The cross-ventilation mechanism to improve indoor thermal comfort, works for most of the periods studied.

Based on the environmental conditions of the location and during the period studied (sustained temperatures above 30°C and high relative humidity, on average close to 75% and reaching 90%), and given the very high level of insulation present in the buildings, it will be appropriate to establish a system that informs the user when it is appropriate to take advantage of the effect of natural cross ventilation and when it is not, as well as to installing solar powered ceiling fans.

Quan la ventilació natural no és viable, es requereix algun tipus de ventilació mecànica. L'opció més eficient és la instal·lació de ventiladors de sòtil alimentats amb energia solar, els quals s'hauran d'activar uns 10 dies a l'any si es repeteixen les condicions similars del període estudiat.⁷⁴

Thus, we recommend designing and implementing an automatic control that informs the user/resident of when, as necessary given ambient conditions in summer, the opposite windows should be opened to employ the cross ventilation effect (a pilot light that switches on and off). This control would include at least one external temperature sensor, one indoor temperature sensor, one outdoor air speed sensor and one indoor temperature sensor.⁷⁴

74. AEMET. Temperatures mitjanes i màximes del període 1981-2017.

74. AEMET. Median and maximum temperatures. 1981-2017 period..

CREDITS

LIFE REUSING POSIDONIA PROJECT

Coordinating Beneficiary Institut Balear de l'Habitatge (IBAVI)

Asociated Beneficiary Direcció General d'Energia i Canvi Climàtic (DGECC)

IBAVI President Marc Pons i Pons

IBAVI Managing Director Maria Antònia Garcías Roig

Climate Change General Director Joan Groizard Payeras

LIFE RP Project Manager Carles Oliver Barceló

LIFE RP Project Manager 2013-2015 Sandra Villamarín Rodríguez

IBAVI Construction Director Antonio Martín Procopio

IBAVI Counsel Margalida Rullán Serra

IBAVI Economic Director Jaume Ferrer Llompart

LIFE Economic control Joaquín Moyá Costa

LIFE Environmental monitoring control Joana Aina Reus Perelló

PROTOTYPE CONSTRUCTION (14HPP SANT FERRAN, FORMENTERA)

Promoter Institut Balear de l'Habitatge (IBAVI)

End of works 2017

Basic building project M.A. Garcías Roig, A. Martín Procopio, J. Moyá Costa, C. Oliver Barceló, A. Reina Ferragut

Building executive project A. Martín Procopio, J. Moyá Costa, C. Oliver Barceló, A. Reina Ferragut

Construction Management A. Martín Procopio, J. Moyá Costa, C. Oliver Barceló, A. Reina Ferragut, M. Rodríguez Nevado, A. Rubido Piñón, J. Torrebella Nadal

Construction Coordination Carles Oliver Barceló

Execution Management José Luís Velilla Lon

Works economic control Alberto Rubido Piñón

Structure Miguel Rodríguez Nevado

Installations Miquel Ramon Oliver Cardell, Esteve Font Hocke (EEI)

CO₂ Calculation Carles Oliver Barceló, Joana Aina Reus Perelló, Alberto Rubido Piñón, Maria Antònia Simó Ferrer

Environmental Consultants Societat Orgànica +10 SCCL

Posidonia test and monitoring Joan Muñoz Gomila, Bartomeu Alorda Ladaria, Cristian Carmona Gómez (UIB)

AGRAÏMENTS

FORMENTERA

Consell de Formentera

Daisee Aguilera

Ekki Hoffmann

Enrique Quillé

Javier Asensio

Joan Escandell "Mestre"

José Lago

Julián i Rosalía

Marià Castelló

Silvia Tur

Silvio Lucchi

Tanit Quillé

Tots els operaris de l'obra

ALTRES INDRETS

Alicia González

Ángel Gallego

Bàrbara Sureda

Carlos Alonso

Francesco Lanza

Francisco Cifuentes

Fundació Deixalles

Gabriel Bardi

J. Pere Llinàs

Margarita Vaquer

María Castañeda

Miquel Soler

Rocío Jiménez

Simó Tortella

Toni Jaume

Toni Mascaró

Catalina Cladera, per comanar-nos aquesta feina

Els edificis contaminaen.

Quan els construïm, per la fabricació dels materials i la producció de runes, i quan els utilitzam, per l'energia consumida per viure-hi.

La nostra proposta consisteix a reduir un 50% la contaminació causada per la construcció dels edificis, un 50% la producció de residus d'obra, un 60% el consum d'aigua i un 75% l'energia consumida per escalfar o refrigerar.

Per aconseguir-ho, recuperarem tècniques i materials de l'arquitectura tradicional i sistemes de baixa tecnologia. No tan sols per una qüestió ambiental, sinó perquè d'aquesta manera es viu molt millor i costa gairebé el mateix.

Si aquesta proposta s'aplica de forma generalitzada, les ciutats seran més amables i agradables, i s'adaptaran gradualment al canvi climàtic.

Buildings pollute.

When you build them, pollution is produced by manufacturing materials and the production of rubble.

And when you use them, pollution is produced by the energy used to live in them.

Our proposal is to reduce pollution generated by manufacturing by 50%, waste production by 50%, water consumption by 60%, and power used for heating or cooling by 75%.

We'll achieve this by reverting to traditional architecture techniques and materials, and low-tech systems. It's not just the environment that is at stake: our quality of life would be much better and costs would be almost the same.

And if this is replicated on a wide scale, cities will be friendlier, nicer and they will adapt gradually to climate change.

