



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Arquitectura

Vivienda innovadora. Análisis de Los proyectos piloto  
promovidos por el IBAVI

Trabajo Fin de Grado

Grado en Fundamentos de la Arquitectura

AUTOR/A: López Rodríguez, Marta

Tutor/a: Sentieri Omarrementeria, Carla

CURSO ACADÉMICO: 2023/2024



Vivienda **innovadora**. Análisis de los  
proyectos piloto promovidos por el **IBAVI**

MARTA LÓPEZ RODRÍGUEZ

Trabajo Final de Grado 2023-2024

Tutora: Carla. Sentieri Omarremertería

Grado en Fundamentos de la Arquitectura

ETSA | Escuela Técnica Superior de Arquitectura

UPV | Universidad Politécnica de Valencia



## RESUMEN

Este Trabajo de Fin de Grado se centra en el análisis de los proyectos piloto de vivienda promovidos por el Instituto Balear de la Vivienda (IBAVI), con el objetivo de examinar cómo estos proyectos innovadores abordan la sostenibilidad y el confort en la construcción de viviendas públicas. A través de un estudio de los proyectos seleccionados, se analizan las estrategias bioclimáticas aplicadas para lograr edificios que sean respetuosos con el medio ambiente y eficientes sin necesidad de sistemas activos.

## ABSTRACT

This final degree work focuses on analyzing the pilot housing projects promoted by the Balearic Housing Institute (IBAVI), aiming to examine how these innovative projects address sustainability and comfort in the construction of public housing. Through a study of the selected projects, the research investigates the bioclimatic strategies applied to achieve buildings that are environmentally friendly and efficient without the need for active systems.

## RESUM

Aquest treball de fi de grau se centra en l'anàlisi dels projectes pilot de vivenda promoguts per l'Institut Balear de la Vivenda (IBAVI), amb l'objectiu d'examinar com aquests projectes innovadors aborden la sostenibilitat i el confort en la construcció de vivendes públiques. A través d'un estudi dels projectes seleccionats, s'analitzen les estratègies bioclimàtiques aplicades per a aconseguir edificis que siguin respectuosos amb el medi ambient i eficients sense necessitat de sistemes actius.

## PALABRAS CLAVE

Vivienda de protección pública (VPP), sostenibilidad, confort, estrategias sostenibles, Instituto Balear de la Vivienda (IBAVI), cambio climático, materiales

## KEY WORDS

Public Protection Housing (VPP), sustainability, comfort, sustainable strategies, Balearic Housing Institute (IBAVI), climate change, materials

## PARAULES CLAU

Vivenda de protecció pública (VPP), sostenibilitat, confort, estratègies sostenibles, Institut Balear de la Vivenda (IBAVI), canvi climàtic, materials



# ÍNDICE

1. Introducción.....	1
2. Motivación y metodología del trabajo.....	1
2.1. Motivación y objetivo.....	1
2.2. Metodología del trabajo.....	1
3. Marco teórico.....	2
3.1. Sostenibilidad.....	2
3.1.1. Contexto.....	2
3.1.2. Crisis climática.....	3
3.1.3. Normativas y CTE.....	4
3.1.4. Sostenibilidad en la vivienda.....	5
3.1.4.1. Circularidad en la vivienda.....	5
3.1.4.2. Circulación de vientos.....	8
3.1.4.3. Captación y protección solar.....	9
3.1.4.4. Usos materiales.....	9
3.2. Vivienda social.....	10
3.2.1. Sostenibilidad ambiental de las futuras viviendas sociales.....	10
3.3. Habitabilidad y confort.....	11
3.3.1. Parámetros de confort.....	11
3.3.2. Medición de las condiciones.....	12
3.4. IBAVI.....	13
4. Casos de estudio.....	20
4.1. Justificación casos de estudio.....	20
4.1.1. Análisis global.....	20
4.1.2. Selección casos.....	26
4.2. 43 VPP María Teresa León 8-14   Peris + Toral arquitectos.....	28
4.2.1. Contexto.....	28
4.2.2. Estrategias sostenibles.....	31
4.3. 24 VPP Pere Matutes 72   08014 Arquitectura.....	40
4.3.1. Contexto.....	40
4.3.2. Estrategias sostenibles.....	42
5. Comparación de los resultados .....	52
6. Conclusiones.....	56
7. Bibliografía.....	58

## 1. INTRODUCCIÓN

El acceso a una vivienda digna, que cumpla con criterios de habitabilidad, es un aspecto esencial para el bienestar de la sociedad. A esto se le suma el principio de sostenibilidad en sus tres dimensiones: medioambiental, social y económica, el cual ha ido cobrando relevancia a lo largo del tiempo, convirtiéndose en un reto debido a los limitados recursos naturales disponibles. En este Trabajo de Fin de Grado, analizaremos cómo el Instituto Balear de la Vivienda (IBAVI) logra alcanzar estos objetivos gracias a la labor de arquitectos que desarrollan proyectos con soluciones innovadoras. Nos centraremos en el análisis de proyectos piloto innovadores en el ámbito de la vivienda, promovidos por esta entidad pública de las Islas Baleares.

El IBAVI, ha estado siempre tratando de implementar estrategias que buscan proporcionar soluciones de vivienda que fomenten la sostenibilidad ambiental, la eficiencia energética y la integración social. A través de los proyectos piloto se han introducido enfoques innovadores en el diseño y construcción de viviendas, utilizando materiales ecológicos, técnicas constructivas nuevas y soluciones de energía renovable. Estos proyectos funcionan como pruebas para prácticas que se pueden usar en otros lugares y contextos, es decir, sirven como modelo para el futuro de la vivienda.

## 2. MOTIVACIÓN Y METODOLOGÍA DEL TRABAJO

### 2.1. Motivación y objetivo

La inspiración para este trabajo de fin de grado surgió a raíz de mi visita a una exposición en Barcelona titulada *Los nuevos realistas: Arquitectura catalana y balear desde la crisis del 2008*. En esta exposición me sorprendió la cantidad de proyectos innovadores que había presentados, todos apostando por la sostenibilidad, la eficiencia energética, el uso de materiales naturales, etc.

Lo que más me impactó fue la capacidad de los arquitectos para diseñar soluciones que reducen el impacto ambiental y a su vez ofrecen una estética atractiva y un alto nivel de confort. Fue ahí cuando me interesé por ver cómo lo habían logrado y estudiar las técnicas y estrategias que se emplean en estos proyectos.

En particular, me llamó la atención el trabajo del Instituto Balear de la Vivienda (IBAVI), una entidad que ha promovido varios proyectos piloto centrados en la sostenibilidad y la innovación en la vivienda. El IBAVI ha logrado combinar principios de diseño bioclimático, el uso de materiales locales y reciclados y métodos constructivos tradicionales para crear viviendas accesibles y sostenibles.

Esto me llevó a plantearme una serie de preguntas: ¿Qué técnicas utilizan para lograr tales niveles de sostenibilidad? ¿Cómo logran equilibrar la eficiencia energética con la calidad de vida de los ocupantes? ¿Y con la accesibilidad de las viviendas?

El principal objetivo de este trabajo es analizar las propuestas de vivienda social promovidas por el IBAVI en aspectos de desarrollo sostenible mediante la comparación de dos proyectos, estudiando las soluciones empleadas, tratando temas como cómo se consigue la circularidad en la vivienda, el uso de materiales sostenibles, etc.

## 2.2. Metodología del trabajo

El trabajo comienza con una aproximación al término de sostenibilidad aplicado a la vivienda, donde se pone en contexto la situación actual sobre la emergencia climática que estamos viviendo y a la cual tenemos que hacer frente a través de las diferentes normativas sobre sostenibilidad y aspectos vinculados, que se han ido modificando para solventar este problema. Exponiendo las normativas vigentes en cuanto a sostenibilidad en la vivienda y los aspectos que influyen en esta. Además, se introducen los conceptos de vivienda social y habitabilidad, fundamentales para comprender la importancia de los proyectos analizados en este trabajo.

A continuación, se estudiará en detenimiento el organismo del IBAVI, cómo trabajan y se organizan. Además de conocer sus ideas innovadoras, todos los aspectos que se tienen en cuenta y los valores en los que se basan.

Finalmente, se realizará un análisis general de los proyectos piloto del IBAVI, seleccionando dos de ellos para un estudio más detallado. Se llevará a cabo una comparación de estos proyectos y se extraerán conclusiones sobre la eficacia de las obras en términos de sostenibilidad y eficiencia.

## 3. Marco teórico

### 3.1. Sostenibilidad

#### Contexto

El concepto de sostenibilidad se ha dado a conocer a raíz de la publicación del Informe Brundtland, firmado en Oslo el 20 de marzo de 1987 y titulado originalmente 'Nuestro futuro común'. Elaborado por la entonces ministra de Noruega, Gro Harlem Brundtland, en el cual definía el desarrollo sostenible como “aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer las propias”. Fue a partir de ahí cuando fueron surgiendo los principios básicos del desarrollo sostenible.

*“Hay que repensar el modelo. El decrecimiento de la esfera material de la economía es una realidad y eso obliga a pensar cuales son las necesidades de las personas que hay que satisfacer en lugar de crear necesidades, como hacen los modelos económicos convencionales.”<sup>1</sup>*

*“Al igual que la revolución industrial modificó la forma de entender las necesidades sociales a medida que transformaba los productos con los que se satisfacían, la sostenibilidad también debe plantearse desde la reconsideración de las necesidades sociales por satisfacer, desde la organización de las utilidades en productos y su expresión social.”<sup>2</sup>*

---

<sup>1</sup> Y. Herrero, "Tenemos que aprender a vivir bien con menos," *Universidad Autónoma de Barcelona*, 6 de marzo de 2020, <https://www.uab.cat/web/sala-de-prensa/detalle-noticia/tenemos-que-aprender-a-vivir-bien-con-menos-1345830290069.html?detid=1345809333594>.

<sup>2</sup> A. Cuchí, *Sistemas de habitabilidad: Principios técnicos del proyecto de arquitectura* (Colombia: Ediciones Uniandes, 2020).



## Crisis climática

No es necesario explicar en detalle la situación crítica en la que vivimos, puesto que todos somos conscientes del estado en el que se encuentra nuestro planeta debido al cambio climático y a su rápido crecimiento.

Las terribles causas son innegables, ya que existen múltiples evidencias científicas. El aumento de las temperaturas globales, el derretimiento de los glaciares, la elevación del nivel del mar y la mayor frecuencia e intensidad de fenómenos meteorológicos extremos como huracanes, sequías e inundaciones son algunos de los signos más visibles de esta crisis. Según el Grupo Intergubernamental de expertos sobre el cambio climático (IPCC), la temperatura media global ha aumentado aproximadamente 1°C con respecto a los niveles preindustriales, y se espera que continúe aumentando si no se toman medidas drásticas e inmediatas.<sup>3</sup>

En respuesta a esta crisis, en enero de 2020, el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico **declaró la Emergencia Climática en España**.

Dentro de este contexto, el sector de la construcción se destaca como uno de los principales contribuyentes, siendo responsable de aproximadamente el 39% de las emisiones globales de CO<sub>2</sub>. Este porcentaje resulta mucho peso para un solo sector, por esta razón hace falta un cambio de mentalidad. Los arquitectos somos responsables de tomar medidas para crear una arquitectura que neutralice el CO<sub>2</sub>, lo absorba e incluso lo reduzca.

Los edificios contribuyen a una alta huella de carbono, especialmente cuando la energía que consumen proviene de fuentes no renovables. Sin embargo, se pueden realizar una serie de medidas para que un edificio sea un ejemplo de arquitectura que mitigue el cambio climático.



*Ilustración 1\_En Aragón la tierra se quiebra por falta de agua. Fotografía de Kike Calvo. Fuente: National Geographic*



*Ilustración 2\_ El agua de deshielo ha excavado un cañón de 45 metros de profundidad en el hielo de Groenlandia. Fotografía de James Balog. Fuente: National Geographic "True Colors"*



*Ilustración 3\_ Fuego arrasando los bosques cercanos a la Costa da Morte, en A Coruña. Fotografía de Xurxo Lobato. Fuente: National Geographic*

La urgencia de esta transformación se refleja en la advertencia de Cerrillo (2020): *“La realidad es que la humanidad muestra un consumo cada vez más destructivo y un comportamiento más transgresor.”*

---

<sup>3</sup> P. Zhai et al., "Resumen para responsables de políticas," en *Calentamiento global de 1,5 °C: Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales y las trayectorias correspondientes que deberían seguir las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, en el contexto del reforzamiento de la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, el desarrollo sostenible y los esfuerzos por erradicar la pobreza*, ed. M. Tignor (Cambridge: Cambridge University Press, 2018), 6.

Esta actitud está acelerando los efectos de la crisis climática, visible en todo el mundo, incluida España, donde se evidencia “*el deshielo de los glaciares de los Pirineos, la subida del mar en el delta del Ebro, las olas de calor más intensas en sus grandes urbes o los fenómenos meteorológicos extremos que sufre la costa mediterránea. Los bosques en llamas, los ríos con caudales menguantes y hasta las aves migratorias delatan esta transformación.*”<sup>4</sup>

## **Normativas y CTE**

Para hacer frente a la emergencia climática, en España existen políticas y normativas sobre la energía y el clima reguladas por la Unión Europea para conseguir así los diferentes objetivos internacionales a corto y largo plazo.

En mayo de 2021 España sacó adelante su primera ley integral para luchar contra el cambio climático, “**Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética**”<sup>5</sup>. Esta nueva estrategia del Pacto Verde se caracterizó como la herramienta clave para cumplir los objetivos de la agenda 2030 del acuerdo de París de 2015.

En esta ley se establece que España deberá alcanzar la neutralidad climática para 2050 y para lograrlo se establecen los objetivos siguientes:

- en el año 2030 las emisiones deberán haberse reducido en un 20% respecto a 1990
- al terminar la próxima década, el 35% del consumo final de energía deberá tener un origen limpio (a través de las energías renovables), en concreto, el sistema eléctrico deberá contar con un 70%
- la eficiencia energética deberá reducir el consumo de energía primaria en un 35%

Los primeros pasos ya se han dado. El **Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (PNIEC)**<sup>6</sup> sitúa a España en el camino correcto para lograr que la generación eléctrica sea 100% renovable en 2050, eliminando, en la próxima década, una de cada tres toneladas de CO2 emitidas actualmente. Las medidas contempladas en el PNIEC permitirán alcanzar los siguientes resultados en 2030:<sup>7</sup>

- 23% de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) respecto a 1990
- 42% de renovables sobre el uso final de la energía
- 39,5% de mejora de la eficiencia energética
- 74% de energía renovable en la generación eléctrica

Todo esto nos lleva a varias modificaciones del Código Técnico de la Edificación (CTE) en relación con la eficiencia energética. La primera, entró en vigor en 2020 y se trata de la revisión del **Documento Básico de Ahorro de Energía (DB-HE)**, el cual establece las exigencias mínimas de eficiencia energética que deben cumplir los edificios:

---

<sup>4</sup> A. Cerillo, *Emergencia climática: Escenarios del calentamiento y sus efectos en España* (2020).

<sup>5</sup> España, *Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética*, Boletín Oficial del Estado, no. 121, 21 de mayo de 2021, [https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2021-8447](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2021-8447)

<sup>6</sup> España, *Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (PNIEC)*, Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2020, <https://www.miteco.gob.es/es/prensa/pniec.html>

<sup>7</sup> Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO), *Plan nacional integrado de energía y clima 2021-2030* (2020), 11.

- HE0 Limitación del consumo energético
- HE1 Condiciones para el control de la demanda energética
- HE2 Condiciones de las instalaciones térmicas
- HE3 Condiciones de las instalaciones de iluminación
- HE4 Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria
- HE5 Generación mínima de energía eléctrica procedente de fuentes renovables
- HE6 Dotaciones mínimas para la infraestructura de recarga de vehículos eléctricos

En segundo lugar, la normativa española ha incorporado las exigencias europeas para los **Edificios de Consumo Casi Nulo (ECCN)** o más conocidos por las siglas nZEB (nearly Zero Energy Buildings). A partir de 2020, todos los nuevos edificios deben cumplir con los requisitos de nZEB, el cual se define como “edificio con un nivel de eficiencia energética muy alto, cuya cantidad casi nula o muy baja de energía requerida debería estar cubierta, en muy amplia medida, por energía procedente de fuentes renovables, incluida energía procedente de fuentes renovables producida in situ o en su entorno.”<sup>8</sup> (PE, 2010, p.18)

Por último, el **Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)** también se ha actualizado para mejorar la eficiencia energética de las instalaciones térmicas, incluyendo calefacción, ventilación y aire acondicionado.

## **Sostenibilidad en la vivienda**

La falta actual de viviendas sostenibles y asequibles es un problema mundial que ha alcanzado un punto crítico. Además, los edificios residenciales representan una media del 75% del parque inmobiliario de la UE, lo que hace que el papel del sector de la vivienda en esta doble crisis sea aún más crítico.<sup>9</sup>

Es por ello por lo que debemos implementar medidas para lograr una vivienda eficiente energéticamente. Algunas estrategias que impulsan a que una vivienda sea sostenible son:

### **- Circularidad en la vivienda**

La transición hacia una economía circular es una prioridad en la agenda de la UE y tiene el potencial de mejorar tanto la sostenibilidad ambiental como la asequibilidad de la vivienda a largo plazo. Según un informe del Banco Mundial, “si no se adoptan medidas urgentes, los desechos a nivel mundial aumentarán en un 70% para 2050”<sup>10</sup>. El objetivo es hacerse cargo de la sobreexplotación de materias primas y los residuos antes de que se produzcan, e implementar conceptos de sustentabilidad y circularidad en el proceso de diseño.

---



<sup>8</sup> Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios, Artículo 2, Punto 2.

<sup>9</sup> A. Davis, "Perfil," *Re-Dwell*, 2024, <https://www.re-dwell.eu/esr/Annette-Davis> .

<sup>10</sup> A. Climent, "Economía circular aplicada a la arquitectura: espejismo o realidad," *Limaq* 7, no. 007 (2021): 29-71, <https://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Limaq/article/view/5328>.

La aplicación de este modelo en la construcción requiere una selección de productos, en la fase de diseño, basándose en su potencial circular para optimizar la reutilización y minimizar residuos. Esta estrategia busca el desarrollo sostenible a través de un trabajo colaborativo y el cierre de los flujos de energía y materiales, diseñando **productos** para ser **reutilizados y reciclados**.<sup>11</sup>

Tabla 1\_Estrategias de circularidad. Fuente: Informe político Potting et al. (2017).

Economía Circular		Estrategias Circulares	Conceptos Estrategias circulares
Creciente circularidad 	Uso y fabricación de productos más inteligente	Ro Rechazar	Utilizar el producto desechado o sus partes en un nuevo producto con una función diferente.
		R1 Repensar Rediseñar	Hacer que el uso del producto sea más intensivo, compartiendo productos o poniendo productos multifuncionales en el mercado.
regla general: mayor nivel de circularidad menos recursos naturales y menos presión ambiental 	Extender la vida útil del producto y sus partes	R2 Reducir	Aumentar la eficiencia en la fabricación o el uso de productos al consumir menos recursos naturales y materiales.
		R3 Re-Usar Recuperar	Reutilización por otro consumidor del producto desechado que todavía está en buenas condiciones y cumple su función original.
		R4 Reparar	Reparación y mantenimiento del producto defectuoso para que pueda ser utilizado con su función original.
		R5 Restaurar Renovar	Restaurar un producto antiguo y actualizarlo.
Economía Lineal	Aplicación útil de materiales	R6 Remanufacturado	Utilizar partes del producto desechado en un nuevo producto con la misma función.
		R7 Reutilizar	Utilizar partes del producto desechado o sus partes en un nuevo producto con una función diferente.
		R8 Reciclar	Procesar materiales para obtener la misma (grado alto) o menor (grado bajo) de calidad.
		R9 Recuperar	Recoger materiales o productos que ya han sido utilizados, y que aún mantienen su utilidad y reintroducirlos en el proceso productivo.
		R10 Valorizar energéticamente	Incineración de materiales con valorización energética.

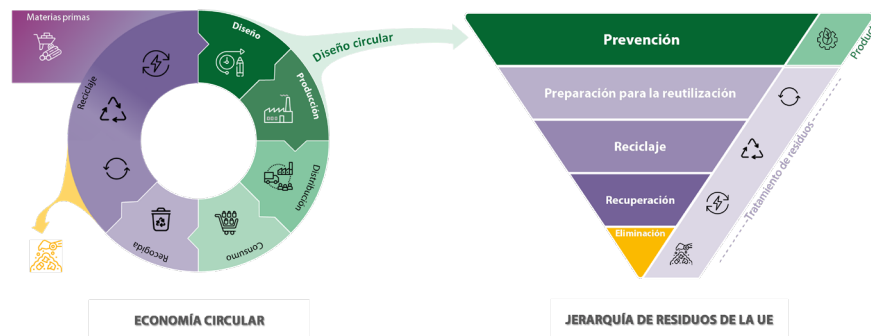
Como señala Naredo (2007) “el hecho de que el sistema industrial no solo origine productos y subproductos [...] sino que genere masivamente residuos que amenazan con deteriorar el entorno en el que se desarrolla, obliga a desplazar la atención desde el sistema de recursos hacia el sistema de recursos-residuos y reflexionar sobre el metabolismo que lo regula”<sup>12</sup>

<sup>11</sup> V. Duran-Navarrete et al., "Integración de Estrategias de Circularidad al Diseño Arquitectónico Mediante BIM," *Revista Hábitat Sustentable* 13, no. 2 (2023): 118-131.

<sup>12</sup> J. M. Naredo, *Costes y cuentas del agua: Propuestas desde el enfoque ecointegrador* (2007), 2.

Nuestra tasa de extracción de recursos y producción de residuos supera la biocapacidad de la Tierra para cerrar los ciclos materiales de forma natural. En la economía circular, el flujo de materiales se basa en dos ciclos principales: el técnico y el biológico.<sup>13</sup>

- En el ciclo técnico, los productos se mantienen en circulación mediante procesos como la reutilización, reparación, re-manufactura y reciclaje. Los prefabricados industriales, los cuales se encuentran en el ciclo técnico del flujo de materiales, deben diseñarse para poder ser desmontados, reutilizados o reciclados.
- En el ciclo biológico, los nutrientes de los materiales biodegradables se devuelven a la Tierra para regenerar la naturaleza. En este caso se encuentra la madera, la cual es un material producido con energía natural y que puede ser reabsorbido por la biocapacidad de la tierra.

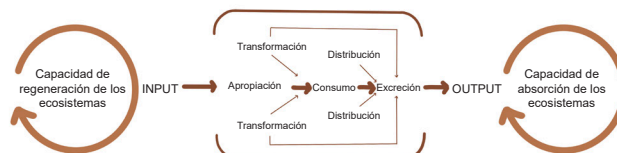


*Ilustración 4\_ Fases de la economía circular frente a la prevención de residuos en la UE. Fuente: Tribunal de Cuentas Europeo, a partir del documento de la Comisión «Cohesion policy support for the circular economy», junio de 2016, y de la Directiva marco sobre los residuos.*



*Ilustración 5\_ Reinterpretación a partir del gráfico: El metabolismo lineal. Fuente: Exposición Barcelona. Los nuevos realistas. Arquitectura catalana y balear desde la crisis del 2008*

*Ilustración 6\_ Reinterpretación a partir del gráfico: El metabolismo circular. Fuente: Exposición Barcelona. Los nuevos realistas. Arquitectura catalana y balear desde la crisis del 2008*



*Ilustración 7\_ Reinterpretación a partir del gráfico: El metabolismo social, según González de Medina y Toledo. Fuente: Exposición Barcelona. Los nuevos realistas. Arquitectura catalana y balear desde la crisis del 2008*

<sup>13</sup> Exposición visitada. *Los nuevos realistas. Arquitectura catalana y balear desde la crisis del 2008*. Lugar exposición Barcelona (2024).

## - Circulación de vientos

La **ventilación cruzada** y la orientación tienen un gran impacto sobre el ahorro energético de una vivienda, puesto que los sistemas de aire acondicionado y calefacción dependen de factores como la luz y el calor que proporciona el sol.

Para lograr una buena ventilación de la vivienda esta debe presentar **doble orientación**, situando las ventanas en posiciones completamente opuestas para que el aire pueda fluir de manera natural y así conseguir una ventilación eficiente tanto en verano como en invierno.

Durante la ventilación natural, la renovación del aire se produce gracias al viento exterior y a la flotabilidad térmica, teniendo en cuenta que el diseño del edificio y la forma y posición de las ventanas determinará la manera de ventilar. El viento genera una diferencia de presiones entre las diferentes fachadas del edificio, dando lugar a un flujo de aire dentro de la vivienda desde las aberturas a barlovento hacia las aberturas a sotavento. La diferencia de presiones se verá modificada con la forma del edificio, las construcciones colindantes y la dirección del viento. Por otro lado, la flotabilidad térmica se experimenta cuando la temperatura interior de la vivienda difiere de la exterior, dando lugar a una diferencia de densidad entre el aire interior y exterior. De esta forma, se origina una diferencia de presiones entre la parte superior e inferior del edificio, que se traduce en un flujo de aire. Este flujo circulará desde las aberturas inferiores hacia las superiores en caso de que la temperatura interior sea superior a la exterior.<sup>14</sup>

Por tanto, en las viviendas que solo cuentan con la opción de ventilación natural, la concentración de CO<sub>2</sub> y la humedad relativa se regulan con la apertura de ventanas. Además, cuanto menor sea la diferencia de temperaturas entre el interior y el exterior, más tiempo ha de durar la ventilación.

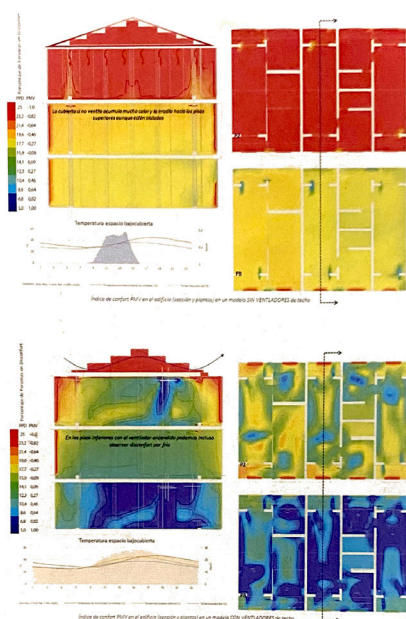


Ilustración 8\_ Representación de ventilación cruzada. Elaboración propia



Ilustración 9\_Diagramas de confort antes y después de aplicar dos estrategias: ventilación natural bajo cubierta e incorporación de ventiladores en el techo. Proyecto para 35 viviendas en palma promovidos por el IBAVI, de DATAE. Fuente: Exposición Barcelona. Los nuevos realistas. Arquitectura catalana y balear desde la crisis del 2008

<sup>14</sup> N. Regueiro, *Calidad del aire interior en viviendas: determinación de las necesidades de ventilación por concentración de CO<sub>2</sub>*, Trabajo de Fin de Grado, Universidad de Valladolid (2022), 2.

### - **Captación y protección solar**

El aprovechamiento de la energía solar es un aspecto fundamental para mejorar la eficiencia energética de las viviendas. Mediante la **orientación** de la vivienda podemos jugar con la captación solar. En el hemisferio norte, una orientación sur permite aprovechar al máximo la luz y el calor durante los meses de invierno, reduciendo así la necesidad de calefacción. Por otro lado, en verano, al situarse el sol más alto, se es necesario el uso de **elementos de sombreado** para evitar el sobrecalentamiento.

Para la recolección de energía solar, fuente de energía abundante e inagotable, procedemos a el uso de energía renovables, como es la instalación de **paneles solares fotovoltaicos** o térmicos para generar electricidad o agua caliente, respectivamente.

El análisis de la radiación solar en invierno permite evaluar las estrategias de captación solar, imprescindibles para reducir la demanda de calefacción. Transformar los balcones en galerías bioclimáticas incrementa siete veces la captación de la vivienda, incidiendo así en la reducción de la demanda de calefacción. A su vez, evaluar la incidencia solar en los meses más cálidos del año permite observar como la galería bioclimática, totalmente abierta, genera una protección solar sobre las aperturas de fachada. En cambio, si la galería bioclimática se mantiene cerrada puede generar graves problemas de sobrecalentamiento por falta de protección solar.

### - **Usos materiales sostenibles**

La búsqueda de la **sinceridad** en referencia a los materiales empleados es una medida sostenible, ya que se disminuye la presencia de enlucidos, estucos o enyesados y se pone en valor la exhibición de los materiales en su estado original. Esto hace que reaparezcan materiales naturales como la piedra, la madera o la cerámica, que se presentan sin recubrimientos ni otros tratamientos superpuestos. En las obras de rehabilitación de edificios, la voluntad expresa de dejar rastro de lo existente convierte la coexistencia material de lo nuevo y lo viejo en un recurso estilístico.

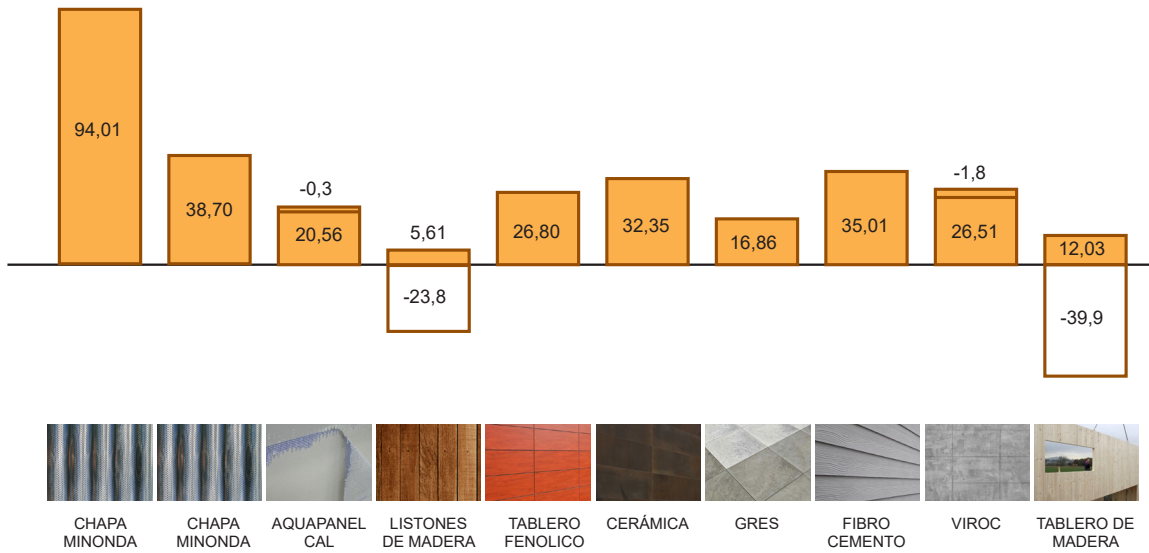
También se observa una mirada hacia los **recursos cercanos**, con la recuperación de algunos materiales casi artesanales que habían quedado olvidados hasta el momento, como las baldosas hidráulicas y todo el abanico de piezas cerámicas.

El Análisis de Ciclo de Vida (ACV) es una metodología que valúa y cuantifica el impacto ambiental de un producto o servicio durante todas las etapas de su existencia (ciclo de vida). Se establecen los flujos de entradas y salidas de recursos naturales, emisiones, residuos y subproductos durante toda su vida útil. Las etapas que incluyen el ACV son:

- la extracción de las materias primas
- la fabricación de los materiales y productos
- el transporte a la obra
- el proceso de instalación y construcción
- el mantenimiento derivado del uso durante 50 años
- el desmontaje o demolición cuando se acaba su vida útil

Finalizada su demolición aparecen dos grandes hipótesis: que el producto se tire al vertedero o, por el contrario, que se aproveche para ser reciclado o reutilizado,

reincorporándose en el ciclo de vida de otro edificio. Evitando su vertido, se cierra el ciclo y se materializa la circularidad.<sup>15</sup>



\*incluye las subestructuras necesarias para cada sistema

Ilustración 10\_Reinterpretación gráfico: Emisiones de carbono incorporadas a diferentes revestimientos de fachada (Kg, CO2, eq./m2). Fuente: Exposición Barcelona. Los nuevos realistas. Arquitectura catalana y balear desde la crisis del 2008

### 3.2. Vivienda social

En cuanto a la asequibilidad, hay una falta de viviendas sociales para las poblaciones urbanas en crecimiento. De hecho, España es uno de los países de la Unión Europea con menor porcentaje de viviendas sociales construidas. Se encuentra en la posición 18 con un 2,5% de vivienda social con respecto al total de construcciones en el país en 2020, según reflejan los datos publicados por el Observatorio de la Vivienda y el Suelo, dependiente del Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana.<sup>16</sup>

La vivienda de protección oficial (VPO) en España tiene su origen en 1903 con la creación del Instituto de Reformas Sociales, marcando el inicio de los esfuerzos institucionales para tratar los problemas de vivienda. Esto se consolidó en 1911 con la promulgación de la Ley de Casas Baratas con el objetivo de promover la construcción y el acceso a viviendas económicas y fue evolucionando a lo largo del siglo XX en respuesta a las necesidades sociales. Actualmente, aunque se han realizado intentos por promover la vivienda social, el porcentaje sigue siendo bajo en comparación con otros países europeos.

<sup>15</sup> Exposición visitada. *Los nuevos realistas. Arquitectura catalana y balear desde la crisis del 2008*. Lugar exposición Barcelona (2024).

<sup>16</sup> "Los países de Europa con más viviendas sociales: España, a la cola," *Ondacero noticias*, 18 de abril de 2023, [https://www.ondacero.es/noticias/sociedad/paises-europa-mas-viviendas-sociales-espana-cola\\_20230418643e54af1036390001d43a40.html](https://www.ondacero.es/noticias/sociedad/paises-europa-mas-viviendas-sociales-espana-cola_20230418643e54af1036390001d43a40.html).



## **Sostenibilidad ambiental de las futuras viviendas sociales**

La sostenibilidad ambiental y la vivienda social son cuestiones importantes que están entrelazadas y se ven obstaculizadas por prácticas insostenibles en el diseño, la construcción y el funcionamiento de las viviendas. La necesidad de un marco innovador, realista y simple para el desarrollo de viviendas sociales sostenibles es, por lo tanto, un elemento clave para abordar los desafíos actuales.

En la actualidad, mejorar la eficiencia energética de las viviendas sociales existentes es esencial para reducir el impacto ambiental y para disminuir los costos energéticos para los residentes. Para que estas mejoras sean efectivas a largo plazo, se debe involucrar activamente a los residentes en el proceso de toma de decisiones, asegurándose que las soluciones adoptadas respondan a sus necesidades.

La arquitectura ha evolucionado a lo largo de los años, pasando de ser un ejercicio solitario para convertirse en un proceso colaborativo que enfatiza la participación de las comunidades. Las viviendas de cooperativas en cesión de uso son un claro ejemplo de proyectos en los que un grupo de personas participa activamente en el diseño y la toma de decisiones relacionadas con su edificio, a través de un proceso democrático y participativo, con una alta presencia de espacios de uso compartido. La colaboración y la participación son elementos clave para el éxito de los proyectos arquitectónicos, ya que aseguran que los edificios sean funcionales, sostenibles y respondan a las necesidades reales de las personas.<sup>17</sup>

### **3.3. Habitabilidad y confort**

La habitabilidad es la calidad que adquiere un espacio para poder ser habitado, de acuerdo con las convenciones culturales y legales.

El confort es la condición de “bienestar o comodidad material”. Usado como unidad de medida, permite evaluar la habitabilidad de los espacios, optimizando las estrategias y soluciones arquitectónicas para reducir su impacto ambiental durante el proceso de diseño.

Si hablamos de confort térmico y lumínico, el confort es el estado de comodidad que experimentan las personas en relación con la temperatura y las condiciones ambientales de un espacio determinado. Aquí también, medir el confort nos permite focalizar el diseño y su optimización con una mirada centrada en las personas.

El confort no solo depende de la temperatura del aire, hay otros parámetros que inciden en él. El índice PMV (Predicted Mean Vote) se basa en el balance térmico entre el cuerpo humano y el ambiente que lo rodea. La diferencia entre la producción interna de calor y las pérdidas de calor hacia el ambiente representa el desequilibrio térmico. El cálculo viene determinado por los parámetros ambientales de la zona ocupada y los relativos a la persona (nivel de vestimenta y actividad metabólica).

Cuando el equilibrio térmico es nulo, el ser humano se encuentra en las condiciones ideales de bienestar y el PMV es igual a cero. Esta condición subjetiva de placer térmico se conoce como “aliestesia”.

---

<sup>17</sup> S. Furman, "Perfil," *Re-Dwell*, 2023, <https://www.re-dwell.eu/esr/Saskia-Furman>.

Las condiciones térmicas admisibles en un ambiente están representadas por valores de PMV entre -1 y +1, correspondientes aproximadamente, a un 25% de personas insatisfechas.<sup>18</sup>

### Parámetros de confort

Los parámetros de confort son los siguientes:

- Humedad
- Corriente aire
- Temperatura
- Metabolismo y vestimenta

Para conseguir controlar estos parámetros de confort se utilizan diferentes estrategias adaptadas a cada uno. La temperatura, la podemos transformar con elementos como los jardines de invierno o los atrios bioclimáticos, el movimiento del aire con la ventilación cruzada o las chimeneas solares, la humedad la podemos controlar a través de la elección de materiales higroscópicos que sean capaces de regularla, la radiación a través de la inercia de los materiales, y por último, para el metabolismo se debe tener en cuenta al usuario con la vestimenta, entendiendo que es una parte clave para que un edificio funcione.

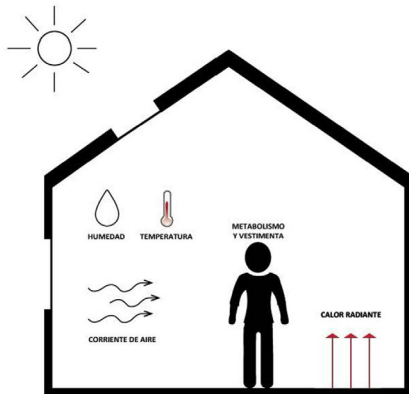


Ilustración 11\_Diagrama parámetros de confort. Fuente: Peris Toral Arquitectes

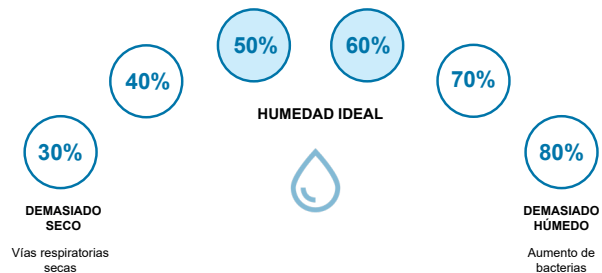


Ilustración 12\_Reinterpretación gráfico humedad ideal en un 50-60%. Fuente: Peris Toral Arquitectes

### Medición de las condiciones

*“Lo que no se define no se puede medir. Lo que no se mide, no se puede mejorar. Lo que no se mejora, se degrada siempre”.* William Thomson Kelvin (Lord Kervin)

Uno de los indicadores de impacto ambiental más utilizados son las emisiones de kg de CO<sub>2</sub> equivalente (gas de efecto invernadero y cambio climático). Se suele elegir este indicador ya que dispone de una mayor cantidad de datos y fuentes reconocidos. Otros indicadores utilizados son la cantidad de recursos generados, el % de material reciclado incorporado o el % de reciclabilidad.

El balance térmico es el análisis de la cantidad de calor que entra (ganancias) y sale (pérdidas) en cualquier sistema. Permite evaluar el funcionamiento térmico de un edificio con el fin de

<sup>18</sup> Exposición visitada. *Los nuevos realistas. Arquitectura catalana y balear desde la crisis del 2008*. Lugar exposición Barcelona (2024).

mejorarlo. El análisis de los balances térmicos de invierno y verano pueden determinar cuál es la mejor manera de intervenir para reducir la necesidad de calefacción y refrigeración en un edificio determinado.

El balance hídrico es el cálculo del volumen de agua que pasa por un edificio en un determinado tiempo, teniendo en cuenta las entradas y las salidas del sistema. Se valora la calidad del agua para determinar las estrategias de consumo.<sup>19</sup>

### 3.4. IBAVI

El Instituto Balear de la Vivienda (IBAVI) es un organismo público adscrito a la consejería de Movilidad y Vivienda del Gobierno de las Islas Baleares. Desde 1986 se encargan de la promoción y el alquiler social de vivienda protegida.<sup>20</sup>

Gestiona el parque de vivienda público en las Islas Baleares, el cual en 2019 era de 1.753 viviendas protegidas de alquiler y actualmente hay 1.118 nuevas viviendas más. Su objetivo es aumentar el parque de viviendas hasta las 3.000 unidades, deseando que este nunca se frene. Todas estas promociones siguen los principios de Life Reusing Posidonia:<sup>21</sup>

#### 1. Reducir:

- 50% de emisiones de CO<sub>2</sub> durante la construcción del edificio (límite máximo: 564.085 kg/CO<sub>2</sub>).
- 75% de energía útil durante la vida útil del edificio (consumo máximo: 15 kWh/m<sup>2</sup>/año)
- 60% de consumo de agua (límite máximo 88l/persona y día).
- 50% de producción de residuos (límite máximo: 35,18 t)

#### 2. Demostrar la viabilidad de utilizar los siguientes productos propios de la época preindustrial mediante los ensayos correspondientes:

- Aislamiento de la posidonia oceánica ( $\lambda < 0,045$  W/mk).
- Resistencia del hormigón de cal en masa tipo NHL-5 como solución estructural (resistencia mínima a compresión: 5 kN/m).

#### 3. Determinar el coste unitario real de una promoción de viviendas plurifamiliares, con un sobrecoste inferior al 5% en comparación con una promoción equivalente que cumpla la normativa vigente.

#### 4. Promover y fomentar el cumplimiento de los puntos anteriores en la arquitectura.

---

<sup>19</sup> Exposición visitada. *Los nuevos realistas. Arquitectura catalana y balear desde la crisis del 2008*. Lugar exposición Barcelona (2024).

<sup>20</sup> Nota: Toda la información referida al IBAVI es obtenida de *IBAVI: Una investigación colectiva* (El Croquis Editorial, 2023) a no ser que se indique lo contrario.

<sup>21</sup> C. Oliver, A. Martín, y J. Moyá, *Life Reusing Posidonia* (Institut Balear de l'Habitatge [IBAVI], 2018).

*“Si la construcción de todos los nuevos edificios se realizara siguiendo los criterios de Reusing Posidonia la construcción dejaría de ser una de las causas del aumento de la temperatura global.”*



*Ilustración 13\_ Componentes del IBAVI. Fuente: El Croquis editorial (2023). Fotografía: Jesús Granada*



*Ilustración 14\_ Cris Ballester Parets (directora de vivienda y arquitectura del Gobierno de las islas Baleares, y hasta 2022 gerente del IBAVI) y Carles Oliver Barceló (actual responsable del Departamento Técnico del IBAVI). Fuente: El Croquis editorial (2023)*

El concepto de sostenibilidad, entendido como el uso de herramientas para garantizar que el bienestar presente no comprometa el de las futuras generaciones, marca el inicio de esta experiencia. Carles Oliver propuso un modelo de arquitectura de bajo impacto ambiental, centrado en estrategias bioclimáticas y en la preferencia por recursos de proximidad 0. A esta propuesta, se le sumó una preocupación en relación con los aspectos sociales y económicos, como los tiempos de ejecución y costes. De esta manera, se logró un equilibrio desde el punto de vista medioambiental, social y económico. Un ejemplo de este enfoque es la reducción del tiempo necesario para completar los proyectos habitacionales: antes, desde la selección del solar hasta la finalización de las viviendas, se requerían entre 5 y 6 años, un plazo que se debía acortar para atender mejor las necesidades sociales.

### **Agenda 2030, los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)**

El IBAVI también se guía por la Agenda 2030, los ODS firmados por 193 países en Brasil. Este modelo prioriza el máximo confort desde criterios pasivos para reducir la pobreza energética, acentuar el uso de materiales de baja huella de CO<sub>2</sub> (preferiblemente locales) e incorporar la perspectiva de género en el diseño.

El IBAVI afirma que a través de las bases de los concursos que ofertan para la construcción de las próximas promociones de viviendas VPO en Baleares pueden contribuir a más de la mitad de los objetivos y metas propuestas por los ODS.

### **FUNCIONAMIENTO IBAVI**

En este programa intervienen tres equipos básicos: la dirección estratégica de los proyectos, los arquitectos redactores y el departamento técnico del IBAVI. La relación entre los arquitectos redactores de los proyectos y el IBAVI es a través del departamento técnico, ya que se asigna un arquitecto del IBAVI como responsable de cada proyecto y, a su vez, Carles Oliver coordina todos los proyectos en curso, para así compartir el conocimiento entre las obras, es decir, transferir a los arquitectos lo aprendido en otros proyectos, los problemas y las soluciones desarrolladas.

La mayor parte de los proyectos promovidos por el IBAVI han sido diseñados por estudios externos (tanto experimentales como jóvenes emergentes), a través de concursos o licitaciones públicas. Los concursos de ideas son abiertos y anónimos. En estos pueden presentarse equipos nacionales y europeos, sin embargo, la mayoría de los proyectos del IBAVI están redactados por prácticas radicadas en las Islas Baleares, en Cataluña o en el litoral del mediterráneo.

Existe un crecimiento en la participación de los estudios de arquitectura que se presentan a los concursos, esto muestra el interés de los estudios por los principios del IBAVI, afirmando la buena acción que están realizando en cuanto a innovación, tanto de recursos como de sistemas de construcción para la promoción de viviendas sostenibles.

En los concursos se produjeron cambios en el jurado, se introdujo la innovación de contar con la presencia de tres arquitectos de prestigio, así como integrantes de otras disciplinas (sociología, economía, trabajo social y la propia gestión inmobiliaria del parque), además de contar con un representante técnico de la Conselleria de vivienda, con el alcalde de cada lugar y su técnico municipal.

Con respecto al tema de presupuesto, el IBAVI cuenta con presupuestos ajustados para la gestión económica de los proyectos. Para que la realización de estos sea posible hay que tener en cuenta que se debe ser muy restrictivo, renunciando a todo aquello que no sea esencial. Por ejemplo, ante la posibilidad de aplicar una pintura blanca directamente sobre una pared de ladrillo o dejar la piedra vista, se opta por la segunda opción para ahorrar el coste de revestimiento o también no colocar rodapiés. Aun así, el IBAVI cuenta con algunas ventajas, ya que al no ser viviendas para la venta no se venden metros cuadrados y son los arquitectos que desarrollan los proyectos quienes tienen la responsabilidad de no exceder el presupuesto. Además, se prescinde de sistemas clásicos de calefacción y climatización dependientes de la energía eléctrica o el gas que encarecen las instalaciones de las obras, invirtiendo esa parte del presupuesto en sistemas pasivos para garantizar el confort.

En las bases de los concursos se recomienda un modelo de vivienda con espacios indeterminados funcionalmente, que ofrecen al usuario libertad en su interpretación. La razón de esta exigencia es para garantizar la necesaria rotación de usuarios. Esta flexibilidad, a largo plazo sirve para priorizar la capacidad de transformación y adaptación durante la vida útil del edificio. Además de prever el reciclado integral futuro del edificio ahora construido.

## **PASO DE VENTA A ALQUILER**

Antes de la crisis económica del 2008, las viviendas de alquiler del IBAVI se quedaban vacías porque había facilidad para el acceso a la vivienda, especialmente a compra. En 2008 fue cuando muchas familias perdieron su vivienda. Del 2008 al 2021, se construyeron pocas promociones de vivienda en Baleares (apenas 148 unidades de media al año). En paralelo, se produjo el gran incremento de población en las islas y un cambio en los modelos de convivencia; ya no predomina la familia tradicional y sí familias monoparentales o personas que viven solas. Por lo tanto, el objetivo es ofrecer prioritariamente viviendas de alquiler frente a la opción de venta; porque se adapta mejor a la voluntad de los solicitantes, a sus posibilidades económicas y a la rotación en el tiempo de los inquilinos. Este cambio se consolidó en 2015, al decidir el Gobierno Balear destinar los bienes públicos exclusivamente a la promoción de viviendas en alquiler.

## **OTRAS TIPOLOGÍAS DE VIVIENDA**

### **- Alojamiento dotacional (DOT)**

En este caso, no se trata de una vivienda de protección oficial (VPO), sino de unidades más pequeñas con un solo dormitorio, pero con espacios comunes más grandes como comedores comunitarios o salas de lavandería. Por su propia naturaleza, estas unidades están destinadas a ser habitadas de forma transitoria, dirigidas a los colectivos que normalmente las demandan: personas mayores o jóvenes.

### **- Viviendas intergeneracionales**

Respecto a estos dos colectivos, desde el IBAVI se han promovido un nuevo modelo de vivienda, denominadas intergeneracionales. La idea es incorporar a personas jóvenes a una comunidad de personas mayores; teniendo en cuenta el perfil de estos jóvenes, es decir, que demuestren interés en el trato con personas mayores. Y sus contratos de alquiler están vinculados a horas semanales dedicadas a la comunidad.

## **OPTIMIZACIÓN TÉRMICA: Problemas y Soluciones**

En las Islas Baleares, como ocurre también en Valencia, existen mecanismos para tratar el calor en verano (la inercia, la ventilación cruzada, la incorporación de protecciones solares y el uso de ventiladores en techos con un consumo muy bajo de energía). El problema es resolver el confort en invierno sin sistemas clásicos de calefacción.

En una vivienda muy aislada térmicamente, el problema es la renovación de aire, ya que el interior se va cargando de CO<sub>2</sub>. Renovar el aire en invierno directamente con aire frío exterior supone perder parte del calor acumulado en el interior, de modo que se hace necesario un tratamiento previo de ese aire exterior. La solución es atemperarlo con los recursos que nos aporta la propia arquitectura y que actúan como acumuladores de calor: los muros Trombe o las galerías introducidas como elementos climáticos que suponen espacios intermedios dotados de dos carpinterías distintas, una con doble acristalamiento bajo emisivo y otra con vidrio sencillo. La lógica sugiere que la carpintería con aislamiento debe ser la interior (es el caso de propuesta de Peris + Toral en Son Severa e Ibiza), pero después de varios estudios se llega a la conclusión de que depende de la orientación y el diseño de las viviendas.

## **REDUCCIÓN EMISIONES CO<sub>2</sub>**

A partir de algunos de los proyectos del IBAVI sabemos que se pueden bajar las emisiones entre un 60% y un 70%, pero no mucho más. Con los materiales que ofrece la industria actual es muy difícil bajar de estos porcentajes, teniendo en cuenta que hay materiales que cuesta sustituir del todo, como el hormigón y el acero para la cimentación. Se ha llegado a la conclusión de que para bajar el porcentaje restante y alcanzar la meta cero emisiones de CO<sub>2</sub> en 2050 hay dos soluciones: o la industria modifica sus procesos de producción o se tendrá que compensar, por ejemplo, plantando un bosque de proximidad que fije CO<sub>2</sub> y que en el futuro se pueda explotar de forma controlada como fuente de madera local.

## CRITERIOS CONSTRUCTIVOS

En las propuestas se muestran sistemas constructivos con materiales de bajo impacto ambiental: la minería urbana, muros y bloques de tierra compactada (BTC), madera natural en las carpinterías o paneles estructurales CLT. También se observan materiales y sistemas constructivos tradicionales, por ejemplo, la piedra marés con funciones estructurales o la posidonia oceánica seca como material de aislamiento térmico.

### Materiales locales:

El inicio con la utilización de materiales de proximidad km 0 se produjo en la obra de 14 VPP en Formentera, desde entonces el IBAVI ha cambiado su aproximación viendo las ventajas que esto suponía.

#### - **PIEDRA MARÉS**

El Marés es una roca sedimentaria propia de las Islas Baleares, compuesta por fragmentos de fósiles marinos y granos de otras rocas. Es pues un pétreo calcáreo, llamado Marés por haberse formado cerca del mar y contener en su masa multitud de restos de organismos fósiles de origen marino, que a veces pueden apreciarse a simple vista.

Se trata de un material local que se usaba tradicionalmente como bloques de hormigón. Se utilizaba en las construcciones domésticas e institucionales, originariamente cortada a mano en canteras costeras y que actualmente se extrae por medios mecánicos en forma de bloques de 40x40x80 cm. Al ser una técnica en desuso no es tan fácil encontrar a trabajadores cualificados en este sistema constructivo. Pero, por suerte, se ve un creciente interés por la construcción con materiales locales y eso está provocando una actualización de las instalaciones en las canteras de marés.

El IBAVI presenta proyectos con piedra marés en los que la constructora es una empresa nacional, por tanto, implica una formación para los trabajadores sobre esta técnica (como en Salvador Espriu 37); pero también obras en la que la constructora es local y que todavía dispone de mano de obra propia con experiencia con la piedra marés.

Su empleo, se justifica por motivos ambientales, dadas sus reducidas emisiones de carbono, por motivos económicos, debido a su longevidad, pero también por razones sociales, por promover la mano de obra local, o culturales, por estar integrada en los edificios vernáculos locales y su profunda familiaridad. Por todo ello, la piedra de marés se ha convertido en un fundamento de muchos proyectos recientes del IBAVI.



*Ilustración 15\_Losas de marés. 35 VPP en Fornaris, Palma. Fuente: El Croquis editorial (2023).*



*Ilustración 16\_Cantera de piedra de marés. Fuente: El Croquis editorial (2023).*



*Ilustración 17\_Fachada con piedra marés. Fuente: El Croquis editorial (2023).*

## - POSIDONIA

La Posidonia oceánica, abundante y autóctona de las islas, es un excedente que nos ofrece el mar que puede ser utilizado como aislante. Se puede utilizar sólo una parte del material acumulado en la playa, el excedente, porque la Posidonia procura una protección eficaz contra la erosión de la costa, es necesaria para proteger al ecosistema de las tormentas de otoño e invierno, de otro modo las lluvias barrerían la arena hacia el mar. Por eso, al igual que en la extracción de todos los recursos, es necesario mantener un equilibrio.

Históricamente se empleó para aislar térmicamente las cubiertas, si bien esta tradición se perdió con la modernidad. Si se recoge de forma responsable, las capas superiores de la Posidonia pueden dejarse secar y ser utilizadas posteriormente como aislamiento térmico, sirviendo de alternativa a los productos importados o sintéticos.



Ilustración 18\_ Posidonia oceánica a orillas del mar. Fuente: <http://reusingposidonia.com/posidonia/>



Ilustración 19\_ Posidonia oceánica. Fuente: <https://www.fundacionaquae.org/wiki/p/posidonia-una-planta-no-alga-marina-imprescindible/>



Ilustración 20\_ Posidonia oceánica. Fuente: <https://www.baleares-sinfronteras.com/2021/09/07/el-ibavi-utiliza-posidonia-seca-como-aislante-en-otra-de-las-promociones-de-vivienda-publica-en-palma/>

### Otros sistemas:

- Bloques de hormigón celular
- Bloques cerámicos
- Bloques de tierra comprimida (BTC)
- Bloques producidos localmente de cal o tierra compactada
- Hormigón prefabricado
- Paneles de madera: Sistema que no se puede adquirir fácilmente en las islas, si bien, con el objetivo de ampliar la investigación para las obras en curso, se trae madera de alerce desde el País Vasco, o se importan vigas laminadas de pino desde Austria o paneles de OSB desde Italia.
- Hormigón a compresión: Utilización en bóvedas con secciones muy finas (8-10 cm), se logra reducir un 60% el material.

### Opciones comunes en muros:

- Muros de carga de piedra marés
- Muros de carga de tierra compactada (BTC)
- Muros masivos reutilizando los áridos de la demolición
- Muros de cal aislados con Posidonia



Ilustración 21\_ Enlucido de mortero de cal. 42 VPP en Cós 49-53. Fuente: El Croquis editorial (2023).



A continuación, se muestran algunos de los proyectos del IBAVI:



14 VPP Sant Jaume, en Formentera (2009-2017). Se demuestra la viabilidad de un modelo alternativo mediante estrategias medioambientales de diseño.

*Ilustración 22\_ Imagen 14 VPP Sant Jaume. Fuente: El Croquis (2023)*



5 VPP Regal (2009-2018). Se comprueba que sí que se puede hacer un edificio con muros de carga de piedra de marés de tres plantas.

*Ilustración 23\_ Imagen 5 VPP Regal. Fuente: El Croquis (2023)*



8 VPP Salvador Espriu 39 (2018-2021). Se demuestra que con la piedra de marés también se pueden construir bóvedas en vivienda colectiva.

*Ilustración 24\_ Imagen 14 VPP Sant Jaume. Fuente: El Croquis (2023)*



6 VPP Ses Monges, en Santa Eugènia (2020-2023). Posibilidad de evolucionar este mismo sistema constructivo.

*Ilustración 25\_ Imagen 6 VPP Ses Monges. Fuente: El Croquis (2023)*

## **CRITERIOS BIOCLIMÁTICOS**

Los criterios de diseño medioambiental implican, necesariamente la presencia de un inquilino activo a la hora de habitar la vivienda y que sepa gestionarla adecuadamente a fin de obtener su máximo rendimiento y aprovechamiento. Para ello, el IBAVI facilita a las personas arrendatarias un folleto que explica aspectos relacionados con su uso. Además, cada inquilino tiene una persona asignada por el Departamento de Gestión para explicarle el funcionamiento de la vivienda. Y también, visitas guiadas por los arquitectos que han proyectado las viviendas para explicarles a los inquilinos cómo optimizar su utilización.

Con respecto a las instalaciones, introdujeron innovaciones para la gestión del agua, un nuevo sistema de fitodepuración que se basa en la recolección del agua de la lluvia para el riego y la depuración de aguas grises. Después de pruebas en proyectos procedieron a prescindir de este sistema, puesto que presentaba muchos fallos y pérdidas; apostando sólo por la recuperación del agua de la lluvia para regar las plantas. Por otro lado, para calentar el agua las calderas de biomasa requieren un mantenimiento constante y es preferible utilizar bombas de aerotermia alimentadas con la energía de placas fotovoltaicas.

## **CONCLUSIÓN IBAVI**

En conclusión, el IBAVI actúa como un laboratorio experimental en el que arquitectos tanto nacionales como internacionales participan en la propuesta de nuevos proyectos innovadores con el objetivo de lograr sistemas nuevos más eficientes y sostenibles. Este espacio de reflexión arquitectónica permite la financiación de iniciativas a través de fondos europeos, como es el caso de Formentera.

Un resultado que demuestra la efectividad del IBAVI es que las familias arrendatarias ven reducido el coste de las facturas de los suministros que deben pagar gracias a las estrategias bioclimáticas introducidas en el diseño de sus viviendas.

La dificultad en el transporte de materiales desde el exterior ha impulsado la experimentación con recursos locales disponibles en la isla. Aunque estos materiales de bajo impacto ambiental utilizados son preferibles por su sostenibilidad, son materiales frágiles, por lo que acaban estableciendo una escala, como forjados con luces máximas de entre 3 a 4 metros o espesores específicos en los sistemas portantes.

A pesar de que no se colabora directamente con los propietarios durante la construcción, se realiza un seguimiento posterior para evaluar cómo viven los residentes. Aunque falta esa colaboración entre propietario y arquitecto, su impacto es menos significativo en casos donde los residentes cambian con frecuencia.

La visión del IBAVI se centra en crear viviendas adaptadas a las condiciones de vida de sus usuarios y a su lugar de implantación, buscando soluciones de vivienda que sean tanto sostenibles como accesibles.

## **4. CASOS DE ESTUDIO**

### **4.1. Justificación casos de estudio**

#### **Análisis global**

Se ha elaborado una tabla con todos los proyectos promovidos por el IBAVI, analizando pautas como: los materiales utilizados, la organización de las viviendas, el tipo de agregación, las estrategias sostenibles que se implementan en cada caso y algunos datos generales.

Tabla 2\_ Análisis proyectos promovidos por el IBAVI.

<b>Proyecto</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Arquitectos</b>	<b>Fecha</b>	<b>Materiales</b>	<b>Organización</b>	<b>Estrategias sostenibles</b>	<b>Sup.</b>
<b>14 VPP Sant Jaume 14</b>	Sant Ferran, Formentera	Carles Oliver Antonio Martín Joaquín Moyá Alfonso Reina	2009- 2017	Hormigón celular - muros Posidonia - aislamiento cubierta Cristales bajos emisivos	2 plantas 2 dormitorios Adosadas con patio delantero y trasero	Doble orientación Ventilación cruzada Elementos protección solar Materiales sostenibles Bomba de aerothermia	Solar: 880 m2 Construida: 1083 m2
<b>35 DOT Pintor Vives 1-3</b>	Es Castell, Menorca	Miguel Bernat Oriol Valls Izaskun González	2022- 2024	Marés - muros Hormigón prefabricado 10% áridos reciclados - viguetas Áridos reciclados - capa compresión forjado Revolton cerámico 100% cocido con biomasa - entrevigado	3 y 4 plantas 1-2 dorm. Aislada. Entramado de patios para relación interior - exterior	Doble orientación Ventilación cruzada Elementos protección solar Materiales sostenibles Patio como atemperador SUDS (sistema urbano de drenaje sostenible) Aljibes para recogida agua	
<b>5 VPP Regal 97</b>	Palma, Mallorca	Maria Garcías Joaquín Moyá Antonio Martín Alfonso Reina Carles Oliver	2009- 2019	Marés - muros (exepcto caja ascensor) Algodón reciclado - aislamiento Vidrios bajos emisivos	3 plantas 2 dorm. Entre medianeras	Doble orientación Ventilación cruzada Elementos protección solar Materiales sostenibles	Construida: 386,57 m2
<b>19 VPP Salvador Espriu 37</b>	Palma, Mallorca	Carles Oliver Antonio Martín Joaquín Moyá Alfonso Reina	2018- 2022	Marés - muros y pilares fachada Vigas de madera y tableros OSB - cubierta y forjado Posidonia - aislamiento cubierta Algodón reciclado - aislamiento muros	2 plantas 2-3 dorm. Entre medianeras	Doble orientación Ventilación cruzada Elementos protección solar Materiales sostenibles	Solar: 1.858,32m2

<b>35 VPP Fornaris 34</b>	Palma, Mallorca	Claudi Aguiló	2020-	Marés - muros y fachada Madera - forjados	3 plantas + aparc. distribución flexible 1,2 o 3 dorm. 2 volúmenes con patio interior	Doble orientación Ventilación cruzada Elementos protección solar Materiales sostenibles	Solar: 1249 m <sup>2</sup>
<b>9 VPP Binicudre ll 17</b>	Es Migjorn Gran, Menorca	Miba Arquitectos	2021- 2024	Marés - muros Madera laminada y tablero microlaminado - forjados Algodón reciclado - aislamiento cubierta	3 plantas 1-2 dorm. 2 volúmenes separados por un patio cubierto	Doble orientación Ventilación cruzada Elementos protección solar Materiales sostenibles Paneles fotovoltaicos	700 m <sup>2</sup>
<b>8 VPP Salvador Espriu 39</b>	Palma, Mallorca	Carles Oliver Antonio Martín Joaquín Moyá Alfonso Reina	2018- 2021	Marés - muros Cerchas de madera con tirantes de acero y tableros de madera maciza reutilizados - cubierta Teja cerámica árabe tradicional - acabado cubierta Posidonia - aislamiento	2 plantas 2 dorm. Un único bloque	Doble orientación Ventilación cruzada Elementos protección solar Materiales sostenibles	Solar: 425,71 m <sup>2</sup>
<b>6 VPP Ses Monges 21</b>	Santa Eugènia, Mallorca	Carles Oliver Joaquín Moyá	2020- 2023	Marés - muros y pilastras Madera - encaballadas que soportan la cubierta Teja árabe tradicional - acabado cubierta Posidonia - aislamiento cubierta Algodón reciclado - aislamiento	2 plantas distribución flexible Un único bloque con patio	Doble orientación Ventilación cruzada Elementos protección solar Materiales sostenibles Muro Trombe para acumulación calor y renovación aire	Solar: 417,72 m <sup>2</sup>
<b>11 VPP Parcela 37 For-2</b>	Fornells, Menorca	J. Ferrando Arquitectos Simbiòtica Joan enric Vilardell	2020-	Marés - bóvedas de cañón y muros Madera - vigas Teja árabe tradicional - cubierta Hormigón pulido - pavimento	2 plantas 2 dorm. 2 bloques con patio interior	Doble orientación Ventilación cruzada Elementos protección solar Materiales sostenibles	

<b>24 VPP Pere Matutes 72</b>	Ibiza	08014 Arquitectura	2018- 2022	Madera - vigas, estructura atrios y carpinterías Posidonia - aislamiento cubierta Algodón reciclado - aislamiento fachada Cerámica fabricada con hornos de biomasa Muros de termoarcilla rellenos con las tierras de la excavación	4 plantas 1,2 y 3 dorm. volumen compacto entorno a 4 patios	Doble orientación Ventilación cruzada Elementos protección solar Materiales sostenibles Aljibes para recogida agua	Solar: 1.617 m <sup>2</sup> Construida: 2.596,3 m <sup>2</sup>
<b>11 VPP De Rut 19</b>	Palma, Mallorca	Estudio Carles Enrich	2021-	Bloque cerámico local rellenos de tierra de la excavación - muros Madera laminada - viguetas	3 plantas 1,2 y 3 dorm. Volumen compacto con patio interior	Doble orientación Ventilación cruzada Elementos protección solar Materiales sostenibles	
<b>18 DOT Ca L'Onglo 1</b>	Esporles, Mallorca	Emiliano López Mónica Rivera Arquitectos	2021- 2024	Marés - pilares Madera CLT - forjado Bloques de termoarcilla - muros en el encuentro con el forjado Bloque de hormigón - muros	3 plantas 1 dorm. 2 volúmenes perp.	Doble orientación Ventilación cruzada Elementos protección solar Materiales sostenibles	Solar: 652,25 m <sup>2</sup> Construida: 1128 m <sup>2</sup>
<b>43 VPP Brotad SN</b>	Palma, Mallorca	Albert Brito Ferraz	2020- 2023	Marés - muros exteriores Madera y bovedilla cocida con biomasa - forjados Cerámica local - muros de carga	1 volumen 3 plantas y el otro 4 plantas 2 dorm.	Doble orientación Ventilación cruzada Elementos protección solar Materiales sostenibles	Solar: 1.718 m <sup>2</sup>
<b>9 VPP Marjades SN</b>	Inca, Mallorca	Ripoll Tizón Estruch Martorell Torres Pujol	2020- 2024	Ladrillo cerámico - muros Piedra arenisca - pilares, pilastras y cerraduras muro Madera - forjados prefabricados de viguetas y tableros madera	4 plantas distribución flexible Entre medianeras	Doble orientación Ventilación cruzada Elementos protección solar Materiales sostenibles	Solar: 397,98 m <sup>2</sup>
<b>6 VPP Ses Veles</b>	Puigpunyent, Mallorca	Joan J Fortuny Marc Alventosa Xavier Morell	2021- 2024	Cal - muro ciclópeo Resinas de corcho - aislamiento Material excavación - fachada	2 plantas 1-2 dorm. Entre medianeras	Doble orientación Ventilación cruzada Elementos protección solar Materiales sostenibles	Solar: 400 m <sup>2</sup>

<b>43 VPP</b> <b>María</b> <b>Teresa</b> <b>León 8-14</b>	Ibiza	Peris Toral Arquitectes	2018- 2022	Bloques de tierra compactada (BTC) - muros carga Hormigón - forjado Corcho - aislamiento SATE Posidonia - asilamiento cubierta	Varía con 3,4 y 5 plantas 1,2 y 3 dorm. Aislada. Un único volumen con retranqueos	Doble orientación Ventilación cruzada Elementos protección solar Materiales sostenibles
<b>6 VPP Es</b> <b>Cabussó</b> <b>41</b>	Palma, Mallorca	Edra Arquitectura km 0 Bunyesc Arquitectura Eficiente	2021-	Madera maciza - estructura horizontal y muros fachada Tierra apisonada (de excavación obra cercana)- muros portantes	2 plantas 1-2 dorm. Aislada. Un único volumen	Doble orientación Ventilación cruzada Elementos protección solar Materiales sostenibles Paneles fotovoltaicos
<b>15 VPP</b> <b>Guillem</b> <b>Martí i</b> <b>Coll 12</b>	Binissalem, Mallorca	Ted'A Arquitectos	2020-	Marés - estructura de muros laterales y bóvedas Madera - estructura portante interior y particiones	3 plantas 1-2 dorm. Aislada. Un único volumen	Doble orientación Ventilación cruzada Elementos protección solar Materiales sostenibles
<b>48 VPP</b> <b>Olivera</b> <b>62</b>	Magaluf- Calvià, Mallorca	Lloc Arquitectes	2018- 2022	Ladrillo cerámico fabricación local - muros y fachadas planta baja Madera contralaminada (CLT) - muros plantas superiores Placas de fibrocemento pintadas - fachadas plantas superiores	3 plantas + aparc. 2 volúmenes aislados. Desnivel	Doble orientación Ventilación cruzada Elementos protección solar Materiales sostenibles
<b>25 DOT</b> <b>Lope de</b> <b>Vega 3</b>	Palma, Mallorca	Harquitectes	2020- 2024	Marés reciclado y hormigón de ciclópeo de cal - muros de carga Madera contralaminada - forjados	5 plantas 1-2 dorm. Esquina con chafalán entre medianeras	Doble orientación Ventilación cruzada Elementos protección solar Materiales sostenibles

<b>17 DOT Alacant 19</b>	Sant Ferran, Formentera	Taller 11	2022-	Hormigón de cal y árido reciclado de la excavación - muros estructurales Argamasa de mortero de cal y posidonia - muros no estructurales	2 plantas 1 dorm. Un volumen con patio	Doble orientación Ventilación cruzada Elementos protección solar Materiales sostenibles	
<b>42 VPP Cós 49-53</b>	Son Servera, Mallorca	Peris Toral Arquitectes	2020-2023	Ladrillo cerámico cocido con biomasa relleno de arena - muros de carga Teja árabe - cubierta Mortero de cal - revestimiento Hormigón blanco - forjado Marés - fachada	3 y 4 plantas + aparc. 2-3 dorm. 2 volúmenes con patios	Doble orientación Ventilación cruzada Elementos protección solar Materiales sostenibles	Solar: 1.938,90m <sup>2</sup>
<b>15 VPP Àncora 30</b>	Sant Llorenç des Cardassar, Mallorca	Assut Vora Arquitectura Oriol Muntané	2020-	Marés - revestimiento fachada Ladrillo cerámico - muros interiores de carga Cal - revestimientos Madera - carpinterías Hormigón - bóvedas	4 plantas 2 dorm. 2 volúmenes asimétricos	Doble orientación Ventilación cruzada Elementos protección solar Materiales sostenibles	Solar: 428,82 m <sup>2</sup>
<b>60 VPP Macabich 3-7</b>	Ibiza	Estruch Martorell Arquitectos	2022-	Hormigón prefabricado - estructura pilares Cerámica - fachadas Celulosa reciclada - particiones interiores Cal - acabado fachadas e interior	7 plantas + 2 de aparc. 1-2 dorm. Esquina con chaflán entre medianeras	Doble orientación Ventilación cruzada Elementos protección solar Materiales sostenibles	

A partir de este análisis se pueden extraer varias conclusiones. La piedra marés como material para muros de carga y la posidonia oceánica seca para el aislamiento son dos materiales naturales de las islas que destacan notablemente entre las obras. Aunque también vemos otros materiales recurrentes como la cerámica reciclada, cocida con biomasa o local, el ladrillo cerámico para muros, en algunos casos relleno de arena o tierra de la excavación para aumentar la inercia y el aislamiento acústico, o también la teja árabe tradicional para el acabado de las cubiertas inclinadas.

El algodón reciclado para el aislamiento y las resinas de corcho son otros materiales sostenibles que aparecen en varios proyectos. La tierra de la excavación es un recurso muy utilizado, puesto que no se desecha y se reutiliza. En algunos casos se utiliza el sobrante de la excavación de obras cercanas como ocurre en 6 VPP Es Cabussó 4. La tierra de la excavación se recicla en su totalidad o se selecciona según lo que interese en cada caso, como por ejemplo los áridos para realizar muros estructurales junto a hormigón de cal u otros materiales. Los bloques de tierra compactada también son comunes para la realización de muros de carga.

La madera se emplea en diversos formatos: tableros CLT, laminada, maciza, tableros OSB etc. Es una buena opción ya que se trata de un producto sostenible que permite un ciclo de vida de los materiales sin contaminar, además de ofrecer ventajas como la rapidez en la ejecución, la flexibilidad o su capacidad aislante. Aunque el hormigón no puede eliminarse fácilmente de las construcciones actuales, sigue siendo una opción común, lo vemos en pavimentos, en muros de hormigón celular y en forjados con hormigón prefabricado. La cal se utiliza tanto en el hormigón de cal y áridos para muros ciclópeos, como en el mortero de cal para revestimientos y acabados.

Todos coinciden en la implementación de las siguientes cuatro estrategias sostenibles: doble orientación, ventilación cruzada, elementos protección solar, materiales sostenibles. Estas estrategias se alinean con los principios de sostenibilidad descritos en el marco teórico, que incluyen la circularidad en la vivienda, la circulación vientos (mediante ventilación cruzada y doble orientación), la captación y protección solar (a través de placas fotovoltaicas y elementos de protección solar) y usos materiales sostenibles (en los que destaca la sinceridad material y la utilización de recursos cercanos).

### **Selección casos**

Tras analizar todos los proyectos del IBAVI, se han seleccionado dos casos para un estudio detallado en cuanto a las estrategias sostenibles utilizadas.

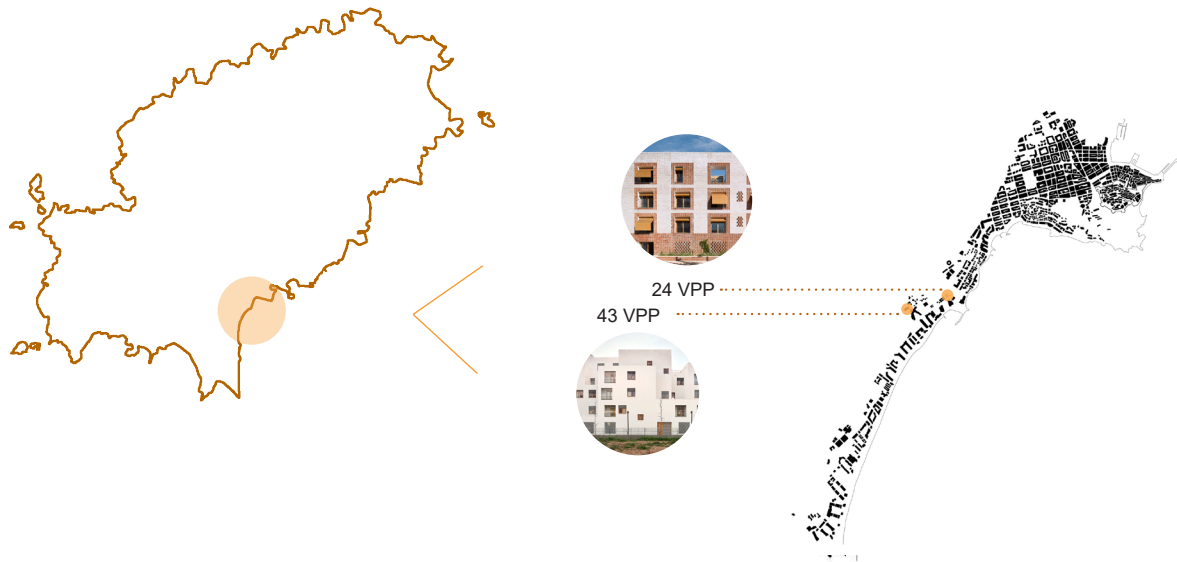
Por un lado, el proyecto “43 VPP María Teresa León 8-14” en Ibiza, desarrollado por el estudio Peris Toral Arquitectes. Se trata de un proyecto de grandes dimensiones, compuesto por 43 viviendas y construido con bloques de tierra compactada. Destaca por su uso de posidonia oceánica para el aislamiento de la cubierta, ya que, es un material que está muy presente en el IBAVI, y por su cubierta innovadora, la cual se convierte en un atrio climático, adaptándose estacionalmente en verano e invierno para mejorar el confort de los ocupantes.

Por otro lado, el proyecto “24 VPP Pere Matutes 72”, también en Ibiza, diseñado por el estudio 08014 Arquitectura. Este edificio se realiza con una técnica innovadora de bloques de termo arcilla relleno con tierras de la excavación, combina madera y cerámica y se construyó entre 2018 y 2022, al igual que el proyecto anterior de Peris Toral. La selección también viene dada por



la similitud en el diseño de la cubierta de ambos proyectos, es una oportunidad para estudiar cómo funciona cada cubierta, en que se asemejan y que diferencias tienen entre ellas.

En resumen, mi elección se basa en dos proyectos con ubicación próxima, ya completados y resueltos con materiales diferentes, para así apreciar distintas técnicas constructivas. Además, ambos proyectos presentan una cubierta muy similar en forma de atrio bioclimático, por lo que ofrece una base para comparar y evaluar cómo cada uno ha resuelto este aspecto específico.



*Ilustración 26\_Emplazamiento proyectos seleccionados. Elaboración propia*

4.2. 43 VPP MARÍA TERESA LEÓN 8-14 | Peris + Toral arquitectos



Ilustración 27\_Imagen exterior. 43 VPP en Ibiza. Fuente: Peris Toral Arquitectes. Fotografía por Jose Hevia.

### Contexto

**Arquitectos:** Peris + Toral arquitectos | Marta Peris, José Toral

**Fecha:** 2018-2022 (Proyecto 2018 – construcción 2021-2022)

**Superficie parcela:** 2.936,52 m<sup>2</sup>

**Superficie construida:** 3.863,75 m<sup>2</sup>

**Localización:** Calle María Teresa León, Ibiza, Islas Baleares

### Emplazamiento

El proyecto de 43 viviendas de protección pública en Ibiza se sitúa en el sur de la isla, en una ubicación con una doble escala: al frente hay grandes hoteles y edificios, mientras que hacia atrás se encuentran casas más pequeñas y un vecindario residencial. Este contexto exige una solución arquitectónica que pueda resolver la transición entre estas dos escalas urbanísticas.

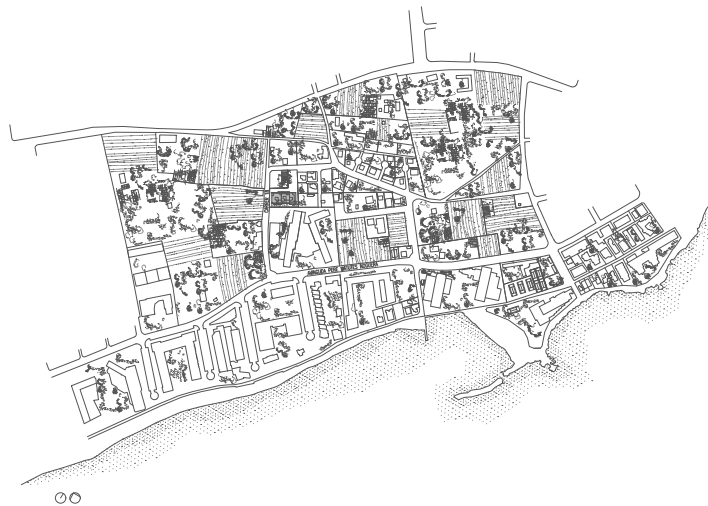
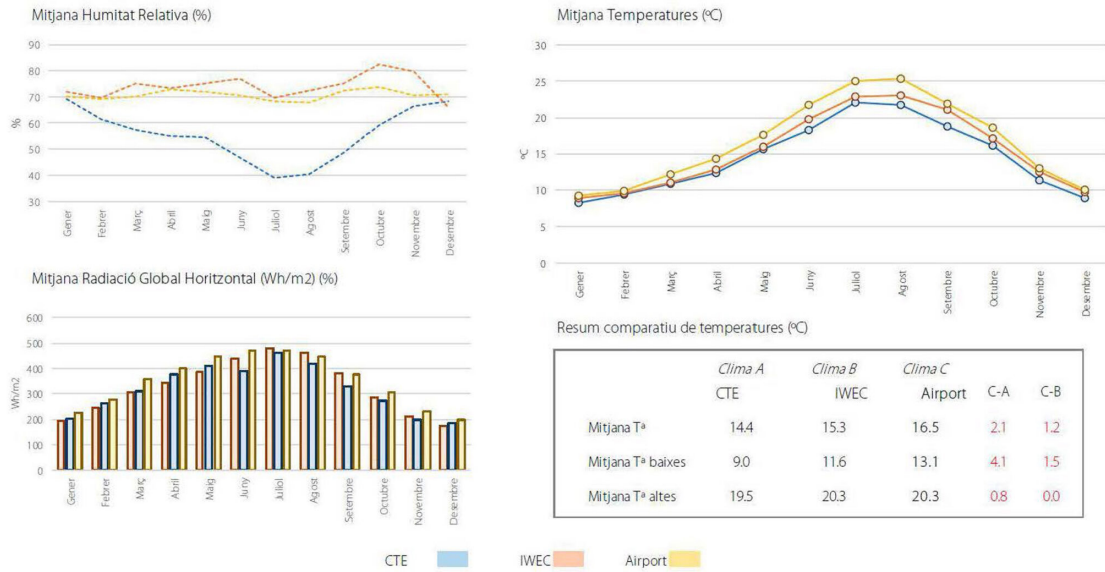


Ilustración 28\_ Emplazamiento 43 VPP en Ibiza. Fuente: Peris Toral Arquitectes

### Carta climática

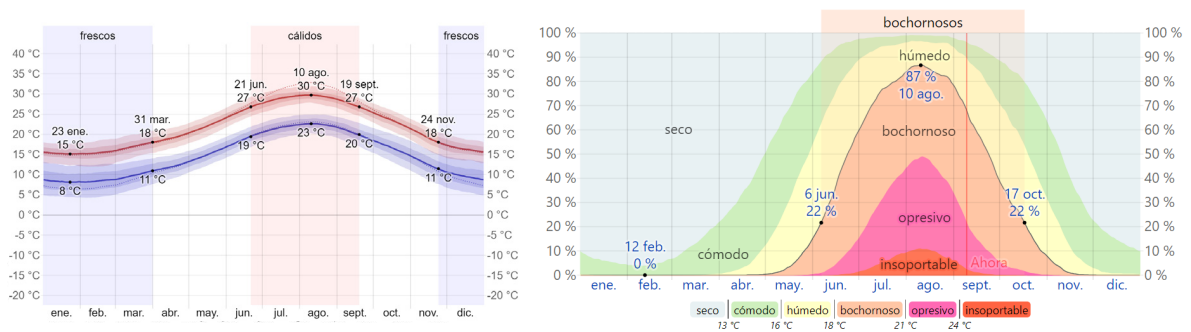


Il·lustració 29\_Clima Balears. Fuente: Peris Toral Arquitectes

El clima en las Islas Baleares es típicamente mediterráneo, caracterizado por temperaturas cálidas, con inviernos suaves y templados y veranos calurosos y secos. Cuenta con lluvias no muy abundantes, más intensas en otoño.

Con respecto a la humedad, los datos del CTE de humedad relativa en Baleares marcan una media del 40% en verano, en cambio los datos del aeropuerto muestran alrededor del 70%, alcanzando valores de más del 80% en meses como octubre.

En concreto, en Ibiza, los veranos son calurosos y mayormente despejados y los inviernos son más fríos, ventosos y parcialmente nublados. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 8 °C a 30 °C y rara vez baja a menos de 4 °C o sube a más de 32 °C.



Il·lustració 30\_ Temperatura máxima y mínima promedio en Ibiza. Fuente: <https://es.weatherspark.com/y/45843/Clima-promedio-en-Ibiza-Espa%C3%B1a-durante-todo-el-a%C3%B1o>

Il·lustració 31\_ Nivel de comodidad de la humedad en Ibiza (porcentaje de tiempo pasado en varios niveles de comodidad de humedad, categorizado por el punto de rocío). Fuente: <https://es.weatherspark.com/y/45843/Clima-promedio-en-Ibiza-Espa%C3%B1a-durante-todo-el-a%C3%B1o>

### Programa

El edificio se organiza en tres unidades de agregación, cada una compuesta por hasta cuatro viviendas por rellano y dispuestas alrededor de un patio central.

Las habitaciones se relacionan con el exterior a través de estos espacios intermedios. Hacia sur actúan como jardines de invierno con cortinas de cristal que funcionan como captadores, mientras que, hacia norte como colchones térmicos.



*Ilustración 32\_ Planta tipo 43 VPP en Ibiza. Peris Toral Arquitectes. Editado propio. E: 300*



*Ilustración 33\_Seccción 43 VPP en Ibiza. Peris Toral Arquitectes. Editado propio. E:300*

## Estrategias sostenibles

### - Circulación vientos

El edificio presenta una volumetría que se va vaciando conforme va subiendo de plantas, lo que genera una situación con muchos vértices, dando lugar a una mayor **velocidad del aire**, ya que cada vez que hay un vértice se crea un vórtice, aumentando así la velocidad del aire.

En el proyecto se crea siempre una situación pasante, ya que todas las viviendas presentan **doble orientación** y ventilación cruzada gracias a la disposición de las viviendas alrededor de un patio central.



Ilustración 34\_Imagen patio. 43 VPP en Ibiza. Fuente: Peris Toral Arquitectes. Fotografía por Jose Hevia.



Ilustración 35\_Imagen patio. 43 VPP en Ibiza. Fuente: Peris Toral Arquitectes. Fotografía por Jose Hevia.

También se tuvo en cuenta la dirección de los **vientos dominantes**, viendo que se trataba de los que venían desde el mar, se diseñó la forma del edificio entorno a la mejor orientación, la sureste. Por eso se disponen huecos más grandes en la fachada sur. Además, en la fachada norte los huecos son más pequeños, ya que esta diferencia de tamaño aumenta la **velocidad del aire** dentro de la vivienda, por lo que ayuda a mejorar las cuestiones climáticas. Es decir, las fachadas a sur presentan ventanas grandes, permitiendo la gran entrada de aire, y, en cambio, se tiene una salida pequeña en la fachada norte, aumentando así la velocidad del aire.

Los patios presentan **celosías** que permiten el paso del aire, para no perder esa continuidad del movimiento del aire.

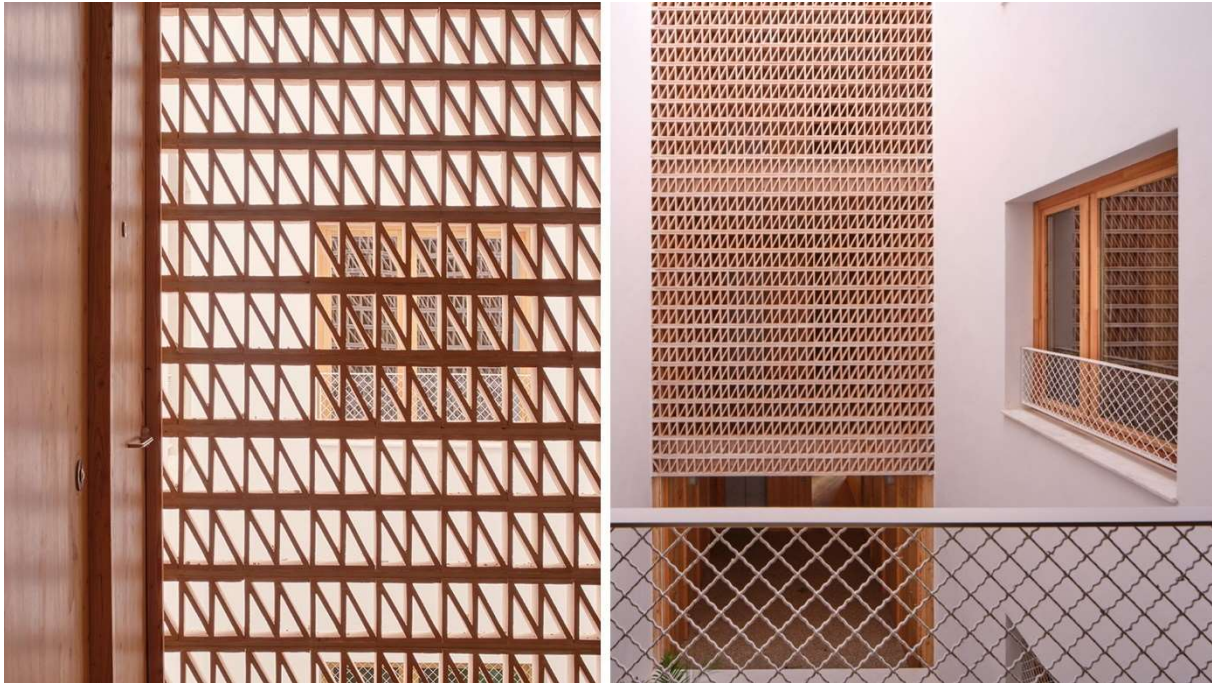


Ilustración 36\_Imagen celosía patio. 43 VPP en Ibiza.

Fuente: Peris Toral Arquitectes. Fotografía por Jose Hevia

Ilustración 37\_Imagen celosía patio. 43 VPP en Ibiza.

Fuente: Peris Toral Arquitectes. Fotografía por Jose Hevia.

## - Captación y protección solar

### Captación solar

La **orientación** del edificio es clave para optimizar la captación solar, es por eso por lo que el edificio está organizado de forma que todas las viviendas estén orientadas a sur, lo que permite un aprovechamiento máximo de luz y calor. Así se reduce la necesidad de calefacción durante los meses de invierno, aunque en verano, se es necesario el uso de elementos de sombreado para evitar el sobrecalentamiento.

Otro elemento de captación solar son las **galerías**, espacios cerrados con paredes de vidrio conectadas a las viviendas. En invierno, actúan como captoras de energía solar, ya que el sol calienta el aire dentro de la galería, para así aprovechar ese calor para calentar las viviendas. Aunque son útiles en invierno, también están pintadas de blanco para reflejar más la luz y evitar que se calienten demasiado en verano.

En el exterior se dispone un vidrio con un alto coeficiente de ganancia de calor solar, siendo el vidrio aislante el de dentro, el cual retiene el calor dentro de la galería funcionando como una barrera que evita que el calor se escape, actuando, así como efecto invernadero.

Todas las viviendas presentan una galería, aunque algunas las tienen a norte y no captan tanta luz solar, estas funcionan como colchones térmicos ayudando a mantener una barrera adicional que mejora el aislamiento térmico de la vivienda, evitando pérdidas de calor en invierno.

Los **atrios** que cubren los patios son, también, un sistema de captación solar, ya que presenta una gran superficie acristalada que permite acumular calor. Además, este se agranda cuando llegamos a la última planta, lo que permite captar mucho más.

Además, el edificio cuenta con un gran número de **paneles solares** instalados en la cubierta de cada una de las agregaciones, para captar la luz solar y convertirla en electricidad limpia y renovable.

### Protección solar

Como hemos comentado anteriormente, durante el verano es fundamental contar con elementos de sombreado para protegernos del sol y que ayuden a mantener una temperatura interior confortable. Por esta razón, en el proyecto se instalan **persianas Barcelona** de madera en la mayoría de las ventanas.

Cabe destacar también el avanzado **sistema de sombreado de los atrios**, compuesto por una malla de sombreado con una alta reflexión solar y un bajo factor solar, sistematizado con cables tensados y poleas con conexión automática a la estación climática.

Finalmente, se disponen **pérgolas** de acero galvanizado cubiertas con cañizo tanto en viviendas de planta baja como en plantas más altas. Estas pérgolas proporcionan una protección adicional contra el sol, creando espacios sombreados en las terrazas, mejorando así la habitabilidad exterior durante los meses más calurosos.



*Ilustración 38\_Imagen exterior. 43 VPP en Ibiza. Fuente: Peris Toral Arquitectes. Fotografía por Jose Hevia.*



*Ilustración 39\_Imagen exterior. 43 VPP en Ibiza. Fuente: Peris Toral Arquitectes. Fotografía por Jose Hevia.*

- **Usos materiales sostenibles**

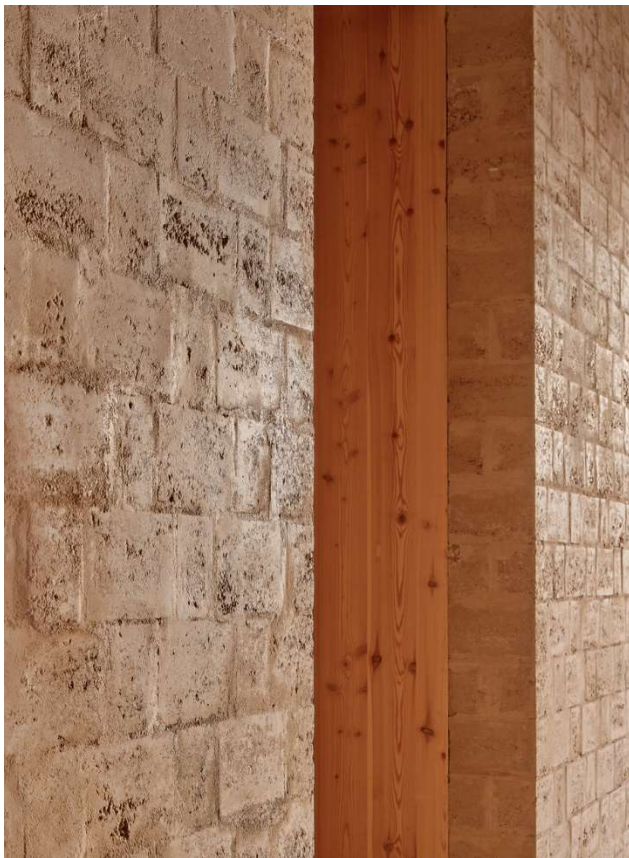
Para la construcción del proyecto se utilizan los materiales siguientes:

**Bloques de tierra compactada (BTC)**

El edificio se sustenta con un sistema de muros de carga de una sola hoja, realizados con bloques de tierra compactada de 20cm de espesor. Ofrece una densidad de unos 2000kg/m<sup>3</sup>, la cual aporta mucha inercia, una masa suficiente como para resolver la acústica entre vecinos con una sola hoja, ahorrando así una capa y aportando una baja huella de carbono.

Además, las arcillas le confieren un comportamiento higrotérmico que permite regular la humedad del ambiente, que en verano sobrepasa el 80%, disminuyéndola hasta valores del 55%.

También se eligió la tierra como material por su capacidad de generar barreras a las radiaciones electromagnéticas, que son perjudiciales para la salud.



*Ilustración 40\_Imagen muros de carga de BTC. Fuente: Peris Toral Arquitectes. Fotografía por Jose Hevia.*



*Ilustración 41\_Imagen BTC. Fuente: Peris Toral Arquitectes. Fotografía por Jose Hevia.*

Con respecto a la mano de obra, los arquitectos del proyecto buscaban piezas de tierra compactada que pesaran poco y fueran acorde a la mano del usuario, así, en vez de necesitar una serie de máquinas importantes, poner a muchos operarios a realizar este trabajo colectivo, sin encarecer el coste de la colocación. Dado que la empresa que comercializaba estas piezas hacía viviendas unifamiliares con piezas de gran tamaño, tuvieron que buscar otra solución.



Finalmente encontraron bloques que pesan aproximadamente 3'5kg, piezas que los albañiles pueden coger perfectamente con la mano.

Las paredes medianeras de carga se realizan con una hoja, aparejo holandés, de 20cm, en cambio para las paredes de traba se reduce a una hoja de 10cm, intentando poner el material justo y necesario.

Asimismo, para reducir la cantidad de material, se resuelve la acústica con una sola hoja. En este caso con la ley de masas, la cual exige un mínimo de 300kg/m<sup>2</sup>, como la densidad de la tierra son 2000kg/m<sup>3</sup> y tenemos 20cm, la tierra es capaz de tener 400kg/m<sup>2</sup>, por lo que la acústica estaría resuelta sin necesidad de aportar ninguna capa adicional.

Para evitar los puentes acústicos se hace un revoco, muy fino sin perder la característica de higroscopía. El revoco se realiza con un poco de arcilla y cal de la misma mezcla que se realizan las juntas, acto seguido se pule para asegurarse de que está todo cubierto y uniforme, aportando un cierto brillo a las viviendas.

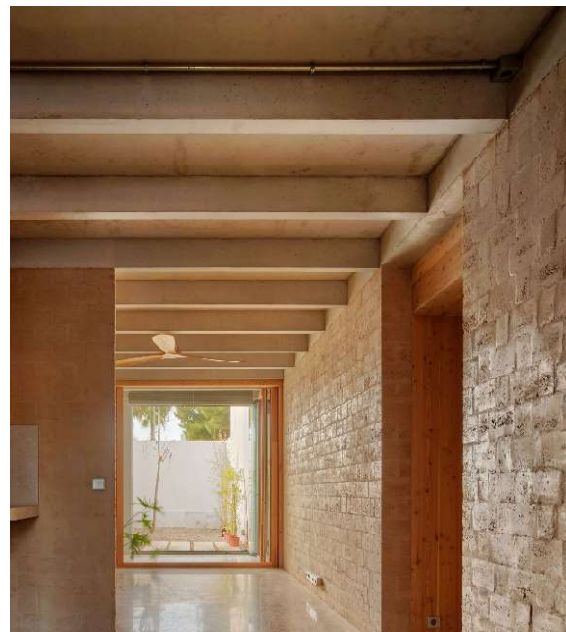
### **Hormigón armado**

El proyecto presenta forjados unidireccionales, aunque en el concurso se planteó de madera, en el desarrollo del proyecto se apostó por el hormigón para incrementar la inercia.

La decisión de renunciar a la madera para ser sustituida por hormigón por la necesidad de inercia implicó el intentar construir con la mínima cantidad de hormigón posible, puesto que se trata de un material contaminante. Se utilizaron forjados nervados de hormigón que minimizan su geometría para reducir su peso, los cuales constan de unas vigas prefabricadas de 10x20cm cada 80cm y una capa de compresión de 5cm, en total una sección útil de 25cm, pero el equivalente a una losa maciza de hormigón de 10cm, menos de la mitad de un forjado convencional. Se trata de una reducción del 66% en la cantidad de hormigón, reduciendo el peso y, por consiguiente, las emisiones.



*Ilustración 42\_Imagen forjado de hormigón. Fuente: Peris Toral Arquitectes. Fotografía por Jose Hevia.*



*Ilustración 43\_Imagen forjado de hormigón. Fuente: Peris Toral Arquitectes. Fotografía por Jose Hevia.*

Esta reducción se consigue a través de la idea de prefabricado, dándole una geometría al forjado, la cual permite reducir la cantidad de masa. Además, ayuda en la idea de trabajar con la inercia, ya que existe mucho más perímetro en contacto con el aire que queremos disipar.

Al obtener un forjado de hormigón ligero, la ley de masas para resolver la acústica entre vecinos no sirve, por tanto, hay que utilizar el sistema masa-muelle-masa. La masa es la primera capa de compresión, el muelle son 3cm de lana de roca y finalmente otra masa de 6cm de solera flotante, que en lugar de poner un pavimento encima, se decide pulir para no introducir más cantidad de material.

### **Aislamiento de corcho y de posidonia**

La envolvente es continua con un SATE, sistema de aislamiento térmico por el exterior continuo, de corcho y posidonia que garantizan evitar los puentes térmicos y las infiltraciones.

Todas las fachadas se envuelven con corcho y se revocan con cal.

Las cubiertas se aíslan con posidonia seca, colocando, en lugar de capas de pendiente de hormigón, pendientes con una estructura de madera rellenas con este aislamiento amorfo sin colas, obtenido del excedente de las playas de Ibiza.

### **Zonas exteriores**

Para las zonas exteriores no se utilizan conglomerantes, evitando materiales como el cemento, en su lugar se opta por utilizar gravas y otros materiales filtrantes. Para las separaciones entre vecinos se utilizan gaviones, unas estructuras metálicas formadas por una malla de alambre y rellenas de piedras que actúan como delimitadores del espacio.

La parcela permite ubicar todas las plazas de aparcamiento en la superficie, sin necesidad de realizar excavaciones profundas para la creación de un subsuelo destinado al estacionamiento. Esta solución es beneficiosa tanto por la reducción de costes como por ser una medida sostenible, ya que minimiza el impacto ambiental.

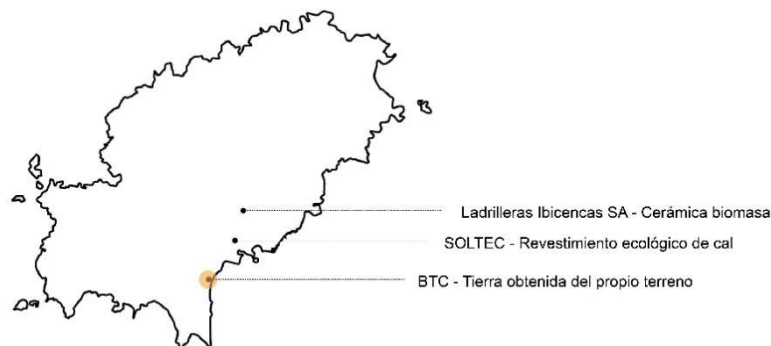


Ilustración 44\_Reinterpretación gráfico: Ubicación materiales obra 43 VPP en Ibiza. Fuente: Peris Toral Arquitectes

- **Circularidad en la vivienda**

En este proyecto se introducen varios conceptos de estrategias circulares, como el uso de posidonia seca como aislante en la cubierta, ya que se obtiene exclusivamente de los excesos de este recurso en las playas más cercanas. Otra estrategia sería la reducción de material, puesto que tanto en el forjado de hormigón como en los muros de BTC se ha intentado siempre utilizar la menor cantidad posible de material, poniendo solo la justa y necesaria.

**ATRIO BIOCLIMÁTICO**

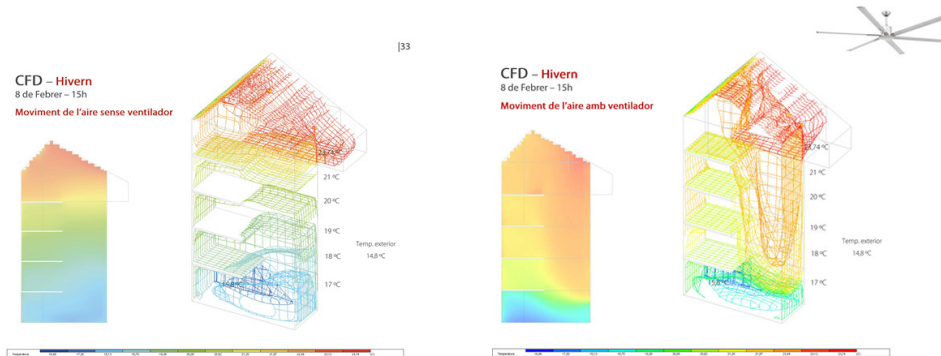
Los patios centrales y los pasajes que conducen a estos son espacios intermedios distribuidos estratégicamente en el edificio para implementar estrategias energéticas que convierten los patios en atrios bioclimáticos con capacidad de garantizar el confort de las viviendas durante todo el año.

Esto es posible gracias a que el funcionamiento del edificio es completamente distinto en invierno que, durante el verano, es como si los arquitectos hubieran diseñado dos edificios, uno para cada época del año. El edificio se transforma, de hecho, hay un día del año programado para que el edificio cambie del modo invierno al modo verano y viceversa. A continuación, detallaremos cómo funciona el edificio durante cada estación:

**Invierno**

Durante el invierno, el edificio se cierra con el atrio y los jardines de invierno con las cortinas de cristal. Ambos se vuelven captadores térmicos, que junto con las paredes de tierra con mucha inercia permiten que el calor captado durante las horas de radiación pueda durar en el edificio el resto del día. Para conseguir esto, se envuelve todo el edificio con un sistema de aislamiento térmico por el exterior continuo (SATE), en este caso de corcho, que evita cualquier tipo de puente térmico. Se minimizan las infiltraciones y como el edificio presenta mucha inercia este calor se va manteniendo durante todo el día.

En la ilustración 45 podemos observar una simulación de como capta el calor este atrio. Como se puede ver hay una temperatura exterior de 14’8°C y con el atrio se es capaz de llegar hasta 23’74°C, casi 9 grados más. Pero viendo el gráfico, hay mucho más calor arriba que en el resto de las plantas, la solución es colocar en medio del patio un ventilador que permita mezclar este aire, como se puede observar en la ilustración 46. Aquí podemos ver como con medios pasivos se puede cambiar la temperatura.



*Ilustración 45\_ Gráfico movimiento aire sin ventilador en invierno. Fuente: Peris Toral Arquitectes*

*Ilustración 46\_ Gráfico movimiento aire con ventilador en invierno. Fuente: Peris Toral Arquitectes*

## Verano

En verano se abre el atrio y se transforma en una chimenea solar. Bajando la protección solar se calienta mucho esta zona y al pesar el aire caliente menos que el aire frío, se crea un movimiento hacia arriba, por tanto, al tener las aperturas arriba se crea un tiro en el aire, que, aunque no haya movimiento del aire en el exterior genera este diferencial de presión.

Al abrirse el atrio la superficie de disipación del edificio cambia, el factor forma del edificio varía totalmente. Esto hace que, junto con la inercia que va captando el exceso de calor que tiene el edificio, por la noche sea capaz de disiparlo.

En las viviendas las cortinas de cristal desaparecen, se bajan protecciones solares de cada vivienda, permitiendo siempre el movimiento del aire. Sabiendo que cada 0'5m/s se baja la sensación térmica, que no la temperatura, 1 grado, cuanto más movimiento del aire haya menos sensación de calor habrá. Viendo la ilustración 48 podemos ver que el edificio con ventilador es capaz de crear un aire de hasta 5m/s, lo cual equivale a una reducción de la sensación térmica de hasta 10°C. Además, con la presencia de materiales con capacidad de regular la humedad se mitiga aún más el calor.

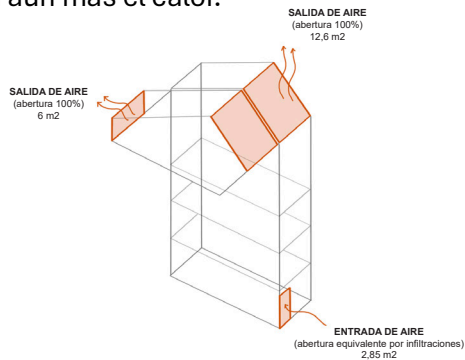


Ilustración 47\_ Reinterpretación a partir del gráfico: Renovación del aire del atrio. Fuente: Peris Toral Arquitectes

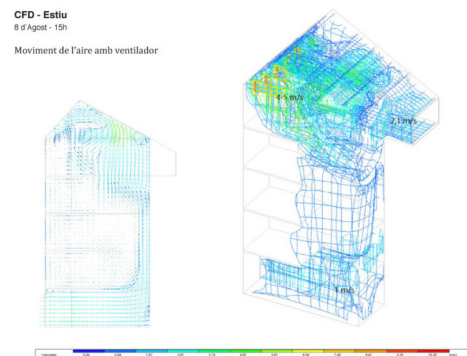


Ilustración 48\_ Gráfico movimiento del aire con ventilador en verano. Fuente: Peris Toral Arquitectes

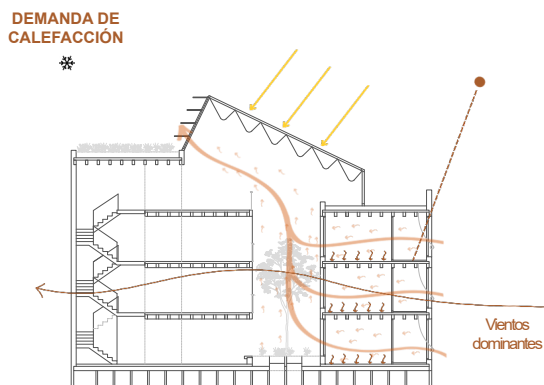


Ilustración 49\_ Reinterpretación del gráfico de cómo actúa el edificio en invierno. Fuente Peris Toral Arquitectes

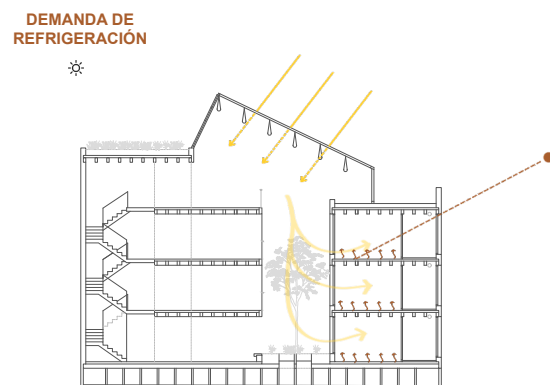
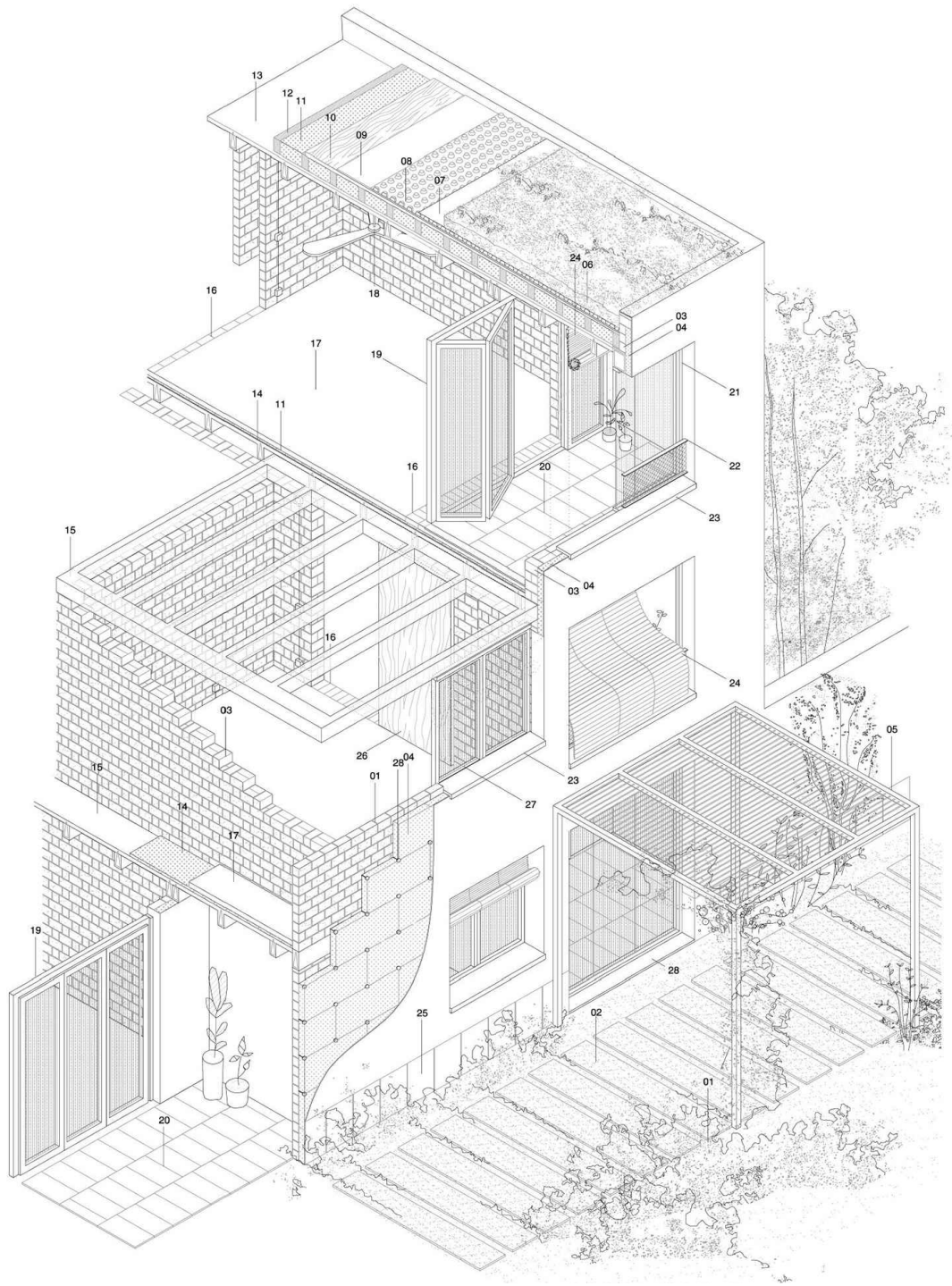


Ilustración 50\_ Reinterpretación del gráfico de cómo actúa el edificio en verano. Fuente Peris Toral Arquitectes



- |   |   |
|---|---|
| 1 Pared de BTC (bloque de tierra comprimida) e=10cm | 15 Zuncho perimetral de hormigón 20x25cm                |
| 2 Pavimento de tierra comprimida 40x100x15cm        | 16 Pavimento BTC marcando umbral de acceso              |
| 3 Muro de carga de BTC e=20cm                       | 17 Pavimento de hormigón pulido e=8cm                   |
| 4 SATE de corcho con acabado de revoco de cal       | 18 Ventilador de techo                                  |
| 5 Pérgola de acero galvanizado y cañizo             | 19 Carpintería de madera de alerce corrediza plegable   |
| 6 Cubierta vegetal con plantación de Sedum          | 20 Pavimento de piedra mármol blanco Ibiza 60x30x2cm    |
| 7 Geotextil 150g/m3                                 | 21 Cortina de vidrio para captación solar sin perfilera |
| 8 Lámina drenante de polietileno de alta densidad   | 22 Barandilla de malla escocesa galvanizada y lacada    |
| 9 Impermeabilización de EPDM e=1,5mm                | 23 Vierteaguas de piedra artificial lavada al ácido     |
| 10 Tablero de OSB 111 e=20mm                        | 24 Persiana enrollable de pino Soria tipo alicantina    |
| 11 Aislamiento de posidonia e=20cm                  | 25 Zócalo de piedra mármol blanco Ibiza 60x30x2cm       |
| 12 Estructura de madera de pino para pendientes     | 26 Puerta de tricapa de alerce e=40mm                   |
| 13 Forjado de hormigón unidireccional               | 27 Ventana batiente de madera de alerce                 |
| 14 Aislamiento acústico de lana de roca e=30mm      | 28 Vierteaguas de piedra mármol blanco Ibiza e=20mm     |

Ilustración 51\_ Axonometría constructiva. 43 VPP en Ibiza. Fuente: El Croquis editorial (2023).

#### 4.3. 24 VPP PERE MATUTES 72 | 08014 Arquitectura



Ilustración 52\_Imagen exterior. 24 VPP en Ibiza. Fuente: 08014 Arquitectura. Fotografía por Pol Viladoms.

#### Contexto

**Arquitectos:** 08014 Arquitectura | Adrià Guardiet y Sandra Torres

**Fecha:** 2018-2022 (Proyecto 2018-2019 – construcción 2020-2022 (31 meses))

**Superficie parcela:** 1.617 m<sup>2</sup>

**Superficie construida:** 2.596,3 m<sup>2</sup>

**Localización:** Avenida Pere Matutes 72, Ibiza, Islas Baleares

#### Emplazamiento

El proyecto de 24 viviendas de protección pública se sitúa al sur de la ciudad de Ibiza, en la segunda línea de mar de Platja d'En Bossa. Ubicado en un entorno urbano de escaso interés arquitectónico, principalmente dedicado a la industria turística. Por eso se cierra con respecto a su entorno inmediato mediante un volumen aislado.

El edificio se emplaza en una parcela cuadrada de 43x43 metros, prácticamente plana, situada unos 5 metros por encima del nivel del mar y girada 45° con respecto al norte.

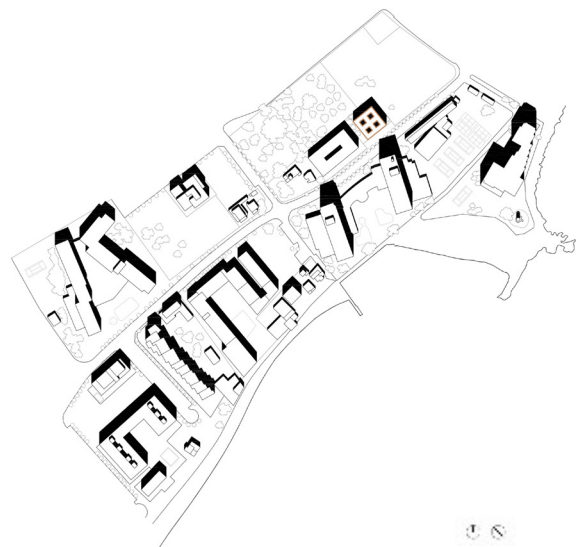


Ilustración 53\_Plano situación 24 VPP en Ibiza. Fuente: 08014 Arquitectura

### Carta climática

El proyecto se ubica muy próximo al anterior proyecto de Peris Toral, por lo que la carta climática que presenta es la misma. Veranos calurosos con temperaturas e inviernos más fríos.

### Programa

El edificio se estructura alrededor de 4 patios que desarrollan un papel esencial en el confort de las viviendas. Se organiza en dos franjas, la exterior con los salones, los dormitorios y los baños; y la interior con las cocinas y los cuatro patios, dejando en el centro del edificio el núcleo de escaleras. Se distribuye en 8 viviendas por planta, cuatro de un dormitorio y cuatro de dos dormitorios. En planta tercera se recorta pasando de 8 viviendas a 4 viviendas, las viviendas pasan a ser de tres dormitorios y algunas habitaciones pasan a ser terrazas.

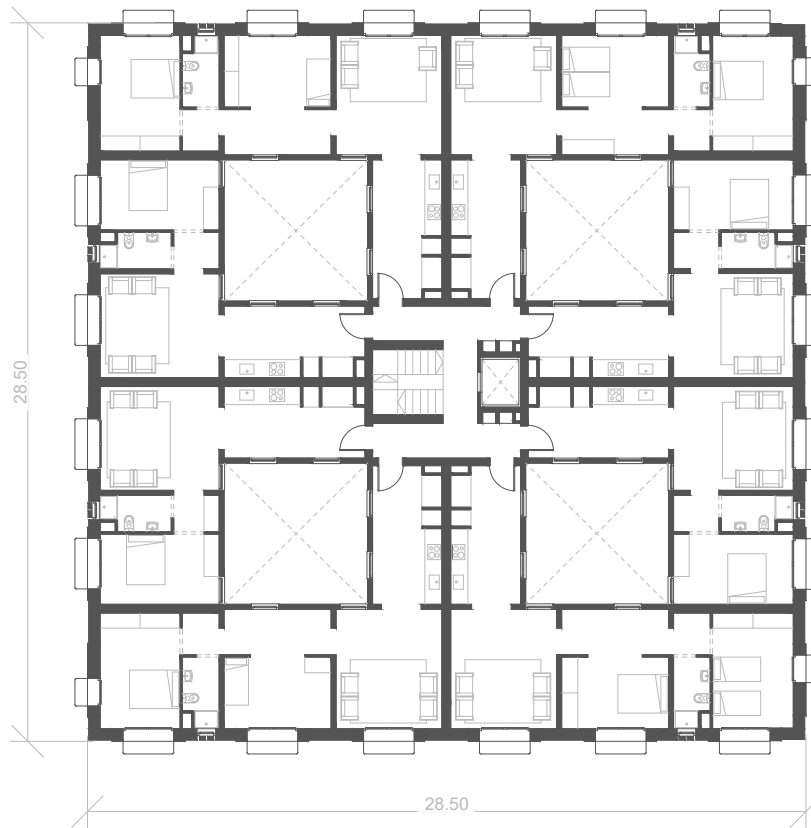


Ilustración 54\_ Planta tipo 24 VPP en Ibiza. 08014 arquitectura. Editado propio. E: 300

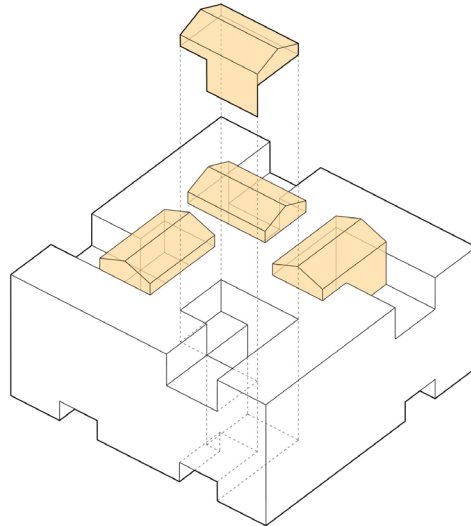


Ilustración 55\_ Sección 24 VPP en Ibiza. 08014 arquitectura. Editado propio. E: 300

## Estrategias sostenibles

### - Circulación vientos

El edificio parece un volumen compacto, en cambio una cuarta parte del volumen total es aire, gracias a los vacíos que presenta, como se puede observar en la ilustración 33.



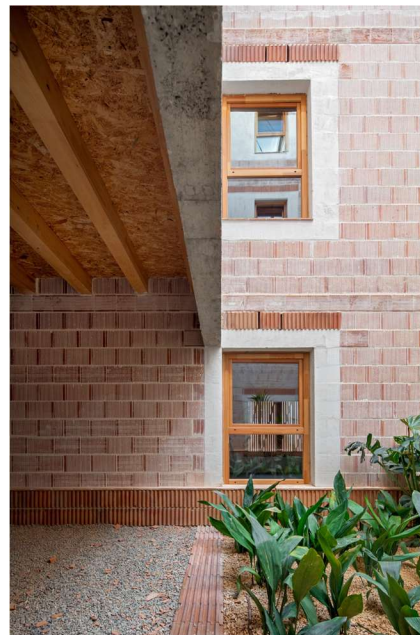
*Ilustración 56\_Reinterpretación a partir del gráfico: Atrios bioclimáticos 42 VPP en Ibiza. Fuente: 08014 Arquitectura*

Cada patio da a dos viviendas, las cuales también están abiertas a la calle. Por tanto, el estar abiertas tanto al patio como a la calle hace que tengan **doble orientación**, lo cual permite una corriente de aire en el interior de la vivienda que atempera y ayuda a mitigar la sensación de calor.

Desde el patio se puede observar una **viga de hormigón armado**, uno de los pocos elementos de HA del proyecto, la cual crea una conexión entre el patio y la fachada exterior. Permitiendo el paso del aire y creando así unas condiciones de ventilación necesarias, sobre todo en verano.



*Ilustración 57\_Imagen desde el patio. 24 VPP en Ibiza. Fuente: 08014 Arquitectura. Fotografía por Pol Viladoms.*



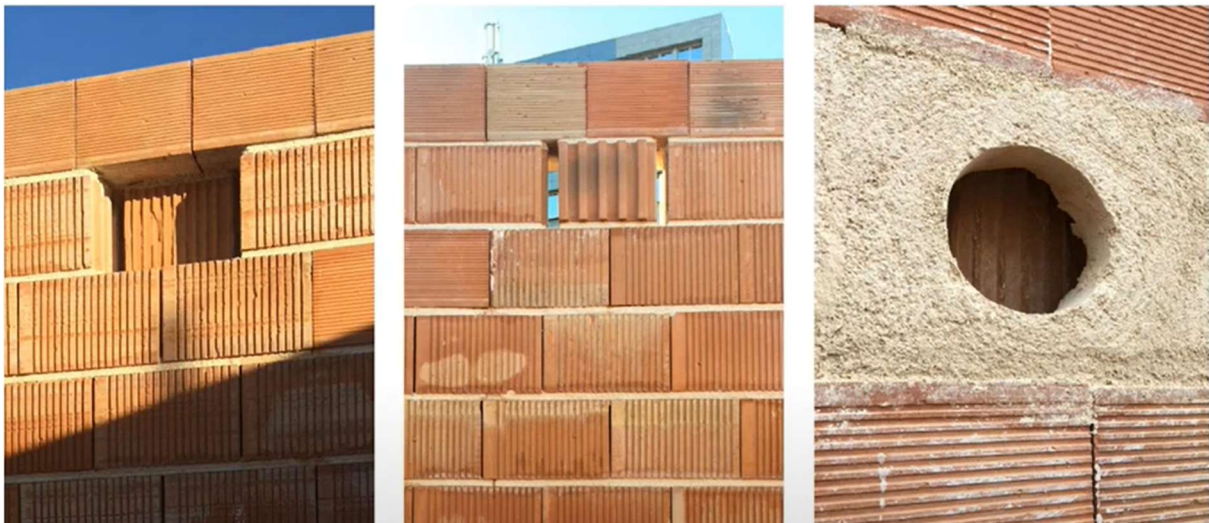
*Ilustración 58\_Imagen desde el patio. 24 VPP en Ibiza. Fuente: 08014 Arquitectura. Fotografía por Pol Viladoms.*



Los cuatro patios son fundamentales para el eficiente funcionamiento del edificio, pues permite la ventilación cruzada de todas las viviendas. Gracias a sus características se convierten en **atrios bioclimáticos**, que permiten mantener unas condiciones de confort durante todos los días del año sin la necesidad de sistemas de calefacción, como explicaré con detalle más adelante.

La envolvente se realiza a partir de muros de termoarcilla rellenos con las tierras de la excavación, presentando así una elevada inercia térmica. Las tierras saturan los bloques de termoarcilla, proporcionando así aislamiento térmico.

La situación ideal sería que todas las ventanas que abren a los atrios se mantuvieran abiertas durante todo el año para maximizar el intercambio de calor entre las viviendas y el aire bioclimatizado de los atrios. Como esto depende de los usuarios, las viviendas presentan un **sistema de ventilación a través de tubos** que recogen el aire de los atrios y lo impulsan al interior de las viviendas para equilibrar la temperatura entre los dos ambientes. Para construir este sistema, se extrae un bloque de termoarcilla del muro, se coloca una placa en la cara exterior, la cual deja dos ranuras laterales para la ventilación, el espacio restante en la cara interior se maciza, y en él se instala un tubo de acero galvanizado que transporta e impulsa el aire hacia las diferentes habitaciones de la vivienda.



*Ilustración 59\_ Ventilación fachadas atrios. 24 VPP en Ibiza. Fuente: 08014 Arquitectura*

#### - Captación y protección solar

##### Captación solar

Los **patios** son la principal fuente de captación solar del edificio, a parte de las aperturas en todas las fachadas. Los patios presentan un papel clave a nivel termodinámico, incrementan la longitud de fachada, por lo que incrementan el factor de forma de las viviendas, por tanto, todas las viviendas tienen doble orientación, buenas condiciones de iluminación natural y de ventilación.

En planta tercera aparecen vaciados, algunas habitaciones pasan a ser terrazas, anexas a los patios, aumentando así, la superficie captación de los patios. Además, en la cubierta, se disponen cubiertas vegetales y 14 **placas solares** orientadas a sur como fuente de energía fotovoltaica renovable.

### Protección solar

También es necesaria una protección solar, por eso el edificio cuenta con **persianas enrollables de madera** en todos los huecos de fachada, cada una de estas persianas apoya sobre una barra de hierro saliente de la línea de fachada, manteniendo así la ventilación cruzada. Además, el patio cuenta con **protecciones textiles** en su interior para protegerse durante la época de verano.

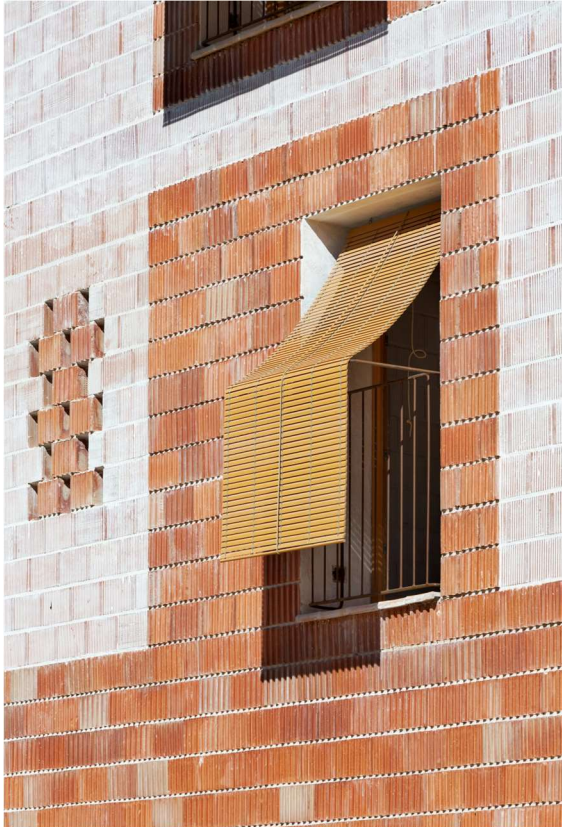


Ilustración 60\_Imagen persiana de madera. 24 VPP en Ibiza. Fuente: 08014 Arquitectura. Fotografía por Pol Viladoms.

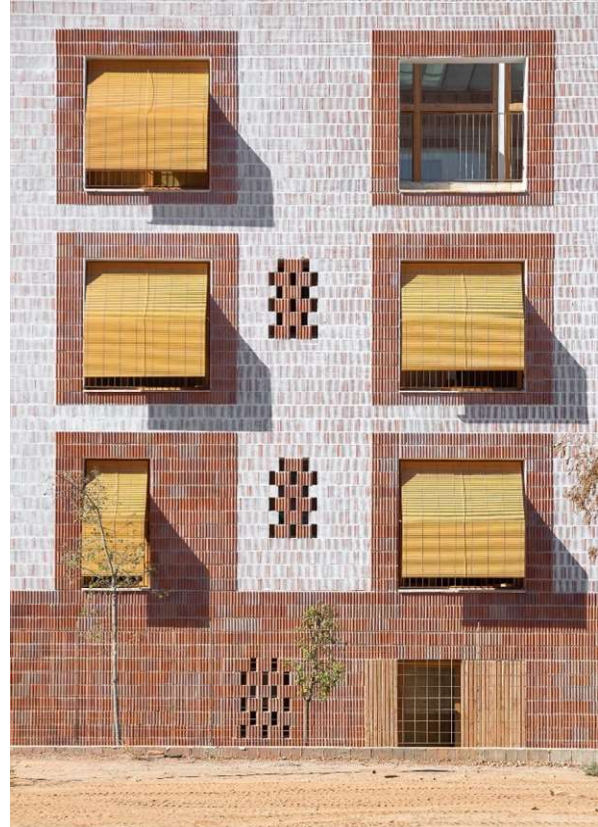


Ilustración 61\_Imagen persiana de madera. 24 VPP en Ibiza. Fuente: 08014 Arquitectura. Fotografía por Pol Viladoms.

### - Usos materiales sostenibles

Los materiales utilizados en la construcción del edificio son los siguientes:

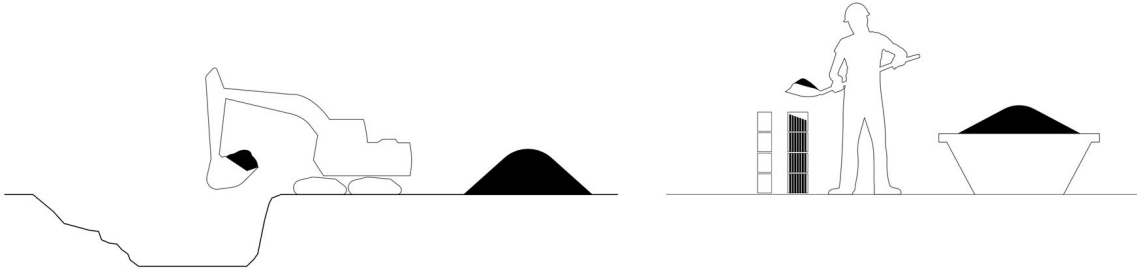
#### **Termoarcilla fabricada con biomasa**

La estructura del edificio se basa principalmente en muros de carga de termoarcilla. Este material viene de fuera de la isla, ya que en Ibiza no hay industria de la construcción, por lo que es inevitable adquirir materiales del exterior, en este caso de Navarra. Sin embargo, este aspecto se intenta compensar con la fabricación, se opta por termoarcilla realizada en hornos que utilizan la biomasa como combustible, reduciendo así la huella de carbono.

La termoarcilla es revocada y aparejada con mortero de cal, el cual es menos impactante que el mortero de cemento.

Parte de estos muros fueron rellenos con las tierras que se extrajeron para de la excavación de la cimentación, después de filtrarlas para obtener una tierra fina. Así se reduce material a importar

y se aprovecha un residuo de obra. Además, con el relleno de tierras se incrementa la inercia del cerramiento y se mejoran las prestaciones acústicas.



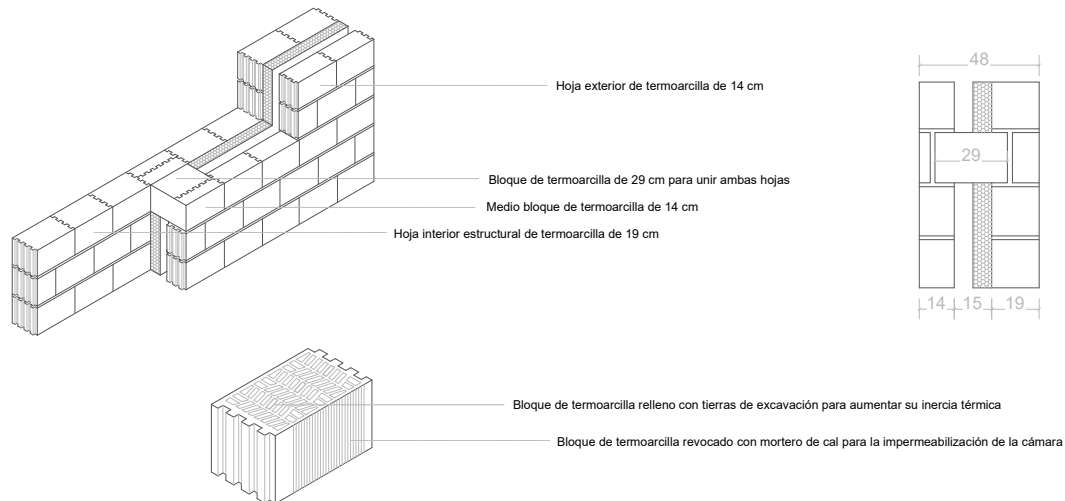
*Ilustración 62\_Excavación – acopio de tierras – filtración a tierra fina – relleno de muros de termoarcilla. 24 VPP en Ibiza. Fuente: 08014 Arquitectura*

Se trata de una fachada de doble hoja, una interior de 9cm y otra exterior de 14cm, con una cámara de 13cm entre ellas. La hoja exterior no es autoportante por lo que se une a un bloque de termo arcilla central.

El edificio no tiene trasdosados ni falsos techos, por tanto, la acústica se trata doblando los muros medianeros con dos hojas de termoarcilla de 14cm. Viendo que con el doblar el muro no era suficiente, ya que la termoarcilla tiene muy poca masa y muchas juntas, también se llenaron con las tierras de la excavación los muros medianeros.

Al rellenar las paredes divisorias entre viviendas con tierra, se aumenta la masa del muro, lo que incrementa la inercia térmica. Las paredes pueden absorber más calor durante el día y liberarlo lentamente durante la noche, ayudando a mantener una temperatura más estable en las viviendas.

Por último, también se rellena de tierra la envolvente de los patios, con una hoja simple de 19cm. La termoarcilla es un material poroso, con celdas llenas de aire el cual actúa como un aislante natural, impidiendo que el calor se transfiera fácilmente de un lado a otro del material. Sin embargo, al rellenar esas celdas con tierra se elimina el aire de los poros, y como la tierra tiene una mayor capacidad para conducir el calor en comparación con el aire, el material se vuelve menos aislante. De modo que, se incrementa el intercambio de calor entre el ambiente bioclimatizado de los atrios y el exterior de las viviendas.



*Ilustración 63\_Reinterpretación de detalle de fachada. 24 VPP en Ibiza. Fuente: 08014 Arquitectura*



*Ilustración 64\_Imagen interior. 24 VPP en Ibiza. Fuente: 08014 Arquitectura. Fotografía por Pol Viladoms.*

### **Estructura madera laminada y persianas enrollables de madera**

La madera está muy presente en este proyecto, la vemos forma de madera laminada en forjados y en la estructura de los atrios, madera de alerce en las carpinterías interiores y exteriores, y también en las protecciones solares con persianas Barcelona.

Se trata de un material sostenible con grandes ventajas. Cuando los árboles crecen absorben CO<sub>2</sub> de la atmósfera, pero al final de su vida útil se revierte esa situación, se quema el carbono y vuelven a liberar ese CO<sub>2</sub>. Sin embargo, si en lugar de eso se seca y se utiliza como material de construcción, es como si se capturara esa contaminación.

La madera tiene la capacidad de manejar la humedad del ambiente, presenta un comportamiento higrotérmico. Durante el verano, cuando hay exceso de humedad, la madera la absorbe, y en invierno, cuando el aire es más seco, libera esa humedad. Además, también puede absorber olores, ayudando a mantener la calidad del aire.

Asimismo, usar madera en la construcción tiene la ventaja de reducir el peso total del edificio, lo que puede hacer que se necesite una estructura más ligera. Además de minimizar los tiempos de construcción, ya que la madera es más fácil y rápida de trabajar.

Sin embargo, construir con madera presenta algunas dificultades que hay que tener en cuenta, como es el riesgo de incendios. Para ello existen dos estrategias para abordar este problema. Por un lado, permitir que la madera se quemara de manera controlada, cada centímetro de madera que se quema ofrece aproximadamente 30 minutos de resistencia al fuego, por lo tanto, lo que se debe hacer es sobredimensionar asegurándose que la estructura dure el tiempo necesario en caso de incendio. Por otro lado, proteger la madera colocando dos capas de placas de yeso laminado, las cuales actúan como barrera contra el fuego. En este caso se optó por sobredimensionar la estructura.



*Ilustración 65\_Imagen interior. 43 VPP en Ibiza. Fuente: 08014 Arquitectura. Fotografía por Pol Viladoms.*

### **Pavimento cerámico fabricado con biomasa**

Como pavimento para las terrazas y escaleras se decidió utilizar baldosas cerámicas realizadas en hornos que utilizan la biomasa como combustible, al igual que los bloques de termoarcilla del sistema murario.

## Hormigón armado

El hormigón es un material que genera mucho residuo, por lo que se ha tratado de evitar en el proyecto, utilizándolo exclusivamente en las capas de compresión en los cercos de los muros y en las riostras de los patios que permiten el intercambio de aire interior-exterior.

## Aislamiento de algodón reciclado y de posidonia seca

El aislamiento de las fachadas está resuelto con algodón reciclado y el aislamiento de cubiertas y terrazas con posidonia seca.

La posidonia, la cual rescata una tradición de Ibiza y Formentera, es un producto local de km 0, ya que se encuentra a escasos 150 metros del edificio. Esta se deposita en la primavera en las costas ibicencas, además hay ciertos problemas de gestión por parte del ayuntamiento, por lo que su uso en la construcción es una manera de utilizar los excedentes de los recursos naturales con productos locales. Para ser utilizada, primero fue secada, después colocada sobre listones de madera, y por último prensada para así conseguir una densidad de 185kg/m<sup>3</sup> con la cual se obtiene una conductividad térmica equivalente a la de los aislamientos térmicos convencionales. Además, la posidonia cuenta con los beneficios de tener la capacidad de mantener la madera seca y actuar como barrera impermeable.

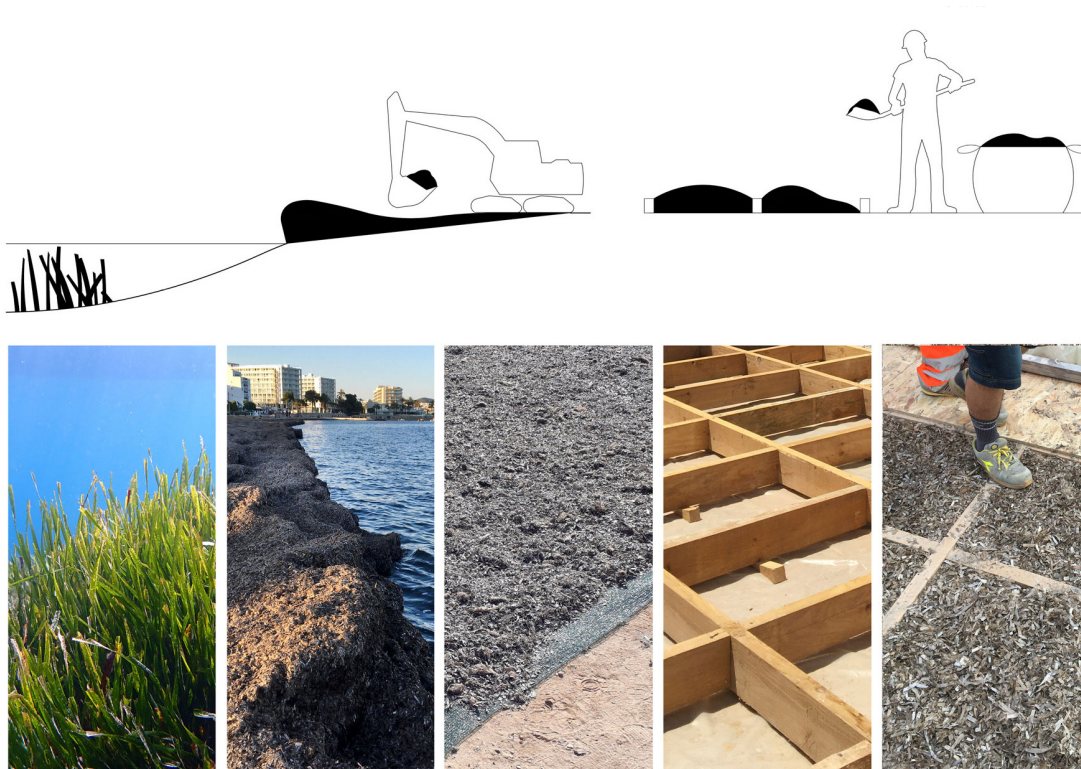


Ilustración 66\_Posidonia seca como aislamiento de cubierta. 24 VPP en Ibiza. Fuente: 08014 Arquitectura

#### - **Circularidad en la vivienda**

Algunas de las estrategias circulares presentes en este proyecto son, por ejemplo, la utilización de recursos como la posidonia seca, se le da otra vida sin poner en riesgo el ecosistema, ya que se recogen solo los excesos de la posidonia que se acumulan en las playas de las islas. A su vez, también está presente el tema del reciclaje, la reutilización de un producto desechado, como es el caso del aislamiento de corcho reciclado, con su función original; o también la utilización de las tierras de la excavación para rellenar los bloques de termoarcilla, así se le da otra utilidad al material y se evita la creación de residuos.

#### - **Gestión agua**

En este proyecto, se hace uso de una estrategia sostenible importante, que es la gestión del agua. Los arquitectos propusieron una limitación del consumo del agua de la red a un máximo de 100L por persona y día, no obstante, este objetivo no se ha conseguido totalmente. En la idea de proyecto, el agua de las duchas se depuraba en unas bases de fitodepuración situadas en la cubierta, una vez depurada se llenaba un depósito enterrado y finalmente esta agua se reutilizaba para las descargas del inodoro y para el riego. El sistema según proyecto permitía el consumo de agua de 67L de agua por persona y día, sin embargo, por recortes y complicaciones en la obra el sistema quedó muy limitado y al final lo que se hace es recoger el agua de la lluvia de la cubierta y de las terrazas de planta tercera en un depósito enterrado con una capacidad de 15000 L y se reutiliza solamente para el riego.

#### - **Vegetación**

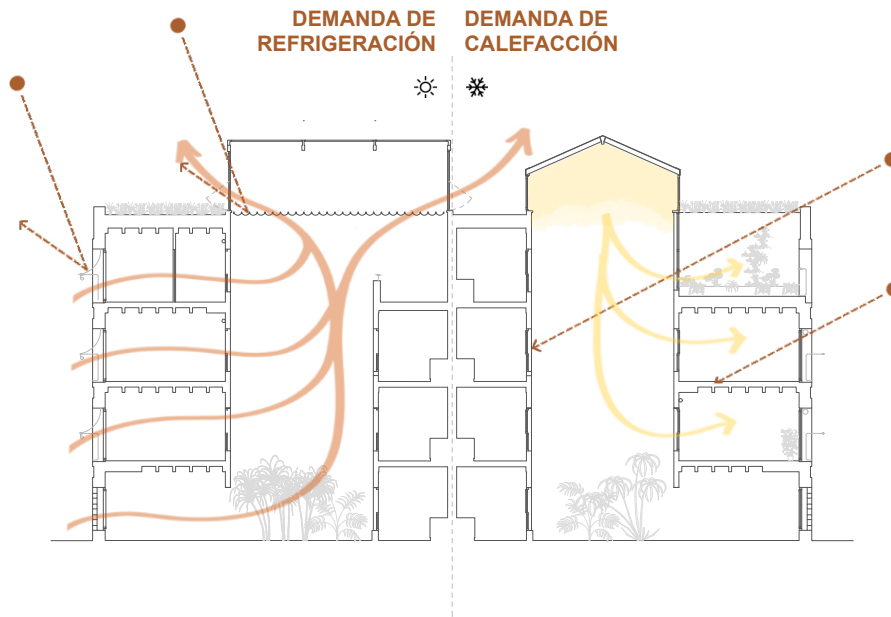
Este edificio incorpora el verde en distintos espacios, se introduce el verde en la cubierta, en las terrazas, en jardineras que van apareciendo en distintos puntos del proyecto y especialmente en los patios. Esta renaturalización mitiga el efecto de calor y crea un ambiente más agradable.

La vegetación funciona como un mecanismo de control de humedad y temperatura dentro de los atrios, por tanto, influye también a esta especie de calefacción bioclimática del edificio. Además, se establecen dos estrategias para que el riego con el agua de la red sea nulo, la primera, como hemos comentado anteriormente, es que esta vegetación se riega con agua de lluvia recuperada y almacenada en un aljibe soterrado, y la segunda es recurrir a especies vegetales con bajos requerimientos hídricos.

### **ATRIO BIOCLIMÁTICO**

Los patios se convierten en atrios bioclimáticos mediante el sistema de cerramiento, un cerramiento de vidrio y unas protecciones solares que dan lugar a un aire bioclimatizado. Estos mecanismos crean unas condiciones de temperatura y humedad en el interior del atrio que permiten generar unas condiciones de confort en el interior de las viviendas durante los 365 días del año sin necesidad de instalar un sistema centralizado mecanizado.

El funcionamiento del atrio es el siguiente:



*Ilustración 67\_Reinterpretación de sección termodinámica. 24 VPP en Ibiza. Fuente: 08014 Arquitectura*

En **verano** las protecciones solares se cierran, las ventanas se abren y los atrios pasan a funcionar como umbráculos ventilados con sistema de ventilación cruzada que va evacuando el calor acumulado en los estratos superiores, es decir, actúa como una chimenea que evacúa el calor.

En **invierno**, el funcionamiento es el inverso, las protecciones solares se abren y las ventanas se cierran, el atrio funciona como un captador y acumulador de calor. Se crea un efecto invernadero que va transmitiendo este calor al interior de las viviendas, funcionando como una especie de calefacción bioclimática. Según cálculo de proyecto el atrio es capaz de mantener unas condiciones de temperatura en su interior 4°C por encima de la temperatura exterior.

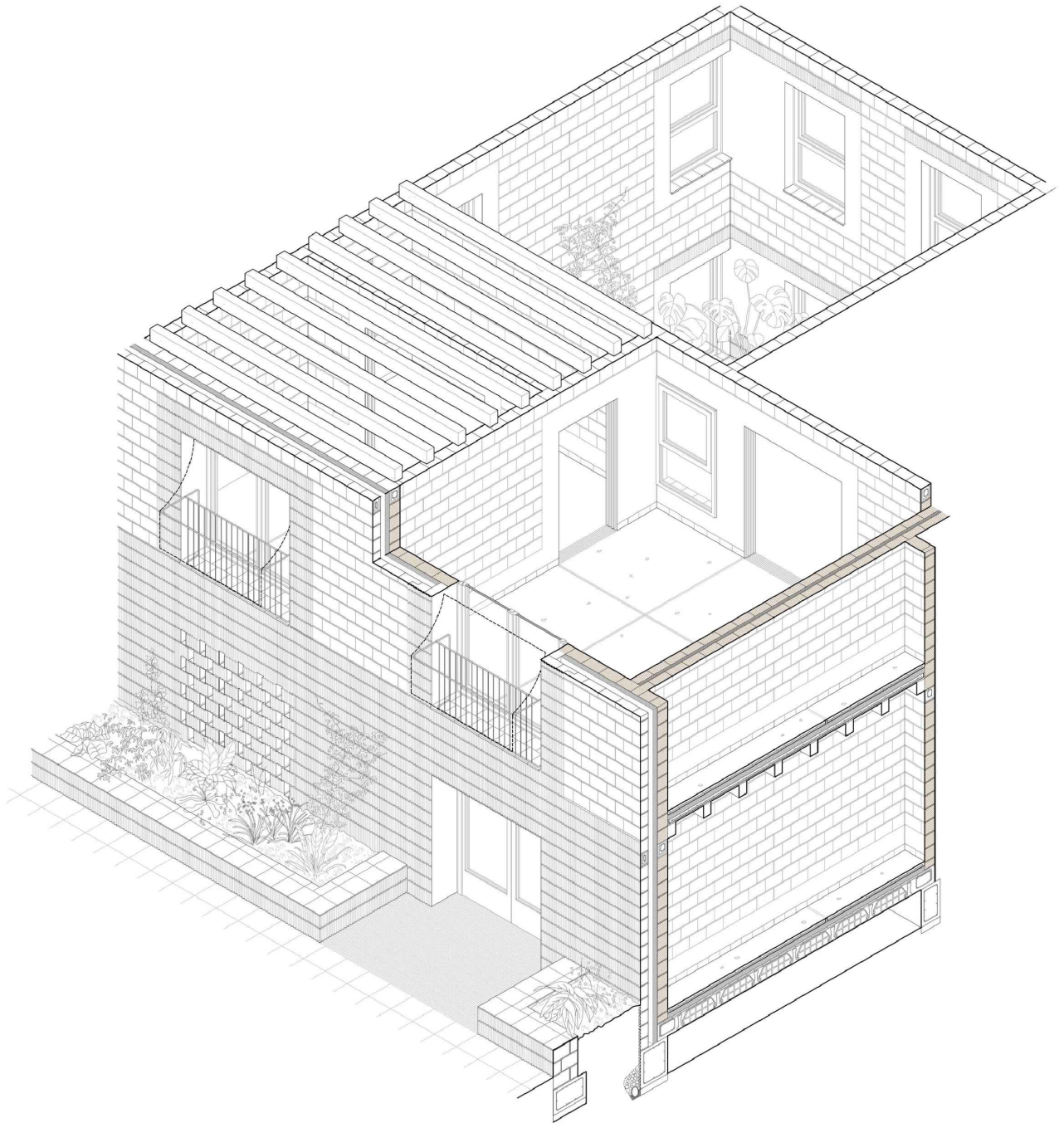


*Ilustración 68\_Imagen atrio en verano. 24 VPP en Ibiza. Fuente: 08014 Arquitectura. Fotografía por Pol Viladoms.*



*Ilustración 69\_Imagen atrio en invierno. 24 VPP en Ibiza. Fuente: 08014 Arquitectura. Fotografía por Pol Viladoms.*





- |  |  |
|--|--|
| 1 Muro estructural de fábrica de termoarcilla e=19cm relleno de tierras de la excavación                             | 18 Losa flotante de hormigón armado e=8cm                              |
| 2 Muro estructural de fábrica de termoarcilla e=19cm   | 19 Junta perimetral de poliestireno expandido                          |
| 3 Muro de fábrica de termoarcilla e=14cm   | 20 Junta de retracción de losa flotante realizada con termoarcilla     |
| 4 Aislamiento térmico a base de algodón reciclado e=8cm  | 21 Zócalo formado por baldosa cerámica 20x10cm                         |
| 5 Acabado exterior de fachada con cara lisa revocada con mortero de cal  | 22 Revoco con mortero de cal   |
| 6 Acabado de fachada con cremallera de la termoarcilla vista sin revocar   | 23 Carpintería de madera de alerce y vidrio bajo emisivo               |
| 7 Doble muro estructural de fábrica de termoarcilla e=14cm relleno de tierras de la excavación. Dejando cámara e=5cm | 24 Alféizar con baldosa cerámica                                       |
| 8 Enfoscado de cara interior del muro  | 25 Barandilla con varillas metálicas                                   |
| 9 Lámina insonorizante de alta densidad e=5mm  | 26 Remate muro realizado con baldosa cerámica                          |
| 10 Panel rígido de lana de roca de rigidez dinámica  | 27 Persiana enrollable con madera local                                |
| 11 Zuncho/dintel con pieza termoarcilla  | 28 Forjado sanitario con viguetas y casetones de hormigón prefabricado |
| 12 Vigueta de madera laminada 14x20cm  | 29 Riostra de hormigón armado  |
| 13 Tablero de OSB e=2cm  | 30 Jardinera realizada con muro termoarcilla e=45cm                    |
| 14 Lámina impermeable de polietileno reforzado   | 31 Acabado superior jardinera con baldosa cerámica 30x30cm             |
| 15 Capade compresión conectada a viguetas de madera  | 32 Lámina EPDM + lámina antiraíces + membrana de drenaje de nódulos    |
| 16 Panel rígido de lana de roca e=8cm  | 33 Gravas + lámina geotextil   |
| 17 Lámina antiimpacto de polietileno   | 34 Zapata corrida de hormigón armado                                   |
|  | 35 Tubo drenaje  |

## 5. COMPARACIÓN DE RESULTADOS

Se trata de dos proyectos ubicados en la misma zona de Ibiza y separados a penas 600m, por lo que comparten condiciones ambientales y climáticas. Estos presentan diferencias en su concepción arquitectónica, el edificio de Peris Toral adopta una forma rectangular y está compuesto por tres agregaciones entorno a patios centrales, lo que genera tres patios interiores. Por otro lado, el proyecto de 08014 Arquitectura presenta una forma cuadrada, siendo un volumen más aislado que se abre al interior con cuatro patios. Aunque el primer proyecto cuenta con tres atrios y el segundo con cuatro, ambos aseguran que los atrios son suficientes para abastecer las necesidades de confort térmico de cada edificio. Además, ninguno de los proyectos incluye sótanos, la excavación se limita únicamente al forjado sanitario y a la cimentación.

### **Circulación de vientos**

Ambos edificios disponen las viviendas entorno a los patios interiores, garantizando una doble orientación y ventilación cruzada. En las 43 VPP de Peris Toral se introduce una volumetría irregular con múltiples vértices para aumentar la velocidad del aire, complementada con celosías en los patios. El edificio de 24 VPP de 08014 Arquitectura se disponen los bloques de termoarcilla dejando huecos, en forma de celosía, manteniendo la continuidad de corriente de aire. Sin embargo, en este último se añade un sistema de ventilación con tubos que asegura un flujo constante de aire, independientemente de que los residentes mantengan las ventanas abiertas o cerradas.

El proyecto de Peris Toral tiene más en cuenta la orientación, ya que dispone huecos de mayor tamaño en las fachadas orientadas a sur, para aprovechar los vientos dominantes, y más pequeños a norte, lo que permite aumentar la velocidad del aire. En cambio, en el edificio de 08014 Arquitectura se disponen todos los huecos del mismo tamaño.

### **Captación y protección solar**

En cuanto a la captación y protección solar, las 43 VPP están todas las unidades orientadas hacia el sur, optimizando la captación solar; en cambio en las 24 VPP los patios son la principal fuente de captación solar. Los patios en el segundo proyecto son de mayor tamaño, lo que mejora aún más la entrada de luz solar. Aunque las cubiertas de los atrios en ambos edificios tienen dimensiones similares, en el primero la cubierta sobresale del patio, extendiéndose para cubrir también una zona común superior. Por lo tanto, mientras las cubiertas de los atrios son parecidas en tamaño, los patios del proyecto de 08014 son más grandes.

Ambos proyectos cuentan con terrazas, en el caso de 08014 se ubican en la última planta permitiendo una mayor captación del atrio, mientras que en el de Peris Toral las terrazas se distribuyen en todas las plantas contribuyendo a la forma irregular del edificio. El edificio de Peris Toral incorpora una estrategia ausente en el otro proyecto, la disposición de galerías en todas las viviendas. Estas funcionan como captadores solares con efecto invernadero en la fachada sur y como colchones térmicos en la fachada norte.

Los dos proyectos incorporan protecciones solares en los huecos de las fachadas mediante persianas enrollables de madera, unas de color amarillo y otras de color verdoso, cada un acorde con cada proyecto. Además, en el proyecto de Peris Toral, las terrazas cuentan con pérgolas cubiertas con cañizo para garantizar sombra.

Para la protección del atrio ambos presentan una estructura para la protección solar del atrio durante el verano, para evitar la fuerte radiación solar en esta época. En el proyecto de 08014 se utiliza una protección textil, mientras que en el de Peris Toral se opta por una malla de sombreado más especializada, que ofrece una alta reflexión solar y un bajo factor solar para mejorar la eficiencia en la protección.

### **Usos materiales**

En cuanto a los materiales, ambos edificios se resuelven con una estructura de muros de carga, el de Peris Toral con bloques de tierra comprimida (BTC) y el de 08014 con bloques de termoarcilla. Este último, al tener la termoarcilla menos inercia, requiere una doble hoja, resultando un muro de 48cm frente a los 20cm del BTC.

Cabe destacar la sinceridad material de ambos proyectos, evitando el uso de falsos techos y trasdosados para reducir la densidad de capas y espesores al mínimo necesario. En el proyecto de 08014, los bloques de termoarcilla están revestidos únicamente con mortero de cal, tanto en el interior como en el exterior, mientras que en el de Peris Toral se emplea un revoco de arcilla y cal que da un acabado blanco al exterior, dejando visible el material en el interior.

La reducción en el uso de materiales contribuye a disminuir el impacto ambiental en ambos proyectos. Tanto Peris Toral como 08014 buscan emplear el menor número de materiales posible y evitar soluciones multicapa. Para el aislamiento térmico entre viviendas el proyecto de 08014 soluciona este problema utilizando tierra de excavación para rellenar los bloques de termoarcilla, mientras que Peris Toral lo resuelve con una sola hoja de BTC. Además, Peris Toral reduce la cantidad de material al emplear paredes de 10 cm en lugar de 20 cm en áreas donde no se requiere tanta resistencia y minimiza el uso de hormigón en los forjados. Para resolver la acústica ambos edificios se basan en la masa y el peso de los materiales. Al igual que con el aislamiento térmico, en el proyecto de Peris Toral basta con una sola hoja de BTC por su alta densidad, en cambio en 08014 la termoarcilla tiene menos densidad y se complementa con relleno de tierra.

Los forjados se resuelven de dos materiales distintos, el de 08014 de madera laminada, y en el de Peris Toral en el concurso también se planteó de madera, pero se cambió a hormigón dada la necesidad de mayor inercia. Aunque la madera es un material más ecológico y el hormigón tiene un mayor impacto ambiental, Peris Toral ha adoptado medidas sostenibles para mitigar este impacto, ha minimizado el uso de hormigón al emplear un forjado nervado de vigas prefabricadas que equivale a una losa de tan solo 10 cm de grosor, la mitad del espesor de un forjado convencional. En el proyecto de 08014, el hormigón se utiliza únicamente en capas de compresión y en la riostra del patio, limitando su uso a puntos específicos.

Para el aislamiento, ambos edificios emplean corcho en las fachadas y posidonia seca en las cubiertas. La posidonia, un recurso local que se obtiene directamente de la playa cercana, lo que la convierte en un material verdaderamente de kilómetro cero.

### **Circularidad de la vivienda**

En términos de circularidad, ambos proyectos abordan este aspecto de manera similar, coinciden el uso de un material km0 como es la posidonia, o en el caso del edificio de 08014 en la tierra de la excavación usada para llenar los bloques de termoarcilla. Además de buscar minimizar el uso de materiales limitando su cantidad al mínimo necesario.

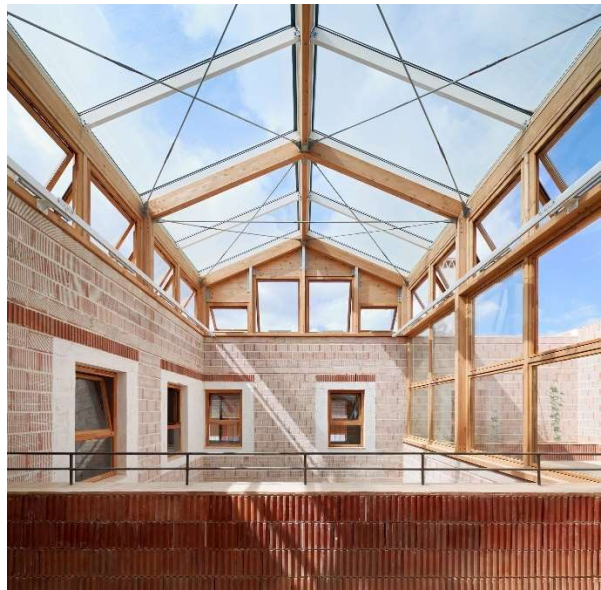
## Gestión del agua y vegetación

El proyecto de 08014 Arquitectura incluye un sistema de gestión de agua mediante un depósito enterrado que recoge el agua de lluvia para riego, además de incorporar mayor vegetación en los espacios exteriores, lo que contribuye a regular la temperatura y mitigar el calor.

## ATRIO BIOCLIMÁTICO



*Ilustración 71\_Imagen atrio 43 VPP en Ibiza. Fuente: Peris Toral Arquitectes. Fotografía por Jose Hevia.*



*Ilustración 72\_Imagen atrio 24 VPP en Ibiza. Fuente: 08014 Arquitectura. Fotografía por Pol Viladoms.*

Los atrios en ambos proyectos cumplen funciones similares, aunque presentan diferencias en su diseño. El atrio del proyecto de Peris Toral es asimétrico, con una sección norte más pequeña que la sur. En la parte norte es donde se encuentran las aberturas que permiten la ventilación y en la parte sur es donde se instala una malla de sombreado. En cambio, el atrio del proyecto de 08014 es simétrico, con las protecciones solares ubicadas por debajo de las aberturas, las cuales son aberturas verticales, siendo las inclinadas fijas, a diferencia del atrio de Peris Toral que las abatibles son inclinadas.

Los dos formatos de atrio funcionan de manera similar en términos de eficiencia energética. En verano, actúan como chimeneas solares, aprovechando las protecciones solares y la ventilación para regular la temperatura. En invierno, funcionan como captadores solares, se retiran las protecciones solares y se cierran las ventanas para maximizar el efecto invernadero. En el caso del proyecto de Peris Toral, además, las galerías se cierran con cortinas de cristal en invierno, actuando como jardines de invierno y potenciando el efecto invernadero.

Se calculó las emisiones con el programa TCQ de ambos edificios y se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 3\_ Cálculo emisiones. 43 VPP en Ibiza. Fuente: El Croquis Editorial (2023)

	PROYECTO	REDUCCIÓN
Emisiones de CO2 kg/CO2 x m2	423	43,6% *
Demanda anual conjunta (frío y calor) kwh/m2 - año	8,63	75,1% **
Producción de residuos en obra	no calculado	no calculado
Consumo de agua litros – persona - día	85	29,70%

Tabla 4\_ Cálculo emisiones. 24 VPP en Ibiza. Fuente: El Croquis Editorial (2023)

	PROYECTO	REDUCCIÓN
Emisiones de CO2 kg/CO2 x m2	438,91	41,4% *
Demanda anual conjunta (frío y calor) kwh/m2 - año	10,7	69,2% **
Producción de residuos en obra	142,80	40% ***
Consumo de agua litros – persona - día	92	23,30%

\* Reducción respecto a un valor medio de emisiones de CO2 para todo tipo de edificaciones: 750 kg/CO2 x m2

\*\* Reducción respecto a un valor medio de la demanda anual conjunta (frío y calor) para todo tipo de edificaciones: 34,73 kW/h x m2

\*\*\* Porcentaje de reducción de residuos sobre el cálculo de la producción teórica

El edificio de 43 VPP diseñado por Peris Toral muestra emisiones de 423 kgCO/m2, lo que representa una reducción del 43,6% en comparación con un edificio convencional. En cambio, el edificio de 24 VPP de 08014 Arquitectura alcanza una reducción de las emisiones de entre un 41,4%, limitando las emisiones a un máximo de 438,91 kgCO/m2.

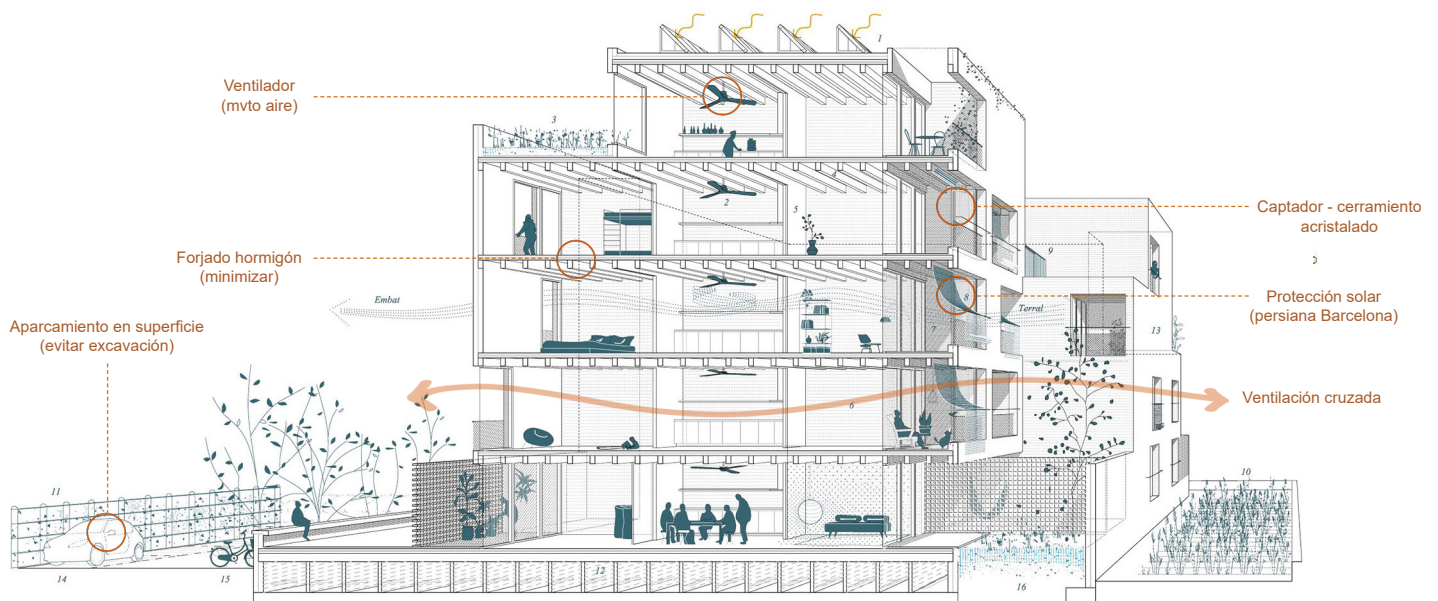


Ilustración 73\_Reinterpretación de sección fugada 43 VPP en Ibiza. Fuente: Peris Toral Arquitectes



Ilustración 74\_Reinterpretación de sección fugada 24 VPP en Ibiza. Fuente: 08014 arquitectura

## 6. CONCLUSIONES

Tras el análisis de los proyectos estudiados, se puede responder con claridad a las preguntas planteadas al inicio del trabajo. Se ha demostrado que es posible lograr viviendas con altos niveles de sostenibilidad equilibrándolo con el confort y que sean asequibles, mediante el uso de las estrategias bioclimáticas desarrolladas. El reto de conseguir un edificio de viviendas que no necesiten sistemas activos de calefacción ni de refrigeración para lograr el confort se ha conseguido.

Hemos visto que la clave es la organización de los espacios, cómo se disponen los volúmenes y cómo se organizan las diferentes viviendas. En particular, los **patios** son uno de los puntos más imprescindibles de los proyectos, sobretudo en edificios de grandes dimensiones. Sin estos, muchas de las estrategias propuestas, como los atrios bioclimáticos, la ventilación cruzada y la doble orientación de las viviendas, no podrían implementarse. Los patios funcionan como reguladores térmicos, tienen un efecto atemperador y amortiguador del ciclo térmico, lo que garantiza un mayor confort en el interior de las viviendas.

Esto unido a la elección de materiales adecuados y una buena gestión de los parámetros de confort puede alcanzar el objetivo propuesto. Con soluciones innovadoras como la utilización de tierra como material estructural o el relleno con tierras de la excavación, junto con la sinceridad material o el optar por opciones de bajo impacto, como aislantes reciclados o naturales, en lugar de soluciones convencionales que suelen ser muy contaminantes.

El tema de la **gestión del agua** también es un factor muy importante, especialmente en las islas, ya que se está provocando un cambio del régimen de lluvias más intenso y menos frecuente debido al cambio climático. Dado que el agua es un recurso limitado y las sequías globales se están intensificando, es esencial hacer un buen uso a través del reciclaje y la reutilización.

El estudio 08014 Arquitectura trata este aspecto incorporando sistemas de captación de agua de lluvia para el riego. Aunque esta medida es beneficiosa, se podría avanzar aún más implementando un sistema integral que incluya la recolección y tratamiento de aguas residuales domésticas. Estas soluciones, aunque más complejas y que requieren un sistema adicional para su recolección y tratamiento, ofrecerían un mayor ahorro de agua. Inicialmente, el proyecto de 08014 tenía la ambición de integrar la recolección de agua de lluvia y duchas para su reutilización en inodoros y riego mediante fitodepuración. Sin embargo, debido a complicaciones técnicas no se logró implementar esta solución en su totalidad.

Ambos proyectos logran reducciones significativas en las **emisiones** con respecto a un edificio con las mismas características construido con sistemas convencionales. Los resultados son similares, aunque en el edificio de Peris Toral se muestran algo mejores con una reducción del 43,6% frente al 41,4% del proyecto de 08014, teniendo en cuenta que el primero aborda un edificio de mayores dimensiones y un mayor número de viviendas.

Cabe destacar que, a pesar de que el proyecto del estudio 08014 utiliza madera en los forjados mientras que el de Peris Toral emplea hormigón, este segundo logra reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> en un 43,6%. Esto demuestra que no se trata de que la madera sea más sostenible que el hormigón, sino que depende de cómo se gestionen ambos materiales.

Cada uno de los edificios presenta sus propias características. Ambos cuentan con atrios que juegan un papel clave, aunque el proyecto de Peris Toral tiene un diseño más irregular con patios más pequeños, lo que limita la entrada de luz solar directa; sin embargo, compensa esta limitación con la incorporación de galerías en todas las viviendas, las cuales maximizan la captación solar y tratan el aire exterior antes de que entre al interior. En cambio, el proyecto de 08014 sigue un diseño más compacto y uniforme y se complementa con un sistema de ventilación que asegura el flujo constante de aire. A pesar de sus diferencias ambos edificios cumplen satisfactoriamente su función bioclimática.

En definitiva, ambos proyectos demuestran que es posible construir viviendas públicas que no solo sean funcionales y accesibles, sino que también puedan prescindir de sistemas activos de calefacción y refrigeración, siendo respetuosas con el medio ambiente y garantizando el confort los 365 días del año gracias a las estrategias bioclimáticas aplicadas. Además, estos proyectos son de una alta calidad arquitectónica y sirven como modelos para futuras iniciativas en el ámbito de vivienda innovadora.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

### Referencias

- Cerillo, A. *Emergencia climática: Escenarios del calentamiento y sus efectos en España*. 2020.
- Climent, A. "Economía circular aplicada a la arquitectura: espejismo o realidad." *Limaq*, no. 007 (2021): 29-71. <https://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Limaq/article/view/5328>.
- Cuchí, A. *Sistemas de habitabilidad: Principios técnicos del proyecto de arquitectura*. Colombia: Ediciones Uniandes, 2020.
- Davis, A. "Perfil." *Re-Dwell*. 2024. <https://www.re-dwell.eu/esr/Annette-Davis>.
- Directiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 19 de mayo de 2010 relativa a la eficiencia energética de los edificios. Artículo 2, Punto 2..
- Duran-Navarrete, V., et al. "Integración de Estrategias de Circularidad al Diseño Arquitectónico Mediante BIM." *Revista Hábitat Sustentable* 13, no. 2 (2023): 118-131.
- España. *Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética*. Boletín Oficial del Estado, no. 121, 21 de mayo de 2021. <https://www.miteco.gob.es/es/prensa/pniec.html>
- España. *Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (PNIEC)*. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2020. [https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2021-8447](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2021-8447)
- Exposición visitada. *Los nuevos realistas. Arquitectura catalana y balear desde la crisis del 2008*. Lugar exposición Barcelona, 2024.
- Furman, S. "Perfil." *Re-Dwell*. 2023. <https://www.re-dwell.eu/esr/Saskia-Furman>.
- Herrero, Y. "Tenemos que aprender a vivir bien con menos." *Universidad Autónoma de Barcelona*, 6 de marzo de 2020. <https://www.uab.cat/web/sala-de-prensa/detalle-noticia/tenemos-que-aprender-a-vivir-bien-con-menos-1345830290069.html?detid=1345809333594>.
- IBAVI: Una investigación colectiva*. El Croquis Editorial, 2023.
- "Los países de Europa con más viviendas sociales: España, a la cola." *Ondacero noticias*, 18 de abril de 2023. [https://www.ondacero.es/noticias/sociedad/paises-europa-mas-viviendas-sociales-espana-cola\\_20230418643e54af1036390001d43a40.html](https://www.ondacero.es/noticias/sociedad/paises-europa-mas-viviendas-sociales-espana-cola_20230418643e54af1036390001d43a40.html) .
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. *Plan nacional integrado de energía y clima 2021-2030*. 2020.
- Naredo, J. M. *Costes y cuentas del agua: Propuestas desde el enfoque ecointegrador*. 2007.
- Oliver, C., Martín, A., y Moyá, J. *Life Reusing Posidonia*. Institut Balear de l'Habitatge (IBAVI), 2018.
- Regueiro, N. *Calidad del aire interior en viviendas: determinación de las necesidades de ventilación por concentración de CO2*. Trabajo de Fin de Grado, Universidad de Valladolid, 2022.
- Zhai, P., et al. "Resumen para responsables de políticas." En *Calentamiento global de 1,5 °C: Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1,5 °C con respecto a*



*los niveles preindustriales y las trayectorias correspondientes que deberían seguir las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, en el contexto del reforzamiento de la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, el desarrollo sostenible y los esfuerzos por erradicar la pobreza,* editado por M.

## **Ilustraciones**

Ilustración 3\_En Aragón la tierra se quiebra por falta de agua. Fotografía de Kike Calvo. Fuente: National Geographic

Ilustración 2\_ El agua de deshielo ha excavado un cañón de 45 metros de profundidad en el hielo de Groenlandia. Fotografía de James Balog. Fuente: National Geographic”True Colors”

Ilustración 3\_ Fuego arrasa los bosques cercanos a la Costa da Morte, en A Coruña. Fotografía de Xurxo Lobato. Fuente: National Geographic

Ilustración 4\_ Fases de la economía circular frente a la prevención de residuos en la UE. Fuente: Tribunal de Cuentas Europeo, a partir del documento de la Comisión «Cohesion policy support for the circular economy», junio de 2016, y de la Directiva marco sobre los residuos.

Ilustración 5\_Reinterpretación a partir del gráfico: El metabolismo lineal. Fuente: Exposición Barcelona. Los nuevos realistas. Arquitectura catalana y balear desde la crisis del 2008

Ilustración 6\_Reinterpretación a partir del gráfico: El metabolismo circular. Fuente: Exposición Barcelona. Los nuevos realistas. Arquitectura catalana y balear desde la crisis del 2008

Ilustración 7\_ Reinterpretación a partir del gráfico: El metabolismo social, según González de Medina y Toledo. Fuente: Exposición Barcelona. Los nuevos realistas. Arquitectura catalana y balear desde la crisis del 2008

Ilustración 8\_ Representación de ventilación cruzada. Elaboración propia

Ilustración 9\_Diagramas de confort antes y después de aplicar dos estrategias: ventilación natural bajo cubierta e incorporación de ventiladores en el techo. Proyecto para 35 viviendas en palma promovidos por el IBAVI, de DATAE. Fuente: Exposición Barcelona. Los nuevos realistas. Arquitectura catalana y balear desde la crisis del 2008

Ilustración 10\_Reinterpretación gráfico: Emisiones de carbono incorporadas a diferentes revestimientos de fachada (Kg, CO<sub>2</sub>, eq./m<sup>2</sup>). Fuente: Exposición Barcelona. Los nuevos realistas. Arquitectura catalana y balear desde la crisis del 2008

Ilustración 11\_Diagrama parámetros de confort. Fuente: Peris Toral Arquitectes

Ilustración 14\_Reinterpretación gráfico humedad ideal en un 50-60%. Fuente: Peris Toral Arquitectes

Ilustración 13\_ Componentes del IBAVI. Fuente: El Croquis editorial (2023). Fotografía: Jesús Granada

Ilustración 14\_ Cris Ballester Parets (directora de vivienda y arquitectura del Gobierno de las islas Baleares, y hasta 2022 gerente del IBAVI) y Carles Oliver Barceló (actual responsable del Departamento Técnico del IBAVI). Fuente: El Croquis editorial (2023)

Ilustración 15\_Losas de marés. 35 VPP en Fornaris, Palma. Fuente: El Croquis editorial (2023).

Ilustración 16\_Cantera de piedra de marés. Fuente: El Croquis editorial (2023).

Ilustración 17\_ Fachada con piedra marés. Fuente: El Croquis editorial (2023).

Ilustración 18\_ Posidonia oceánica a orillas del mar. Fuente:  
<http://reusingposidonia.com/posidonia/>

Ilustración 19\_ Posidonia oceánica. Fuente: <https://www.fundacionaquae.org/wiki/posidonia-una-planta-no-alga-marina-imprescindible/>

Ilustración 20\_ Posidonia oceánica. Fuente: <https://www.baleares-sinfronteras.com/2021/09/07/el-ibavi-utiliza-posidonia-seca-como-aislante-en-otra-de-las-promociones-de-vivienda-publica-en-palma/>

Ilustración 21\_ Enlucido de mortero de cal. 42 VPP en Cós 49-53. Fuente: El Croquis editorial (2023).

Ilustración 22\_ Imagen 14 VPP Sant Jaume. Fuente: El Croquis (2023)

Ilustración 23\_ Imagen 5 VPP Regal. Fuente: El Croquis (2023)

Ilustración 24\_ Imagen 14 VPP Sant Jaume. Fuente: El Croquis (2023)

Ilustración 25\_ Imagen 6 VPP Ses Monges. Fuente: El Croquis (2023)

Ilustración 26\_ Emplazamiento proyectos seleccionados. Elaboración propia

Ilustración 27\_ Imagen exterior. 43 VPP en Ibiza. Fuente: Peris Toral Arquitectes. Fotografía por Jose Hevia.

Ilustración 28\_ Emplazamiento 43 VPP en Ibiza. Fuente: Peris Toral Arquitectes

Ilustración 29\_ Clima Baleares. Fuente: Peris Toral Arquitectes

Ilustración 30\_ Temperatura máxima y mínima promedio en Ibiza. Fuente:  
<https://es.weatherspark.com/y/45843/Clima-promedio-en-Ibiza-Espa%C3%B1a-durante-todo-el-a%C3%B1o>

Ilustración 31\_ Nivel de comodidad de la humedad en Ibiza (porcentaje de tiempo pasado en varios niveles de comodidad de humedad, categorizado por el punto de rocío). Fuente:  
<https://es.weatherspark.com/y/45843/Clima-promedio-en-Ibiza-Espa%C3%B1a-durante-todo-el-a%C3%B1o>

Ilustración 32\_ Planta tipo 43 VPP en Ibiza. Peris Toral Arquitectes. Editado propio. E: 300.

Ilustración 33\_ Sección 43 VPP en Ibiza. Peris Toral Arquitectes. Editado propio. E: 300.

Ilustración 34\_ Imagen patio. 43 VPP en Ibiza. Fuente: Peris Toral Arquitectes. Fotografía por Jose Hevia.

Ilustración 35\_ Imagen patio. 43 VPP en Ibiza. Fuente: Peris Toral Arquitectes. Fotografía por Jose Hevia.

Ilustración 36\_ Imagen celosía patio. 43 VPP en Ibiza. Fuente: Peris Toral Arquitectes. Fotografía por Jose Hevia

Ilustración 37\_Imagen celosía patio. 43 VPP en Ibiza. Fuente: Peris Toral Arquitectes. Fotografía por Jose Hevia.

Ilustración 38\_Imagen exterior. 43 VPP en Ibiza. Fuente: Peris Toral Arquitectes. Fotografía por Jose Hevia.

Ilustración 39\_Imagen exterior. 43 VPP en Ibiza. Fuente: Peris Toral Arquitectes. Fotografía por Jose Hevia.

Ilustración 40\_Imagen muros de carga de BTC. Fuente: Peris Toral Arquitectes. Fotografía por Jose Hevia.

Ilustración 41\_Imagen BTC. Fuente: Peris Toral Arquitectes. Fotografía por Jose Hevia.

Ilustración 42\_Imagen forjado de hormigón. Fuente: Peris Toral Arquitectes. Fotografía por Jose Hevia.

Ilustración 43\_Imagen forjado de hormigón. Fuente: Peris Toral Arquitectes. Fotografía por Jose Hevia.

Ilustración 44\_Reinterpretación gráfico: Ubicación materiales obra 43 VPP en Ibiza. Fuente: Peris Toral Arquitectes

Ilustración 45\_Gráfico movimiento aire sin ventilador en invierno. Fuente: Peris Toral Arquitectes

Ilustración 46\_ Gráfico movimiento aire con ventilador en invierno. Fuente: Peris Toral Arquitectes

Ilustración 47\_Reinterpretación a partir del gráfico: Renovación del aire del atrio. Fuente: Peris Toral Arquitectes

Ilustración 485\_Gráfico movimiento del aire con ventilador en verano. Fuente: Peris Toral Arquitectes

Ilustración 49\_ Reinterpretación del gráfico de cómo actúa el edificio en invierno. Fuente Peris Toral Arquitectes

Ilustración 50\_ Reinterpretación del gráfico de cómo actúa el edificio en verano. Fuente Peris Toral Arquitectes

Ilustración 516\_ Axonometría constructiva. 43 VPP en Ibiza. Fuente: El Croquis editorial (2023)

Ilustración 52\_Imagen exterior. 24 VPP en Ibiza. Fuente: 08014 Arquitectura. Fotografía por Pol Viladoms.

Ilustración 537\_Plano situación 24 VPP en Ibiza. Fuente: 08014 Arquitectura

Ilustración 54\_ Planta tipo 24 VPP en Ibiza. 08014 arquitectura. Editado propio. E: 300.

Ilustración 55\_Sección 24 VPP en Ibiza. 08014 arquitectura. Editado propio. E: 300.

Ilustración 56\_Reinterpretación a partir del gráfico: Atrios bioclimáticos 42 VPP en Ibiza. Fuente: 08014 Arquitectura

Ilustración 57\_Imagen desde el patio. 24 VPP en Ibiza. Fuente: 08014 Arquitectura. Fotografía por Pol Viladoms.

Ilustración 58\_Imagen desde el patio. 24 VPP en Ibiza. Fuente: 08014 Arquitectura. Fotografía por Pol Viladoms.

Ilustración 59\_Ventilación fachadas atrios. 24 VPP en Ibiza. Fuente: 08014 Arquitectura

Ilustración 60\_Imagen persiana de madera. 24 VPP en Ibiza. Fuente: 08014 Arquitectura. Fotografía por Pol Viladoms.

Ilustración 61\_Imagen persiana de madera. 24 VPP en Ibiza. Fuente: 08014 Arquitectura. Fotografía por Pol Viladoms.

Ilustración 62\_Excavación – acopio de tierras – filtración a tierra fina – relleno de muros de termoarcilla. 24 VPP en Ibiza. Fuente: 08014 Arquitectura

Ilustración 63\_Reinterpretación de detalle de fachada. 24 VPP en Ibiza. Fuente: 08014 Arquitectura

Ilustración 64\_Imagen interior. 24 VPP en Ibiza. Fuente: 08014 Arquitectura. Fotografía por Pol Viladoms.

Ilustración 65\_Imagen interior. 43 VPP en Ibiza. Fuente: 08014 Arquitectura. Fotografía por Pol Viladoms.

Ilustración 66\_Posidonia seca como aislamiento de cubierta. 24 VPP en Ibiza. Fuente: 08014 Arquitectura

Ilustración 67\_Reinterpretación de sección termodinámica. 24 VPP en Ibiza. Fuente: 08014 Arquitectura

Ilustración 68\_Imagen atrio en verano. 24 VPP en Ibiza. Fuente: 08014 Arquitectura. Fotografía por Pol Viladoms.

Ilustración 69\_Imagen atrio en invierno. 24 VPP en Ibiza. Fuente: 08014 Arquitectura. Fotografía por Pol Viladoms.

Ilustración 70\_Axonometría constructiva. 24 VPP en Ibiza. Fuente: El Croquis editorial (2023)

Ilustración 71\_Imagen atrio 43 VPP en Ibiza. Fuente: Peris Toral Arquitectes. Fotografía por Jose Hevia.

Ilustración 72\_Imagen atrio 24 VPP en Ibiza. Fuente: 08014 Arquitectura. Fotografía por Pol Viladoms.

Ilustración 73\_Reinterpretación de sección fugada 43 VPP en Ibiza. Fuente: Peris Toral Arquitectes

Ilustración 74\_Reinterpretación de sección fugada 24 VPP en Ibiza. Fuente: 08014 arquitectura

## **Tablas**

Tabla 5\_Estrategias de circularidad. Fuente: Informe político Potting et al. (2017).

Tabla 6\_Análisis proyectos promovidos por el IBAVI.

Tabla 7\_ Cálculo emisiones. 43 VPP en Ibiza. Fuente: El Croquis (2023)

Tabla 8\_ Cálculo emisiones. 24 VPP en Ibiza. Fuente: El Croquis (2023)



