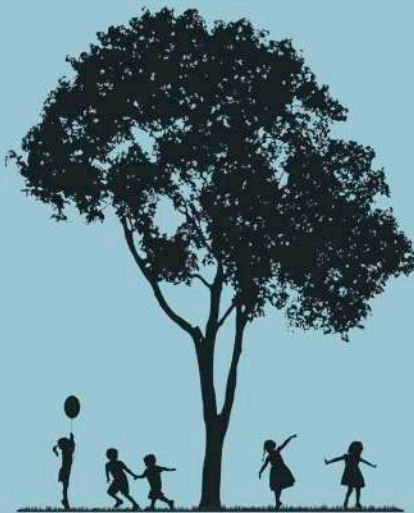


Estrategias arquitectónicas para la edificación sostenible en el clima mediterráneo

Autor: Pablo López Sánchez | Tutora: Carla Sentieri Omarrementeria | 2019 - 2020

TFG
2019



Escuela Técnica Superior de Arquitectura.
Grado en Fundamentos de la Arquitectura.
ETSAV | Universidad Politécnica de València.

Camino de Vera s/n. 46022, VALÈNCIA | Teléfono 963877110 | Fax 963877993



UNIVERSITAT
POLITÀCNICA
DE VALÈNCIA



ESCOLA TÈCNICA
SUPERIOR
D'ARQUITECTURA

Índice

01	Resumen	02
02	Introducción	04
02 01	Contexto de la arquitectura sostenible	04
02 02	Arquitectura en el entorno mediterráneo	06
02 03	Definición arquitectura sostenible	08
02 04	Arquitectos involucrados en el desarrollo sostenible	10
03	Objetivos y metodología	14
04	Listado de obras seleccionadas	15
05	Análisis de las obras elegidas	27
06	Comparativa de las distintas obras analizadas.	48
07	Conclusiones de los Indicadores de Sostenibilidad en las obras analizadas	53
07 01	La arquitectura y el lugar	53
07 02	La prefabricación y la reutilización	55
07 03	Las instalaciones del proyecto	57
07 04	La materialización del proyecto	61
07 05	La arquitectura, la sociedad y la responsabilidad del arquitecto	64
08	Bibliografía	67
09	Créditos fotográficos	70

01 | Resumen

“Estrategias arquitectónicas para la edificación sostenible en el clima mediterráneo.”

El presente Trabajo Final de Grado recopila y analiza obras que tienen como criterio proyectual la sostenibilidad. En primer lugar, se pone en contexto la arquitectura sostenible en el entorno mediterráneo, se propone una definición y se nombran aquellos profesionales involucrados. En segundo lugar, se explica la metodología empleada para la realización del trabajo. En tercer lugar, se realiza el análisis de las distintas obras seleccionadas y se obtienen una serie de conclusiones. Dichas conclusiones contemplan los objetivos de los proyectos, las estrategias utilizadas y, además, se comparan las obras con un mayor carácter prefabricado respecto de las que emplean mayor mano de obra. A modo de conclusión, se recopila una serie de indicadores de sostenibilidad donde se relacionan la arquitectura sostenible respecto del lugar, la prefabricación, la reutilización, las instalaciones, la materialización, la sociedad y la responsabilidad del arquitecto.

“Architectural strategies for sustainable building in the Mediterranean climate.”

The present final grade work collects and analyzes buildings that have sustainability as a projective criterion. Firstly, sustainable architecture is put into context in the Mediterranean environment. A definition is proposed and those involved professionals are named. Secondly, the methodology to carry out the work is explained. Thirdly, the analysis of the different selected works is carried out and a series of conclusions are obtained. These conclusions contemplate the objectives of the projects and the strategies used. In addition, those buildings with a greater prefabricated character are compared with those that employ greater labor. By way of conclusion, a series of sustainability indicators are compiled where sustainable architecture is related to the place, prefabrication, reuse, facilities, materialization, society and the architect's responsibility.

“ Estratègies arquitectòniques per a l'edificació sostenible en el clima mediterrani”

El present Treball Final de Grau recopila i analitza obres que tenen com a criteri projectual la sostenibilitat. En primer lloc, es posa en context l'arquitectura sostenible en l'entorn mediterrani, es proposa una definició i es nomenen aquells professionals involucrats. En segon lloc, s'explica la metodologia emprada per a la realització del treball. En tercer lloc, es realitza l'anàlisi de les diferents obres seleccionades i s'obtenen una sèrie de conclusions. Aquestes conclusions contemplen els objectius dels projectes, les estratègies utilitzades i, a més, es comparen les obres amb un major caràcter prefabricat respecte de les quals empen major mà d'obra. A manera de conclusió, es recopila una sèrie d'indicadors de sostenibilitat on es relacionen l'arquitectura sostenible respecte del lloc, la prefabricació, la reutilització, les instal·lacions, la materialització, la societat i la responsabilitat de l'arquitecte.

02 | Introducción

De acuerdo con numerosos estudios e investigaciones, el actual ritmo de crecimiento demográfico aumenta año tras año a una velocidad que podría duplicar la población humana mundial antes de mediados del próximo siglo. La utilización actual excesiva de recursos naturales y el impacto sobre el medio ambiente supone una disminución de los recursos para las futuras generaciones.

El presente trabajo pretende mostrar una idea global sobre la arquitectura sostenible en el entorno mediterráneo, poniéndola en el contexto actual, definiendo cuáles son sus principios y estudiando ejemplos de arquitectos contemporáneos que afrontan sus proyectos con diversas estrategias arquitectónicas que tienen como premisa principal criterios de sostenibilidad. Además, tiene como finalidad una reflexión sobre un pensamiento arquitectónico vinculado al desarrollo sostenible. De este modo, pretende dar a conocer distintos recursos o estrategias que sirvan como apoyo para afrontar el cambio climático.

02 | 01 Contexto de la arquitectura sostenible

Vivimos en un mundo cambiante donde fenómenos como el cambio climático por la deforestación de bosques, los incendios, las emisiones de CO₂, el efecto invernadero, etc están afectando a la destrucción de ecosistemas, la pérdida de especies en peligro de extinción, el deterioro de la capa de ozono, etc. Todas ellas se pueden atribuir a las actividades económicas de la actualidad. Los sistemas de transporte, la industria y la construcción son los principales responsables del deterioro del planeta.

Las personas pasan más del 90% de su vida en un entorno construido, lo cual implica que sea uno de las principales culpables de la contaminación del planeta. En general, las edificaciones consumen entre el 20% y el 50% de los recursos físicos según el entorno donde se hallen, contribuyendo con ello al deterioro del medio ambiente.

La construcción y la industria asociada es la mayor consumidora de recursos naturales como madera, agua, energía y minerales. Además, los edificios ya construidos son causa directa de contaminación por las emisiones que producen o por su impacto sobre el territorio, además de ser una fuente indirecta por el consumo de energía y agua que se necesitan para su funcionamiento.

La extracción de los recursos minerales, la deposición de los residuos originados, junto con las emisiones tóxicas y el envenenamiento de las aguas subterráneas es un coste ecológico que se une a la cantidad de residuos que originan la construcción y derribo de

de los edificios. Con el reciclado y la reutilización de los residuos de demolición y de la propia construcción, el impacto ambiental podría disminuir y con ello se evitaría su posterior vertido e incineración.

Otro aspecto que se debe tener en cuenta son los edificios herméticos, nuevos o rehabilitados, con climatización controlada, crean atmósferas insalubres para sus ocupantes, pudiendo aparecer el “síndrome del edificio enfermo”. Estos edificios retienen compuestos orgánicos volátiles (COV) con concentraciones centenares de veces más altas que en el exterior. El exceso de dichos aparatos de climatización en los lugares donde habitamos pueden llegar a ser un peligro para la salud de las personas. Es decir, las máquinas de climatización no deben ser la única solución para generar el confort y salubridad necesaria para el interior de los espacios proyectados.⁰¹

Aplicando principios de sostenibilidad en la construcción, como la utilización racional de los recursos naturales, la mayor reutilización de los recursos, una gestión del ciclo de vida y la reducción de la energía utilizada, nos acercarán a la regeneración urbana, favoreciendo la reutilización de las viviendas existentes y mejorando su eficiencia energética y medioambiental. La vivienda estará interrelacionada con su entorno y con la política de suelo en el marco de la construcción de la ciudad.

Es por tanto que, si se realiza un correcto planteamiento urbano donde la circulación principal sea el peatón y exista un sistema de transporte público adecuado, puede contribuir a una disminución energética y al ahorro de los recursos naturales. La creación de espacios verdes que ayuden a reducir las emisiones de CO₂ en ciudades, el tratamiento obligatorio de los desechos de la construcción, el mantenimiento y rehabilitación de viviendas y la utilización de materiales constructivos sostenibles son factores que, junto a una adecuada concienciación social, son necesarios para el desarrollo sostenible.⁰²

01: La construcción sostenible. El estado de la cuestión. (1998, Enero 31). Recuperado de <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n4/apala.html>

02: Bach, A; y Bach, E. (2015). *Más vivienda por menos*. Barcelona: Los libros de la Catarata.

02 | 02 Arquitectura en el entorno mediterráneo

Durante el estudio de numerosos artículos, conferencias y lectura de distintos libros sobre arquitectura sostenible se planteó que este trabajo se centrara en el entorno mediterráneo. Esta decisión fue tomada por dos motivos principales: en primer lugar, porque se trata de la arquitectura del entorno inmediato; y en segundo lugar, porque supone una mayor complejidad respecto al resto de climas.⁰³

Esto se debe a que la arquitectura dentro del entorno mediterráneo debe ser adaptable tanto a los períodos de frío como de calor. Por ello, su elección implica una visión más completa sobre cómo proyectar de manera sostenible, dada la consideración sobre el clima. Para explicar mejor la importancia del clima y del entorno, se recurre a un pequeño fragmento del libro “Arquitectura y Climas” de Rafael Serra:

“ Los edificios son barreras a la lluvia, al viento y, a veces, filtros sutiles a la luz y al calor. Rodeados de entornos variables, donde cambian el día y la noche, el calor y el frío, el viento y la calma, la lluvia y el sol; se convierten en refugios de artificiales condiciones, como islas de tranquilidad en un mundo incómodo. Porque si la arquitectura es clima, también es verdad que son muchos los climas que en ella intervienen: climas de invierno y de verano, climas de luz y de calor, climas de transición entre el interior y exterior, climas en la arquitectura popular o en la arquitectura representativa, climas naturales o climas artificiales y, por último, incluso, están los climas que no son climas, climas sonoros, psicológicos, mágicos, con los que se genera la infinita variedad de los espacios arquitectónicos.

Estudiar los climas de la arquitectura puede resultar difícil debido a la complejidad de dichos climas. Si hacemos, simplificando, una primera aproximación al problema, tomando sólo en el más estricto sentido térmico la palabra “clima”, resulta que dicho clima depende de cuatro parámetros, de la temperatura del aire, de la radiación, de la humedad y del movimiento del aire; difícil sencillez que resume tantas variedades en sólo cuatro valores. Pero en realidad entenderemos el clima o los climas de la arquitectura en un sentido más amplio, incluyendo todos aquellos fenómenos ambientales que actúan sobre los ocupantes de un edificio, influyendo sobre su bienestar y sobre su percepción a la vez, se trate de sensaciones térmicas, táctiles, visuales, auditivas, etc.

Hablando en el sentido más convencional del término, los climas sobre la superficie de nuestro planeta son muy variados, cálidos o fríos, seco o húmedos. Cambian según la

03: Díaz, M. (2018). *Arquitectura y cambio climático*. Barcelona: Los libros de la Catarata. pp. 78-81.

época del año, con la variación de la altura del sol o según el régimen de vientos. De toda esta variedad de climas, cuando analizamos la arquitectura, simplificamos casos-tipo representativos de las constricciones del entorno”

“Otro tipo climático a considerar es el de los climas templados, donde se presentan acusados cambios de condiciones a lo largo del año, como es el caso del clima mediterráneo. Paradójicamente, es en estos climas donde la arquitectura se hace más compleja, al tener que ser adaptable, aunque sea para cortos períodos de tiempo, a todo el espectro de los tipos básicos de clima que hemos comentado hasta aquí. Así, el problema básico de estos climas no es su dureza, sino el hecho de que, casi en cualquier período del año y hora del día, pueden presentarse condiciones de signo contrario: problema de frío en invierno, que puede ser seco o húmedo (distinción que en este caso sí es importante); problema de calor en verano, que también puede ser seco o húmedo y casi tan intenso como en otros climas extremados, aunque los períodos de tiempo sean siempre más cortos, y finalmente, el problema del clima variable que, en las estaciones intermedias, puede generar problemas de frío o de calor separados por cortos espacios de tiempo.

Aunque cada constricción por separado no sea realmente crítica, en conjunto hacen que la arquitectura de los climas templados tengan este mayor grado de complejidad, lo que hace más difícil desde el punto de vista del diseño.”⁰⁴

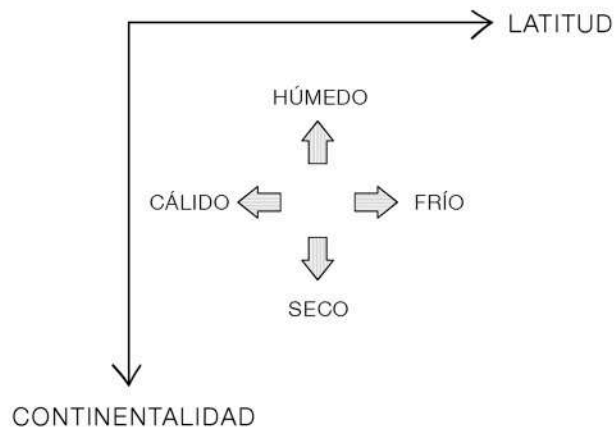


Imagen 01_Latitud /Continentalidad. Elaboración propia.

04: Serra, R. (1999). *Arquitectura y climas*. Barcelona: Gustavo Gili, SL

02 | 03 Definición arquitectura sostenible

El término arquitectura ha recibido numerosas definiciones a lo largo de la historia, cada una de ellas defendía su manera de entender dicha disciplina en un período determinado. Podemos apreciar algunas de estas definiciones de distintos grandes maestros para entender mejor el significado de la palabra arquitectura.

Leon Battista Alberti describía en su libro *De Re Aedificatoria* (1452) "...el arquitecto será aquel que con un método y un procedimiento determinados y dignos de admiración haya estudiado el modo de proyectar en teoría y también de llevar a cabo en la práctica cualquier obra que, a partir del desplazamiento de los pesos y la unión y el ensamble de los cuerpos, se adecue, de una forma hermosísima, a las necesidades más propias de los seres humanos" (del Proemio). "El arte de la construcción en su totalidad se compone del trazado y su materialización (...) el trazado será una puesta por escrito determinada y uniforme, concebida en abstracto, realizada a base de líneas y ángulos y llevada a término por una mente y una inteligencia culta." (del Lib. I, Cap. I).⁰⁵

J.N. Louis Durand decía en su libro *Precis des leçons d'Architecture* (1801-1803) "La arquitectura es el arte de componer y de realizar todos los edificios públicos y privados (...) conveniencia y economía son los medios que debe emplear naturalmente la arquitectura y las fuentes de las que debe extraer sus principios (...) para que un edificio sea conveniente es preciso que sea sólido, salubre y cómodo (...) un edificio será tanto menos costoso cuanto más simétrico, más regular y más simple sea."⁰⁶

Le Corbusier, mostraba en *Vers une Architecture* (1923) "La arquitectura está más allá de los hechos utilitarios. La arquitectura es un hecho plástico. (...) La arquitectura es el juego sabio, correcto, magnífico de los volúmenes bajo la luz. (...) Su significado y su tarea no es sólo reflejar la construcción y absorber una función, si por función se entiende la de la utilidad pura y simple, la del confort y la elegancia práctica. La arquitectura es arte en su sentido más elevado, es orden matemático, es teoría pura, armonía completa gracias a la exacta proporción de todas las relaciones: ésta es la "función" de la arquitectura."⁰⁷

Todas estas definiciones nos ayudan a entender mejor qué es la arquitectura. Sin embargo, la palabra "sostenible" es un término relativamente novedoso y complicado de definir, ya que alberga numerosos aspectos. En contraste con lo anterior, podríamos definir la arquitectura sostenible como aquella que, además de tener en cuenta las definiciones de

05, 06, 07: Definiciones de arquitectura. (2009, enero 30). Recuperado de <http://platea.pntic.mec.es/dgarciac/c0809/tif2web02/definiciones%20de%20arquitectura.html>

arquitectura anteriores, tiene en cuenta todos los conocimientos proyectuales, constructivos, técnicos, artísticos y que también protege el medio ambiente. Esto es posible siempre que se realicen las obras con el menor impacto posible en el medio, teniendo en cuenta siempre las limitaciones que posee cada proyecto. Por tanto, la arquitectura sostenible tiene en cuenta todos los factores que afectan al gasto energético en la elaboración de un edificio, desde la fase inicial de proyecto hasta su realización. Además, debe incluir su correcto funcionamiento y durabilidad en su evolución frente al tiempo. Todas estas fases proyectuales y constructivas deben respetar el lugar, la cultura, los valores sociales, las costumbres, la eficiencia de los materiales locales, el gasto energético, la economía y el medio ambiente. Se infiere que de esta manera se puede llegar a conseguir una arquitectura de calidad y comprometida con el cambio climático, es decir, una arquitectura sostenible.⁰⁸

Existen distintos aspectos que deben estar presentes en la arquitectura sostenible:⁰⁹

- La consideración de las condiciones climáticas, hidrográficas y los ecosistemas del entorno serán necesarias antes de realizar la edificación, de este modo se podrá estudiar con detenimiento un proyecto que sea lo más adecuado al medio, obteniendo un mayor rendimiento energético y proporcionando el menor impacto posible.

- En el caso de los materiales de construcción, se deberá estudiar la eficacia y la cantidad de dicho material en obra. De este modo, el ajuste económico será más eficiente y se generarán menos residuos. Además, primarán aquellos materiales con bajo contenido energético frente a los de alto contenido energético.

- La eficiencia energética de la edificación será un punto muy significativo a la hora de evaluar el comportamiento y mantenimiento del mismo. Es por ello, que toda reducción en el consumo de energía para calefacción, refrigeración e iluminación será imprescindible a la hora de elaborar los proyectos.

- Durante el proceso de diseño se minimizará el balance energético global de la edificación. De esta manera, aprovecharemos al máximo la energía durante la etapa de construcción y en la etapa de servicio del mismo.

08: Bach, A; y Bach, E. (2015). *Más vivienda por menos*. Barcelona: Los libros de la Catarata. pp.24-27

09: Sustentable & Sostenible. (2013, noviembre 2). Recuperado de <https://blog.deltoroantunez.com/2013/11/definicion-arquitectura-sostenible.html>

- Toda edificación sostenible debe tener en cuenta el cumplimiento de los requisitos de confort higrotérmico, salubridad, iluminación y habitabilidad.

- El uso de instalaciones para la obtención de energía eléctrica o agua caliente con placas fotovoltaicas y solares son también un aspecto compatible con el desarrollo sostenible. No obstante, no debemos olvidar que el uso responsable de dichos recursos por parte de los usuarios es imprescindible para el correcto funcionamiento del edificio.

02 | 04 Arquitectos involucrados en el desarrollo sostenible

En la actualidad, la sociedad está expuesta a cambios constantes. En menos de 10 años la tecnología ha avanzado de manera exponencial, modificando nuestra forma de vivir e, incluso, de relacionarnos. La aparición de nuevos materiales y productos pueden producir en ciertos usuarios confusión a la hora de reciclar, pudiendo llegar a desorientar a las personas más mayores. Es probable que este problema esté relacionado directamente con los numerosos cambios realizados en estos últimos años, y esto es algo que ocurre a menudo, no sólo en los consumidores, sino también en las empresas. La gran mayoría de ellas tienen modelos de funcionamiento que no son compatibles con el desarrollo sostenible. Por ello, se describen a continuación estos distintos modelos de funcionamiento.

- La economía lineal. El modelo lineal está presente en la mayoría de empresas a nivel global. Las empresas crean distintos productos a través del consumo de energía y de materias primas que posteriormente las personas utilizan y mantienen hasta que finaliza su vida útil. Una vez terminada la vida útil de dichos productos, se vierten como desechos y se generan residuos. Este modelo es insostenible, ya que se desaprovechan todos los recursos y no se reutilizan en la creación de nuevos productos.

- La economía del reciclado. El modelo del reciclado se diferencia del anterior en el hecho de que los productos o las materias primas pueden ser reciclados un número limitado de veces. Las materias primas se extraen, se transforman, se convierten en productos que posteriormente se utilizan. Una vez terminada su vida útil se recicla dicha materia prima para otro uso hasta que el proceso finaliza y se convierte en desechos. Este sistema tiene ventajas respecto del anterior ya que se generan menos residuos y se puede alargar la vida útil de las materias primas. Sin embargo, este modelo es insostenible porque sigue generando desechos una vez terminadas sus fases de reutilización.

- La economía circular. El modelo de economía circular presenta las mismas ventajas que el modelo del reciclado, con la diferencia de que, además, todos los productos pueden ser 100% reciclados y reutilizados un número ilimitado de veces. En este caso, tanto el consumidor como la empresa se ven beneficiados, ya que si todos los elementos son reciclables, las empresas pueden reducir sus costes en la fabricación de productos, pueden reducir el precio de ellos (lo cual, beneficia al consumidor). También se reduce notablemente el uso de materias primas y, con ello, su proceso de extracción, transformación y posterior fabricación. Es un beneficio mutuo tanto para el consumidor y las empresas como para el medio ambiente. Sin duda, este es el modelo a seguir para conseguir un modelo sostenible.

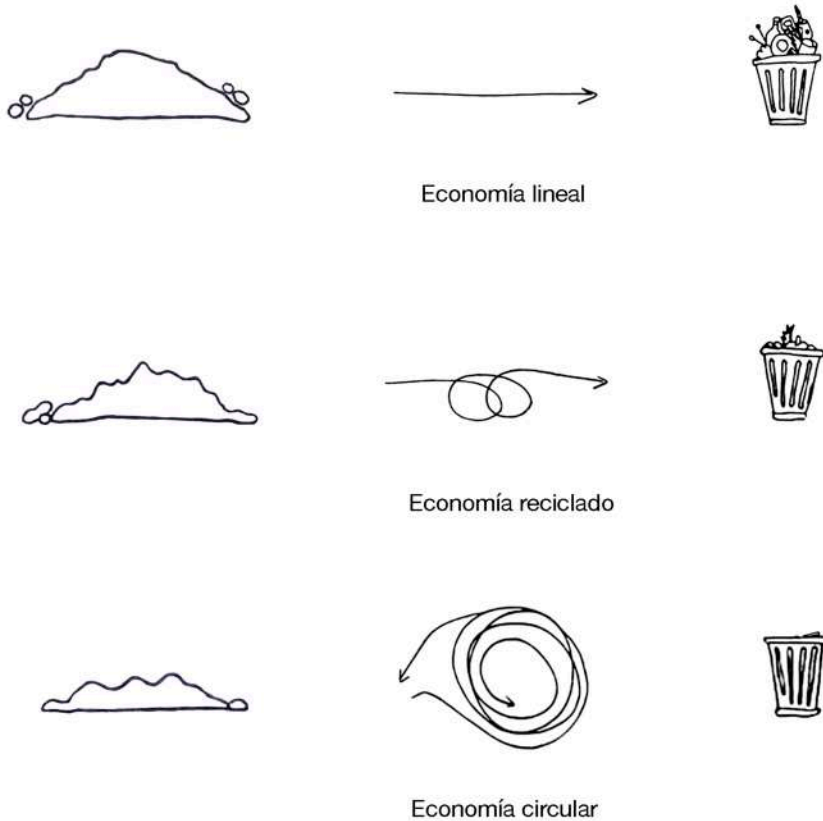


Imagen 02. Economía lineal, economía reciclado y economía circular. Elaboración propia.

Una vez definidos los distintos modelos de economía y sabiendo que la economía circular es la más apta para el desarrollo sostenible, el tema giraría en torno a qué profesionales en arquitectura están involucrados en ello. De este modo, será posible analizar sus obras y profundizar en los procesos seguidos en sus proyectos con la finalidad de asimilar su funcionamiento para su posterior utilidad en los proyectos arquitectónicos.

Aunque cada vez son más los estudios y profesionales que están adoptando estos parámetros para el desarrollo sostenible, son pocos los que optan por adoptar las medidas necesarias para cumplir con todos los condicionantes de sostenibilidad (económicos, sociales y medioambientales). Este desconocimiento sobre cómo tratar una obra de arquitectura de manera sostenible comienza desde las propias escuelas de arquitectura. Se podría decir que el desarrollo sostenible no se ha tenido en cuenta tanto como se desearía. Y, en cierto modo, los estudios de arquitectura no suelen tener como premisa principal que el edificio que va a ser construido sea lo más eficiente posible y se reduzca la energía necesaria durante el proceso constructivo. Además, los usuarios finales valoran más los aspectos estéticos que la eficiencia de la edificación. En cierto modo, el capricho de unos pocos puede llegar a ser uno de los peores enemigos para la sostenibilidad. Es necesario que, desde la fase de diseño, los estudios de arquitectura sean conscientes del impacto medioambiental que producen y expliquen a los usuarios las medidas adoptadas para conseguir que la obra sea sostenible.¹⁰

Las obras de Arquitectes recuerdan a una versión actualizada de la tríada vitruviana —firmitas, utilitas, venustas— (Firmeza, utilidad y belleza), las cuales ya fueron revisadas por Alberti al proponer —soliditas, commoditas, voluptas— (estabilidad, comodidad y deleite). En esta sencilla pero práctica expresión se halla además lo que la Ilustración Kantiana denominó como razón pura, el fundamento matemático y mecánico de la construcción que simplifican firmitas o soliditas; la razón práctica, la funcionalidad sugerida por utilitas o commoditas; y juicio, donde la estética y la belleza remiten al significado de venustas o voluptas.

En la actualidad, Rem Koolhaas ha propuesto un nuevo significado más adaptado a nuestra sociedad actual, “Comodidad, seguridad, sostenibilidad”, haciendo belleza y placer compatibles con la corrección política, ética y respetuosa con el medio ambiente y con el planeta. Una revolucionaria actualización del siglo XXI de la terna de prioridades que, desde la Antigüedad clásica, han acompañado a la arquitectura. La belleza (Venustas), la firmeza (Firmitas) y la utilidad (Utilitas).

10: Bach, A; y Bach, E. (2015). *Más vivienda por menos*. Barcelona: Los libros de la Catarata. pp. 21-22

Para la realización de este trabajo, se han analizado diversos estudios de arquitectura concienciados con el medio ambiente, analizando rigurosamente sus edificios. Por ello, y tras una larga búsqueda entre distintos profesionales y edificios del entorno mediterráneo, se ha decidido escoger el estudio de arquitectura Harquitectes. Este grupo de profesionales barceloneses tienen presente una nueva perspectiva proyectual para poder afrontar correctamente el cambio climático. El estudio está dirigido por cuatro arquitectos asociados; David Lorente Ibáñez (Granollers, 1972), Josep Ricart Uldemolins (Cerdanyola del Vallès, 1973), Xavier Ros Majó (Sabadell, 1972) y Roger Tudó Galí (Terrassa, 1973). Todos ellos son licenciados en la Escuela Técnica Superior Arquitectura del Vallés entre 1998 y 2000.¹¹

Con el objeto de simplificar todo lo comentado anteriormente, Harquitectes son cuatro arquitectos al servicio de clientes públicos y privados con sentido de la responsabilidad. Ellos intervienen en edificios patrimoniales y entornos urbanos, con el empeño de levantar obras sostenibles en energía, residuos, vida útil de los materiales y termodinámica. Su manera de proyectar y construir es inteligente, dado el uso de materiales económicos, estéticos y de calidad con el objetivo de mantener la disciplina presupuestaria que los caracteriza. En resumen, obras arquitectónicas buenas, bonitas y baratas. En palabras de Luis Fernández-Galiano: *“Es esta arquitectura la que hoy debe de hacerse, y con esa fórmula cotidiana invitamos a que se haga.”*¹²

11: Lorente, D; Ricart, J; Ros, X; y Tudó, R. (2015). Harquitectes. Barcelona: Àrea Productiva SLP. Recuperado de <http://www.harquitectes.com>

12: Fernández, L. (2018). Bueno, bonito, barato. *AV Monografías*, (202), pp. 3-5

03 | Objetivos y metodología

Este trabajo de Fin de Grado pretende mostrar una idea global sobre la arquitectura sostenible en el entorno mediterráneo, poniéndola en el contexto actual, definiendo cuáles son sus principios y estudiando algunos ejemplos de arquitectos contemporáneos que afrontan sus proyectos con diversas estrategias arquitectónicas que tienen como premisa principal criterios de sostenibilidad.

Los objetivos de este trabajo son, por tanto, investigar distintos ejemplos contemporáneos de arquitectura sostenible en el entorno mediterráneo para poder comprender qué es y el papel fundamental que desempeña en el día a día. El trabajo tiene como finalidad reflexionar sobre el pensamiento arquitectónico vinculado al desarrollo sostenible y, de este modo, dar información sobre distintos recursos y estrategias arquitectónicas que sirvan de apoyo para afrontar el cambio climático. El desarrollo del trabajo se ha organizado en las siguientes partes:

- Búsqueda de información en libros, artículos, revistas especializadas y trabajos realizados sobre la arquitectura sostenible y el cambio climático.
- Investigación de obras representativas para la arquitectura sostenible mediterránea, siendo una de las hipótesis principales para su elección la escala del edificio así como el entorno en el que se encuentran. Todas ellas son de mediana o gran escala con el objetivo de representar la dificultad que conlleva la aplicación de una arquitectura sostenible en edificios cuyo volumen supera la vivienda unifamiliar media.
- Contexto y análisis de las obras seleccionadas tratando de explicar las estrategias utilizadas en cada caso, el funcionamiento de las mismas y el uso de distintas materialidades para dar una idea global de aplicación de las mismas. En este caso las obras seleccionadas pertenecen al estudio de arquitectos barceloneses Harquitectes situado en Sabadell (Barcelona).
- Selección de los siguientes proyectos para su posterior análisis: Viviendas universitarias 912, Sant Cugat del Vallès (Barcelona) 2009-2001; Centro de Investigación ICTA-ICP 1102, Cerdanyola del Vallès (Barcelona) 2011-2014; Centro Cívico Cristalleries Planell 1015, Barcelona. 2012-2016; Viviendas universitarias 912, Sant Cugat del Vallès (Barcelona) 2009-2001.

04 | Listado de obras seleccionadas.

Viviendas universitarias 912, Sant Cugat del Vallès (Barcelona) 2009_2010



Imagen 03. Viviendas universitarias 912, recuperado de: harquitectes.com

El proyecto está situado en la misma parcela que la Escuela de Arquitectura del Vallés. El edificio se construye tras la realización de un concurso donde se planteaban tres retos: en primer lugar, construir un edificio destinado a la habitabilidad para estudiantes de arquitectura; en segundo lugar, cumplir con la certificación energética suiza Minergie la cual plantea un consumo menor a 38KW/hm²a; y en tercer lugar, realizar la edificación con un sistema innovador de construcción industrializada (EMI de Compact Hábit).

La posición del edificio es clave para entender su funcionamiento. El edificio pretende mantener un equilibrio entre el campus y los espacios exteriores. De esta forma, se interrelacionan las viviendas con el suelo del campus al mismo tiempo que se comunican los espacios exteriores y los recorridos adaptados para evitar el uso de ascensores. La topografía existente permite que los dos volúmenes principales se organicen en paralelo formando un espacio intermedio donde se sitúa el patio central. Los recorridos principales de acceso a las viviendas se encuentran a cota de suelo en concordancia con el patio central. Además, el patio central permite la colocación de cerramientos similares a los utilizados en invernaderos permitiendo con ello un “espacio intermedio” bioclimatizado que permita regular la temperatura para mejorar la eficiencia energética del edificio.

Para este proyecto Harquitectes propone una construcción industrializada formada por 62 bloques modulares: 57 pertenecen al bloque tipo de vivienda y los 5 módulos se destinan a usos comunitarios y accesos. Las ventajas de la prefabricación de los bloques permiten ahorrar tiempo, garantizar la ejecución de la obra, utilizar sistemas en seco y, con ello, minimizar los residuos de la propia obra. La flexibilidad que poseen estas viviendas permite a los estudiantes de arquitectura distribuir con total libertad los 40 metros cuadrados de los apartamentos. Los apartamentos poseen los elementos mínimos exigidos por la normativa. Los acabados del edificio tienen una apariencia de edificio inacabado, esto se realiza por dos ventajas principales, por un lado, ayuda a disminuir el impacto ambiental al utilizar menos recursos y, por otro, ofrece una expresión material novedosa.

El módulo prefabricado de hormigón se presenta sin acabados posteriores con el fin de aprovechar su textura, su materialidad y su inercia térmica. Mientras tanto, en el interior, los revestimientos son principalmente de madera contrachapada y se utilizan para el propio encofrado del hormigón. La madera es un material renovable que puede utilizarse como material de junta seca y no necesita de un acabado final. Por este motivo, los armarios de la cocina (de madera), se entregan a los estudiantes sin puertas pero con muchos estantes móviles para economizar y, al mismo tiempo, se expresa mejor el uso real del apartamento. Todos estos armarios de cocina, al prescindir de puertas y bisagras, evitan futuros problemas debido al uso de las mismas.

En el caso de las fachadas, se presentan revestimientos con una lógica industrializada de construcción en seco, ligero y reversible. En el cerramiento exterior se presenta en una fachada ventilada con un aislamiento de gran grosor combinado que protege del exterior. El cerramiento es transpirable y se combina con las membranas de estanqueidad para evitar la entrada de agua. Para las fachadas exteriores, más expuestas a la intemperie (las cuales se encuentran en los lados opuestos al patio), se resuelven mediante chapa galvanizada plegada para reducir el peso y la cantidad utilizada de material no renovable. El interior de la fachada utiliza paneles de madera contrachapada para su revestimiento.¹³

Conceptos clave:

- El uso de materiales renovables como la madera y duraderos en el tiempo como el hormigón.
- El carácter prefabricado y modular permite una construcción rápida y, además, una correcta ejecución en obra, evitando así futuros problemas en acabados.

13: Fernandez, L. (2018). Viviendas universitarias 912, Sant Cugat Del Vallès (Barcelona). *AV Monografias*, (202), pp. 30- 37.



Imagen 04. Viviendas universitarias 912, recuperado de: harquitectes.com

- La distribución del edificio con respecto al terreno permite recorridos adaptados. Los desniveles del terreno permiten un uso compatible para todos los usuarios.
- La reducción del peso con la utilización de materiales ligeros permite reducir los costes, el consumo energético y los residuos producidos por la construcción del edificio.



Imagen 05. Viviendas universitarias 912, recuperado de: harquitectes.com

Centro de Investigación ICTA-ICP 1102, Cerdanyola del Vallès (Barcelona) 2011-2014



Imagen 06. Centro Investigación ICTA-ICP 1102, recuperado de: arquitectes.com

El edificio ICTA-ICP es un centro destinado a la investigación en ciencias ambientales y paleontología que se encuentra situado en el campus de la Universidad Autónoma de Barcelona (Cerdanyola del Vallès). El edificio, al estar relacionado con las ciencias ambientales, se plantea desde el principio con criterios de sostenibilidad y se compone de cinco plantas sobre rasante y dos plantas subterráneas. Sobre rasante se encuentra la planta primera que cuenta con el vestíbulo de entrada, cafetería, aulas, salas de reunión y el área de administración; mientras que, las tres plantas siguientes, están destinadas a despachos y laboratorios. Por otra parte, la planta de cubierta está destinada a huertos y zonas de descanso. Bajo rasante, en los sótanos, se encuentran los almacenes, los laboratorios, aparcamientos y salas destinadas a instalaciones del edificio. En el caso de los despachos y los laboratorios, al ser habitual que generen calor, se diseñan de tal modo que es posible aprovechar su carga interna en invierno y disiparla en verano. El centro, además, posee una infraestructura flexible que permite cambiar fácilmente los usos del edificio en función de las necesidades de los usuarios.

Este centro se realiza mediante una estructura fabricada en hormigón armado. Este material posee una larga vida útil y tiene una gran inercia térmica, esto permite que colabore

directamente con el confort pasivo del edificio. La estructura, a su vez, está protegida con una piel bioclimática exterior construida con los mismos sistemas industrializados que se utilizan en la construcción de invernaderos agrícolas. Son los sistemas industrializados los que permiten la acción de apertura y cierre automático respecto del exterior. De esta forma, se regula la ventilación y se puede controlar la cantidad de energía solar que capta el cerramiento. Los cuatro patios verticales colaboran con la ventilación cruzada manteniendo un correcto confort interior en el edificio.

De esta manera, el uso de luz artificial disminuye y el gradiente de humedad se ajusta debido a la vegetación. En el interior, dentro del espacio atemperado, se encuentran unas cajas de madera, las cuales albergan unas aberturas practicables de vidrio que permiten su renovación de aire sin estar en contacto con el exterior. La posición de las cajas varía en cada planta en función de las necesidades de los usuarios.

Los tres diferentes ambientes que admite el edificio dependen directamente del grado de usufructo del mismo: se usan sistemas bioclimáticos y pasivos en los espacios intermedios; se enlaza la ventilación natural con sistemas radiantes y semipasivos en los despachos; y, finalmente, se emplea un funcionamiento convencional y hermético en aulas y laboratorios. Cada clima tiene sus sistemas asociados, de esta forma se optimiza el uso de energía. Además, existe una base de datos que procesa y gestiona las temperaturas de cada estancia mediante un sistema informático automatizado con el fin de controlar el consumo energético y de mejorar el confort. El comportamiento pasivo del campus quedaría maximizado de esta manera y, a su vez, el empleo de energías no renovables se disminuiría en gran medida.¹⁴

A modo de conclusión, el edificio se caracteriza por su adaptación continua y, como resultado, logra el propósito de utilizar al máximo los recursos naturales que ofrece el entorno.

Conceptos clave:

- La utilización de sistemas apropiados permiten aprovechar la carga interna producida en ciertos espacios a modo de mejora climática del edificio, reduciendo así el consumo de energía.
- El uso de materiales de larga duración como el hormigón armado y los sistemas industrializados similares a los invernaderos permiten controlar la radiación y la ventilación del edificio.

14: Fernandez, L. (2018). Centro de Investigación ICTA-ICP 1102, Cerdanyola del Vallès (Barcelona). *AV Monografías*, (202), pp. 60- 67.



Imagen 07. Centro Investigación ICTA-ICP 1102, recuperado de: harquitectes.com

- La distribución del edificio permite cierta flexibilidad de uso en función de las necesidades de los usuarios. Además, el edificio está adaptado para todos los usuarios.
- La separación de las estancias respecto del exterior del edificio permite cumplir con las necesidades de confort reduciendo el consumo energético.
- La utilización de sistemas radiantes y sistemas informáticos para regular de forma autónoma la temperatura interior del edificio permite utilizar siempre la energía que es estrictamente necesaria, es decir, ni en exceso, ni en defecto.



Imagen 08. Centro Investigación ICTA-ICP 1102, recuperado de: harquitectes.com

Centro Cívico Cristalleries Planell 1015 (Barcelona) 2012-2016



Imagen 09. Centro Cívico Cristalleries Planell 1015, recuperado de: harquitectes.com

En este equipamiento público se aloja un centro de formación destinada a adultos, además de una sede de normalización lingüística y se encuentra en una parcela de forma triangular en el distrito de Les Corts. La fachada de las antiguas Cristalerías Planell se establece en el año 1913 en la calle Anglesola, por lo que, al formar parte del patrimonio del barrio, se rehabilita como una de las tres caras que conforma el solar. Dicho patio juega un papel fundamental en cuanto a la distribución del espacio destinado a aulas. Los usos con mayor relación con el exterior quedan restringidos en la zona norte y corresponden con la entrada y los usos administrativos del centro. Entre ambos espacios, en la franja intermedia del edificio, se generan los espacios de comunicación horizontal, correspondientes a pasillos que comunican las distintas aulas y la zonas de aseos; los espacios de comunicación vertical, correspondientes a escaleras y ascensores; y, finalmente, el espacio donde se albergan el paso de instalaciones. La antigua fábrica de las Cristalerías Planell fabricaba una gran variedad de objetos elaborados con vidrio, tales como copas, vasos, jarrones, etc, que se exportaban internacionalmente. Con el paso del tiempo, la fábrica influyó mucho en el crecimiento del barrio. Por ello, Harquitectes realiza un guiño con una cornisa en vidrio de pavés y una cubierta con chimeneas translúcidas que simboliza y pone en contexto la antigua fábrica de vidrio con el nuevo uso. ¹⁵

El aire es uno de los componentes esenciales del proyecto. Harquitectes plantea en su principio de economía eludir el uso de máquinas de refrigeración. Para ello, el grupo de arquitectos utiliza un sistema de renovación del aire interior con la utilización de chimeneas. El movimiento del aire en condiciones naturales permite su circulación a través del edificio gracias a los principios físicos de continuidad de las masas de aire. Durante el invierno, se necesita controlar las pérdidas por renovación y, a su vez, amortizar la carga interna acumulada en el sistema estructural murario. El patio tiene una importancia vital para el proyecto ya que es el encargado de proveer el aire limpio, por lo que se podría considerar como un recuperador natural. Durante los meses de verano es necesario refrigerar el edificio. Para ello, se utilizan numerosas renovaciones de aire refrigerado, el cual proviene del uso de vegetación y espacios sombríos de los patios. Con ello, se disipa el máximo volumen posible de aire y se refrigeran todos los espacios. Para que este movimiento de aire sea posible, se hace uso de chimeneas solares y sombreros que utilizan las propiedades naturales del efecto Venturi. La ventilación cruzada entre patios no se lleva a cabo por la propia naturaleza del programa con el objetivo de evitar los conflictos acústicos.

El volumen final se corresponde con la geometría triangular del solar. La materialidad cerámica utilizada en este proyecto da respuesta al énfasis de contextualizar la antigua fachada patrimonial, de modo que quede integrada con el resto del edificio sin singularizarla. Por tanto, para tratar la nueva fachada se utilizan materiales y técnicas similares a las existentes en la antigua fachada sin olvidar las obligaciones de cerramiento, captación, ventilación de cámaras y patios. Lo nuevo y lo viejo conviven en una misma fachada. Además, la materialidad de la fachada tiene dos características importantes en el proyecto. Por un lado, se trata de muros portantes que albergan la capacidad estructural del edificio y, por otro, complementa a la mejora de luz de los patios utilizando bloques macizos de vidrio. Con los bloques vidrio se mejoran las condiciones de luz del patio norte, la captación solar (por efecto invernadero) en el patio sur y, además, vincula a la memoria de la antigua cristalería.¹⁶

Conceptos clave:

- La utilización de materiales cerámicos así como vidrios para contextualizar la obra actual con lo precedente, ensalzan una obra de restauración distinta sin dejar de lado los criterios de sostenibilidad.

15: Información recuperada de: conferencia y visita guiada de Josep Ricart Ulldemolins en Barcelona (Marzo 2018).

16: Fernandez, L. (2018). Centro Cívico Cristalleries Planea 1015, Barcelona. *AV Monografías*, (202), pp. 68- 77

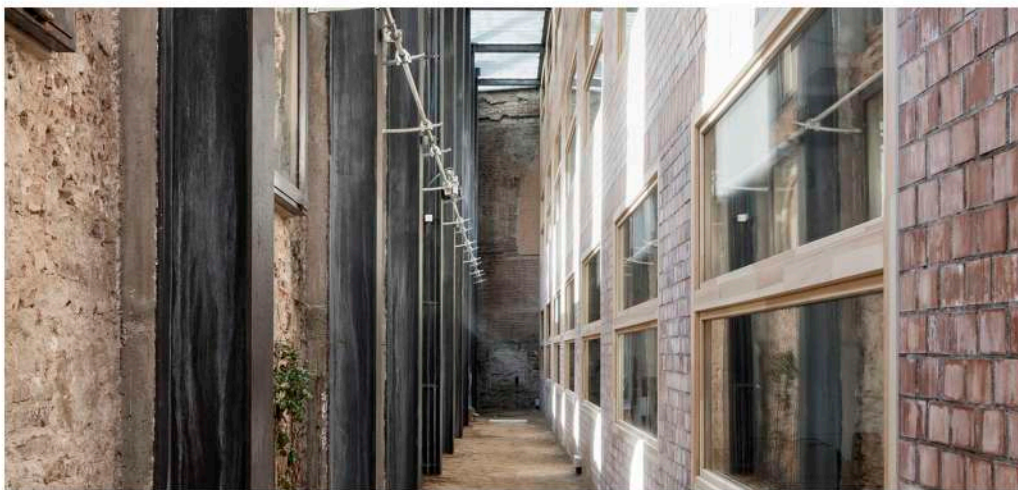


Imagen 10. Centro Cívico Cristeries Planell 1015, recuperado de: harquitectes.com

- El uso de las propiedades características del medio natural del lugar permiten que el aire, gracias a una serie de mecanismos industriales, realice una correcta renovación y climatización del edificio.
- La manera consciente de resolver cada uno de los espacios, el uso de instalaciones y la forma del edificio permiten maximizar el confort del usuario sin necesidad de utilizar máquinas de climatización.
- El uso inteligente del ladrillo como elemento estructural permite reducir el uso del hormigón. De esta forma, la energía embebida y el presupuesto final del edificio se minimizan sin renunciar a unos buenos acabados.

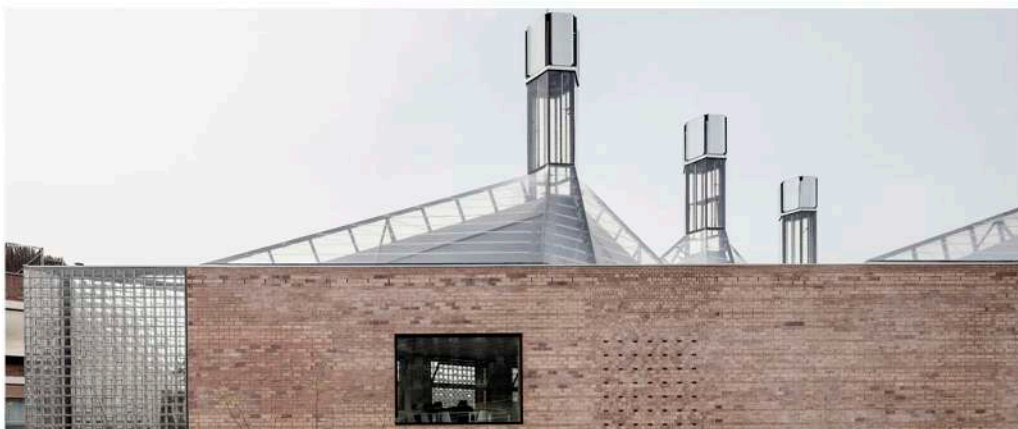


Imagen 11. Centro Cívico Cristeries Planell 1015, recuperado de: harquitectes.com

Centro Cívico Lleialtat Santsenca 1214 (Barcelona) 2012-2017



Imagen 12. Centro Cívico Lleialtat Santsenca 1214, recuperado de: harquitectes.com

Tres principios son los que definen el proyecto: el reconocimiento de la importancia de Lleialtat Santsenca (1928), una antigua cooperativa obrera que se encuentra en el barrio de Sants; el conocimiento preciso del estado físico del edificio con el objetivo de emplear todo aquello que sea aprovechable; y la sensibilidad de la evolución colaborativa que se inició en el barrio en 2009 con el fin de recuperar el edificio.

Para llevar a cabo dicha acción, se sugirieron cuatro metas básicas: en primer lugar, reutilizar todo lo que se pudiera y derribar todo aquello que no fuera apto para ello; en segundo lugar, presentar una estrategia que definiera las actividades esenciales, ya fueran de carácter conservador o aditivo, con el objetivo de recuperar el uso potencial de los espacios; en tercer lugar, emprender un coloquio entre la preexistencia y la nueva edificación, con el objetivo de mantener el aspecto envejecido de la edificación como reflejo de su historia; y, por último, confeccionar un planteamiento sostenible del edificio en su totalidad, incluyendo tanto lo preexistente y como lo posterior.¹⁷

El proyecto alberga tres cuerpos estructurales: el principal, con su fachada hacia las calles Altafulla y Olzinelles y alojando las dos salas principales (un salón de actos en la planta primera y un antiguo comercio en la planta baja); el central, al que se puede acce-

der por la calle Altafulla; y el interior, el cual no tiene acceso a la calle y que compone una forma de L junto al cuerpo estructural principal y central. Los cuerpos fueron unidos a través de un vaciado longitudinal debido a la falta de salubridad en todos ellos, de tal manera que las salas, tanto antiguas como nuevas, también quedaron unidas mediante un recorrido gradual desde las piezas públicas a las privadas. El vaciado se basó en el derribo de la crujía en su totalidad con el objetivo de convertir la calle Olzinelles en una calle interior cuya prolongación en el segundo cuerpo se consigue maximizando el patio de luces. Un triple espacio contiguo al vaciado se encuentra detrás del cuerpo estructural. La serie de vaciados compone un atrio configurado con rastros físicos que ayudan a identificar la historia del edificio, que se encuentra contrapuesto a la fachada original y que aporta luz y ventilación en todas las salas, jugando un papel fundamental en la edificación. De este modo, el edificio posee luz natural durante prácticamente todo el día sin tener la necesidad de consumir luz artificial.

Para la rehabilitación del edificio sólo las cerchas de la sala principal fueron aptas para ser reutilizadas, teniendo que construir una cubierta nueva asociada al cuerpo estructural. Son tres cubiertas a dos aguas, ligeras, de chapa aislada en el norte y de policarbonato celular en el sur. Se encuentran sobre una estructura metálica, facilitando la entrada de luz natural en el patio y la ventilación gracias a las ventanas situadas en la parte superior con el objetivo de causar convenciones naturales.

El atrio está inspirado en el Teatro Oficina de Lina Bo Bardi. Este es un espacio bioclimatizado que queda entre la fachada original y la nueva cuya función es vertebrar las circulaciones mediante una serie de pasarelas que recuerdan a la figura de los andamios utilizados en la construcción. Por otro lado, las tres cubiertas ligeras (chapa metálica tipo panel sándwich) posibilitan la entrada de luz natural, un correcto aislamiento y la ventilación del edificio. Esto, junto con otras estrategias pasivas basadas en la inercia térmica y el aislamiento, permiten que el edificio sea autónomo climáticamente.¹⁸

Conceptos clave:

- El edificio consigue contextualizar la antigua cooperativa preexistente con la nueva intervención sin perder la idea del significado del lugar. Esto lo consigue dejando la huella de aquellos elementos anteriores como las antiguas medianeras y ciertos espacios como un antiguo salón de actos. Todo ello se realiza sin prescindir en ningún momento de los criterios de sostenibilidad.

17: Información recuperada: conferencia y visita guiada de Josep Ricart Ulldemolins en Barcelona (Marzo 2018).

18: Fernandez, L. (2018). Centro Cívico Lleialtat Santseuca 1214, Barcelona. *AV Monografías*, (202), pp. 78- 85.



Imagen 13. Centro Cívico Lleialtat Santsenca 1214, recuperado de: harquitectes.com

- La distribución de los distintos espacios que componen el programa junto los patios que se abren permiten realizar vaciados para facilitar la entrada de luz natural y la renovación de aire a través de las ventanas superiores de cubierta.
- El edificio utiliza materiales cerámicos y con estructuras de acero, las cuales permiten reforzar la estructura y ofrecen la posibilidad de ser desmontables para un uso posterior. Por tanto, la idea de reutilizar, reducir y reciclar está presente en el proyecto.
- La protección de la cubierta y los mecanismos de apertura-cierre permiten un control autónomo del clima del edificio garantizado un confort adecuado en su interior tanto en invierno como en verano.

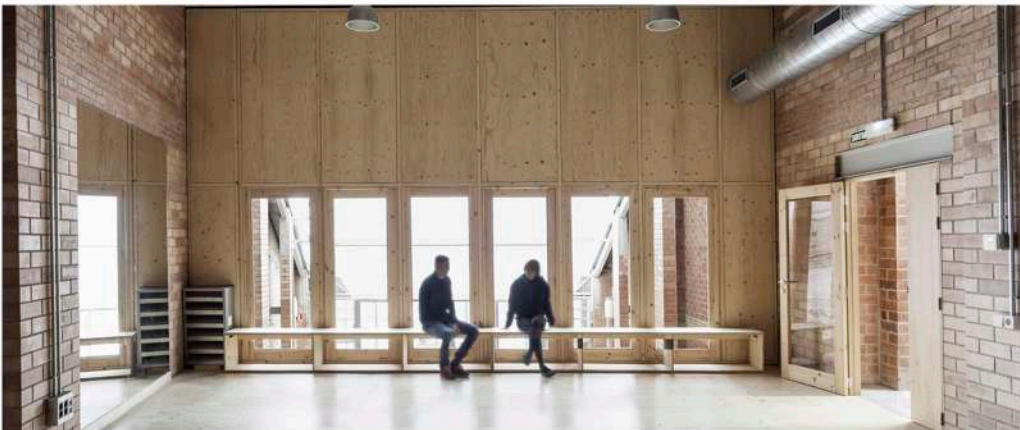


Imagen 14. Centro Cívico Lleialtat Santsenca 1214, recuperado de: harquitectes.com

05 | Análisis de las obras elegidas

Viviendas universitarias 912, Sant Cugat del Vallès (Barcelona) 2009-2010

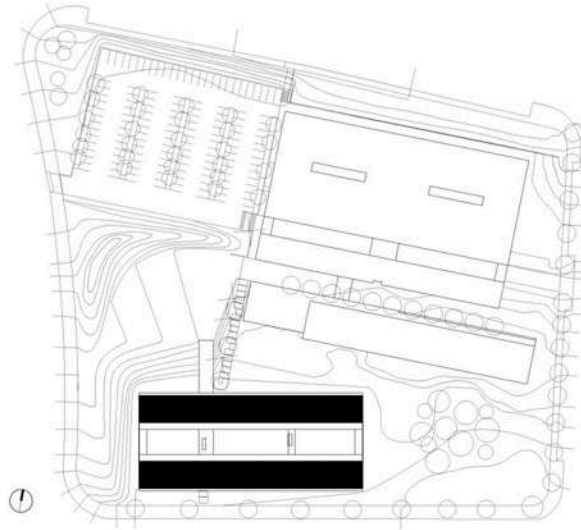


Imagen 15. Planta situación, recuperado de: harquitectes.com

Información básica del edificio ¹⁹

Situación: Sant Cugat del Vallès, Barcelona.

Proyecto y obra: 2009-2011

Promotor: UTE d'Aro Compact-Habit Campus de Sant Cugat

Superficie construida: 3101m²

Autores: HARQUITECTES + DATAAE

Colaboradores: Toni Jiménez Anglès, Montse Fornés Guàrdia, Anna Tamayo

Equipo: Societat Orgànica (consultoria ambiental), DSM arquitectes (estructura), ÀBAC enginyers (instalaciones)

Fotografía: Adrià Goula

Premios: Ganador 'SAIE Selection Contest 2011' (IT) / Seleccionados 'Green Building Challenge 2011' (FIN) / Premio 'Green Building CE' (GER) / Ganador 'VI Premis NAN de arquitectura i construcció 2012' (ES) / Ganador 'Premios AJAC 2012' / Finalista 'Premis FAD 2013', Barcelona (ES) / Finalista 'XII Bienal de Arquitectura Española 2013' (ES) / Premio 'A+ Awards 2013', millor edifici sostenible (ES) / Finalista 'BIGMAT Awards 2013' (FR) / Finalista 'VI Premis Enor 2014' (ES) / Premio 'ArchMarathon 2014', categoria Habitatge Mixte (IT) / Premio 'Ugo Rivolta' 2015

Calificación energética: Certificado Minergie, Certificado Verde.

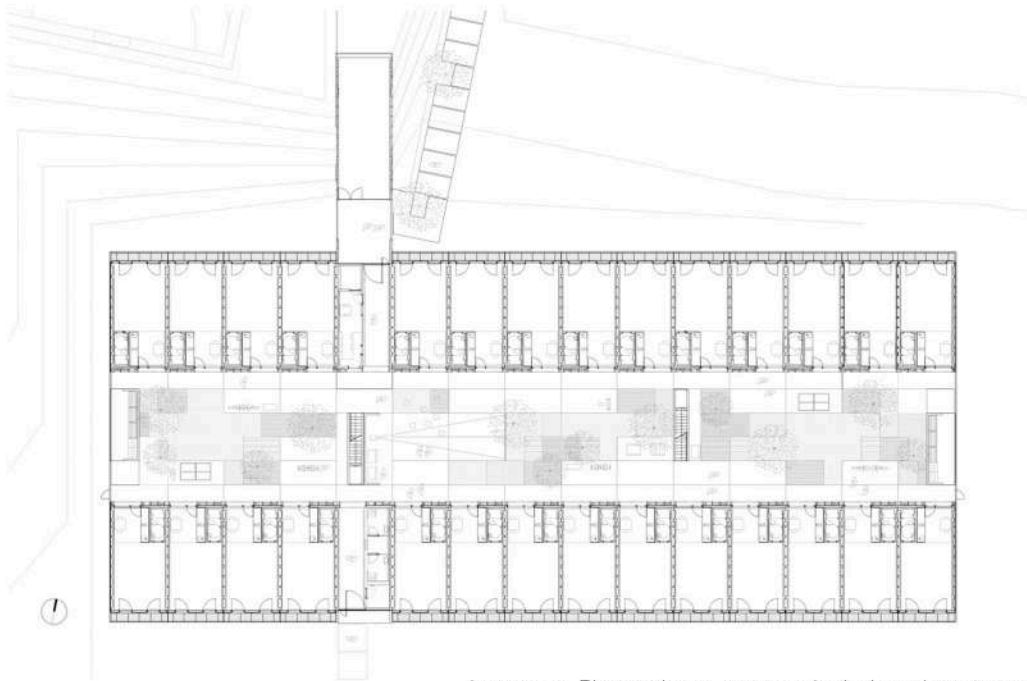


Imagen 16. Planta primera, recuperado de: harquitectes.com

Objetivos del proyecto ²⁰

- Prefabricación. La utilización de un sistema novedoso que use la prefabricación es una de las premisas para la realización de este proyecto. La finalidad del empleo de dicho sistema es invertir el menor tiempo posible tanto en la fabricación de sus piezas como durante la puesta en obra.

- Modulación. Para la resolución del proyecto se plantea un estudio minucioso que utilice un único módulo que sea capaz de resolver la totalidad de los espacios que conforman el proyecto. Además, el propio diseño modular permite economizar y acelerar todo el proceso constructivo gracias a la industria asociada.

- Consumo. El consumo de dicho edificio debe cumplir con la certificación energética suiza Minergie. Las estrategias planteadas en la construcción de las fachadas, la vegetación y el sistema tipológico empleado contribuyen a que el consumo energético sea el mínimo necesario.

- Sostenibilidad. Para la realización de dicho proyecto se propone un edificio eficaz que contemple distintas estrategias sostenibles con la finalidad de reducir costes, mantenimiento y energía utilizada en la vida útil del edificio.

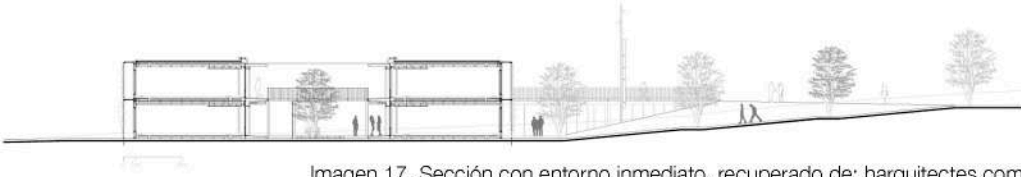


Imagen 17. Sección con entorno inmediato, recuperado de: harquitectes.com

Estrategias del proyecto ²¹

- **Sistemas industrializados.** Su utilización es determinante en la elaboración del proyecto ya que condiciona de manera positiva varias decisiones que consiguen optimizar y racionalizar todo el proceso de montaje en industria. El concurso planteaba una serie de reglas que reflejaran la prefabricación en industria y, por tanto, se diseñó un módulo de vivienda prefabricada con unos sistemas constructivos coherentes al montaje en taller intentando llevar la lógica industrial lo más lejana posible. Con la industrialización los procesos se agilizan, se consiguen mejores resultados, garantías de ejecución y un ahorro de tiempo significativo. Además, se implementan sistemas en seco con el fin de minimizar los residuos producidos durante la obra.

- **El tiempo.** La construcción del proyecto se realizó en las siguientes fases: 2 meses dedicados a trabajos in situ (construcción de cimentaciones, saneamiento, instalaciones generales, etc); y 2 meses dedicados a la producción de los módulos prefabricados en taller; 2 semanas para el transporte y ensamblado de los 62 módulos prefabricado en obra; 3 meses para la realización de acabados generales (la cubierta, los detalles de fachada, urbanización del espacio,etc).

- **Las instalaciones.** La resolución de las instalaciones en esta obra se realiza de manera que queden vistas intentando ser prácticos y didácticos (para aquellos estudiantes de arquitectura que habiten la residencia) a la hora de su implantación. El ahorro que supone dejar vistas las instalaciones se reinserta en la utilización de mejoras de presupuesto en eficiencia energética (mayor cantidad de aislamiento, mejores acristalamientos, la utilización de ventanas de madera,etc) .

- **Cálculo de impactos ambientales.** En general en los sistemas industrializados el impacto ambiental (consumo energético, generación de residuos y las emisiones de CO₂ durante su producción) suele ser mayor que en el caso de la construcción convencional. Sin embargo, en el caso de esta residencia los criterios para el cierre del ciclo de los materiales aplicados a la vida útil del edificio (la disminución en el uso de materiales por unidad de servicio, sustituir productos habituales por materiales reciclados y reciclables,

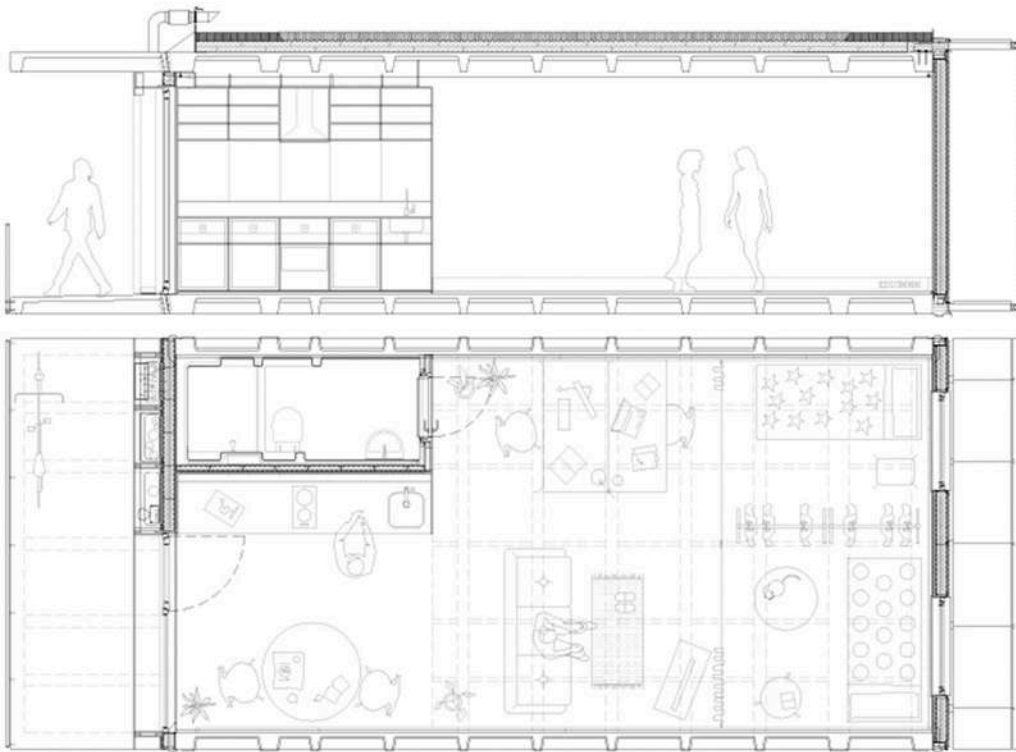


Imagen 18. Detalle módulo prefabricado, recuperado de: arquitectes.com

juntas secas y reversibles, empleando una mayor durabilidad de la estructura, etc) ha permitido verificar, con el cálculo de impactos ambientales, que se trata de una cantidad significativamente inferior: una disminución de hasta 25% en las emisiones de CO₂ en la fase de producción de los materiales, la reducción del 50% de residuos durante la fase de construcción y la reducción de hasta un 75% en generación de residuos en la fase de deconstrucción.

- **Reutilización.** El edificio se plantea de forma que una vez finalizada su vida útil podría ser desmontado en su totalidad, los módulos de hormigón y otros componentes se podrían reutilizar y, además, todos sus materiales y sistemas se podrían reciclar. El edificio dejaría de ser un producto para convertirse en un recurso. El potencial que reside en el reciclado y reutilización es la característica más llamativa del sistema modular. El sistema de ensamblaje por apilamiento sin necesidad de utilizar uniones rígidas y la posibilidad de ser desmontable permite utilizar dicho módulo en otro edificio con otros usos completamente diferentes.

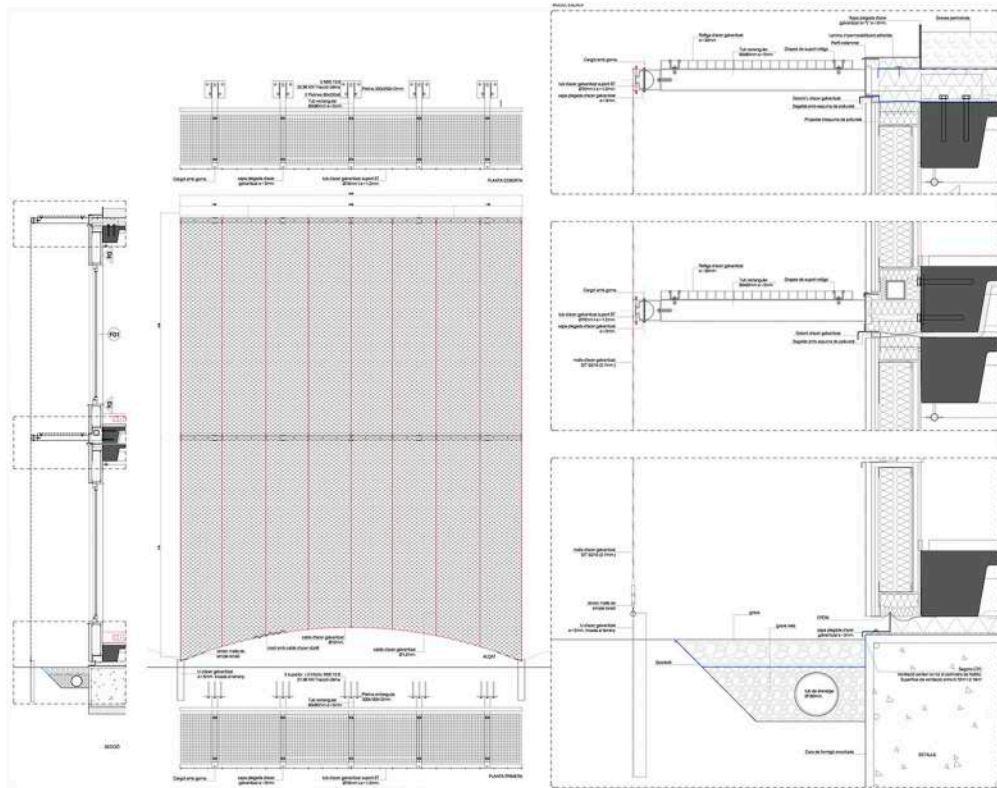


Imagen 19. Detalle constructivo, recuperado de: <https://www.plataformaarquitectura.cl>

- **Unidad entre los elementos.** Aunque el edificio apuesta por un módulo prefabricado, se procura buscar una imagen final que permita difuminar la seriación y repetición mediante la fragmentación y superposición de órdenes constructivos que permiten organizar la fachada en formatos menores siendo más propios de los componentes constructivos y de la función. Se organiza una doble piel exterior con un lenguaje vegetal, orgánico y que además actúa de protección solar. De esta forma el edificio se logra integrar con el entorno próximo sin perder la lógica modular y creando un collage entre tecnología y habitabilidad.

19: Lorente, D; Ricart, J; Ros, X; y Tudó, R. (2015). Harquitectes. Barcelona: Àrea Productiva SLP. Recuperado de <http://www.harquitectes.com>

20: Fernandez, L. (2018). Viviendas universitarias 912, Sant Cugat Del Vallès (Barcelona). *AV Monografías*, (202), pp. 30- 37

21: Márquez, F. (2015). Cuatro estrategias. *El croquis*, (181), pp.159-228

Centro de Investigación ICTA-ICP 1102, Cerdanyola del Vallès (Barcelona) 2011-2014

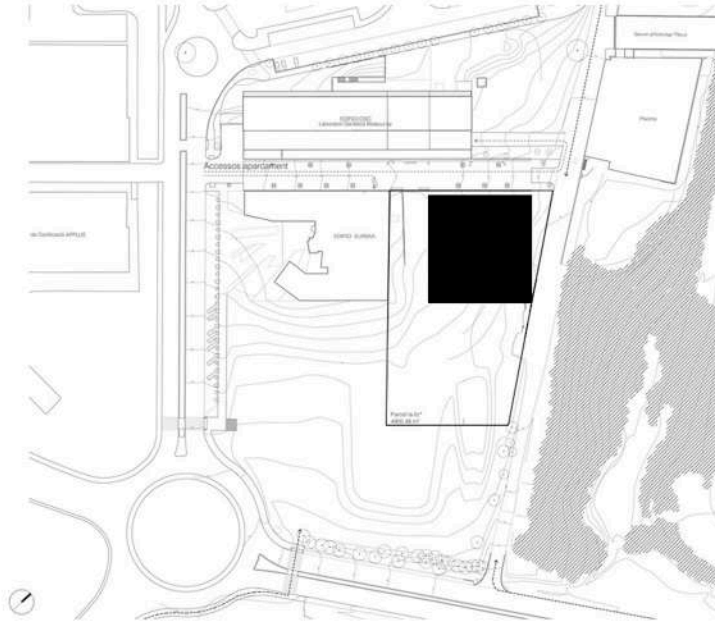


Imagen 20. Planta de situación, recuperado de: harquitectes.com

Información básica del edificio ²²

Situación: Universitat Autònoma de Barcelona, Cerdanyola del Vallès, Barcelona.

Concurso y proyecto: 2011, Primer Premio

Obra: 2013-14

Promotor: Universitat Autònoma de Barcelona (UAB)

Superficie construida: 8237m²

Autores: HARQUITECTES + DATAAE

Colaboradores: Montse Fornés, Bernat Colomer, Xavier Mallorquí, Blai Cabrero Bosch, Toni Jiménez, Anne Hinz, Ileana Manea, Josep Garriga

Equipo: Societat Orgànica (asesores ambientales), Oriol Vidal (ingeniería), UTE NDa + RCe (aparejadores), Coque Claret, Dani Calatayud (arquitectos asesores), BOMA (cálculo estructural), Eulàlia Aran (presupuestos), Marta Bordas (accesibilidad), Cati Montserrat (Agronomía), Carlos Rocha (maqueta), Play-Time (imágenes virtuales), Adrià Goula (Fotografía)

Premios: Ganador Premios Catalunya Construcció 2015 / Ganador 'Premios AJAC 2012' / Ganador 'Premio Sacyr a la innovació 2012' / Premio FAD de la opinió 2015 / Menció Premios CONSTRUMAT 2015 / Finalista FAD 2015

Calificación energética: Leed Gold

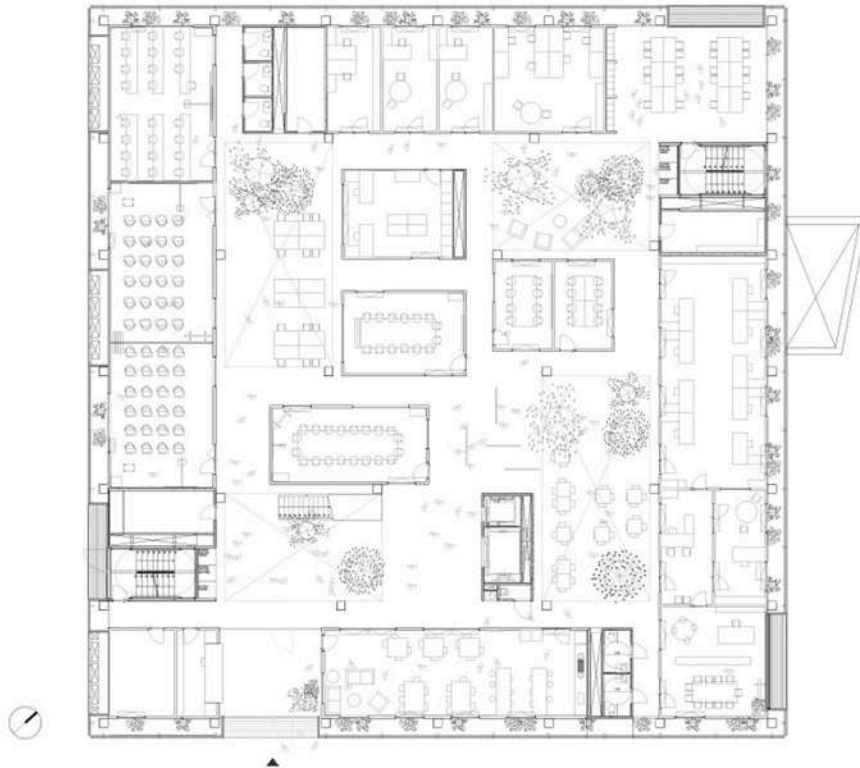


Imagen 21. Planta baja, recuperado de: arquitectes.com

Objetivos del proyecto ²³

- Sostenibilidad. Uno de los principales objetivos es proyectar un centro de investigación de ciencias ambientales paleontológicas, con sus respectivos espacios de trabajo y laboratorios. Para su realización, se aplican criterios sostenibles que permiten reducir al máximo tanto el consumo como su posterior mantenimiento.

- La doble fachada. Se pretende crear un espacio interior protegido y, para ello, se hace uso de una piel exterior que permite la bioclimatización del proyecto. Dicha piel está conformada por una subestructura metálica y elementos propios de los invernaderos, los cuales permiten regularizar la temperatura del edificio.

- Instalaciones eficaces. La utilización de instalaciones como suelo radiante, la introducción de medios informáticos para automatización de los procesos del edificio y los sensores empleados que permiten la ventilación del edificio, permiten cumplir las condiciones de confort y reducir notablemente el consumo del edificio.

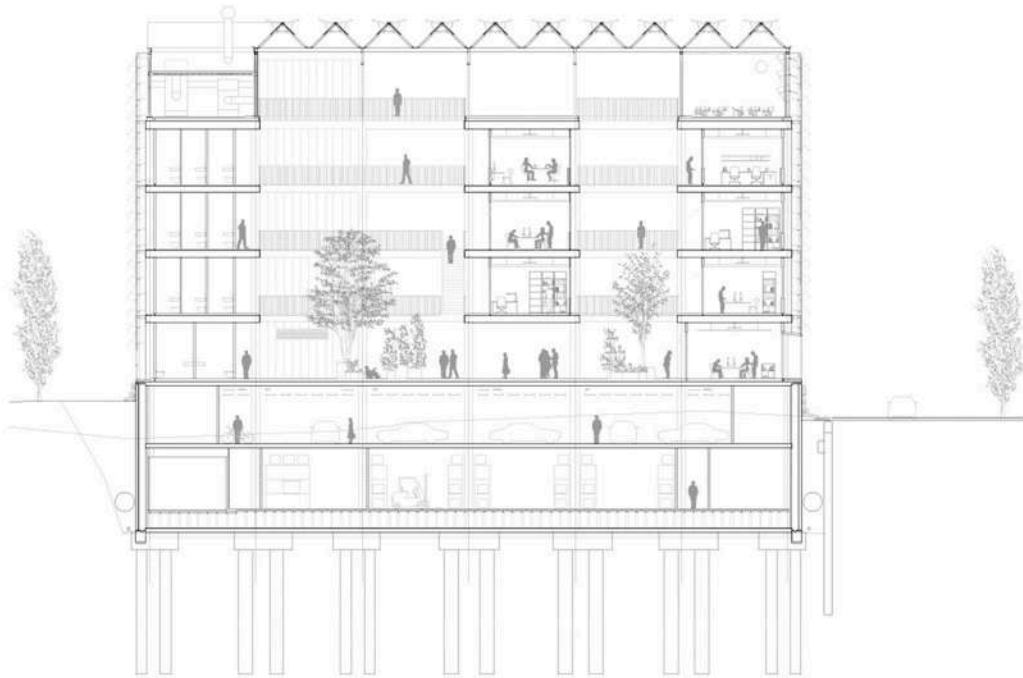


Imagen 22. Sección longitudinal, recuperado de: harquitectes.com

Estrategias del proyecto ²⁴

- **Reducir la cantidad de hormigón.** Con el fin de optimizar la cantidad de hormigón, se distribuye su masa a favor del intercambio térmico mediante el uso de losas aligeradas y postesadas con la introducción de tubos. Con la inclusión de estos tubos se permite circular el aire y controlar la temperatura de los forjados. La masa térmica del forjado se activa tanto por su lado superior como inferior a partir de sistemas radiantes que funcionan a partir de la energía geotérmica.

- **Piel.** Con la creación de la piel que recubre la envolvente del edificio se permite la circulación del aire. Con ello, se consigue mejorar la temperatura interior de manera natural garantizando el confort de los espacios intermedios.

- **Patios.** Los cuatro patios verticales que recorren el edificio permiten conectar de manera puntual los distintos niveles con el uso de escaleras, garantizan una correcta iluminación y ventilación de todos los espacios. Esto permite reducir el consumo de luz artificial y bajar las cargas internas. Además, tanto los patios como los espacios intermedios y la galería perimetral albergan distintas especies vegetales que mejoran el confort por el ajuste del gradiente de humedad.

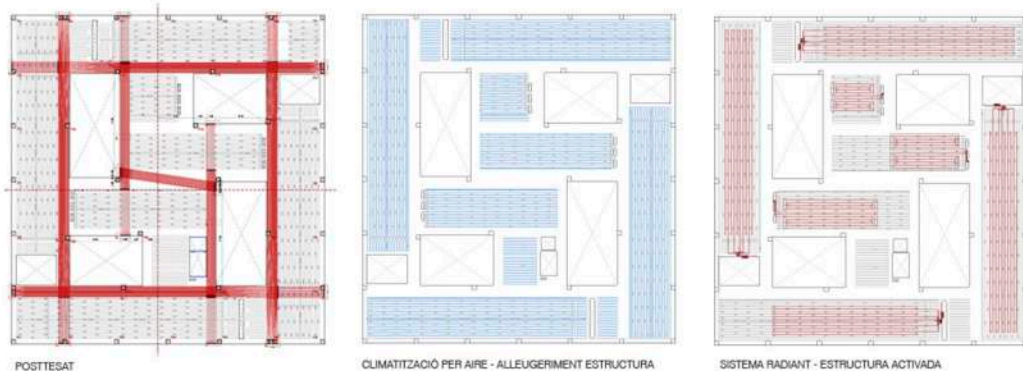


Imagen 23. Planta tipo instalaciones, recuperado de: [harquitectes.com](http://www.harquitectes.com)

- **Sótanos.** Las dos plantas subterráneas aprovechan climáticamente sus propiedades de contacto con el terreno para pre-climatizar las renovaciones de aire gracias a las cámaras de aire generadas por las vigas PI y las cámaras de los forjados. Por tanto, el aire se acondiciona de manera natural.

- **Cajas de madera.** Situadas en el interior del clima mejorado, las cajas de madera juegan un papel fundamental en el proyecto, ya que, al poseer aislamiento y ventanas de vidrio practicables, permiten unas condiciones de confort adecuadas en los espacios de trabajo. Su distribución en planta cambia para ajustarse de forma adecuada a las necesidades de los usuarios, creando espacios intersticiales indeterminados y generosos, que permiten crear espacios de circulaciones, de encuentro y descanso más informales. De esta manera, se logra una percepción de confort más auténtica y menos artificial.

- **Materiales.** El criterio de elección opta por un material mineral de mayor inercia térmica y mayor vida útil para la estructura. Para los cerramientos secundarios se eligen materiales de bajo impacto ambiental, priorizando aquellos de origen orgánico o reciclado y, empleando sistemas constructivos en seco que puedan ser reversibles y reutilizables.

- **Agua.** El agua es un recurso natural imprescindible en los proyectos de arquitectura. Y con ello, se debe de utilizar de manera responsable. Este proyecto posee instalaciones que trabajan en profundidad el ciclo y tratamiento del agua. Se optimiza tanto la demanda como el consumo gracias a la reutilización de aguas grises, pluviales, amarillas y negras.

22: Lorente, D; Ricart, J; Ros, X; y Tudó, R. (2015). Harquitectes. Barcelona: Àrea Productiva SLP. Recuperado de <http://www.harquitectes.com>

23: Fernandez, L. (2018). Viviendas universitarias 912, Sant Cugat Del Vallès (Barcelona). *AV Monografias*, (202), pp. 30- 37

24: Márquez, F. (2015). Cuatro estrategias. *El croquis*, (181), pp.159-228



Imagen 24. Sección constructiva, recuperado de: harquitectes.com

El sistema empleado en este edificio permite dos funcionamientos. En verano, el sistema informático permite la ventilación de todos los espacios con aire procedente de la fachada norte y de los sótanos, mejorando así los espacios intermedios y refrescando con la ayuda de la vegetación interior. En invierno, el sistema regula los cerramientos para aprovechar el efecto invernadero de la fachada, calentando todo el interior impidiendo las pérdidas de calor. Este método permite reducir notablemente el consumo de energía empleado en edificaciones similares para enfriar o calentar el espacio interior. La energía que se ahorra con el paso del tiempo permite generar menos CO₂ y contribuye al consumo nulo de energía. Esta estrategia no sólo supone una mejora para afrontar el cambio climático, sino que además, mejora las condiciones de salubridad de aquellas personas que hacen uso de los distintos espacios del edificio.

Centro Cívico Cristalleries Planell 1015 (Barcelona) 2012-2016



Imagen 25. Planta de situación, recuperado de: harquitectes.com

Información básica del edificio ²⁵

Situación: Barrio de les Corts, Barcelona.

Concurso: 2010 Primer premio.

Proyecto: 2012-14

Obra: 2014-16

Promotor: BIMSA (Barcelona d'Infraestructures Metropolitanas S.A)

Superficie construida: 1694m²

Colaboradores: Blai Cabrero Bosch, Montse Fornés Guàrdia, Toni Jiménez Anglès, Berta Romeo, Carla Piñol, Xavi Mallorquí, Andrei Mihalache

Equipo: ARS project (asesoría ambiental), DSM arquitectes (estructura), TDI (ingeniería), Play-Time (imágenes virtuales)

Premios: Premio ex aequo de 'Arquitectura de Ladrillo Hispalyt XIV', Premio 'Mapei a la edificación sostenible' 2017, Premio 'BB Construmat 2017', seleccionados a los 'Premios FAD 2017', Mención especial a los 'Premios Ciutat Barcelona 2016'

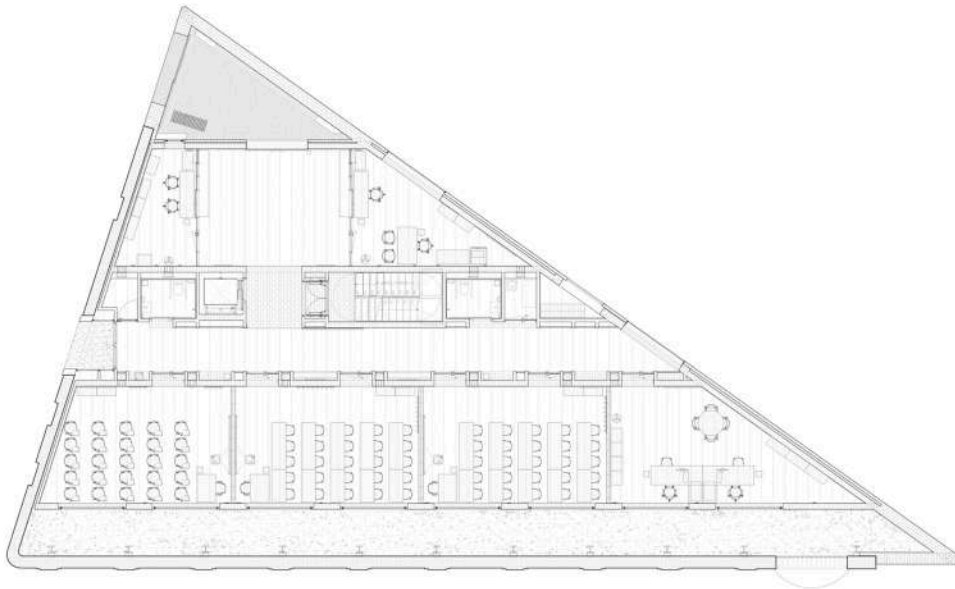


Imagen 26. Planta baja, recuperado de: harquitectes.com

Objetivos del proyecto ²⁶

- Rehabilitar y reutilizar. En el caso de las Cristalleries Planell se rehabilita y reutiliza lo existente y se construye un nuevo edificio adosado al anterior. Así, la antigua fachada se rehabilita y se une a la del nuevo edificio. Para ello, se aprovecha todo aquello que es aprovechable del edificio anterior, se arreglan aquellos desperfectos propios del paso del tiempo y se crea un edificio nuevo con un uso totalmente distinto sin desvincularse de la antigua fábrica de cristales que había en el barrio.

- Materialidad. La materialización del proyecto intenta unificar lo antiguo con lo nuevo, por ello, se hace uso del ladrillo cerámico perforado consiguiendo homogeneizar la fachada existente unificándola. De este modo, el edificio se pone en contexto con la antigua fábrica de Cristalerías Planell estableciendo un diálogo entre lo antiguo y lo nuevo. Además, se hace uso de la madera para la resolución de todas las carpinterías del edificio. Otros materiales como el hormigón o el acero se emplean en espacios como las escaleras y forjados.

- Sostenibilidad. Se emplean estrategias y criterios sostenibles como la geotermia para la calefacción del edificio; los patios refrigeran con ciclos de aire las ventilaciones del edificio gracias al empleo del sistema invernadero; se reduce a un 25% el consumo energético respecto edificios del mismo tamaño y uso; se utilizan chimeneas que actúan como mecanismo para la renovación del aire interior de manera natural.

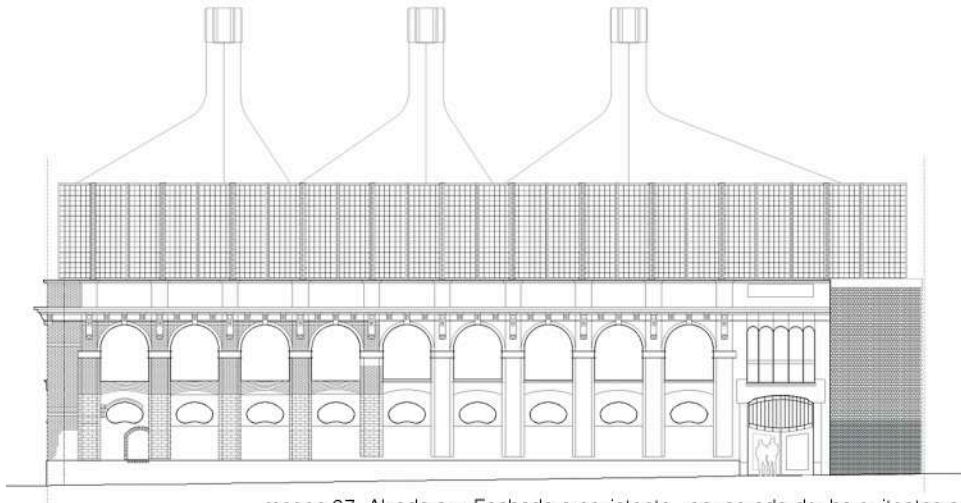


Imagen 27. Alzado sur. Fachada preexistente, recuperado de: harquitectes.com

- La estructura. Para la elaboración de los distintos niveles del edificio se emplea el ladrillo cerámico perforado. Utilizando muros portantes y reduciendo los luces entre forjados permiten reducir los cantos de los forjados y con ello prescindir en gran medida del hormigón. Se aprovechan al máximo los recursos arquitectónicos con el fin reducir el material necesario para su elaboración.

Estrategias del proyecto ²⁷

- **Efecto invernadero.** La fachada de vidrio de pavés y las chimeneas elaboradas a partir de materiales plásticos permiten, gracias a la acción del sol, generar un efecto invernadero que posibilita una temperatura interior adecuada durante todo el año (dentro del rango de confort). Por este motivo, este sistema innovador, adquirido de los sistemas de invernaderos, ayudan a reducir considerablemente el consumo energético del edificio y mejoran la salubridad del aire al prescindir de máquinas de refrigeración.

- **Los forjados.** Las pequeñas luces existentes entre los muros portantes conllevan a una reducción en la flecha de las vigas. Esto supone una disminución del canto del forjado y, con ello, una mejora en términos económicos y funcionales. Las viviendas antiguas se resolvían con este sistema tradicional, obteniendo luces pequeñas y optimizando al máximo el material empleado. Además, los espacios pequeños son más sencillos de controlar a nivel higrotérmico y, con ello, su consumo energético.

- **Ventilación.** Aunque la ventilación cruzada queda descartada en este proyecto, las diversas interrupciones estructurales permiten circular el aire verticalmente a través de una

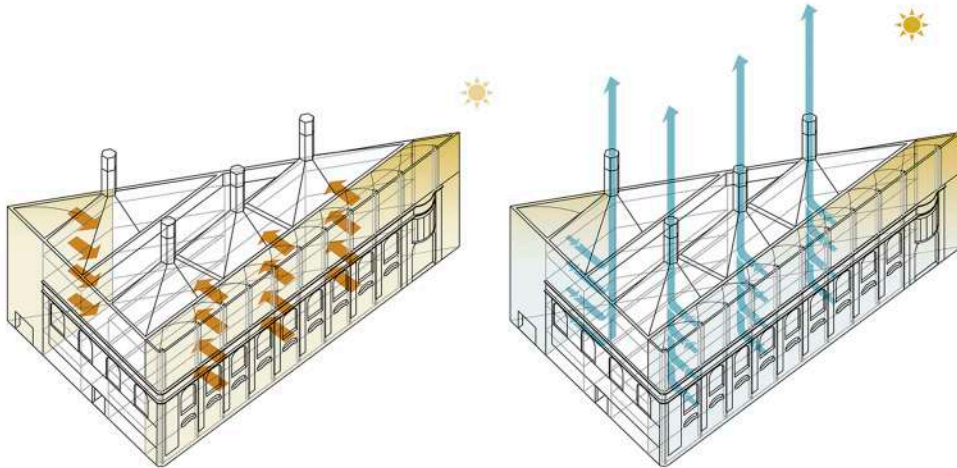


Imagen 28. Axonometrías funcionamiento climático, recuperado de: harquitectes.com

serie de patinillos. La potencia natural del sol permite el funcionamiento de las chimeneas, activando con ello todo el sistema de refrigeración y calefacción del edificio. Con este sistema, se permite reciclar el aire existente de los distintos espacios eliminando el aire viciado de los mismos. Para que todo este sistema funcione, el aire pasa del exterior al patio, aclimatándose de manera natural y pasando posteriormente a través de todo el edificio. Finalmente, el aire es expulsado al exterior a través de las chimeneas, cerrando así el ciclo.

- **Prescindir de máquinas de climatización.** Este edificio, por sus dimensiones y criterios adoptados permiten evitar el uso de máquinas de refrigeración y calefacción. Gracias a esto, el presupuesto total del edificio disminuye notablemente y se pueden emplear más fondos en la mejora de elemento que mejoran la climatización como la colocación de más aislantes, carpinterías de madera, material para las aulas, iluminaciones de bajo consumo (tipo led), etc.

- **Material cerámico.** Este material se emplea con dos fines: por un lado, contextualizar el edificio preexistente con el nuevo edificio; por otro lado, mantener un nivel higrotérmico adecuado permitiendo la transpiración de los cerramientos. El material cerámico, en este caso el ladrillo perforado, permite a través de su comportamiento higrométrico un control entre el aire exterior y el interior. Además, al ser un material con gran inercia térmica, permite retener el calor interno durante el invierno manteniendo la temperatura interior constante. Otra de las estrategias que estos arquitectos emplean es dejar sin revestir los cerramientos, mostrando la naturaleza de los materiales y evitando así un continuo control sobre su posterior mantenimiento.²⁸

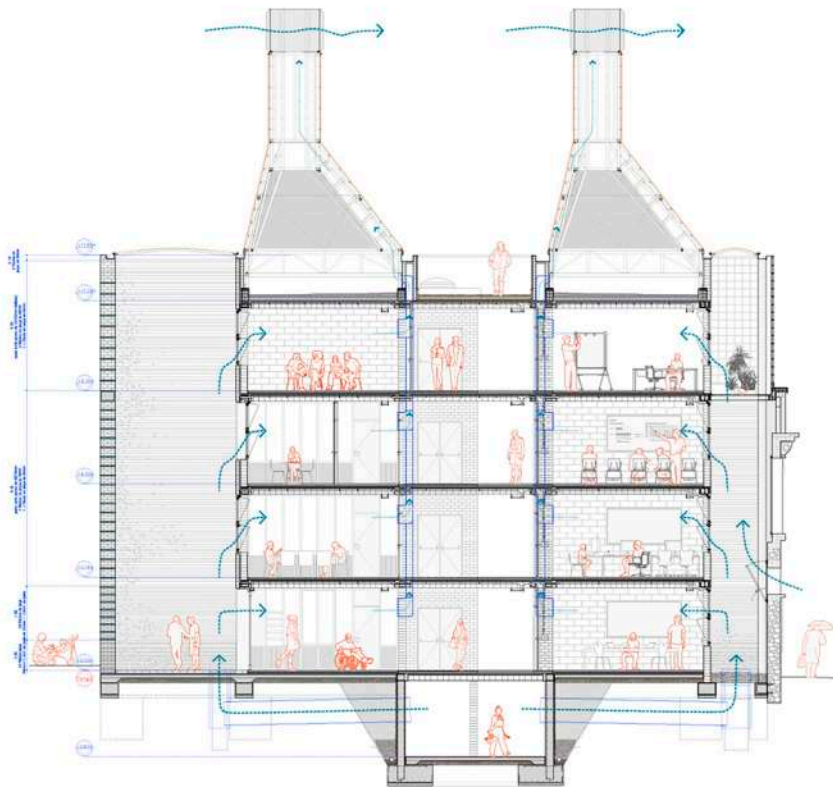


Imagen 29. Sección constructiva, recuperado de: harquitectes.com

En la sección constructiva se puede apreciar el funcionamiento del edificio. El aire procedente del exterior llega al sótano y los patios con una circulación mecánica. Una vez que el aire se ha climatizado de forma natural, se introduce de manera automática (con la apertura de las ventanas gracias a los sensores) en el interior del edificio permitiendo la renovación interna. El aire interno, a su vez, pasa a través de los patinillos existentes hacia las chimeneas donde se expulsa de nuevo al exterior. Este sistema permite climatizar todo el edificio a partir de los mismos sensores que se utilizan en los grandes invernaderos para conseguir el máximo confort interior sin emplear máquinas de climatización.

25: Lorente, D; Ricart, J; Ros, X; y Tudó, R. (2015). Harquitectes. Barcelona: Àrea Productiva SLP. Recuperado de <http://www.harquitectes.com>

26: Fernandez, L. (2018). Viviendas universitarias 912, Sant Cugat Del Vallès (Barcelona). *AV Monografias*, (202), pp. 30- 37

27: Información recuperada de: conferencia y visita guiada de Josep Ricart Ulldemolins en Barcelona (Marzo 2018).

28: Deplazes, A. (2015). *Construir la arquitectura. Del material en bruto al edificio*. Un manual. Barcelona: Gustavo Gili.

Centro Cívico Lleialtat Santsenca 1214 (Barcelona) 2012-2017

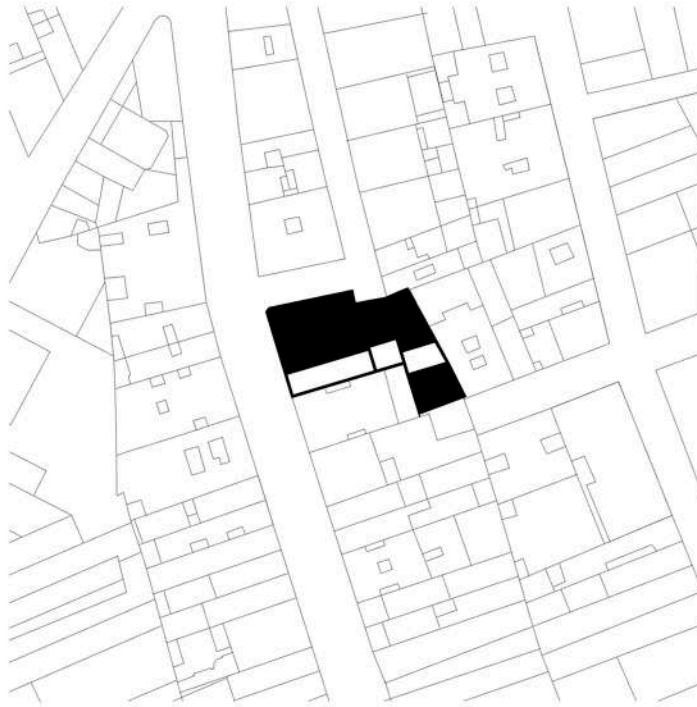


Imagen 30. Planta de situación, recuperado de: harquitectes.com

Información básica del edificio ²⁰

Situación: c/ Olzinelles 31, Barcelona.

Concurso: 2012 Primer premio

Proyecto: 2012-2013

Obra: 2014

Promotor: BIMSA (Barcelona d'Infraestructures Metropolitanas S.A)

Superficie construida: 1968m²

Colaboradores: Montse Fornés Guàrdia, Jordi Mitjans, Berta Romeo, Carla Piñol, Blai Cabrero Bosch, Toni Jiménez, Xavier Mallorquí, Jorge Suárez-Kilzi

Equipo: Societat Orgànica (asesoria ambiental), DSM arquitectes (estructura), Oriol Vidal (ingeniería), I2A (asesoria acústica), Chroma (rehabilitación – restauración), Esitec (audiovisuales), Aumedes dap arquitectura tècnica (presupuestos)

Premio: Premio Ciutat Barcelona 2017

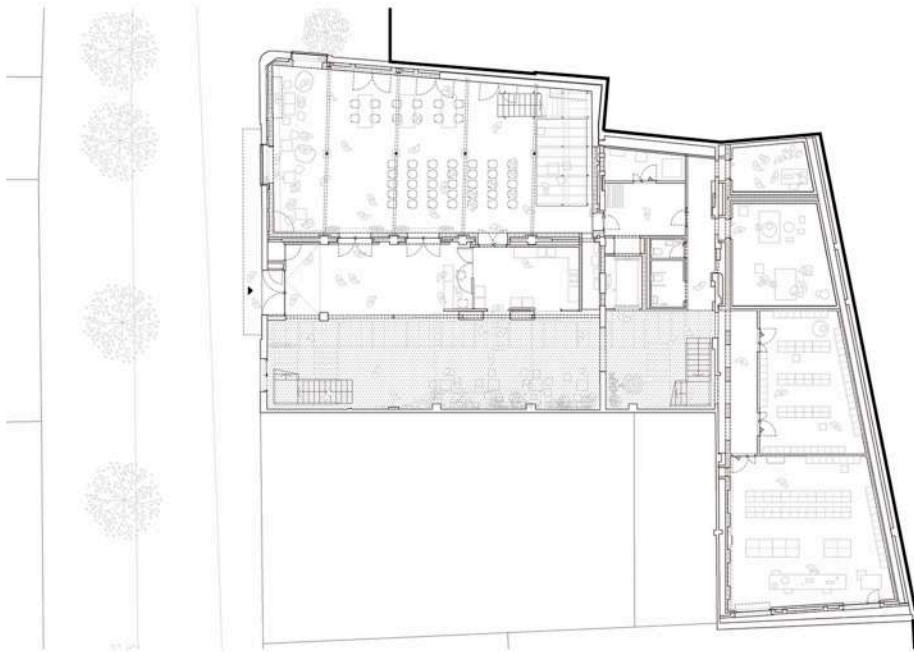


Imagen 31. Planta baja, recuperado de: harquitectes.com

Objetivos del proyecto ³⁰

- Contextualizar. Para la realización de este proyecto se recurre al estudio de los hechos históricos que acompañaban al edificio existente comprobando cuál era su vinculación respecto al barrio. Este es uno de los motivos principales para la materialización del edificio, ya que, plantea unos materiales similares a los preexistentes. De este modo, lo antiguo y lo nuevo se entremezcla coherentemente. Para ello, se restaura aquellas partes afectadas por el paso del tiempo y se reutilizan partes que siguen cumpliendo una utilidad. La finalidad es establecer un diálogo intenso e interesante creando un espacio diferente y único, que nos recuerda a lo que alguna vez hubo.

- Aprovechar. Este proyecto trata de re-aprovechar en gran medida la edificación anterior, reutilizando todos aquellos elementos útiles. Cuando se trabaja con edificios preexistentes es necesario realizar un estudio minucioso ya que la diversidad de elementos que conforman la obra puede producir serias dudas que afecten a la pérdida del carácter o significado de la obra. En este caso, la rehabilitación consigue recuperar y aprovechar espacios dañados sin perder el carácter histórico del edificio.

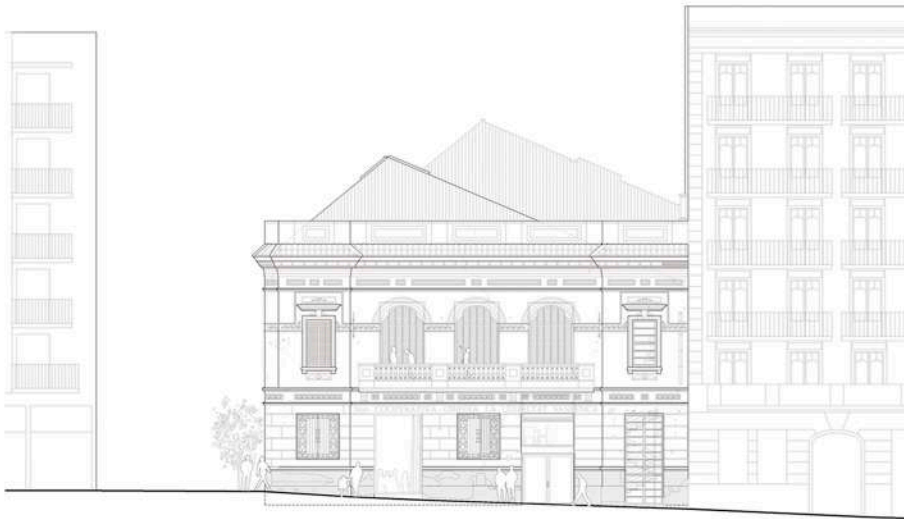


Imagen 32. Alzado C/Olzinelles, recuperado de: harquitectes.com

- Intervenir. Se traza una estrategia donde se definen aquellas acciones imprescindibles, ya sean de carácter aditivo o conservacionista. De este modo, se logra recuperar y potenciar todos los espacios que componen el edificio. Aquellos elementos que ya no pueden reutilizarse se sustituyen por otros nuevos, siendo un juego intuitivo y didáctico entre lo antiguo y lo nuevo.

- Sostenibilidad. Además de los objetivos anteriores, el proyecto trata de realizar una intervención de manera que afecte lo mínimo posible al cambio climático, respetando, reutilizando y aplicando criterios proyectuales sostenibles como la implementación del efecto invernadero en sus patios y la renovación natural del aire mediante los distintos mecanismos industriales planteados.

Estrategias del proyecto ³¹

La elaboración de este proyecto implica una serie de decisiones que reflejan el compromiso de este grupo de arquitectos a la hora de resolver un proyecto de rehabilitación.

- **El derribo**. Para esta obra se plantea derribar todos los elementos que no fueran aprovechables. Por ello, se mantienen las fachadas, las medianeras y ciertos elementos estructurales para un segundo uso. De esta forma, se vacía todo el interior y se plantea un proyecto de obra nueva que permita a los usuarios observar los antiguos usos preexistentes a través de la huella de las medianeras.

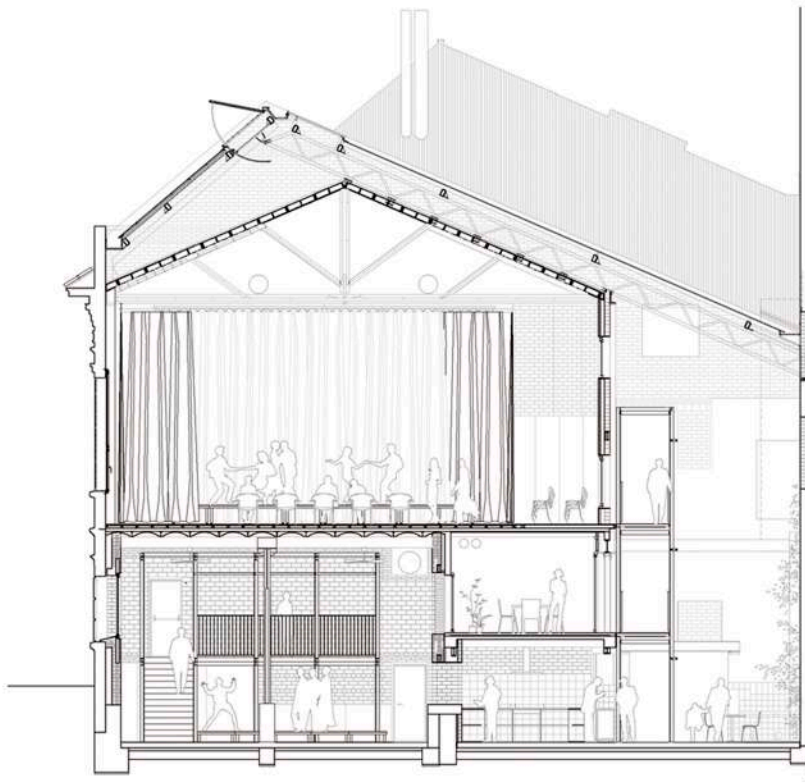


Imagen 33. Sección transversal, recuperado de: arquitectes.com

- **La cubierta.** En este caso, solo era posible mantener las cerchas de la sala principal. Por este motivo, se decide realizar una cubierta asociada a los tres cuerpos estructurales. Para resolverlas se emplean cubiertas a dos aguas planteando una tecnología ligera utilizando como materiales principales el policarbonato y chapas aisladas que descansan sobre la estructura metálica. Dicha cubierta cumple con ciertos requerimientos técnicos medioambientales y de climatización, utilizando estrategias como la ventilación natural por convección a través de las ventanas superiores y la iluminación natural del atrio.

- **Paramentos interiores.** Se trabaja de manera sistemática en función de las diferentes casuísticas. Se preservan las medianeras con su aspecto natural siempre que es posible; se realizan apeos con vigas metálicas donde es necesario abrir nuevas aberturas; aquellas puertas y ventanas originales innecesarias se tapian con ladrillo perforado dejándolo visto o se emplea como nuevos muros estructurales; se hace uso de la madera en forma de entramado para aquellas piezas que necesitan aislamiento acústico y térmico.

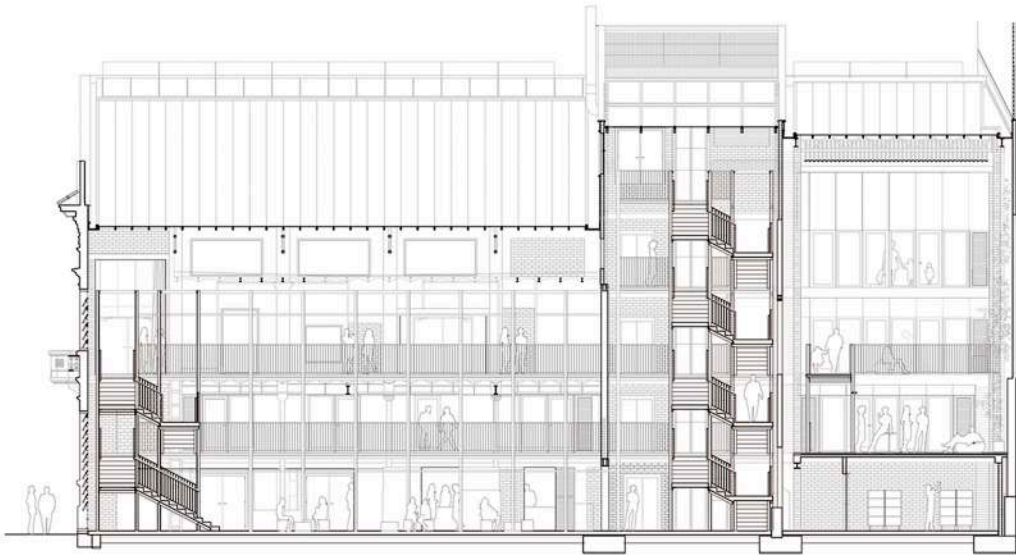


Imagen 34. Sección longitudinal, recuperado de: harquitectes.com

- **La fachada protegida.** El proyecto propone la idea de mantener el aspecto envejecido de la fachada ya que, además de ser un reflejo del paso del tiempo, ofrece una amplia gama de ocres descoloridos que resultan atractivos a la vista. Por este motivo, se limpian y reparan aquellas patologías existentes sin intentar recuperar el estado original. La parte nueva se realiza empleando tecnología contemporánea, conservando aberturas originales y añadiendo carpinterías de acero para resolver las nuevas necesidades interiores.
- **Criterios de sostenibilidad.** Para que todos los usuarios inexpertos del edificio puedan mantenerse en las mejores condiciones de confort es necesario que el edificio funcione sin la dependencia de las personas, por lo que la apertura o cierre de las ventanas se realiza de manera autónoma gracias al empleo de un sistema informático. Ésta es una estrategia fundamental para garantizar un buen funcionamiento del edificio tanto en verano como en invierno.
- **Estrategias pasivas.** Al tener como premisa el uso imprevisto e irregular de los usuarios, se necesita que el edificio funcione climáticamente solo. El empleo de estrategias pasivas basadas en la inercia térmica de los materiales y el aislamiento hacen que el edificio pueda funcionar correctamente.
- **Climatización mecánica mínima.** Solo se climatizan aquellos espacios que posean un uso estático. En el caso del atrio se prescinde de la climatización mecánica y se asume como un espacio atemperado respecto del clima exterior. El atrio se considera como un

espacio intermedio bioclimatizado que tiene como objetivo principal proteger del exterior del edificio.

- **Captación solar y ventilación.** El aumento volumétrico en las cubiertas tiene por objetivo la captación solar, siendo compatible con dos situaciones estacionales opuestas: por un lado, en invierno se capta el calor con la finalidad de revertir mediante recuperadores el calor para la climatización de los espacios interiores; en verano, se sobrealimenta el aire superior del atrio para generar una convección potente que permite expulsar con mayor facilidad el aire caliente del edificio a través de las ventanas de las cubreras. Las ventanas permiten la apertura y el cierre gracias a los sensores automáticos controlados mediante un ordenador. El edificio es, por tanto, inteligente respecto al clima.

- **La iluminación.** En el tercer cuerpo está expuesto a un exceso de asoleamiento durante gran parte del año. Por este motivo se crea una cámara ventilada de 60 cm con un filtro solar interior de mallas de sombreado plegables que permite la máxima captación en los meses más fríos y mínima durante los meses más calurosos. En la parte más alta la protección solar es fija y está conformada por una chapa grecada perforada. Cuando no sea necesario acumular o aprovechar aire caliente, las ventanas de los extremos superiores e inferiores se abren automáticamente refrescando el espacio interior.

29: Lorente, D; Ricart, J; Ros, X; y Tudó, R. (2015). Harquitectes. Barcelona: Àrea Productiva SLP. Recuperado de <http://www.harquitectes.com>

30: Fernandez, L. (2018). Viviendas universitarias 912, Sant Cugat Del Vallès (Barcelona). *AV Monografias*, (202), pp. 30- 37

31: Información recuperada de: conferencia y visita guiada de Josep Ricart Ulldemolins en Barcelona (Marzo 2018).

06 | Comparativa de las distintas obras analizadas.

Tal y como se puede apreciar, las obras previamente analizadas son claros ejemplos de arquitectura sostenible y son modelos a seguir para el desarrollo de futuros proyectos. Todos los edificios analizados siguen una serie de estrategias y pautas para cumplir los objetivos planteados. Sin embargo, estas obras presentan diversas características formales que las diferencian. Por este motivo, se plantean dos grupos principales: por un lado, las viviendas universitarias 912 y el centro de investigación ICTA-ICP 1102, los cuales presentan un tipo de arquitectura vinculada a la obra nueva con un carácter fuertemente marcado por la industria y los materiales prefabricados y, por otro, los centros cívicos de Crisalleries Planell 1015 y Lleialtat Santsenca 1214, los cuales muestran un tipo de arquitectura más relacionada con la restauración, la utilización de materiales tradicionales y una puesta en obra más artesanal. A modo de comparativa se plantean las distintas ventajas y desventajas que muestra cada grupo de obras para poder entender cuales son las más respetuosas con el desarrollo sostenible.

Grupo 1: Está conformado por los proyectos de las viviendas universitarias 912 y el centro de investigación ICTA-ICP 1102.³²

Algunas de las características básicas que definen estos proyectos son:

- Se trata de edificios con un volumen considerable. El primero de ellos, cuenta con una superficie construida de 3101 m² (viviendas universitarias) y, el segundo, con una superficie de 8237 m² (centro de investigación ICTA-ICP).
- Ambos edificios son obra nueva, en un terreno que no ha sido edificado con anterioridad. Esto significa que ambos edificios no pueden emplear elementos reutilizados de otros anteriores. Por tanto, se trata de edificios que empiezan con unos condicionantes iniciales mucho más flexibles que en el caso del grupo 2.
- Los proyectos se encuentran situados en terrenos provistos de espacios libres, con necesidad de urbanización y deben relacionarse con un entorno más natural (relacionado con espacios verdes y edificaciones de tipo abierta), mientras que en el caso de los proyectos del grupo 2 se encuentran en un entorno urbano con otra serie de limitaciones.
- En estos proyectos se emplean sistemas basados en la prefabricación para los elementos estructurales, ya sea a través de módulos o de losas aligeradas y, para los cerramientos tanto interiores como exteriores. Por este motivo, y contando con la superficie construida de ambas obras, se podría decir que se realizan en un plazo de tiempo muy ajustado.

Por tanto, este primer grupo se convierte en una arquitectura más eficiente en el caso de los plazos de ejecución.

- Las instalaciones en estos proyectos son limitadas, se prioriza el uso de las energías naturales tales como el sol, el viento, el propio clima y el terreno. Ambos grupos de edificios aplican distintas técnicas tecnológicas eficientes para la climatización autónoma, utilizando los recursos naturales para que se trate de edificios eficientes. Sin embargo, los sistemas de instalaciones en estas dos obras del grupo 1 son mucho mayores que en el caso de los edificios del grupo 2. En estos dos casos, se debe a la naturaleza propia de los proyectos (viviendas, oficinas y laboratorios). En este caso, se emplean más materiales dedicados al uso de instalaciones, siempre empleando lo mínimo posible.

- Los materiales predominantes en estas obras son: el hormigón, el acero, la madera, los elementos plásticos y materiales metálicos para la elaboración de cerramientos ligeros. Todos estos materiales, a excepción de la madera, poseen un grado alto de industrialización y de energía embebida. Esto implica el uso de materiales que para su producción precisan de mucha energía, generación de una gran cantidad de CO₂ y residuos. Por tanto, dichos materiales son menos aptos para la edificación sostenible en comparación con la madera o la cerámica. Sin embargo, es cierto que algunos de estos materiales, como las piezas metálicas y los materiales plásticos, ofrecen la posibilidad de un posterior reciclado y, con ello, a una reutilización de material. Estos materiales se pueden clasificar dentro de una segunda categoría de sostenibilidad.

- La responsabilidad del estudio de arquitectura para garantizar que sus obras sean adecuadas al lugar. Para ello, se deben emplear distintos sistemas que produzcan el menor impacto posible, convirtiendo a esta forma de proyectar en una vertiente adecuada para el desarrollo sostenible. Sin embargo, al tratarse de proyectos con un carácter privado y más dedicado a unos usuarios concretos y a un funcionamiento específico, hacen de estos lugares respetuosos con el medio ambiente y económicos, pero manteniéndose al margen de la cultura y de la sociedad. No obstante, son dos edificios brillantes a tener en cuenta en la futura edificación de obra nueva.

Grupo 2: Está conformado por los proyectos del centro cívico Cristalleries Planell 1015 y el centro cívico Lleialtat Santsenca 1214.³³

Algunas de las características básicas que definen estos proyectos son:

- Se trata de edificios con un volumen más reducido que los anteriores. El primero de ellos cuenta con una superficie construida de 1694m² (centro cívico Cristalleries Planell) y el segundo edificio cuenta con una de 1968 m² (centro cívico Lleialtat Santsenca).

- Ambos edificios son obras de rehabilitación. Esto significa que deben tener en cuenta distintos condicionantes iniciales. Deben proyectarse de manera que el nuevo proyecto se adapte a lo existente, siendo mayor el trabajo, ya que implica analizar e identificar el estado de los elementos preexistentes para valorar cuáles son oportunos u obligatorios reutilizar y cuáles, en su defecto, deben ser eliminados y derribados para la ejecución del nuevo proyecto. Por tanto, se trata de un ejercicio proyectual más complejo que en el caso de los edificios del grupo 1.

- Los proyectos se encuentran situados en un espacio urbano con una serie de condicionantes más marcadas que en el caso de los edificios del grupo 1. En estos dos casos, existen diversas regulaciones del propio ayuntamiento tales como: la altura de cornisa; la composición y adaptación con los edificios colindantes; la rehabilitación de las fachadas previas, ya que forman parte del patrimonio del barrio, etc.

- En estos proyectos se realiza un empleo de sistemas basados en materiales con un menor grado de prefabricación, siendo utilizada la cerámica tanto para cerramientos como para estructura y el uso de sistemas estructurales metálicos, reutilizables y reciclables. En estos casos, la cantidad de hormigón empleado para estos proyectos se ve bastante reducida en comparación con los edificios del grupo 1. Sin embargo, la superficie construida es menor a los edificios del grupo 1, y emplean más tiempo en su puesta en obra.

- Las instalaciones en estos proyectos son mínimas, priorizando el uso de las energías naturales tales como el sol, el viento, el propio clima y el terreno. Ambos grupos de edificios aplican distintas técnicas tecnológicas eficientes para la climatización autónoma, utilizando los recursos naturales para que se traten de edificios eficientes. Sin embargo, los sistemas de instalaciones en estas dos obras son mucho menores que en el caso de los edifi-

33: Lorente, D; Ricart, J; Ros, X; y Tudó, R. (2015). Harquitectes. Barcelona: Àrea Productiva SLP. Recuperado de <http://www.harquitectes.com>

cios del grupo 1. En estos dos casos, al tratarse de espacios dedicados a centros cívicos, se plantea un número de instalaciones muy inferiores a los estrictamente necesarios en viviendas o laboratorios. Por tanto, las instalaciones en estos proyectos resultan muy escasas, implicando con ello un menor uso de material, un menor mantenimiento, un menor presupuesto y, como consecuencia, un menor uso de la energía requerida por el edificio.

- Los materiales predominantes en estas obras son: el acero, la madera, los elementos plásticos y la cerámica para la elaboración de cerramientos pesados y estructurales. Todos estos materiales poseen un menor grado de industrialización y de energía embebida. Esto hace que los materiales y, en consecuencia, la totalidad del edificio, posea una menor energía embebida. Esto implica un menor uso de energía para su fabricación y, además, una mayor durabilidad al tratarse de arquitecturas más mágicas. Por contra, este tipo de arquitecturas elaboradas a partir de muros portantes y fábricas de ladrillo son mucho más complejas de reutilizar y reciclar.

- La responsabilidad del grupo de arquitectos para garantizar unas obras adecuadas al lugar, a la sociedad, la cultura y la arquitectura preexistente, hace que estos dos proyectos del grupo 2 sean mucho más respetuosas con el desarrollo sostenible y hacen empleo de una buena arquitectura con proyectos comprometidos con la sociedad, la economía y el medio ambiente.

Conclusión

Ambos grupos son aptos para la realización de arquitectura sostenible. Sin embargo, se puede comprobar que aún siendo obras pertenecientes al mismo estudio de arquitectura, poseen modelos de trabajo y ejecución totalmente diferentes. Mientras unos proyectos se vinculan más a las tres características que relacionan la arquitectura con la sostenibilidad (economía, sociedad y medio ambiente), otras sólo se centran en la economía y en el medio ambiente. Se obtiene que el grupo 2 trata una manera más cuidadosa de entender la buena arquitectura mientras que el grupo 1 trata de entender la arquitectura de una manera totalmente diferente, implicando en mayor grado el uso de arquitecturas industriales, con una casi desvinculación de los materiales tradicionales y con los trabajos artesanales de muchos profesionales. Es decir, lo que ganan con la prefabricación y con la industria, lo pierden con la sociedad, con la relación con el lugar, las costumbres, etc. El salto cuantitativo de este tipo de arquitectura convierte a estos proyectos en lugares más futuristas, artificiales y carentes de sentido histórico. Forman parte de una nueva arquitectura alejada del carácter propio de una sociedad y con el compromiso de ser eficientes, reutilizables y reciclables.

A modo de conclusión, se puede considerar que el grupo 2 de edificios establece unas estrategias arquitectónicas y técnicas más complejas, con un grado de madurez mayor para el desarrollo sostenible y más comprometidas con la elaboración de proyectos de arquitectura que, en el caso de los edificios conformados por el grupo 1, muestran buenos proyectos más relacionados con la industria y la eficiencia que con las personas. Por tanto, se considera que las estrategias empleadas para el desarrollo de los proyectos del grupo 2 son más aptas para la arquitectura sostenible que las empleadas en los proyectos del grupo 1.

07 | Conclusiones de los Indicadores de Sostenibilidad en las obras analizadas.

Una vez analizadas las distintas obras seleccionadas, se muestra una serie de conclusiones que tienen como finalidad mostrar una reflexión sobre la arquitectura que construimos hoy en día. El uso de las distintas estrategias arquitectónicas explicadas permiten reducir considerablemente el consumo energético total de los edificios, beneficiando tanto a los usuarios como a la sociedad. El actual ritmo de crecimiento global no debe suponer un problema para las futuras generaciones y, por ello, debe de ser algo imprescindible a la hora de proyectar los futuros edificios si se quiere que el desarrollo sostenible se pueda alcanzar.

07 | 01 La arquitectura y el lugar

La importancia que adquiere un lugar, su historia, sus costumbres, el carácter propio y su cultura, no debe confundirse con el mundo de la imagen o de las marcas que, hoy en día, adquieren cada vez más importancia. En la actualidad, puede ser muy fácil reconocer obras de los arquitectos de moda, que utilizan la arquitectura como marca o estilo propio, desvinculándose totalmente del lugar. Es por ello que la conexión del proyecto con el lugar debe ser fundamental para su materialización, teniendo en cuenta la forma y el carácter del lugar para no desvincularse con la arquitectura propia del entorno donde se halle.³⁴

En el caso práctico del clima mediterráneo, es necesario conocer correctamente la orientación donde se va a ubicar el proyecto para realizar una correcta distribución de los espacios. Proteger, en cada caso, los espacios más sensibles a la exposición tanto del sol como de la sombra. Los climas templados poseen variaciones extremas de temperatura en intervalos de tiempo cortos³⁵. Es por ello que la configuración de los espacios, el diseño del proyecto, la distribución y el tratamiento de las distintas fachadas son fundamentales en la arquitectura si tenemos en cuenta su dimensión sostenible.

Como ejemplo, se podría decir que en el caso de las viviendas, para una correcta distribución desde el punto de vista sostenible (y de la eficiencia energética) se deberían de situar los espacios donde a menudo pasamos más tiempo en una orientación donde el sol ilumine y caliente en invierno, pero que a su vez tenga la sombra y el frescor durante el verano. Esto pone en cuestión muchas veces la adecuación de proyectar y las estrategias proyectuales a seguir para que ambas opciones sean posibles: la protección del sol, en verano, y la protección frente al frío, en invierno.

34: Bach, A; y Bach, E. (2015). *Más vivienda por menos*. Barcelona: Los libros de la Catarata. pp. 22-24.

35: Serra, R. (1999). *Arquitectura y climas*. Barcelona: Gustavo Gili, SL pp. 7-12.

A modo de esquema se podría considerar que aquellos espacios donde habitualmente estamos más tiempo, como las habitaciones, las salas de estar, el salón o el comedor, deben orientarse, en la medida de lo posible, hacia el Este o Sureste. De esta manera, quedan protegidos del sur y del oeste (en el caso del verano) y generan una correcta iluminación en el invierno.

Por otro lado, en algunos proyectos no siempre es tan sencillo encontrar la mejor orientación. Suelen existir ciertos condicionantes que nos impiden orientar correctamente los edificios. En estos casos es habitual recurrir a elementos de protección, voladizos o incluso la propia vegetación, que de estar integrados con el proyecto, pueden ser estrategias útiles para proyectar con estos condicionantes. Dichas soluciones han de ser tenidas en cuenta siempre y cuando no exista la posibilidad de orientar correctamente nuestra edificación.

Un claro ejemplo de este tipo de situaciones podrían ser las tramas urbanísticas del ensanche de Barcelona, con el esquema de manzana cerrada consolidada, donde la buena orientación sólo está presente en una de sus fachadas. En este caso, sólo la fachada sureste es la más acertada en cuanto a criterios de correcta iluminación, ventilación y, por tanto, a una mayor eficiencia energética del edificio. Mientras tanto, el resto de fachadas son más desfavorecidas y suponen un mayor gasto energético. Para estos casos, dichos cerramientos deben de estar más aislados, incrementando el material a utilizar, gastando más recursos y, por tanto, desaprovechando los recursos naturales.

Siendo prácticos y a modo de resumen, se podría decir que la correcta distribución interior y un aprovechamiento máximo de cada fachada puede favorecer notablemente las capacidades energéticas y reducir en gran medida los consumos energéticos de los proyectos arquitectónicos.

07 | 02 La prefabricación y la reutilización.

Para poner en contexto la prefabricación, se ha de tener en cuenta las características del proyecto, sus necesidades, su contexto y el lugar donde se halla. Es lógico pensar que si se necesita realizar un edificio con ciertos elementos prefabricados, la mejor opción será aquella que tenga en cuenta la cercanía. Esto supone un menor consumo en el transporte del material, y con ello se disminuiría la energía total necesaria para la realización de la obra. Por ello, un buen hábito a tener en cuenta sería conocer tanto el entorno como los medios existentes. Una vez realizado dicho estudio, se podrá entender mejor qué es lo más adecuado y conveniente para cada caso.

La siguiente premisa es un buen ejemplo de ello: una vivienda se va a realizar cerca de una industria que se dedica a la realización de piezas cerámicas. En dicho caso, lo más lógico, sería entender que los materiales a emplear en dicho proyecto sería los de dicha industria, ya que es la más cercana. Esto supone una reducción considerable del consumo en el transporte del material. En este caso sería ilógico que los materiales empleados en dicho proyecto provinieran de un lugar más lejano. Sin embargo, en la arquitectura contemporánea, existen numerosos ejemplos en los que los arquitectos tienen la obsesión o necesidad de importar materiales lejanos, incrementando con ello los costes y el consumo energético.

En el caso de los elementos prefabricados, si se analizan las distintas fases que supone la construcción del proyecto, se comprobará que muchos de los elementos utilizados tienen cierto grado de prefabricación. Y la propia definición de prefabricación significa en sí mismo fabricar antes. Esto es algo que se puede analizar como un punto positivo para la sostenibilidad, ya que construir antes significa, en parte, que esos elementos llegarán a obra y simplemente se necesitará su montaje, evitando muchas fases previas que reducen el tiempo y, con ello, el consumo de energía necesaria para la puesta en obra y construcción del proyecto.³⁶

Es por ello que la prefabricación tiene ciertas ventajas respecto a los elementos realizados 'in situ'. Ello se debe a que las condiciones que son requeridas para su fabricación están completamente controladas por una industria. Esto, en términos de sostenibilidad, implica que las obras con cierto grado de prefabricación supongan una mayor vida útil del edificio o incluso la posibilidad de reutilización de ciertos elementos constructivos. La puesta en obra de los mismos permite su reutilización debido a que se tratan de piezas

36: Bach, A; y Bach, E. (2015). *Más vivienda por menos*. Barcelona: Los libros de la Catarata. pp. 33-37.

con la posibilidad de montaje y desmontaje. En estos casos, dichos elementos supondrán cierta ventaja respecto a los materiales irrecuperables.

Un ejemplo podrían ser los elementos estructurales prefabricados de hormigón. Dichos elementos realizados en industria poseen mejores características técnicas, ya que se realizan en las mejores condiciones posibles. En el caso de los elementos realizados in-situ, necesitan de otros componentes para poder realizar correctamente su puesta en obra, pudiendo cometer ciertos errores de ejecución así como posibles fallos debidos a los propios fenómenos atmosféricos. Por este motivo, elementos como vigas, pilares, forjados, elementos pretensados, etc, mejoran sus características notablemente y suponen mayor durabilidad e incluso la posibilidad de reutilización de ciertas piezas. Por tanto, la prefabricación de los distintos materiales que conforman un edificio es una de las estrategias arquitectónica a tener en cuenta en el proceso proyectual.

07 | 03 Las instalaciones del proyecto.

El uso de las instalaciones dentro de las edificaciones arquitectónicas es algo relativamente novedoso. En cierto modo, las primeras referencias de la aplicación de una instalación eléctrica datan del año 1852, donde un farmacéutico llamado Domenech fue capaz de iluminar su botica en Barcelona. Además, en el año 1875 se instaló en Barcelona una dinamo que permitía iluminar las Ramblas, la Boquería, el Castillo de Montjuic y parte de los altos de Gracia. Más tarde, en 1885, se publicó un decreto que ordenaba que las instalaciones eléctricas eran necesarias para el alumbrado de teatros, prohibiendo el alumbrado con gas. Todo este desarrollo propició la aparición de una nueva industria eléctrica.³⁷

Las instalaciones fueron aumentando paulatinamente hasta la actualidad. Y, en cierto modo, todo este crecimiento de instalaciones, relacionado en parte por el crecimiento demográfico, propició un descontrol en los niveles de consumo energético. En parte, la evolución de los distintos estilos arquitectónicos y la desvinculación con las instalaciones hizo que numerosos proyectos carecieran de control energético. Además, el uso y la instalación de máquinas, conductos, cableado, etc, al estar más relacionadas con ingenierías, llegaron a crear una cierta desvinculación con los arquitectos.

Se podría decir que cuando no existían los medios, la arquitectura se veía obligada a trabajar con la sencillez, con los recursos que estaban más cercanos, con las ventilaciones cruzadas, la iluminación natural y con el uso estrictamente necesario de instalaciones. Hoy en día, con los medios disponibles, parte de la arquitectura se centra más en formas complejas, voladizos, grandes luces y excesivos espacios acristalados que pueden crear formalmente un bonito proyecto, pero que implican sobredimensionamiento de máquinas, incremento de material, y sistemas complejos que precisan de mucha energía para el correcto funcionamiento de los espacios.³⁸

Todo ello lleva a pensar, ¿es estrictamente necesario el uso de todas estas instalaciones o se puede prescindir de parte de ellas si se proyecta de manera diferente?

El actual código técnico de la edificación española (C.T.E.) recurre a ciertos requisitos que deben cumplir los proyectos. En dichos requerimientos, existen tablas y recursos que se deben tener en cuenta para la correcta elaboración del proyecto. Sin embargo, no siempre se tiene en consideración si dichas tablas y recursos son compatibles con la arquitectura sostenible y los consumos energéticos de los edificios. Se podría decir que es un có-

37: Saint, G. (2006). Las instalaciones y la arquitectura. *Tectónica*, (21), pp. 4-27.

38: Bach, A; y Bach, E. (2015). *Más vivienda por menos*. Barcelona: Los libros de la Catarata. pp. 118-122.

digo que sirve para cumplir mínimos, y obtener una serie de permisos, sin tener en cuenta que se trate de la resolución de una buena arquitectura. Este código, que podría ser modificado en un futuro próximo, podría tener en cuenta las distintas estrategias arquitectónicas para que dichos proyectos adquieran de manera obligatoria certificaciones energéticas más estrictas sin dejar de hacer arquitectura.

Si se tienen en cuenta todas las consideraciones de dicho código, es fácil darse cuenta de que, al final, todo se pretende solucionar con el uso de máquinas para resolver todos los problemas que no se han podido resolver durante la etapa de proyecto. Entonces, ¿se pueden evitar estas máquinas? La respuesta es probablemente “no”, pero sí es posible reducir al máximo los elementos de los que se compone y proyectar de tal modo que su uso sea, al menos, el mínimo posible.³⁹

En una edificación existen tres instalaciones principales:

- Instalaciones higrotérmicas: son aquellas instalaciones cuyo objetivo es conseguir una renovación adecuada y el acondicionamiento de los distintos espacios interiores que componen un proyecto para que se alcancen las condiciones mínimas de confort. Existen diversas máquinas que se utilizan para calefactar y/o refrigerar mediante la impulsión de aire y la extracción del aire viciado. Este tipo de máquinas son adecuadas para lograr el confort interior, pero, en cierto modo, lo más importante es que se realice la renovación de aire. Es por tanto interesante pensar que, si la impulsión procede de aire natural procedente del exterior o aire procesado mediante patios, sótanos o simplemente situando las máquinas en los espacios mejor aclimatados, la máquina tendrá que trabajar mínimamente contribuyendo con ello a una limitación y reducción de la energética necesaria. Otro caso que cabe mencionar es la disposición de los distintos elementos de la instalación, es decir, si los elementos que necesitamos para aclimatar correctamente un espacio precisan de 6 ramas de tubos, sería una buena práctica intentar que el espacio se moldeara a otra solución que funcionara y que, además, sólo precisara de 4 ramas.

Por tanto, se podría decir que este conjunto de consideraciones, si se tienen en cuenta en la fase de diseño del proyecto, pueden llegar a ser útiles para reducir el uso, el presupuesto de las mismas y el consumo energético de las distintas instalaciones higrotérmicas.

39: Lorente, D; Ricart, J; Ros, X; y Tudó, R. (2015). Harquitectes. Barcelona: Àrea Productiva SLP. Recuperado de <http://www.harquitectes.com>

- Instalaciones hidráulicas. Son aquella especialidad que tiene como finalidad la distribución del agua (caliente ó fría) dentro del edificio. Se puede decir, que al igual que la anterior, ésta se subdivide en especialidades distintas. Por un lado, las instalaciones de agua sanitaria y, por otro, las instalaciones pertinentes a la evacuación de aguas pluviales y fecales. Esta especialidad también es fundamental en el campo de la arquitectura ya que es necesaria para realizar ciertas funciones básicas en los edificios tales como: cuartos de aseo, baños, cocinas, calefacción, etc. Por tanto, es un aspecto fundamental del proyecto que se debe controlar con precisión con el fin de evitar posibles desperfectos con el paso del tiempo.

Es por ello que siempre se deben tener en cuenta a la hora de proyectar: saber dónde está situado cada elemento, los metros lineales de tuberías y la procedencia y posterior tratamiento de las aguas. Existen muchas ramas de ingeniería especializadas en este sector y, por ello, dentro del campo de la arquitectura se debe tener en cuenta lo que es necesario para cada usuario y la función del edificio. De este modo, agrupando en planta la mayor cantidad posible de elementos sanitarios, se reducirá la cantidad de tubos a instalar y, con ello, el material y la energía necesaria.

Por otro lado, las instalaciones de calefacción que utilizan agua, pueden mejorarse con la utilización de técnicas como la geotérmica o las placas solares, que permiten reducir el consumo para la generación de agua caliente sanitaria, llegando a ser en algunos casos innecesaria la utilización de las máquinas para la producción de agua caliente. Otro ejemplo que ayuda a reducir tanto el agua, como la energía, es la utilización de griferías y tuberías aisladas que además no mezclen agua caliente con agua fría. De este modo, no es necesario calentar en exceso el agua para después mezclarla y conseguir la temperatura media adecuada.

Como último ejemplo, cabe destacar que la separación de las aguas pluviales permite, con su posterior tratamiento, un uso posterior para el riego de las zonas verdes y, por tanto, un menor consumo para su posterior potabilización. En definitiva, cada gota cuenta y si no es necesaria, no debe malgastarse. Aquellas aguas que puedan ser reutilizadas reducirán la cantidad necesaria para el funcionamiento del edificio y, con ello, al uso energético que implica su potabilización.

- Instalaciones eléctricas: Son aquella especialidad que tiene como finalidad la distribución de los distintos elementos que componen una instalación eléctrica en un proyecto. Esta especialidad incluye, en términos generales, la iluminación, las tomas de corriente del edificio y las telecomunicaciones. Dentro de esta especialidad se utilizan numerosos cables, habitualmente de materiales metálicos recubiertos de plástico, que permiten numerosas funciones del edificio. Todos estos materiales son necesarios en los proyectos, pero es cierto que se puede reducir el material utilizado si se realiza una correcta distribución. Otra consideración a tener en cuenta es que el propio edificio necesite de las mínimas horas de luz artificial, aprovechando al máximo la iluminación natural. De este modo, y junto al uso de placas fotovoltaicas, se reducirá el consumo energético procedente de materiales fósiles. Todo ello, además, sin olvidar la idea de proponer la maquinaria más eficiente y utilizando luminarias que consuman menos que las convencionales, como las luminarias de tipo LED.

Si además de todo lo descrito anteriormente es posible la unificación de los distintos bloques de instalaciones, el proyecto optimizará al máximo los espacios y recursos y el funcionamiento de dichas salas para sus posteriores mantenimientos o registros. Para llegar a este punto, será necesario el conocimiento completo del edificio y, junto con un correcto dimensionamiento de todas las instalaciones en la fase de proyecto, precisando en cada dibujo y plano cada uno de los elementos, permitirá mejorar notablemente la eficiencia del edificio.

Se podría decir que la frase de “menos es más” de Ludwig Mies Van der Rohe, es aplicable a las instalaciones del proyecto, cuanto menos material necesario menor consumo, mayor beneficio para los usuarios y para afrontar el cambio climático que afecta al planeta Tierra.

07 | 04 La materialización del proyecto

La materialización de cualquier proyecto requiere un estudio previo, condicionantes de diseño, una serie de presupuestos, etc. Por tanto, adquiere una importancia notable el criterio de elección. Cuando se realiza la materialización del proyecto, se necesita saber la durabilidad, el envejecimiento, la procedencia, la energía embebida que posee (desde su extracción como materia prima hasta la puesta en obra), la cantidad necesaria, su posible reutilización, el aspecto económico, etc.

Cada uno de los materiales descritos a continuación podría conllevar el estudio de diversos trabajos finales de grado. Por este motivo, con este resumen se pretende dar una ligera idea sobre las ventajas y desventajas que adquiere la elección de un material u otro. Para ello, se realiza una pequeña descripción sobre los más habituales en la construcción de edificios en el clima mediterráneo.

01 | La madera

El uso de la madera en la arquitectura mediterránea ha sido desde siempre habitual por diversas razones: su fácil manejo, su abundancia y su uso polivalente, entre otras. La madera es uno de los materiales más abundantes del planeta ya que proviene de los árboles y, por ello, puede ser un material sostenible. Una vez realizada una tala de árboles de un bosque es sencillo replantar árboles para regenerar de nuevo el material. La madera utilizada resulta más sostenible si su lugar de procedencia es cercano al sitio donde se realizará el proyecto. Además, es un material reciclable, reutilizable y un gran aislante térmico y acústico. El uso responsable de la madera en arquitectura puede llegar a ser un factor muy importante para el desarrollo sostenible. Sin embargo, el uso irresponsable de esta puede derivar en la deforestación y extinción de bosques y ecosistemas. Como conclusión, se podría decir que se trata de un material que, con un uso responsable, resulta muy beneficioso en la arquitectura sostenible.

02 | El hormigón

Sin duda, el hormigón ha sido uno de los materiales más revolucionarios en la historia de la arquitectura. La gran mayoría de arquitectos contemporáneos ha hecho uso de este material en sus obras, ya sea por su capacidad plástica, su resistencia o su durabilidad en el tiempo con la incorporación de barras corrugadas de acero. El gran abanico de posibilidades que ofrece este material ha permitido la creación de diseños más creativos, puentes, voladizos sobredimensionados, sistemas reglados, curvas, etc. Sin embargo, la extracción de las materias primas que conforman el material (arenas, gravas, cemento,

acero y agua), y su costoso sistema de reciclado lo convierten en un material menos sostenible. En el proceso de fabricación in-situ precisa de unas condiciones favorables para su correcto fraguado o el uso de aditivos. Los hormigones obtenidos in-situ suelen presentar más inconvenientes y peor durabilidad que los realizados en industria (prefabricados). La energía embebida se ve incrementada por su proceso de transporte, vertido y posterior puesta en obra. Sin embargo, la prefabricación de este material presenta una serie de ventajas que reduce notablemente la energía embebida, convirtiéndolo en un material más sostenible. Como conclusión se podría decir que este material es adecuado para la edificación sostenible siempre que se utilice en elementos imprescindibles y con un uso limitado.

03 | Materiales metálicos

Un proyecto arquitectónico siempre precisa de elementos metálicos, ya sean elementos estructurales, carpinterías, cables, tubos, mobiliario, etc. Existen diversos metales y amplia diversidad de aleaciones (acero, aluminio, cobre), colores y acabados. Por este motivo, los metales se han convertido en materiales imprescindibles a la hora de elaborar un proyecto. El acero es uno de los materiales más empleados en la elaboración de estructuras de las edificaciones; el aluminio es otra aleación muy utilizada en la elaboración de acabados, mobiliario, carpinterías, etc; y el cobre, por su parte, supone un gran consumo de material metálico dentro de las instalaciones eléctricas del edificio. Un uso excesivo de materiales metálicos puede suponer la pérdida de la sostenibilidad en el edificio, dado que se emplean muchos recursos naturales y energía en el proceso de extracción y transformación del material. Los metales tienen una gran cantidad de energía embebida. En el proceso de extracción de las materias primas y su posterior transformación siderúrgica implica un gran consumo de energía y generación de escorias, residuos, CO₂, etc. Esto lo convierte en un material poco conveniente para el desarrollo sostenible. Sin embargo, dicho material adquiere un lado positivo con el reciclado, ya que el problema se erradica al no ser necesario realizar de nuevo un proceso de extracción y transformación en metal. La única energía necesaria para su posterior reciclado es inferior y por tanto se convierte en un material reciclable apto para el desarrollo sostenible siempre que se limite al uso imprescindible dentro del proyecto.

04 | Los materiales pétreos

La piedra natural en su amplio abanico tipológico y sus diversas aplicaciones en arquitectura han sido utilizadas por una multitud de culturas, lugares y épocas. Sin embargo, este material ha ido perdiendo importancia en la arquitectura contemporánea con la aparición de nuevos materiales. Por esta causa, son muy pocos los estudios que siguen em-

pleándola como material en sus proyectos. El proceso de extracción, su fácil trabajabilidad, los tratamientos y su posterior puesta en obra lo convierten en un material con menos energía embebida respecto a otros materiales que precisan de diversos procesos industriales. Por ello, el empleo de pétreos con una extracción cercana al entorno inmediato del proyecto, puede considerarse como un material apto para el desarrollo sostenible.

05 | La cerámica

La término cerámica proviene del concepto griego *kerameikos*, el cual significa tierra cocida. Se trata de un material utilizado desde la antigua Grecia, que ha sido utilizado a lo largo de la historia de la arquitectura. La cerámica ha ido evolucionando con el paso de los años, desarrollando infinitas posibilidades y acabados. Además, se trata de un material que sigue evolucionando año tras año consiguiendo nuevos métodos de fabricación, donde cada vez se emplea menos energía y, con ello, se economiza su fabricación y su correspondiente energía embebida. Una vez terminada su vida útil puede ser reciclado con cierta facilidad convirtiéndose en materia prima apta para su reutilización. Su durabilidad, la economía respecto otros materiales, su variedad de acabados y su ligereza la convierten, junto con la madera, en uno de los materiales más comprometidos con el cambio climático. Su uso en la arquitectura resulta beneficioso para el desarrollo sostenible.

06 | Otros materiales

A la hora de realizar un proyecto se emplean una cantidad bastante amplia de materiales: los aislamientos, los materiales plásticos, los morteros, el yeso, los que conforman las distintas instalaciones del edificio. Por ejemplo, el uso de revestimientos interiores, como los morteros, el yeso o las pinturas adquieren vital importancia en los acabados de los edificios, pero, ¿son realmente necesarios o simplemente se emplean con un fin estético?. La respuesta tal vez pueda depender del espacio que se trate. Se podría decir con cierta seguridad que estos materiales, además de suponer un gasto energético y económico, suponen un cuidado y mantenimiento. Suponen el empleo de mayor energía y, con ello, materiales menos comprometidos con el desarrollo sostenible. A modo de conclusión se puede decir que estos materiales sólo deben emplearse cuando sean estrictamente necesario, “menos es más”.⁴⁰

40: Bach, A; y Bach, E. (2015). *Más vivienda por menos*. Barcelona: Los libros de la Catarata. pp. 122-124.

07 | 05 La arquitectura, la sociedad y la responsabilidad del arquitecto

“El desconocimiento de la ley no exime su cumplimiento”. Dicha frase describe a la perfección la obligación de los arquitectos y arquitectas, como proyectistas técnicos, de tener en cuenta ciertas instalaciones para la resolución de los proyectos. No siempre se proyecta correctamente dado que, hoy en día, la mayoría de promotores se hallan más preocupados por el número de viviendas, de habitaciones y de cuartos húmedos que de los materiales utilizados y de que la vivienda funcione correctamente a nivel climático, se realice buena arquitectura o implique un desarrollo sostenible.

Las personas están en contacto con la arquitectura las 24 horas del día. Sin embargo, son pocos los usuarios que se plantean entender si su edificio es respetuoso con el medio ambiente o no. En el caso de la sostenibilidad, no siempre ha existido una sociedad de consumo. Nuestros abuelos y bisabuelos eran mucho más sostenibles que nosotros. Ellos construían sus casas con los materiales más cercanos, económicos y hacían empleo de aquellas técnicas constructivas típicas de cada lugar. Por ello, sus casas y los edificios eran mucho más sostenibles que todos aquellos proyectos que se realizan con los medios existentes de hoy en día.⁴¹ Además, los materiales empleados no poseían ningún grado de industrialización. Los muros de mampostería de piedra, de tapial de tierra o la madera empleada para cada proyecto era una muestra clara de la naturaleza y la sencillez con la que se hacían cada uno de los proyectos. Las casas se diseñaban en función de las necesidades de cada momento e incluso, se planteaban ciertas modificaciones cuando se consideraba necesario. En el caso de que se precisara de más habitaciones o cuartos se realizaba una ampliación de la propia casa. En otros casos, si se precisaba mejorar la iluminación y la ventilación de los espacios interiores se añadían puertas, ventanas, etc. De esta manera, se iban creando nuevas soluciones que respetaban lo existente y que tenían como finalidad la mejora de los espacios para solucionar aquellas necesidades planteadas. Existen distintas narraciones que argumentan cómo ciertas personas que construían sus cabañas de madera en mitad de la montaña, añadían ventanas, puertas o elementos para la protección solar en función de los condicionantes del lugar y en la medida que se creían convenientes. Con la realización de estas modificaciones, poco a poco, las construcciones alcanzaban su máximo nivel de confort interior, considerándolos así como un lugar cómodo u hogar. Sin embargo, todas estas circunstancias de plantear una obra arquitectónica con modificaciones constantes que consigan alcanzar un resultado final adecuado es totalmente incompatible con el modelo de sociedad actual. La responsabilidad de los arquitectos a la hora de plantear proyectos adecuados y eficaces desde el principio es algo fundamental para contribuir a un correcto desarrollo sostenible.

41: Bach, A; y Bach, E. (2015). *Más vivienda por menos*. Barcelona: Los libros de la Catarata. pp. 120.

El urbanismo es una disciplina que ha aportado numerosas ventajas a la sociedad pero que, a su vez, ha generado diversos inconvenientes que han llevado a la población a un proceso de adaptación. El problema fundamental radica en el crecimiento de las ciudades, las despoblaciones del centro y en las grandes urbanizaciones alejadas de los puestos de trabajo. Todo esto ha conducido a las personas a ser dependientes de los vehículos, dado que desplazarse es una necesidad. Además, debido a la falta de transportes públicos eficientes, es fácil observar numerosos vehículos en los que viaja una sola persona, generándose largas colas de tráfico, ruido, incrementos del CO₂ en la atmósfera y apariciones de nuevas enfermedades. Todo ello se debe a la zona de confort en la que la población se encuentra. La misma zona de confort que hace que las personas enciendan el aire acondicionado en vez de abrir una ventana, dependiendo siempre de las máquinas. Por eso, las ciudades se han convertido en zonas de paso para los vehículos y no para las personas y, por ello, actualmente se están regenerando todas estas zonas, realizando modificaciones que permitan a las personas ir en bicicletas, en patines, andando o corriendo sin la necesidad de malgastar energía, favoreciendo también nuevas zonas verdes y, por tanto, mejorando la salubridad de las ciudades.⁴²

Si se echa la vista atrás, hacia la arquitectura de finales del siglo XX y principios del XXI, es fácil darse cuenta de que se ha proyectado de manera descontrolada, colocando en numerosas ocasiones el mismo proyecto en distintos lugares, sin adaptación alguna al entorno inmediato. No es hasta la crisis económica de 2008 cuando todos estos procesos se ven paralizados en los países más afectados, como en el caso de Portugal y España. Se plantea entonces una manera de construir más adecuada. Por ello, uno de los principales puntos de este análisis es la manera en la que se construye: los materiales empleados, las fuentes principales de energías que se utilizan para la construcción y los resultados obtenidos.

Por todas estas razones, se ha de ser críticos. ¿Se está haciendo realmente todo lo que se puede hacer para mejorar el planeta, o simplemente la población se desentiende porque es lo más sencillo? En todo esto la arquitectura juega un papel fundamental. Si se mejoran los espacios, se mejoran los accesos, los transportes públicos, se crean espacios seguros y, con todo ello, se contribuye a mejorar notablemente la salud y la vida de la sociedad. La visión crítica adquiere un significado práctico, el deshacer aquello que se encuentra mal ejecutado y mejorarlo, favoreciendo a una adaptación social, a una nueva forma de vivir, procurando enseñar a las futuras generaciones que deben de cuidar las ciudades, los pueblos, los espacios verdes y dejar todo al menos como estaba, sin empeorarlo.

42: Díaz, M. (2018). *Arquitectura y cambio climático*. Barcelona: Los libros de la Catarata. pp. 23-25.

Como resumen final de éstas conclusiones, se hace uso de un fragmento del libro “Más vivienda por menos” de Anna Bach y Eugeni Bach:

Capítulo 1. El valor de la arquitectura: La responsabilidad del arquitecto.⁴³

“Una vez vista la complejidad de la arquitectura, los valores a los que quiere dar respuesta y las herramientas que utiliza, es lícito preguntarnos cómo es posible que el entorno construido de nuestras ciudades y de nuestros espacios naturales sea, en muchas ocasiones, tan desastroso. Si en nuestro país es necesaria la firma de un arquitecto para la construcción de la mayoría de los edificios ¿cómo es posible tal situación?”

Hay varias respuestas a esta pregunta, y muchas de ellas pasan por el alto grado de responsabilidad que cualquier arquitecto debería tener. Desgraciadamente, como en muchas otras profesiones, tener el título de arquitecto no es una garantía para que cualquier proyecto de arquitectura dé una respuesta adecuada a todos los puntos de los que hemos hablado. Las presiones económicas y políticas, la incapacidad a veces, o la falta de voluntad y de compromiso social de muchos profesionales, han llevado a la arquitectura a un descrédito del que solo podrá salir con compromiso, con responsabilidad y buenas prácticas. Por otra parte, esta situación no es específica de la arquitectura. En muchas otras profesiones existen muy buenos profesionales, y otros que en cambio pueden dejar mucho que desear. El problema es que la arquitectura, por su alta repercusión social, implica unas consecuencias que, además de ser de gran envergadura, acostumbran a serlo durante un largo período de tiempo.

Para ilustrar esta situación, acostumbramos a compararla con la de otro profesional que, en muchos aspectos, tiene puntos en común con el arquitecto: el director de cine. Este profesional también sabe lidiar con situaciones muy complejas: un presupuesto económico, un productor que le exigirá un rendimiento en taquilla, unos actores que tienen sus distintas especificidades, debe adaptar un guión determinado, debe hacerlo en un tiempo específico y sin posibilidad de retraso alguno, hay que elegir unas localizaciones, vestuario, iluminación, fotografía... y todo ello, debe hacerlo según unos criterios propios, con su propia manera de entender el cine, pero sin dejar de dar respuesta a cada una de las premisas de partida.

La gran diferencia entre el director de cine y el arquitecto está en la responsabilidad. Evidentemente que el cineasta lleva una gran carga, pero si la película no funciona, deberá responder solo frente al productor que confió en él, pero no ante toda la sociedad. Una película no queda expuesta día y noche en el centro de una ciudad; un edificio sí.”

43: Bach, A; y Bach, E. (2015). *Más vivienda por menos*. Barcelona: Los libros de la Catarata. pp. 21-22.

08 | Bibliografía

01. Martínez, M. (2018). *Geometrías de la arquitectura contemporánea*. Argentina: Diseño Editorial
02. Fernández, L. (2018). Bueno, bonito, barato. *AV Monografías*, (202), pp. 3-5
03. Fernandez, L. (2018). Viviendas universitarias 912, Sant Cugat Del Vallès (Barcelona). *AV Monografías*, (202), pp. 30- 37
04. Fernandez, L. (2018). Centro de Investigación ICTA-ICP 1102, Cerdanyola del Vallès (Barcelona). *AV Monografías*, (202), pp. 60- 67
05. Fernandez, L. (2018). Centro Cívico Cristalleries Planea 1015, Barcelona. *AV Monografías*, (202), pp. 68- 77
06. Fernandez, L. (2018). Centro Cívico Lleialtat Santsenca 1214, Barcelona. *AV Monografías*, (202), pp. 78- 85
07. Bach, A; y Bach, E. (2015). *Más vivienda por menos*. Barcelona: Los libros de la Catarata
08. García, J. (2016). Mediterranean Atmospheres: From Multilayered to Monolithic. *Revista 2G* (74)
09. Díaz, M. (2018). *Arquitectura y cambio climático*. Barcelona: Los libros de la Catarata
10. Márquez, F. (2015). Cuatro estrategias. *El croquis*, (181), pp.159-228
11. Serra, R. (1999). *Arquitectura y climas*. Barcelona: Gustavo Gili, SL
12. Saint, G. (2006). Las instalaciones y la arquitectura. *Tectónica*, (21), pp. 4-27.
13. Tillería, J. (2010). La arquitectura sin arquitectos, algunas reflexiones sobre arquitectura vernácula. *Revista AUS*, (8), pp. 12-15.
14. Acosta, D. (2009). Arquitectura y construcción sostenibles: conceptos, problemas y estrategias. *Dearq* (4), pp. 14-23

15. Fournier, R. (2008). Construcción sostenible y madera: realidades, mitos y oportunidades. *Tecnología en Marcha*, (4), pp. 92-101
16. Domínguez, L; y Soria, F. (2004). *Pautas de diseño para una arquitectura sostenible. Khôra 19*. Barcelona: UPC, SL
17. Ábalos, I. (2000). *La buena vida. Visita guiada a las casas de la modernidad*. Barcelona: Gustavo Gili.
18. Le Corbusier. (1983). *Mensaje a los estudiantes de Arquitectura*. Buenos Aires: Infinito
19. (1986). *Hacia una arquitectura*. Buenos Aires: Poseidón
20. Zumthor, P. (2014). *Pensar la arquitectura*. Barcelona: Gustavo Gili
21. Bachelard, G. (1965). *La poética del espacio*. México D.F: Fondo de cultura económica
22. Benevola, L. (1974). *Historia de la arquitectura moderna*. Barcelona: Gustavo Gili
23. Bergdoll, B. Y Christensen, P. (2008). *Home Delivery. Fabricating the modern dwelling*. Nueva York: The Museum of Modern Art
24. Cullen, G. (1981). *The concise townscape*. Londres: The Architectural Press.
25. Deplazes, A. (2015). *Construir la arquitectura. Del material en bruto al edificio. Un manual*. Barcelona: Gustavo Gili.
26. Frampton, K. (1981). *Historia crítica de la arquitectura moderna*. Barcelona: Gustavo Gili.
27. Giedion, S. (1989). *Espacio, tiempo y arquitectura*. Barcelona: Dossat.
28. Goldberger, P. (2009). *Why architecture matters*. New Haven: Yale University Press.
29. Gombrich, E. H. (1990). *Historia del arte*. Madrid: Alianza
30. Montaner, J.M. (1993). *Después del Movimiento Moderno, Arquitectura de la segunda mitad del siglo XX*. Barcelona: Gustavo Gili

31. Monteys, X. Y Fuertes, P. (2001). *Casa Collage. Un ensayo sobre la arquitectura de la casa*. Barcelona: Gustavo Gili
32. Moore, Ch.; Allen, G y Lyndon, D. (1977). *La casa: forma y diseño*. Barcelona: Gustavo Gili
33. Pallasmaa, J. (2010). *Una arquitectura de la humildad*. Barcelona: Fundación Caja de Arquitectos
34. Paricio, I. (1995). *La construcción de la arquitectura*. Barcelona: ITEC
35. Quaroni, L. (1980). *Proyectar un edificio. Ocho lecciones de Arquitectura*. Madrid: Xarait ediciones
36. Rasmussen, S. E. (2004). *La experiencia de la arquitectura*. Barcelona: Reverté
37. Rossi, A. (1984). *Autobiografía científica*. Barcelona: Gustavo Gili
38. Rowe, C. (1978). *Manierismo y arquitectura moderna y otros ensayos*. Barcelona: Gustavo Gili
39. Smithson, A y Smithson, P. (1973). *Without rhetoric-An architectural aesthetic*. Londres: Latimer New Dimensions
40. Venturi, R. (1972). *Complejidad y contradicción en la arquitectura*. Barcelona: Gustavo
41. GiliLevi, B. (1976). *Saber ver la arquitectura*. Barcelona: Poseidón
42. La construcción sostenible. El estado de la cuestión. (1998, Enero 31). Recuperado de <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n4/apala.html>
43. Lorente, D; Ricart, J; Ros, X; y Tudó, R. (2015). *Harquitectes*. Barcelona: Àrea Productiva SLP. Recuperado de <http://www.harquitectes.com>
44. Sustentable & Sostenible. (2013, noviembre 2). Recuperado de <https://blog.deltoroantunez.com/2013/11/definicion-arquitectura-sostenible.html>
45. Definiciones de arquitectura. (2009, enero 30). Recuperado de <http://platea.pntic.mec.es/dgarciac/c0809/tif2web02/definiciones%20de%20arquitectura.html>

09 | Créditos fotográficos

Portada. Elaboración propia.

Imagen 01_ Latitud / Continentalidad. Elaboración propia.

Imagen 02_ Economía lineal, economía reciclado y economía circular. Elaboración propia.

Imagen 03_ Viviendas universitarias 912, recuperado de: arquitectes.com

Imagen 04_ Viviendas universitarias 912, recuperado de: arquitectes.com

Imagen 05_ Viviendas universitarias 912, recuperado de: arquitectes.com

Imagen 06_ Centro Investigación ICTA-ICP 1102, recuperado de: arquitectes.com

Imagen 07_ Centro Investigación ICTA-ICP 1102, recuperado de: arquitectes.com

Imagen 08_ Centro Investigación ICTA-ICP 1102, recuperado de: arquitectes.com

Imagen 09_ Centro Cívico Cristalleries Planell 1015, recuperado de: arquitectes.com

Imagen 10_ Centro Cívico Cristalleries Planell 1015, recuperado de: arquitectes.com

Imagen 11_ Centro Cívico Cristalleries Planell 1015, recuperado de: arquitectes.com

Imagen 12_ Centro Cívico Lleiltat Santsenca 1214, recuperado de: arquitectes.com

Imagen 13_ Centro Cívico Lleiltat Santsenca 1214, recuperado de: arquitectes.com

Imagen 14_ Centro Cívico Lleiltat Santsenca 1214, recuperado de: arquitectes.com

Imagen 15_ Planta situación, recuperado de: arquitectes.com

Imagen 16_ Planta primera, recuperado de: arquitectes.com

Imagen 17_ Sección con entorno inmediato, recuperado de: arquitectes.com

Imagen 18_ Detalle módulo prefabricado, recuperado de: arquitectes.com

Imagen 19_ Detalle constructivo, recuperado de: <https://www.plataformaarquitectura.cl>

Imagen 20_ Planta de situación, recuperado de: harquitectes.com

Imagen 21_ Planta baja, recuperado de: harquitectes.com

Imagen 22_ Sección longitudinal, recuperado de: harquitectes.com

Imagen 23_ Planta tipo instalaciones, recuperado de: harquitectes.com

Imagen 24_ Sección constructiva, recuperado de: harquitectes.com

imagen 25_ Planta de situación, recuperado de: harquitectes.com

Imagen 26_ Planta baja, recuperado de: harquitectes.com

Imagen 27_ Alzado sur. Fachada preexistente, recuperado de: harquitectes.com

Imagen 28_ Axonometrías funcionamiento climático, recuperado de: harquitectes.com

Imagen 29_ Sección constructiva, recuperado de: harquitectes.com

Imagen 30_ Planta de situación, recuperado de: harquitectes.com

Imagen 31_ Planta baja, recuperado de: harquitectes.com

Imagen 32_ Alzado C/Olzinelles, recuperado de: harquitectes.com

Imagen 33_ Sección transversal, recuperado de: harquitectes.com

Imagen 34_ Sección longitudinal, recuperado de: harquitectes.com