

Escola Tècnica Superior d'Arquitectura  
Universitat Politècnica de València

Tesis doctoral

Estructuras prefabricadas y  
modulares para ampliación  
vertical de edificios  
residenciales existentes

Autora  
Maria Piqueras Blasco

Director  
Ivan Cabrera i Fausto

## Resumen de la tesis doctoral

A lo largo de la historia, los movimientos migratorios de población siempre han sido una constante. Pero son aquellos propiciados por la Primera y Segunda Revolución Industrial y el Desarrollismo posterior a la Segunda Guerra Mundial, los que generaron grandes cambios urbanísticos en las ciudades. La migración masiva desde las zonas rurales hacia las áreas urbanas, unida a la absorción de poblaciones cercanas motivó la aparición de las primeras metrópolis. Como resultado, surgieron los primeros planes de desarrollo urbano y los primeros ensanches.

Pese a que los primeros reglamentos planteaban retículas y geometrías definidas, las posteriores modificaciones y la especulación han modificado, en ocasiones, la concepción original de estos barrios históricos. De igual modo, el envejecimiento de la población y la falta de recursos han contribuido al deterioro de gran parte de estos edificios residenciales. Por consiguiente, el desorden visual, la degradación de los elementos constructivos, y la falta de mantenimiento, ponen de manifiesto la necesidad de una renovación urbana del patrimonio arquitectónico. Pero el proceso de migración hacia las ciudades, lejos de detenerse, sigue en marcha. En la actualidad, es también necesario desarrollar un nuevo parque residencial para hacer frente a la creciente demanda de viviendas.

Así pues, todo este contexto ha llevado a plantear una estrategia de ampliación en las zonas de ensanche decimonónico y de la primera mitad del siglo XX. Una posibilidad es la extensión en altura de unidades residenciales que todavía no han agotado su edificabilidad.

Del mismo modo, la actual crisis climática nos hace replantear el enfoque en el diseño de estas viviendas. Es por eso, que la construcción prefabricada y modular se ha convertido en el núcleo del modelo constructivo para hacer frente a estas necesidades emergentes.

En la presente tesis doctoral, el desarrollo principal consiste en una comparación y análisis de estructuras prefabricadas y modulares que acojan estas nuevas viviendas en edificios preexistentes en la zona del Eixample de la ciudad de Valencia, que se toma como estudio de caso, teniendo en cuenta las características estructurales de esta tipología de construcción y su interacción con la nueva estructura. La investigación desarrollada ambiciona establecer una secuencia aproximativa a este nuevo fenómeno desde lo más amplio, como es la ciudad, hasta lo más concreto, como es la validación estructural de un modelo de vivienda.

Para ello, ha sido necesario realizar una matriz comparativa entre diversas estructuras modulares y ligeras, que puntúe múltiples requisitos esenciales para la ampliación vertical. De todos ellos, se han escogido los mejores puntuados, y se han modelizado estructuralmente y comparado resultados. De este modo, los modelos finalmente comparados han sido los sistemas porticados de acero, y los sistemas panelados de madera contralaminada.

Por último, para garantizar la aplicabilidad del nuevo cuerpo y con el fin de asegurar la integridad del edificio existente, se ha realizado un estudio estructural sobre cómo interactúan ambas estructuras. A partir de un modelo numérico realizado con Elementos Finitos para la modelización del edificio existente, se ha realizado un análisis lineal para cargas gravitatorias, así como un cálculo no lineal del material. Los resultados obtenidos en estos análisis nos proporcionan información sobre el comportamiento estructural, los posibles mecanismos de colapso y la vulnerabilidad del sistema. Dando como resultado las premisas a tener en cuenta para la ampliación vertical de edificios residenciales existentes.

## Índice de contenidos de la tesis doctoral

### 1. INTRODUCCIÓN

- 1.1. Crisis climática y emergencia habitacional
- 1.2. Objetivos
- 1.3. Límites de la investigación
- 1.4. Metodología y estructura

### 2. ESTADO DE LA CUESTIÓN

- 2.1. Industrialización, prefabricación y modulación
- 2.2. Una aproximación al concepto de construcción modular
- 2.3. Breve reseña histórica. Historia y evolución
  - 2.3.1. Orígenes de la construcción prefabricada
  - 2.3.2. Precursor de las viviendas prefabricadas de madera
  - 2.3.3. Los avances en la construcción prefabricada en el siglo XIX
    - Los primeros sistemas de prefabricación*
    - Incorporación de nuevos materiales: hierro y vidrio*
  - 2.3.4. La construcción prefabricada en el siglo XX y su relación con el urbanismo y la vivienda social
    - Propuestas de arquitectos*
    - El urbanismo y la vivienda social*
  - 2.3.5. Los primeros sistemas modulares
    - La relevancia de Gropius en la prefabricación*
    - Los sistemas modulares en la arquitectura de posguerra*
  - 2.3.6. El continuo interés por la construcción modular. El CIAM y sus grupos
  - 2.3.7. La movilidad de la vivienda
  - 2.3.8. La evolución y sus intereses
- 2.4. La sobreelevación y su estado actual
  - 2.4.1. Ampliaciones de edificios. Una práctica recurrente
  - 2.4.2. El recurso de la sobreelevación en edificios residenciales: la metodología
  - 2.4.3. Ejemplos de sobreelevación
  - 2.4.4. Estado de la investigación

### 3. NECESIDADES Y OPORTUNIDADES EN LA CIUDAD CONSOLIDADA. VALENCIA COMO ESTUDIO DE CASO

- 3.1. Problema de falta de vivienda y de mantenimiento del parque construido
- 3.2. Definición del ámbito de actuación: Ensanche de la ciudad de Valencia
- 3.3. Evolución histórica y urbanística
  - 3.3.1. Tendencia migratoria hacia las ciudades
  - 3.3.2. Primeros planes urbanísticos del Ensanche
- 3.4. La edificabilidad como recurso para la regeneración urbana
- 3.5. Identificación de las oportunidades para ampliaciones verticales
- 3.6. Aproximación a la metodología constructiva

#### **4. LOS ASPECTOS CONSTRUIDOS DEL EDIFICIO EXISTENTE**

##### **4.1. La sobreelevación como respuesta al contexto urbano**

##### **4.2. Identificación de los aspectos contruidos existentes**

###### **4.2.1. Tipología arquitectónica**

###### **4.2.2. Tipología constructiva-estructural**

*Cimentación*

*Estructura vertical*

*Estructura horizontal*

*Cubierta*

###### **4.2.3. Estado de conservación e identificación de los principales daños**

##### **4.3. Consideraciones para el diseño de la nueva vivienda**

#### **5. LA NUEVA VIVIENDA PREFABRICADA**

##### **5.1. Los sistemas modulares prefabricados para cualquier uso**

###### **5.1.1. Definición y características. Principios generales**

*Ventajas y limitaciones*

*Objetivos de Desarrollo Sostenible*

*Usos y aplicaciones en la construcción*

###### **5.1.2. Tecnologías y materiales empleados**

*Clasificación según el mecanismo de transferencia estructural*

*Materialidad y sistemas*

###### **5.1.3. Conexiones de los módulos**

*Inter-modular*

*Intra-modular*

*Módulo-cimentación*

###### **5.1.4. Consideraciones de diseño estructural**

*Factores de riesgo para la estructura*

*Comportamientos y mecanismos de fallo*

###### **5.1.5. Normativa y regulación aplicable**

##### **5.2. Particularidades de los sistemas modulares para vivienda**

##### **5.3. Los materiales y sistemas modulares para la ampliación vertical. Consideraciones de diseño**

###### **5.3.1. Criterios de selección del sistema modular prefabricado**

*Criterios estructurales*

*Otros criterios*

###### **5.3.2. Tipos de sistemas modulares a evaluar**

###### **5.3.3. Estudio de los sistemas modulares seleccionados**

###### **5.3.4. Evaluación de las opciones disponibles del mercado a partir de los criterios establecidos**

#### **5.4. Definición métrica**

- 5.4.1. Métrica de la normativa
- 5.4.2. Métrica de los materiales y sistemas constructivos existentes del mercado para estructuras ligeras y su compatibilidad con la normativa
- 5.4.3. Compatibilidad de los módulos de sobreelevación construibles con las edificaciones existentes en función de los puntos anteriores
- 5.4.4. Condicionantes métricos finales de las nuevas viviendas

### **6. DEFINICIÓN MÉTRICA Y MATERIAL DE UN PROTOTIPO COMO ESTUDIO DE CASO**

#### **6.1. Elección del sistema modular prefabricado utilizado**

#### **6.2. Justificación y presentación del modelo**

- 6.2.1. Definición y justificación arquitectónica

*Ubicación*

*Definición geométrica*

*Justificación arquitectónica*

- 6.2.2. Definición material

#### **6.3. Del objeto arquitectónico al prototipo modular**

- 6.3.1. Métrica estructural

#### **6.4. Preprocesado**

- 6.4.1. Geometría

*Tipología y dimensiones*

*Morfología y dimensiones de las secciones*

*Vínculos internos*

- 6.4.2. Vínculos externos

- 6.4.3. Materiales estructurales

- 6.4.4. Acciones: evaluación, hipótesis y combinaciones

#### **6.5. Procesado. Análisis estructural**

- 6.5.1. Tipo de análisis

- 6.5.2. Modelo de cálculo

- 6.5.3. Extracción de resultados

- 6.5.4. Análisis y comparación de resultados

#### **6.6. Postprocesado. Dimensionado, comprobación y peritación**

- 6.6.1. Cumplimiento del dimensionado

- 6.6.2. Redimensionado

- 6.6.3. Decisiones finales sobre el prototipo a considerar

## **7. INTERACCIÓN ENTRE EL EDIFICIO EXISTENTE Y EL NUEVO VOLUMEN**

### **7.1. Relevancia del estudio de interacción**

### **7.2. Introducción al cálculo**

#### **7.2.1. El comportamiento inelástico**

#### **7.2.2. El modelo de daño**

### **7.3. Presentación de los casos de interacción para la sobreelevación**

### **7.4. Modelo estructural del edificio existente**

#### **7.4.1. Análisis numérico. Modelo de cálculo**

*Comportamiento del conjunto frente a cargas verticales*

### **7.5. Aplicación del modelo para la ampliación vertical**

#### **7.5.1. Opción A. Sistema porticado de acero**

*Respuesta frente a cargas verticales*

*Comentarios finales de la opción A*

#### **7.5.2. Opción B. Sistema panelado de madera contralaminada**

*Respuesta frente a cargas verticales*

*Comentarios finales de la opción B*

#### **7.5.3. Comparación de resultados**

## **8. DIRECTRICES DE DISEÑO PARA LA AMPLIACIÓN VERTICAL**

## **9. CONCLUSIONES**

### **9.1. ¿Existe literatura disponible sobre ampliación vertical?**

### **9.2. ¿Ofrecen las ciudades la posibilidad de sobreelevación?**

### **9.3. ¿Están los edificios existentes aptos para recibir la ampliación vertical?**

### **9.4. ¿Existe tecnología en el mercado para desarrollar módulos prefabricados?**

### **9.5. ¿Cómo deben ser las nuevas viviendas?**

### **9.6. ¿Cómo debe ser la interacción entre el edificio existente y la nueva ampliación?**

## **10. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN**

**Bibliografía**

**Fuente figuras**

**Fuente tablas**

**Leyenda de siglas y abreviaturas**

**Anexo A. Fichas tipológicas**

## Informe sobre la adecuación de la tesis a la línea editorial de la colección Arquia/Tesis

La tesis aborda la problemática de la densificación urbana y la necesidad de regeneración arquitectónica en ciudades con un alto valor patrimonial. A partir del análisis de los movimientos migratorios y su impacto en la morfología urbana, el estudio plantea la ampliación vertical de edificios residenciales como una estrategia viable para responder a la creciente demanda de viviendas sin comprometer la identidad histórica del entorno construido. La investigación se centra en el uso de estructuras prefabricadas y modulares, explorando su compatibilidad con edificaciones preexistentes en el Eixample de Valencia. A través de una metodología comparativa, se seleccionan y modelizan sistemas estructurales ligeros que permitan una integración efectiva con el tejido urbano, garantizando tanto la viabilidad constructiva como la sostenibilidad del modelo. El enfoque no solo aborda los retos técnicos de la intervención, sino que también inscribe la reflexión en el contexto de la crisis climática, proponiendo soluciones que optimicen los recursos y reduzcan el impacto ambiental.

Para su adaptación a la línea editorial, el texto se orientará hacia un formato más divulgativo, eliminando secciones de carácter estrictamente académico, como los apartados “límites de la investigación”, “metodología y estructura” y “futuras líneas de investigación” a fin de priorizar la claridad expositiva y la coherencia narrativa. La estructura mantendrá el hilo argumental original, pero se prescindirá de los apartados excesivamente técnicos o detallados en favor de una redacción fluida y accesible, que haga énfasis en la relevancia del tema y en la aplicabilidad de las soluciones propuestas. Asimismo, se optimizará el uso de referencias y citas, privilegiando un discurso continuo que favorezca la lectura sin interrupciones, y se potenciará el uso de material gráfico ilustrativo que acompañará la explicación de los modelos analizados, reforzando su comprensión y su pertinencia dentro del discurso general.

#### Nota biográfica de la autora



Doctora Arquitecta por la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universitat Politècnica de València, su trabajo transita entre la investigación, la docencia y la gestión cultural. Desde 2019, se ha implicado en la revista *VLCArquitectura-Research Journal*, primero en su logística y gestión, y luego como editora, al igual que en *Anuari d'Arquitectura i Societat*, donde también es editora desde 2021. Su investigación, que aborda soluciones estructurales ligeras y modulares para la ampliación de edificios históricos, se nutre también de la sostenibilidad y la eficiencia estructural. Actualmente, comparte su conocimiento como docente en el Departamento de Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras de la UPV.