



CÁTEDRA  
MADERAMEN

PROTOTIPO DE PABELLÓN DE MADERA

III TALLER DESIGN & BUILD



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



GENERALITAT  
VALENCIANA

Vicepresidència y Conselleria de  
Serveis Socials, Igualtat i Vivenda



IVE

Instituto Valenciano  
de la Edificación

## INTRODUCCIÓN

---

En el contexto de la aceleración de la transición ecológica se ha dado una necesidad real de generar nuevos planteamientos no solo en el diseño y metodología de construcción, sino de repensar el uso de los materiales de construcción que se regeneren y que convivan con el ecosistema de una forma sostenible. Se estima que los edificios consumen el 40 por ciento de la energía en su construcción, uso y mantenimiento. En este contexto, un sector con tan amplio recorrido en el ahorro y la eficiencia energética juega un papel fundamental en la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>. Así lo ha considerado, de hecho, la Unión Europea al incorporar en sus programas de recuperación criterios cada vez más exigentes de circularidad, reducción de la huella ecológica...

**La madera es punta de lanza para la transición verde en la arquitectura** en la medida en que colabora notablemente en la descarbonización del proceso constructivo. Por una parte, al sustituir materiales de elevada demanda energética como el acero o el hormigón reduce significativamente las emisiones del proceso constructivo. Pero, además, la propia madera es un repositorio de CO<sub>2</sub>, secuestra el CO<sub>2</sub> en forma de edificios. Y si a esto le sumamos la posibilidad, cada vez más cierta, de usar la madera en los masivos procesos de rehabilitación, principal prioridad del sector si se quiere abordar con honestidad la actual crisis medioambiental y habitacional, la ecuación es más que positiva.

Ciertos autores llegan incluso a defender que el siglo XXI será el siglo de la madera, frente al acero en el XIX y el hormigón en el XX. Sin necesidad de imbuir a este material de una pátina profética, lo cierto es que de estos tres la madera es el único material con externalidades potencialmente positivas, tal y como se ha señalado. Además, por sus cualidades, la madera maciza industrializada tiene el potencial de crear un modelo ejemplar de economía circular: se trata de un material de origen renovable, es recuperable y reciclable, es ligero, fácil de transportar, aislante y un material estructural que permite técnicas de construcción rápida, con un mayor control de la obra, menores riesgos y menor contaminación. Además, su uso promueve la gestión forestal sostenible y de proximidad, es una herramienta de primer orden para luchar contra el despoblamiento, favorece la reconversión de un sector industrial de fuerte implantación en la Comunitat Valenciana. Aporta, como material, una diversidad de texturas y acabados sin parangón, además de ser capaz de dotar, no solo de calidez, sino incluso de aroma a las edificaciones. Además, sus buenas cualidades estructurales se complementan con propiedades aislantes a nivel térmico y de absorción acústica. Es garantía, por tanto, de un cierto retorno en términos de confortabilidad y complejidad sensitiva.

Con el fin de impulsar el uso de la madera específicamente en el ámbito residencial, por medio de la Cátedra MADERAMEN se impulsa este **taller anual Design&Build** desde la Universitat Politècnica de València. Este taller consta de diversas fases, cuyo resultado último es el **diseñar y construir un pabellón de madera**. Diversas entidades colaborarán en el taller con el fin de compartir en cada una de las fases las miradas y experiencias sectoriales de manera que los asistentes pueden adquirir **competencias transversales** a lo largo de todo el proceso. El taller consiste en una adaptación de la metodología de aprendizaje servicio al campo concreto de la arquitectura, una suerte de learning by building.

## ANTECEDENTES

---

Este taller consolida una trayectoria que arrancó en 2021 con la primera versión de este proyecto formativo. En esencia consta de tres fases: diseño, prototipado y construcción. Se describen a continuación la evolución a lo largo de tres cursos.

### 1. Curso 2021-2022

Durante la pandemia de la COVID-19 se puso de manifiesto la falta de espacios al aire libre en los edificios de viviendas existentes. De ello el equipo de profesores responsables del taller dio cuenta en el artículo científico "Identification of Measures to Strengthen Resilience in Homes on the Basis of Lockdown Experience during COVID-19". Se tomó conciencia de la relevancia del balcón como espacio de vida, de respiro y contacto con el exterior. Para plantear soluciones a esta problemática, se organizó un taller intensivo, en el que participaron un total de 30 alumnos, 15 de cada una de las escuelas de arquitectura de la Universitat Politècnica de València y la Universidad de Alicante, elegidos mediante una convocatoria pública en la que se fijaron unos criterios de selección. Al alumnado se le planteó el diseño y construcción, por ellos mismos, de un prototipo de balcón que pudiera instalarse en las fachadas de edificios existentes y que permitiera reforzar la resiliencia de las construcciones y mejorar la calidad de vida de las personas que las habitan. Se planteó en dos fases: una primera con un enfoque más teórico y, una segunda, de carácter práctico, durante la cual se construyó el prototipo.

La primera etapa tuvo lugar en la Universidad de Alicante, los días 18 y 19 de octubre, y consistió, por un lado, en una serie de conferencias sobre aspectos técnicos orientados a la materialización del proyecto, experiencias previas en el diseño de artefactos arquitectónicos, así como otras orientadas a presentar los actuales retos relativos a la emergencia climática, habitacional y sanitaria y, por otro, una parte práctica de ideación. Esta parte se inició con la organización del alumnado en un total de 6 grupos de trabajo, con el objetivo de que cada uno diseñara un prototipo de balcón. Los criterios de diseño que se fijaron, como punto de partida, fueron que el balcón se construyera con un material renovable, natural y local, que generara la menor cantidad posible de residuos, que fuera modular, reciclable y reutilizable, de fácil montaje y desmontaje, ligero y que su ejecución fuera rápida y no implicara un coste económico elevado. El balcón debería poder anclarse, por el exterior, a los elementos estructurales en fachada, ya sean forjados o vigas. Además, esta construcción, también debería ayudar a mejorar el comportamiento energético de las viviendas a través de un diseño bioclimático que priorice estrategias de climatización pasiva (cuyo uso no precise de instalaciones o mecanismos activos), que considere los condicionantes del lugar, de manera que, además de acondicionar el espacio que envuelve, fuera un generador de confort para el resto de la vivienda. La madera era el material más indicado.

La segunda etapa se desarrolló durante los días comprendidos entre el 20 y el 22 de octubre en el taller de maquetas de la Universitat Politècnica de València. Comenzó con un debate y análisis de los prototipos ya diseñados con el objetivo de identificar aquellos aspectos más relevantes de cada uno de ellos. Este debate permitió al alumnado conocer otros puntos de vista y diseñar, de forma colaborativa, el prototipo que finalmente se construyó. Se contó con la cooperativa Okambuva.coop, la cual dispone de un equipo humano con una gran experiencia en bioconstrucción y formación. Una vez consensuado el diseño del prototipo se desarrollaron todos los planos generales, planos de montaje, despieces y detalles técnicos con información de escuadrías o detalles de uniones. Paralelamente se realizó un trabajo de cubillaje de material necesario según el diseño del prototipo seleccionado, trasladando las secciones y escuadrías necesarias al material disponible de aserradero.



Posteriormente, se inició la actividad propia de carpintería con tareas específicas como preperforar, taladrar, serrar, unir, atornillar, cortar o lijar, tareas que llevó a cabo el alumnado bajo la tutela y supervisión de profesionales especializados en la materia. Una vez construidos los diferentes módulos del prototipo se iniciaron los trabajos de ensamblaje final y anclaje. La ejecución de la estructura del balcón se montó sobre un bastidor de madera preparado a modo de soporte, que simulaba la fachada de un edificio preexistente. En esta fase, la capacidad resolutoria y de trabajo en equipo del alumnado fueron claves. El balcón ya terminado, gracias al trabajo de todo el equipo del alumnado y profesorado, estuvo expuesto durante 9 meses en el campus de la Universitat Politècnica de València.



## 2. Curso 2022-2023

Esta primera edición de la asignatura optativa demostró que la metodología learning by building que estábamos experimentando proporcionaba herramientas muy útiles para potenciar en el alumnado competencias transversales como el trabajo en equipo, capacidad de anticipación, habilidades prácticas... Pero requería, igualmente, una preparación teórica previa de más envergadura si se quería vincular de una manera más orgánica con la formación en arquitectura. De ahí que en esta segunda edición se diera un salto significativo, orientando la formación reglada en la asignatura "Innovación en Estructuras de Madera para la Transición



Ecológica” hacia la posterior celebración del taller. Esta segunda edición consta de tres fases: la asignatura propiamente dicha, un taller de diseño y el taller de construcción.

En la asignatura, el alumnado, organizado en grupos de 5 personas, desarrolla el diseño y cálculo de una estructura utilizando la madera y procesos industrializados con una reducida huella de carbono. Esta asignatura consta de un primer módulo teórico organizado a partir de las siguientes unidades temáticas: 1. Propiedades y tecnología de la madera maciza y laminada; 2. Sistemas y productos industrializados de madera para uso estructural. Fabricación, montaje, soluciones y detalles constructivos; 3. Diseño y cálculo de sistemas estructurales de madera mediante softwares; 4. Diseño y cálculo de uniones y fijaciones; 5. Indicadores medioambientales de circularidad y huella de carbono en las estructuras de madera; 6. Entramados ligeros y de cubiertas; 7. Patología, durabilidad e intervención en estructuras de madera; 8. Edificios en altura. Estos contenidos teóricos se completan con dos unidades prácticas: visitas a obras, laboratorios y empresas; y desarrollo de un prototipo de estructura de madera. Su estructura se ha mantenido durante las tres ediciones sin cambios significativos. No es el caso de las unidades prácticas.

Más allá de diferencias de impacto poco relevante en el proyecto formativo en la primera unidad práctica (los destinos han variado: visita a obras de madera en Barcelona, tejido industrial vinculado a la madera como material de construcción en el Tirol del Sur...), conviene detenerse en las modificaciones introducidas en la segunda. Téngase presente, no obstante, que se trata de una unidad con un claro objetivo: el diseño colaborativo de un prototipo de estructura de madera que, posteriormente, ha de ser construida por el alumnado. A modo de resumen se mencionan a continuación los puntos más significativos de este precedente a partir de tres fases: estudio de campo, diseño y ejecución de un prototipo.

Para responder a los objetivos fijados por el taller se optó por dotar al proyecto formativo de una componente de cooperación y de arraigo al territorio. Para ello se tomó como referente Guinea Ecuatorial por: disponer de madera, tradición constructiva (autoconstrucción y oficios), necesidades habitacionales, por facilidades en el idioma y por un cierto sentido de restitución tras pasado colonial. Tras un proceso de selección competitivo, 10 alumnos y 5 profesores se desplazaron a Guinea Ecuatorial entre el 17 y 24 de julio de 2021 con el fin de recoger todas las variables y condicionantes que permitió al equipo de trabajo tomar un primer contacto con el entorno y los recursos locales. Gracias a la colaboración de la UNGE (Universidad Nacional de Guinea Ecuatorial) facilitó trabajar con un grupo local de estudiantes y crear equipos mixtos. La contextualización y los datos recogidos a partir de esta etapa se programaron de con arreglo a cuatro aproximaciones: histórica, constructiva, logística y socioeconómica se recogieron en un documento, base de trabajo para las siguientes fases y equipos.



Partiendo de la información recabada en la primera fase se iniciaron los trabajos de diseño del prototipo de vivienda por parte del alumnado, esta vez en la Universitat Politècnica de València. La principal premisa de construcción fue la utilización de la madera como material base y la posibilidad de conseguir un prototipo que pudiera ser autoconstruido, fácilmente desmontable y con gran capacidad de replicabilidad. Esta fase se organizó, a su vez, en dos etapas. La primera en el marco de la asignatura optativa del máster habilitante de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura “Innovación en Estructuras de Madera para la Transición Ecológica”, en su curso de 2022-2023, donde el alumnado elaboró seis primeras propuestas del prototipo. Posteriormente, se organizó un taller incorporando, en esa ocasión, alumnado de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación, de la misma universidad, para considerar con más profundidad aspectos constructivos y de ejecución. Finalmente, tras un intenso proceso de participación y debate se consensuó el prototipo de vivienda final a construir. El resultado de este trabajo fue la depuración del proyecto primero que sirvió como base, concretándolo en soluciones constructivas más específicas y nutriéndolo de todas las cuestiones que otros alumnos habían considerado en sus propias propuestas. Se llevaron a cabo cálculos de la estructura, documentación específica de las piezas a utilizar, mediciones y un organigrama de ejecución de la obra.



Esta etapa se inició llevando a cabo todas las gestiones necesarias para poder ejecutar el prototipo a escala real en un espacio de la propia Universitat Politècnica de València, con el objetivo de pilotar el prototipo, y poder detectar posibles deficiencias y proponer mejoras en el diseño. Un equipo conformado por 19 alumnos de la Escuela Superior de Arquitectura y la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universitat Politècnica de València, asistidos por dos técnicos de la cooperativa okambuva y tres profesores de la Universitat Politècnica de València, construyó a escala real dos crujiás del prototipo. En apenas una semana se levantaron tres pórticos en las instalaciones de la Universitat Politècnica de València para poner a prueba los diseños elaborados en la fase anterior. Posteriormente, en el marco del Programa Asertos un equipo conformado por nueve tutores (pertenecientes a okambuva, Quatorze y Arquitectura sin Fronteras), 4 vecinos/as y 5 voluntarios/as recibió la estructura de las dos crujiás instaladas en València, tras su desmontaje. En esta ocasión se pudo comprobar la capacidad que tiene el diseño de posibilitar sucesivos usos, al tiempo que se ponía a prueba la posibilidad de asumir distintas funcionalidades. La estructura ha sido montada en el Barrio Cementerio de Alicante y será usada por el vecindario como equipamiento colectivo.





### **3. Curso 2023-2024**

En su edición del curso 2023-2024, el taller toma el testigo de las experiencias previas y se estructura una vez más en tres fases encaminadas a la construcción por parte del alumnado de un prototipo de vivienda para la emergencia habitacional.

En la Fase A, segunda edición de la asignatura optativa del máster habilitante de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura "Innovación en Estructuras de Madera para la Transición Ecológica", consiste en desarrollar el diseño y cálculo de la estructura de un edificio utilizando materiales como la madera y procesos industrializados con una reducida huella de carbono para facilitar la transición energética y la descarbonización del modelo energético. El ejercicio consiste en el diseño colaborativo de un prototipo de estructura de madera para atender una emergencia habitacional. Constará principalmente de dos fases. Inicialmente, por grupos, se desarrollará sendos diseños. Se atenderá especialmente a las claves planteadas a lo largo de los módulos teóricos. En segundo lugar, se consensuará entre el alumnado una versión única que sintetice las virtudes detectadas en cada una de las versiones preliminares. En concreto se deberá diseñar una estructura que albergue un módulo básico de hasta 20 m<sup>2</sup> que responda satisfactoriamente a los siguientes criterios: Montable y desmontable por 2 personas sin apoyo de maquinaria pesada; Sencillez constructiva que posibilite su montaje a través de procesos de

autoconstrucción guiada; Rapidez en los tiempos de ejecución; Flexibilidad y adaptabilidad: debe poder atender una gran diversidad de programas; con este fin se pueden explorar mecanismos como diseño por módulos, aunque no en exclusiva; Economía de medios: estrategias de abaratamiento; Huella ecológica baja (TURIA).



Con base en la propuesta de diseño consensuada en la fase anterior, en la FASE B se pone a prueba la viabilidad del diseño elegido fabricando y montando un prototipo. En un ciclo inicial (B1), tres equipos multidisciplinares construyen en las dependencias de la Universitat Politècnica de València según los planos de diseño y despiece del prototipo de vivienda. Estos equipos están compuestos por alumnado de la ETSA y la ETSIE, junto con profesorado de la Universitat Politècnica de València y la Universidad Nacional de Guinea Ecuatorial.





En este ciclo es prioritario adquirir competencias en ejecutar según el plano de montaje y sacar conclusiones sobre la facilidad de instalación de todos los elementos del conjunto. Tras la finalización del montaje se dejará el prototipo en exposición durante 4 semanas para sacar conclusiones y dar difusión a los resultados. Uno de los factores clave del diseño del prototipo es su capacidad de desmontaje y reutilización, así como de su versatilidad y capacidad de ampliación. En un segundo ciclo (B2) se desmonta el prototipo y se monta en un lugar en el que pueda ser de utilidad social. En este ciclo se pondrá a prueba la desmontabilidad de prototipo y su funcionalidad puesto que será cedido a la asociación Asertos para ser instalado en el barrio Virgen del Remedio de la ciudad de Alicante.

En la Fase C, un equipo integrado por alumnado y profesorado de la Universitat Politècnica de València se desplazó a la ciudad de Bata en Guinea Ecuatorial del 11 al 21 de julio de 2024 para construir, junto con alumnado y profesorado de la UNGE, el prototipo puesto a prueba en la FASE B, con las adaptaciones que fueron sido detectadas en el proceso de montaje y aquellas que correspondían al cambio de localización (por los suministros de materiales, cambio de clima, condicionantes culturales...). En este caso se comprobó la capacidad de adaptación del prototipo. Este prototipo se construyó en el interior del campus de la UNGE, de manera que sirviese a lo largo del curso académico en la docencia regular de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la UNGE, para ejercicios propios o en colaboración.



## PROGRAMACIÓN FASES

---

En su edición del curso 2024-2025, el taller se estructura en dos fases encaminadas a la construcción por parte del alumnado de un prototipo de pabellón con estructura de madera.

### FASE A: DISEÑO

El objetivo principal de esta segunda edición de la asignatura de innovación en estructuras de madera para el curso 2024-2025 consiste en desarrollar el diseño y cálculo de la estructura de un edificio utilizando materiales como la madera y procesos industrializados con una reducida huella de carbono para facilitar la transición energética y la descarbonización del modelo energético.

El ejercicio consiste en el diseño colaborativo de un pabellón con estructura de madera. Inicialmente, por grupos, se desarrollará sendos diseños. Se atenderá especialmente a las claves planteadas a lo largo de los módulos teóricos. En segundo lugar, se consensuará entre el alumnado una versión única que sintetice las virtudes detectadas en cada una de las versiones preliminares. Como horizonte ha de tenerse presente la posibilidad de construir el prototipo en diversos emplazamientos, con características constructivas e identidad cultural diferentes. En concreto se deberá diseñar una estructura para un pabellón que irá ubicado en una losa de cimentación circular de 8m de diámetro. En el diseño ha de responderse satisfactoriamente a los siguientes criterios:

- Montable y desmontable por 2 personas sin apoyo de maquinaria pesada
- Sencillez constructiva que posibilite su montaje a través de procesos de autoconstrucción guiada
- Rapidez en los tiempos de ejecución
- Flexibilidad y adaptabilidad: debe poder atender una gran diversidad de programas
- Economía de medios: estrategias de abaratamiento
- Dimensionado aproximado de elementos estructurales y uniones
- Huella ecológica baja (TURIA)

### FASE B: PROTOTIPO

Con base en la propuesta de diseño consensuada en la fase anterior, en la FASE B se pone a prueba la viabilidad del diseño elegido fabricando y montando un prototipo.

Un equipo multidisciplinar compuesto por alumnado de la ETSA y la ETSIE, de la Universidad Nacional de Guinea Ecuatorial, junto con profesorado de la Universitat Politècnica de València, construyen en las dependencias de la Universitat Politècnica de València según los planos de diseño y despiece del prototipo.

En este ciclo es prioritario adquirir competencias en ejecutar según el plano de montaje y sacar conclusiones sobre la facilidad de instalación de todos los elementos del conjunto. Tras la finalización del montaje se dejará el prototipo en exposición durante 4 semanas para sacar conclusiones y dar difusión a los resultados.

## FECHAS CLAVE

---

**20 de diciembre**      **FASE A: ENTREGA FINAL DEL PROTOTIPO**

**17-21 de febrero**      **FASE B: CONSTRUCCIÓN**

