

LAURA FERNÁNDEZ FÉRNANDEZ

**PREFABRICACIÓN DE VIVIENDAS TRAS LA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL**

KOOLHAAS. KUME. NEEFF. YOSHIKAWA





**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID**



**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA**



**TRABAJO FIN DE GRADO**

Laura Fernández Fernández

*Prefabricación de viviendas tras la segunda guerra mundial*

*Koolhaas. Kume. Neeff. Yoshikawa*

PREFABRICACIÓN DE VIVIENDAS TRAS LA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL.

KOOLHAAS. KUME. NEFF. YOSHIKAWA.

*Estudiante*

Laura Fernández Fernández

*Tutora*

Pepa Cassinello

Catedrática del Departamento de Construcción de la ETSAM-UPM

*Aula TFG 4*

Jorge Sainz, *coordinador*

Ángel Martínez Díaz, *adjunto*

Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid

Universidad Politécnica de Madrid

## ÍNDICE

RESUMEN

INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES

- Contexto histórico
- Eduardo Torroja
- Concurso Internacional de Industrialización de Viviendas 1949

PREFABRICACIÓN / ANÁLISIS DE CASOS

- Principales aportaciones de los países participantes
- Propuestas del concurso:
  - o Jac Koolhaas & M. Lovwrenburg.
  - o Kume.
  - o Wallace Neff.
  - o Seisaku Yoshikawa
- Resultado del concurso

COMPARACIONES

CONCLUSIONES

FUENTES

- Bibliografía consultada
- Bibliografía referenciada
- Procedencia de las ilustraciones



## RESUMEN

### RESUMEN

Tras la Segunda Guerra Mundial, muchas ciudades quedaron destrozadas por lo que surge una necesidad imperante de crear vivienda. Debido a la urgente y gran demanda de vivienda, los sistemas de construcción tradicionales que se estaban utilizando no resultan los más adecuados y es necesario una evolución en la construcción de la arquitectura.

La arquitectura evoluciona hacia la industrialización de ésta, escogiendo materiales más rápidos de fabricar, más fáciles de transportar y que a su vez abaraten costes.

El problema afecta a todos los países partícipes de la guerra, además de España que estaba atravesando una época de posguerra tras la guerra civil, que también había dejado el país con problemas que resolver en cuanto a la demanda de construcción de vivienda. Es en este momento cuando Eduardo Torroja organiza un concurso en España con el objetivo de hacer partícipes a los arquitectos del mundo de la reconstrucción de las ciudades. El planteamiento del concurso era el diseño de viviendas fáciles, baratas y rápidas de construir con los materiales que abundaran y fueran fáciles de utilizar en España.

Como resultado se obtienen un total de 89 propuestas de 17 países con resolución para viviendas tanto colectivas como individuales. Se recoge un amplio abanico de opciones y alternativas dependiendo del país en cuanto a materiales y sistemas constructivos. El concurso se convierte en un hito en la carrera de Torroja y en un avance en la forma de construir arquitectura.

### PALABRAS CLAVE

Prefabricación – Eduardo Torroja – Módulo – Evolución – Forma – Apilamiento



## INTRODUCCIÓN

### INTRODUCCIÓN

#### TEMA

*<<El arquitecto del futuro - si quiere subir a la cima de nuevo se verá obligado por la tendencia de los eventos a acercarse una vez más a la producción de edificios.>> Walter Gropius, 1956.*

Con relación a este pensamiento de Walter Gropius surge el objetivo del concurso de Eduardo Torroja en 1949, a partir del cual nace el tema de este trabajo: la prefabricación de la vivienda como nueva adaptación a las circunstancias históricas.

En este trabajo se analizarán y estudiarán ejemplos de prefabricación de la vivienda para atajar el problema de la urgente demanda de ésta tras la Segunda Guerra Mundial. Se estudiarán nuevos métodos de construcción, así como sus materiales y patentes de diseño que tuvieron que dejar atrás los sistemas tradicionales. Todo ello basado en tres propuestas del concurso organizado por Eduardo Torroja.

#### OBJETIVOS

Se pretende analizar y estudiar las diferentes propuestas de industrialización en viviendas presentadas para el concurso organizado por Eduardo Torroja. Se elegirán ejemplos concretos para acotar el estudio, escogidos basados en la relevancia de su autoría, y realizar una comparación entre sistemas constructivos, materiales y formas de resolver el problema para poder extraer conclusiones. Además, para comparar de forma más general se elegirán ejemplos ajenos al concurso, de forma que se podrá estudiar si hay una base en la prefabricación que tenga que ver con el contexto histórico y extraer las pertinentes conclusiones.



## ANTECEDENTES

### CONTEXTO HISTÓRICO

España demandaba una gran cantidad de vivienda de bajo coste y para la que los sistemas tradicionales de construcción eran ineficaces y anticuados. Se necesitaban métodos constructivos que mejoraran la calidad y rapidez de la construcción y, a su vez, abaratasen costes empleando materiales locales y mano de obra disponible en el país.

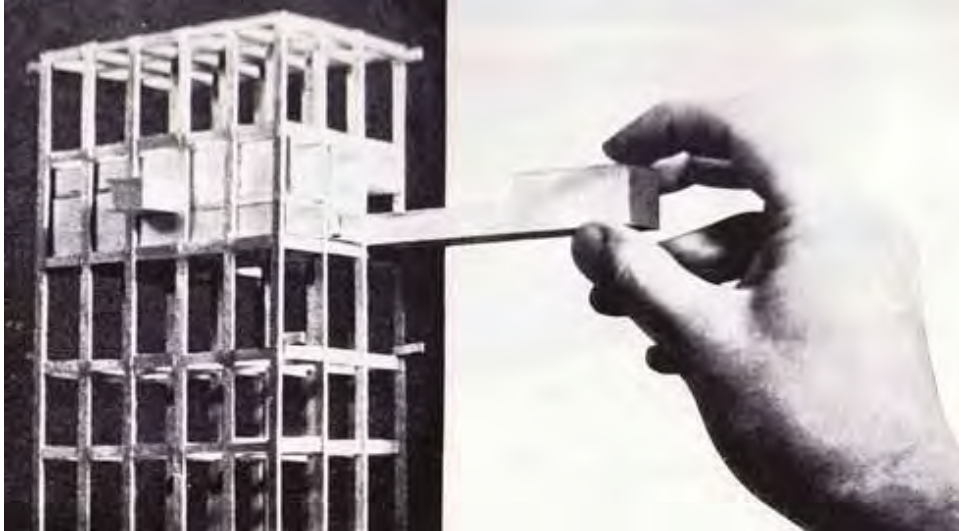
Le Corbusier había hablado previamente de la necesidad de renovar los sistemas de construcción hacia un camino más industrializado. De esta forma se produciría más rápido, económico y de mayor calidad. Le Corbusier llamaba “kit of parts” (*Imagen 1*) a ese camino enfocado a la industrialización de la construcción. Este camino sin embargo fue difícil y largo porque ni la sociedad ni los arquitectos estaban preparados para esta nueva arquitectura; tendrían, ambos, que ser convencidos de la necesidad de esta evolución.<sup>1</sup>

Le Corbusier, en su libro “Hacia una nueva arquitectura”, habla de la necesidad de buscar una arquitectura, urbanismo, vida y forma de pensar y construir la arquitectura que debía aceptar técnicas nuevas y que aportasen un espíritu nuevo. Esto se acentúa con los acontecimientos derivados de una guerra, una preguerra y una postguerra.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Eduardo Torroja 1949 Strategy to industrialise housing in post World War II. Pepa Cassinello. (Página 43- 51)

<sup>2</sup> LE CORBUSIER. *Vers une architecture.*, 1977. Versión española: *Hacia una nueva arquitectura*; Ediciones Apóstrofe; Barcelona, 1998, (página 3).



*Imagen 1 Kit of parts de Le Corbusier*

#### EDUARDO TORROJA

Eduardo Torroja nació en una familia con gran tradición científica. Su padre fue arquitecto y matemático, su hermano fue Ingeniero de Caminos, astrónomo y topógrafo, otro de sus hermanos fue Ingeniero de Minas y doctor en Matemáticas, y, por último, otro de sus hermanos fue doctor en Ciencias Físicas.

Torroja se licenció en Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos en 1923. Destacó como proyectista en su primer trabajo como ingeniero, proyectando sus primeras innovaciones en el hormigón armado.<sup>3</sup>

Eduardo Torroja fue uno de los ingenieros civiles más extraordinarios del siglo veinte, además de un diseñador, científico, investigador, administrativo y profesor admirable. Su papel fue importante en el desarrollo e impulso del empleo de hormigón armado y pretensado durante la primera mitad del siglo veinte. Esto le llevó a estar al frente de una evolución en la industria de la construcción de la arquitectura gracias al empleo de este material.<sup>4</sup>

---

<sup>3</sup> <https://www.fundacioneduardotorroja.org/index.php/es/eduardo-torroja/biografia.html>

<sup>4</sup> Eduardo Torroja 1949 Strategy to industrialise housing in post World War II. Pepa Cassinello. (Página 19)

### CONCURSO INTERNACIONAL DE INDUSTRIALIZACIÓN DE VIVIENDAS 1949

Este trabajo nace del conocimiento del concurso internacional de Eduardo Torroja para la prefabricación de viviendas. Él mismo lo crea con el objetivo de conseguir propuestas para industrializar la construcción de las viviendas y aplicarlas a España mediante el conocimiento de lo empleado a nivel mundial. Esto era necesario pues las condiciones en las que se encontraba España urgían la construcción rápida y económica de vivienda. Las reglas del concurso condicionaban las propuestas de forma que tenían que ir dirigidas a las condiciones del mercado español, con relación a los materiales a disposición y a la mano de obra accesible.

La estrategia que siguió Eduardo Torroja se basaba en la demanda de viviendas de bajo coste y las dificultades para resolverla; en los recursos económicos, materiales, industriales, humanos y técnicos; en la difusión de la industrialización necesaria en la nueva arquitectura; en el análisis de la vivienda social en un contexto internacional teniendo en cuenta qué tipo de actuaciones son las más adecuadas a realizar en cada país dependiendo de los recursos de los mismos; y en la construcción de un camino adecuado a la industrialización de la arquitectura española incorporando patentes extranjeras y estudiando como incorporarlas en las industrias españolas.<sup>5</sup> En resumen, Eduardo Torroja pide ayuda al mundo, quiere saber que se hace en el resto de los países para resolver la misma situación a la que se enfrenta España. Este conocimiento quiere trasladarlo a España utilizando los recursos materiales, económicos y personales disponibles.

El concurso recoge un total de 89 propuestas presentadas por 17 países. Entre ellos, Alemania es el que más propuestas presentó, un total de 27, seguido de España con 18. Estas propuestas se realizaron pensando tanto en la vivienda colectiva como en la vivienda unifamiliar.

En el concurso no hay un primer premio, el resultado de las propuestas presentadas no es el esperado por Eduardo Torroja, ya que ninguna cumplía todos los requisitos por separado. Finalmente, se entregan un total de 5 premios a las propuestas que más ayudaban a la industrialización.<sup>6</sup>

Este concurso guarda relación con el presente trabajo, pues se trata del punto de partida de este. A partir del mismo se extraerán cuatro casos de estudio que se

---

<sup>5</sup> Eduardo Torroja 1949 Strategy to industrialise housing in post World War II. Pepa Cassinello. (Página 48- 49)

<sup>6</sup> Eduardo Torroja 1949 Strategy to industrialise housing in post World War II. Pepa Cassinello. (Página 51)

compararán entre sí para extraer conclusiones en cuanto a diferentes formas de resolver el problema planteado.

## PREFABRICACIÓN/ANÁLISIS DE CASOS

### PRINCIPALES APORTACIONES DE LOS PAÍSES PARTICIPES

Cuando pensamos en sistemas industrializados a la hora de construir, tendemos a creer que el propio prototipo es de donde nace ese sistema y que después genera un sistema espacial a partir del mismo. Sin embargo, el procedimiento viene a ser el contrario, hay una teoría espacial, e incluso urbana, que dota de valor y sentido al prototipo pensado de forma aislada.<sup>7</sup>

Walter Gropius defendía la necesidad de la arquitectura de participar en el proceso de la industrialización para el que los arquitectos deberían diseñar sus obras. El concurso, como ya he mencionado previamente, recoge un total de 89 propuestas con ideas para mecanizar la construcción de las viviendas. La mayoría de estas propuestas se basan en el uso de hormigón armado con un montaje pensado para ser ejecutado in situ y en la variedad de tamaños en las viviendas para que se puedan adaptar según el tamaño de las familias para las que están destinadas.

El jurado del concurso no declara un único ganador, al no ser ninguna propuesta suficiente por sí sola para cumplir con las características pedidas en las bases del concurso. Estas propuestas no eran adecuadas para su implantación en España de forma asequible, bien por sus materiales, economía o recursos humanos e industriales disponibles en el país.

La ausencia de una única propuesta premiada no impidió que la competición diera frutos útiles. Torroja obtuvo una gran cantidad de información sobre los sistemas de construcción más avanzados y las patentes en uso en otros países para construir viviendas de bajo coste y recogió una reflexión internacional sobre cómo resolver el problema de la demanda de vivienda en España. Las 89 propuestas presentadas contenían la descripción de un total de 200 patentes. Esto ayudó a Eduardo Torroja a dirigir el camino hacia la industrialización en España. La estrategia de industrialización de Torroja finalmente resultó efectiva, no solo para el tema de la vivienda sino para la arquitectura e ingeniería civil españolas.<sup>8</sup>

---

<sup>7</sup> GUARDIOLA ARNANZ, J; REYES GONZÁLEZ, J.M. "Del sistema al prototipo y viceversa (el caso de la GBH + INVISO)". Informes de la Construcción, número 555, volumen 71, julio – septiembre 2019, página 2.

<sup>8</sup> Eduardo Torroja 1949 Strategy to industrialise housing in post World War II. Pepa Cassinello. (Página 43- 103)

Los factores que ayudaron a la prefabricación en estos países fueron la necesidad de construcción rápida de vivienda, la existencia de industrias auxiliares en crecimiento, la poca y especializada mano de obra, y la abundancia de materia prima ligera. En España los factores fueron los siguientes, la misma necesidad de vivienda, la existencia de industrias auxiliares rudimentarias, la abundante y no especializada mano de obra, y la abundancia de materiales térreos de buenas calidades constructivas, pero en su lugar había una escasez de materiales ligeros, los cuales resultan más adecuados para la industrialización.<sup>9</sup>

A continuación, se exponen y analizan los ejemplos escogidos para este trabajo en detalle para entender bien su funcionamiento y construcción. Se han escogido las propuestas en base a su autoría y originalidad.

### PROPUESTAS DEL CONCURSO

Las propuestas elegidas para el desarrollo de este trabajo se van a analizar, explicar y comparar a continuación. La elección de estas radica en la relevancia de su autoría y en la originalidad de lo que se propone. Se han escogido ejemplos de los siguientes tres autores relevantes: Jac Koolhaas, M. Kume, Wallace Neff y Seisaku Yoshikawa.

---

<sup>9</sup> Eduardo Torroja 1949 Strategy to industrialise housing in post World War II. Pepa Cassinello. (Página 43- 103)

- JAC KOOLHAAS & M. LOVWERENBURG

Jac Koolhaas es un arquitecto holandés que presentó al concurso la propuesta con el título de “Mobile Prismatic City” (ciudad móvil prismática), adelantando la característica principal de las viviendas y de su sistema de industrialización. La idea constaba de un desarrollo industrializado de módulos tridimensionales de hormigón armado con forma prismática y base rectangular que permitía su apilamiento para almacenarlas. (Imagen 2-3) Estos módulos hacían las veces de envolvente exterior y a su vez funcionaban de sistema estructural. La estructura exterior de los módulos estaba pensada para construirse in situ. Estos módulos resultaban bastante originales debido a que la forma no es la típica, sino que en este caso se trata de una sección hexagonal.

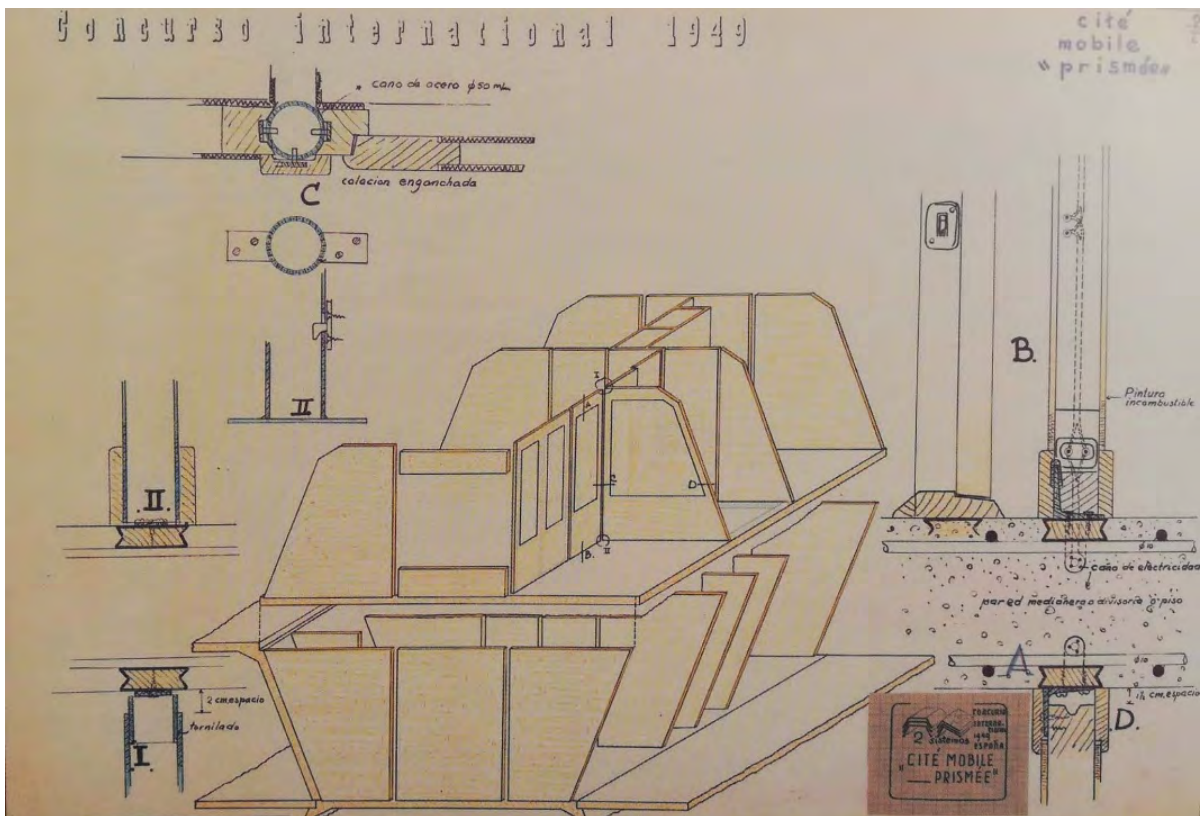


Imagen 2 Fabricación y montaje de módulos

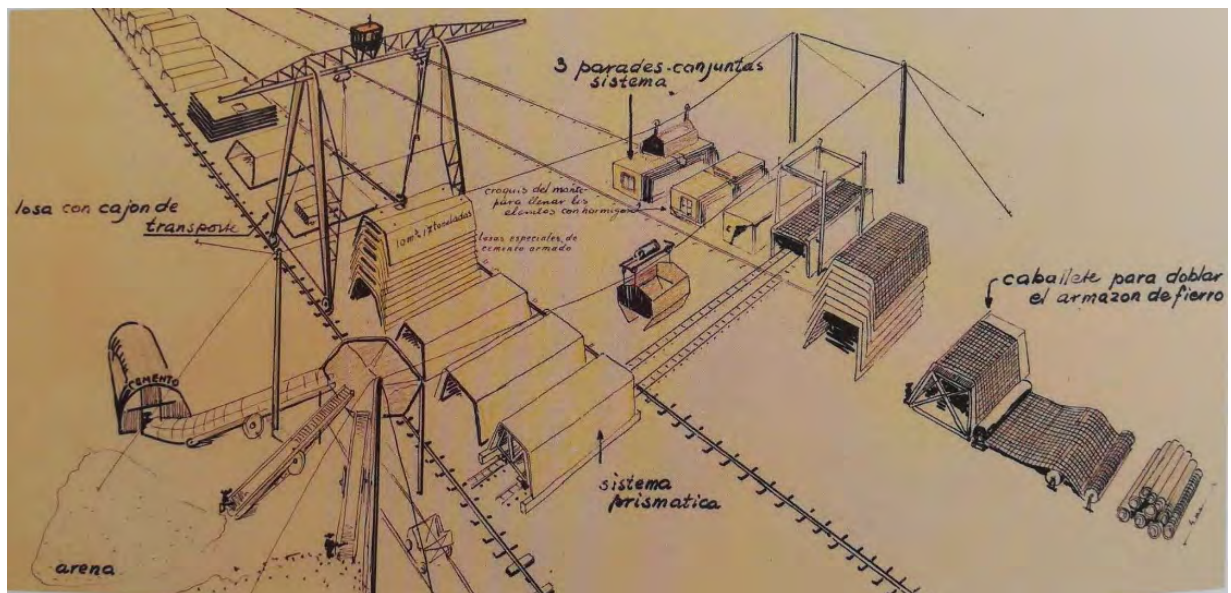


Imagen 3 Fabricación y almacenaje de módulos de hormigón armado

Los módulos pueden generar diferentes tipos de viviendas. Una de las tipologías es la de dúplex, (Imagen 4-7) que organiza el programa de forma que la parte de arriba se destina a los hijos y la parte de abajo a las zonas comunes y habitaciones principales.

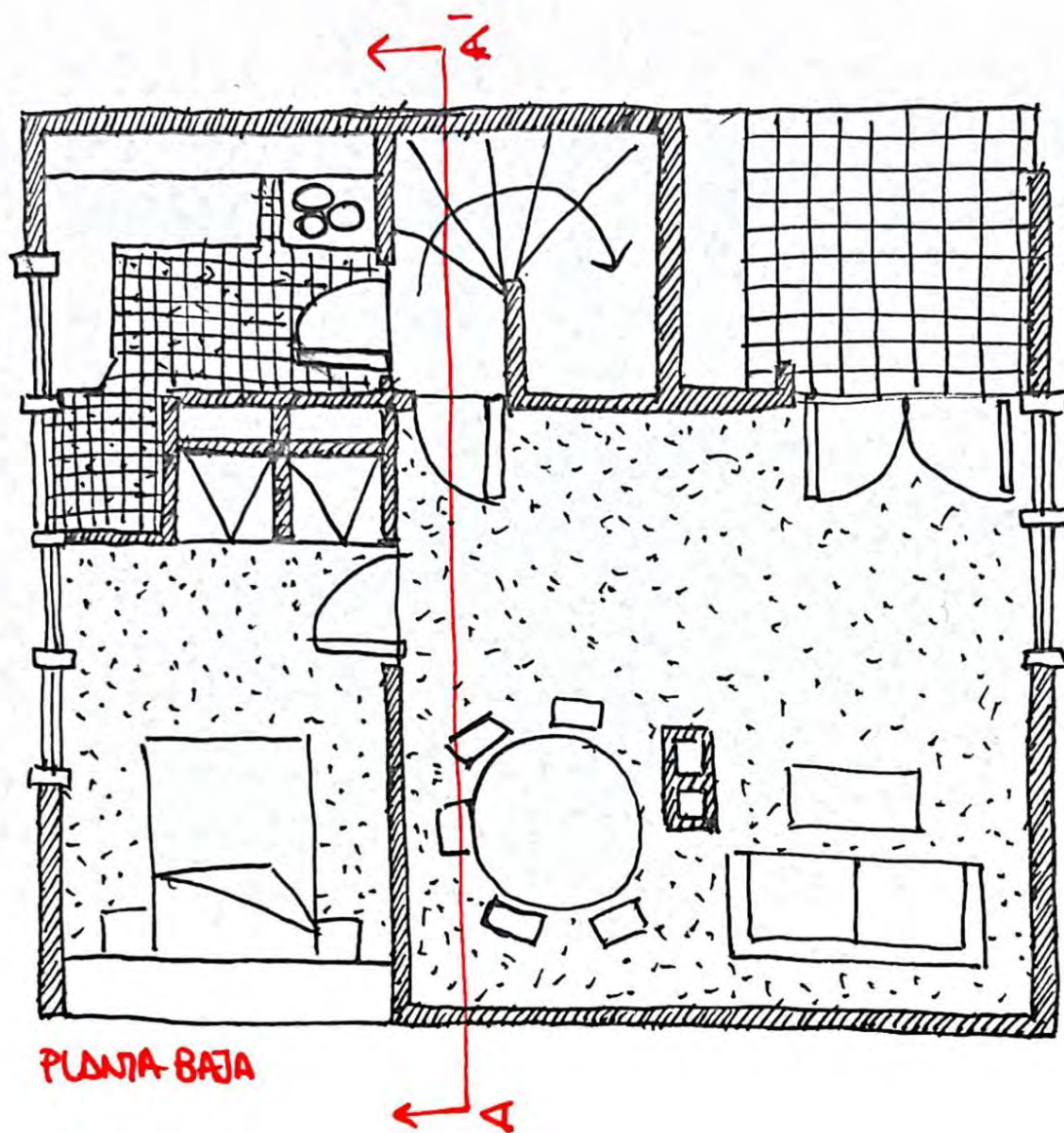


Imagen 4 Distribución vivienda dúplex, planta baja (Elaboración del autor)

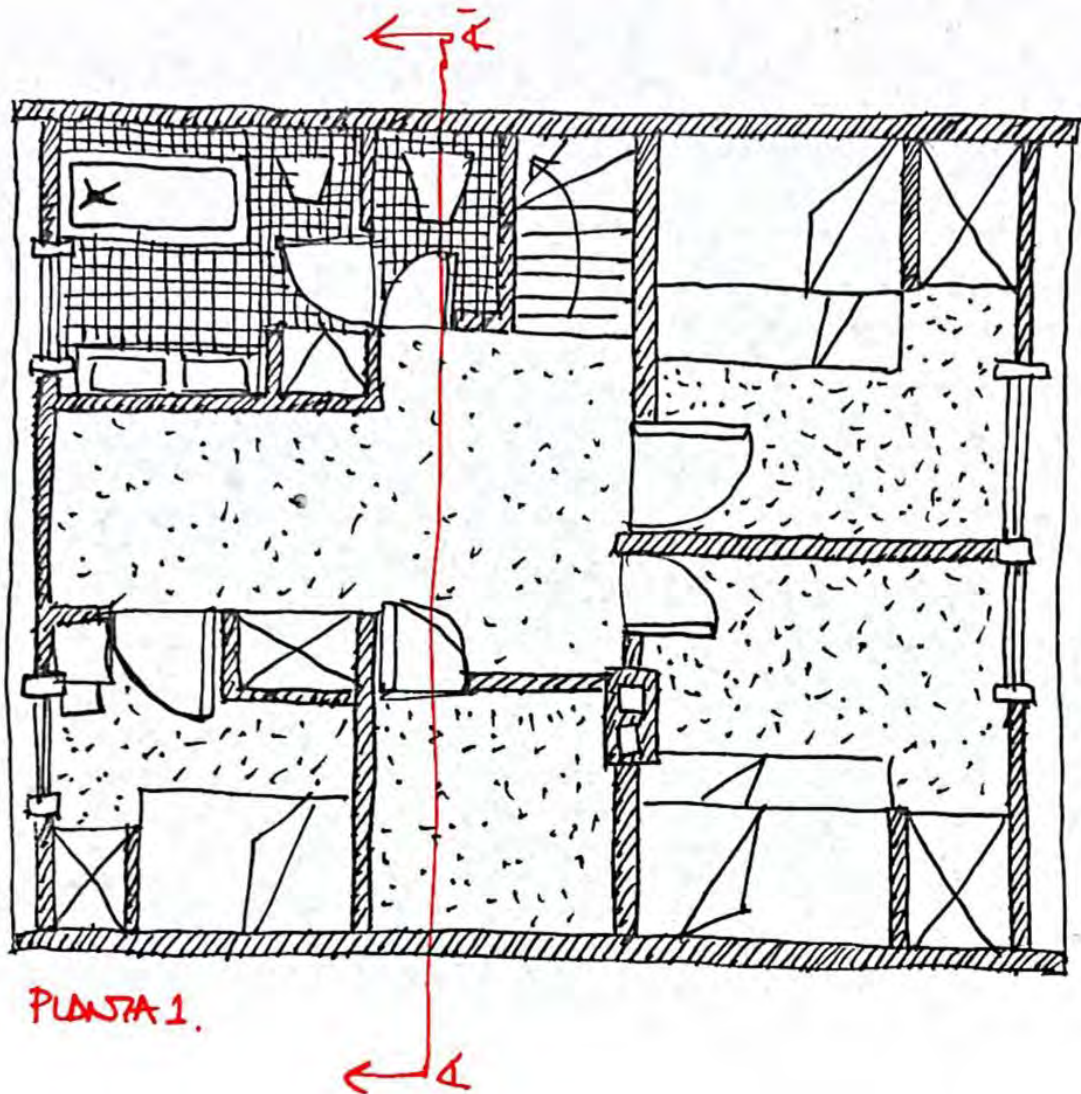


Imagen 5 Distribución vivienda dúplex, planta primera (Elaboración del autor)

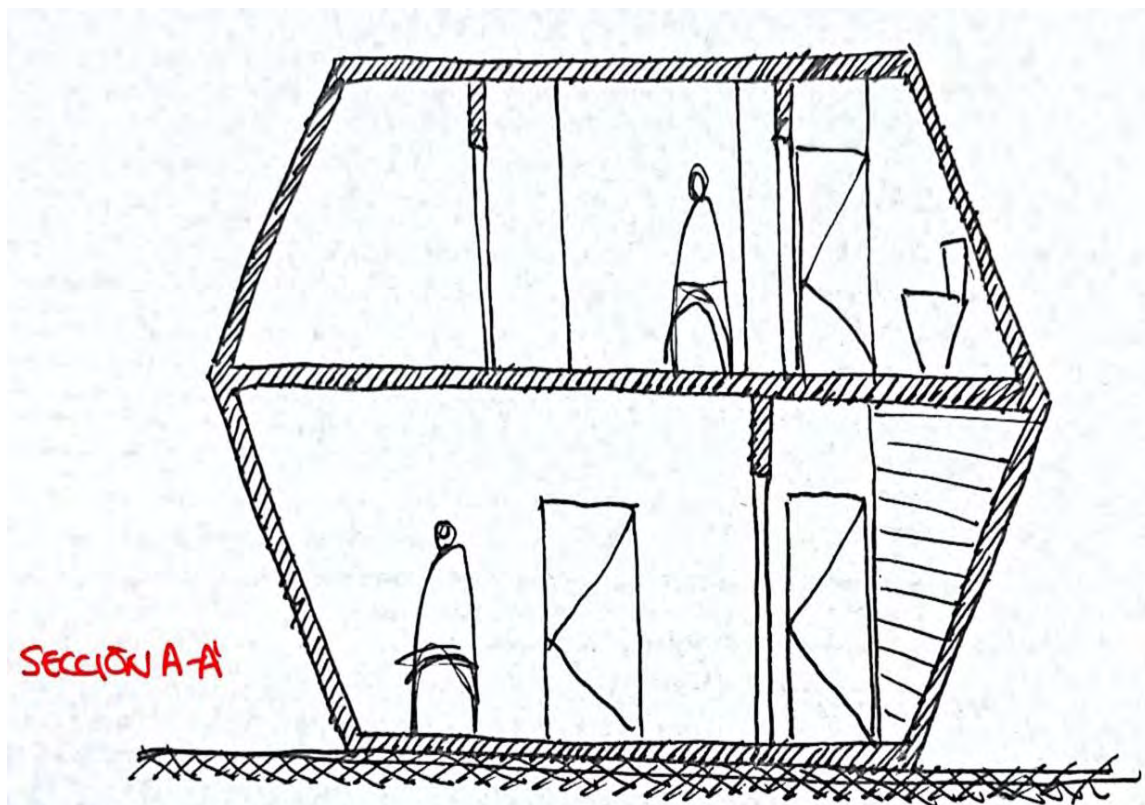
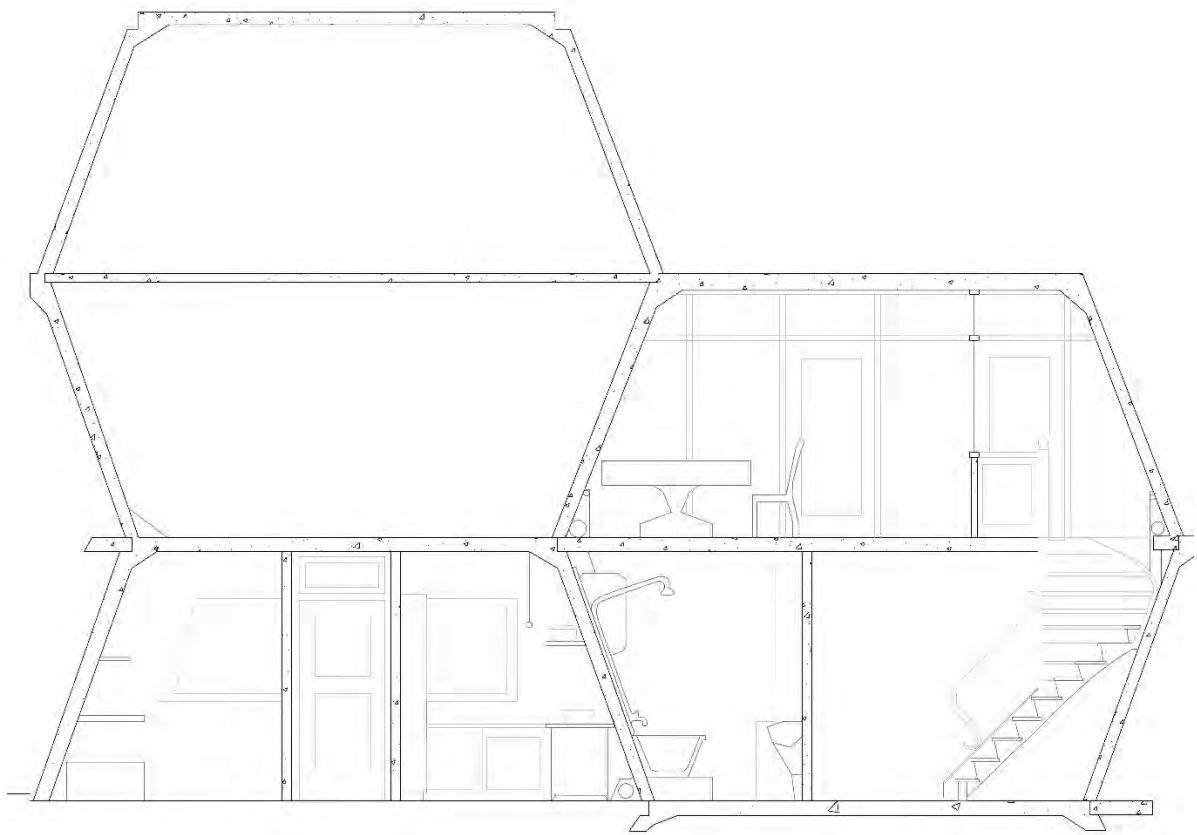


Imagen 6 Sección dúplex (Elaboración del autor)



*Imagen 7 Sección transversal dúplex (Elaboración del autor)*

Las ventajas de dividir en dos módulos la estructura frente a un único elemento son, por una parte, la facilidad de industrializar el modelo y, por otra, la obtención de un peso más ligero para facilitar su montaje in situ. El forjado superior de los bloques recordaba a la unidad de habitación de Le Corbusier, pero el sistema constructivo era diferente. Las juntas entre módulos y cubiertas se diseñaron de forma muy ingeniosa, los ángulos superiores de los módulos estaban preparados para recibir el siguiente módulo y reforzados en la esquina interior. *(Imagen 8-10)*

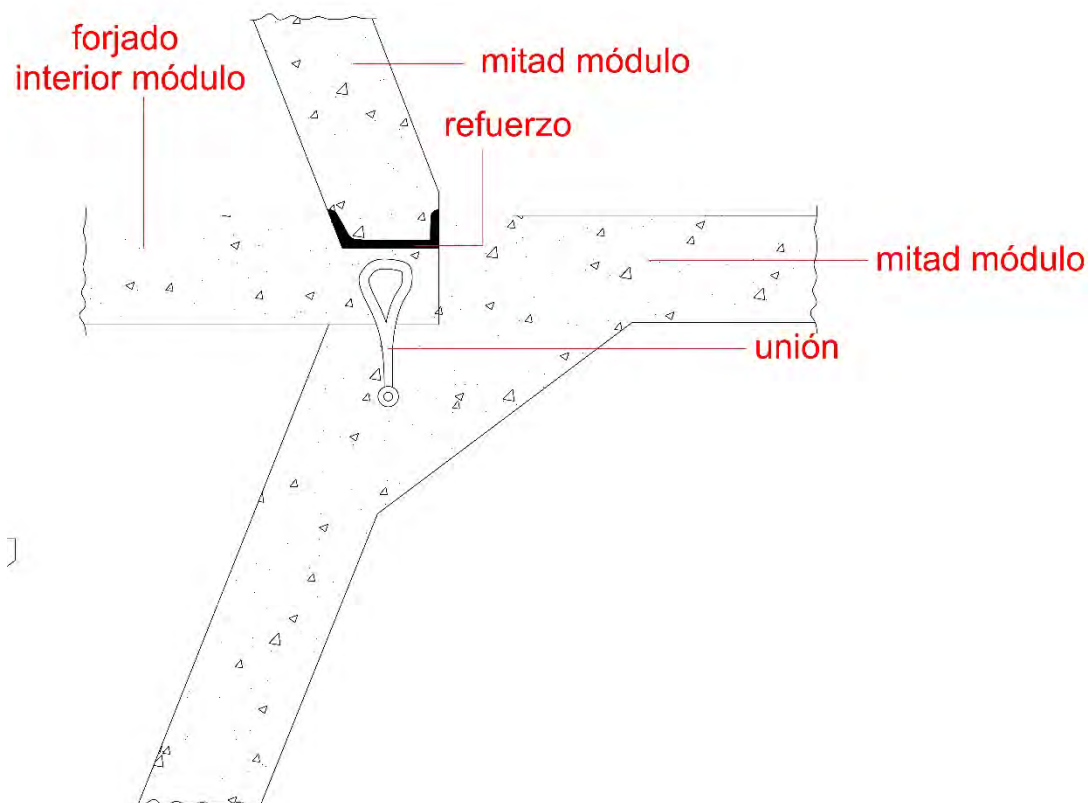


Imagen 8 Nudo de hormigón (unión dos partes módulo hexagonal) (Elaboración del autor)

## PREFABRICACIÓN DE VIVIENDAS TRAS LA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL



*Imagen 9 Nudo de hormigón, unión de módulos (Elaboración del autor)*

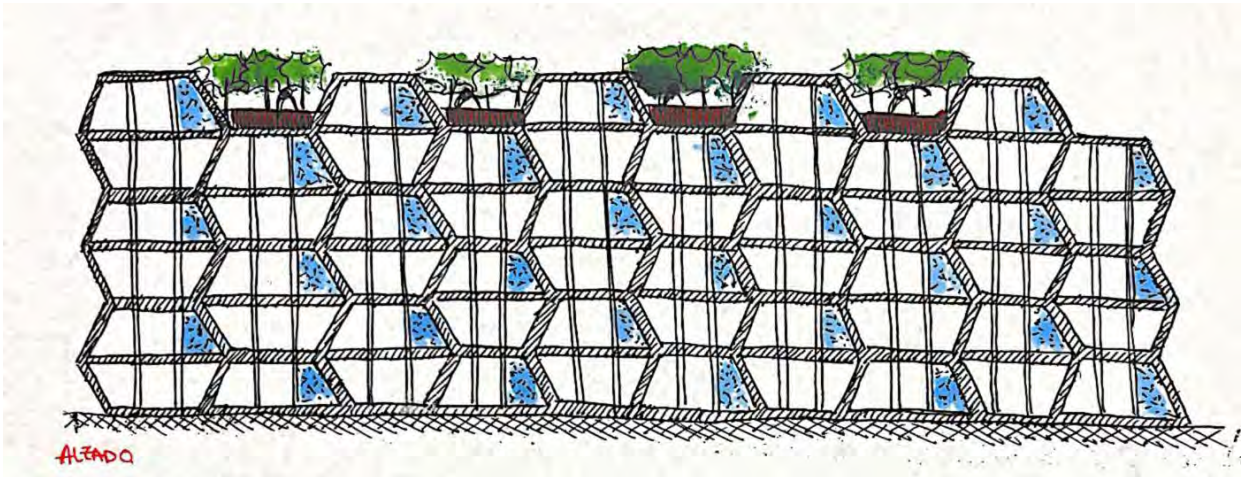


*Imagen 10 Formación de un módulo (Elaboración del autor)*

Le Corbusier utilizaba un sistema de construcción mixto: empleaba un esqueleto de pilares y vigas de hormigón a los que añadía elementos prefabricados para fachadas y unidades de vivienda modulares. En la propuesta de Koolhaas, sin embargo, los módulos de hormigón que formaban las unidades de vivienda también servían de estructura para el edificio.

Finalmente, el sistema planteado por Jac Koolhaas resultaba muy caro para su construcción en España, por lo que el jurado desestimó la propuesta.<sup>10</sup>

El resultado es la presentación de una forma original y diferente de abordar la prefabricación. La propuesta son módulos prefabricados, pero la diferencia radica en la forma de estos, ya que Koolhaas cambia la forma geométrica al uso y emplea hexágonos. *(Imagen 9-15)* Además, estos módulos hexagonales tienen la particularidad de que están divididos en dos, lo que hace más fácil su montaje y su apilamiento para su almacenaje y transporte. Esta partición supone una de las grandes ventajas del proyecto de cara a los aspectos que más comprometían la construcción de forma rápida y económica, transporte y almacenaje mencionados justo antes.



*Imagen 11 Fachada conjunto (Elaboración del autor)*

<sup>10</sup> Eduardo Torroja 1949 Strategy to industrialise housing in post World War II. Pepa Cassinello. (Página 82-86)

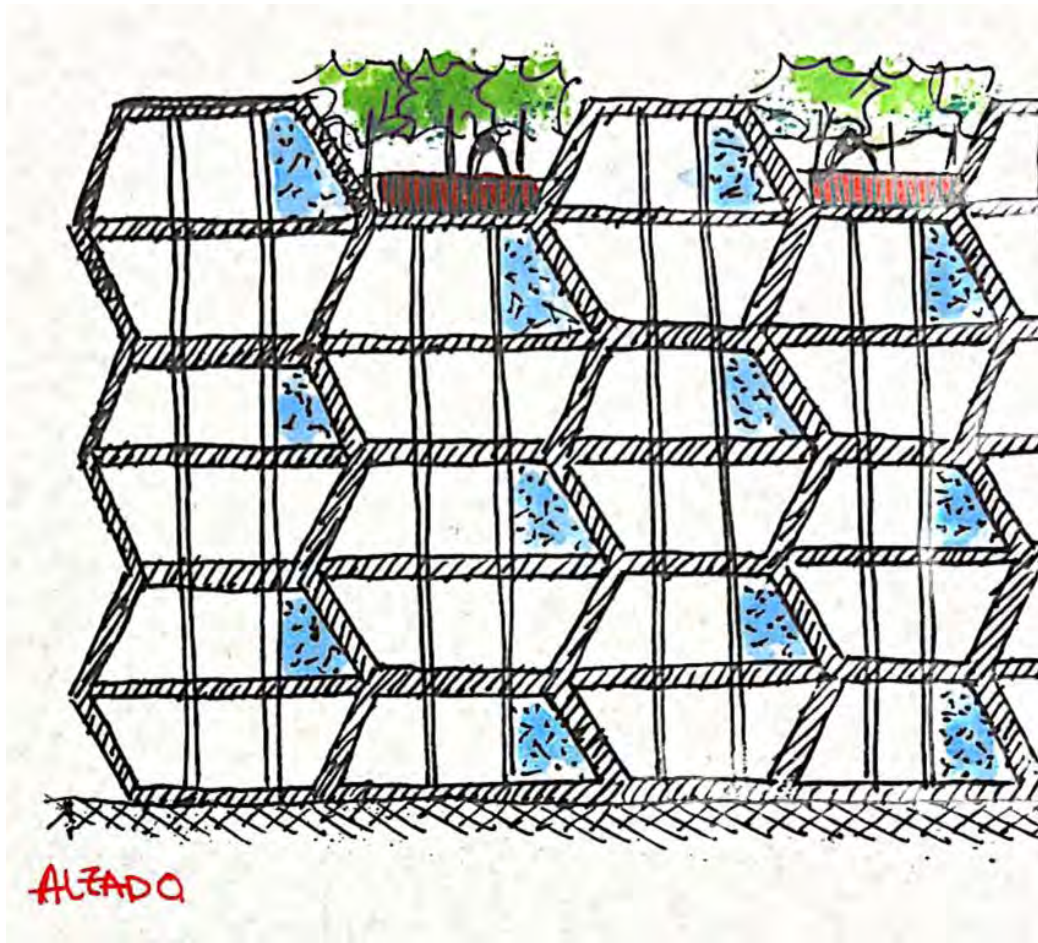
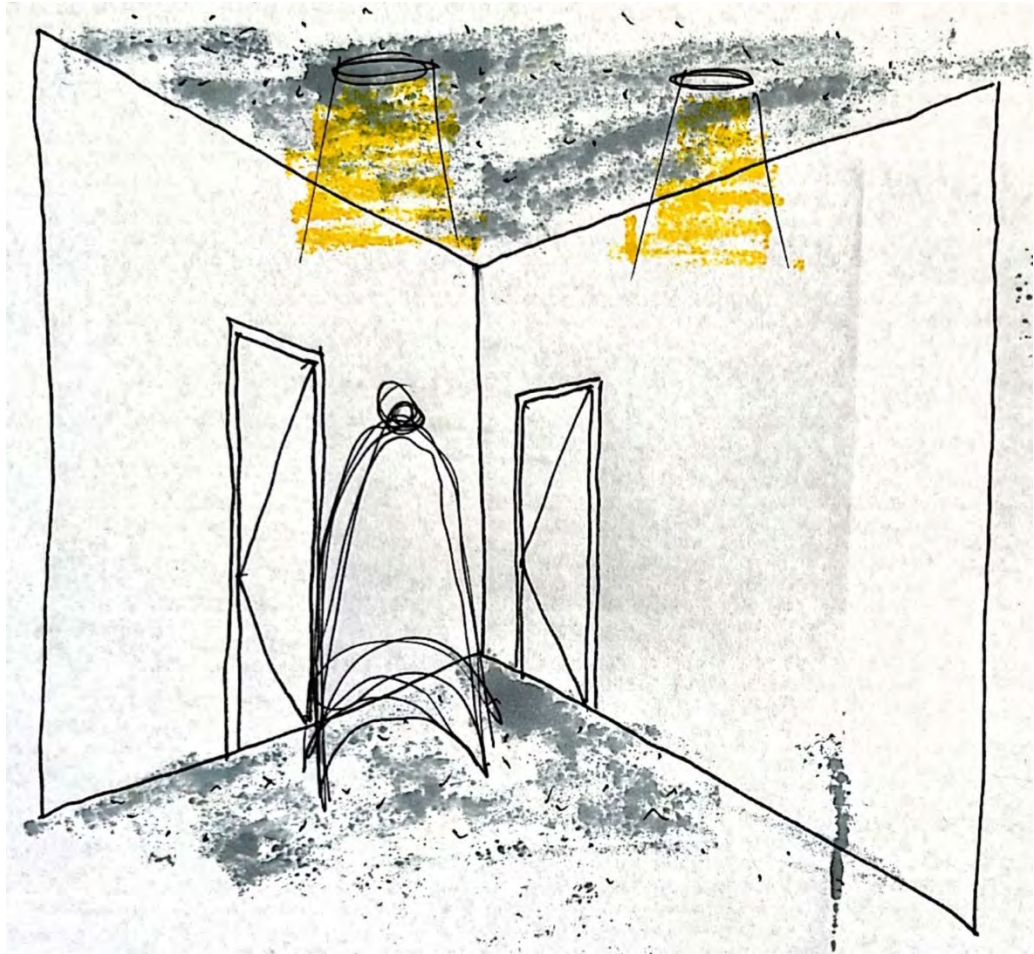


Imagen 12 Zoom fachada (Elaboración del autor)



Imagen 13 Superposición de módulos para crear el conjunto (Elaboración del autor)



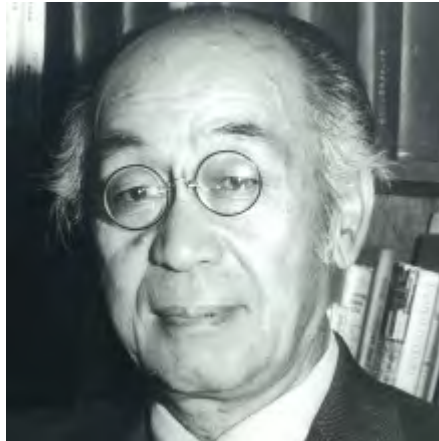
*Imagen 14 Perspectiva del espacio interior (Elaboración del autor)*



*Imagen 15 Perspectiva del espacio interior (Elaboración del autor)*

- **GONKURO M. KUME**

Gonkuro Kume (*Imagen 16*) fue un arquitecto japonés, nacido en Tokyo en 1895 y se mudó a estudiar Europa en 1923, donde se graduó y se doctoró en la Universidad de Stuttgart. Una vez regresó a Japón funda su propia oficina de arquitectura y desarrolla su propio estilo con construcciones tradicionales japonesas y modernas.<sup>11</sup>



*Imagen 16 Gonkuro M. Kume*

Kume ganó la competición organizada por el Ministerio Japonés de Construcción el mismo año, además recibió una mención especial por su contribución en el diseño de vivienda para el país.

En 1949, Japón estaba atravesando un intenso desarrollo industrial, a pesar de los cambios que la Segunda Guerra Mundial estaba generando en su paisaje, política y economía. Uno de los factores que favoreció la industrialización del país fue su tradición de modular la construcción, que afectaba tanto a viviendas, como a muebles, decoración e incluso utensilios. Hasewaga explicaba cómo las casas japonesas se generaban alrededor de las medidas de los tatamis, formas rectangulares que se colocan de forma que generan las dimensiones de las estancias de las viviendas.<sup>12</sup>

La propuesta presentada por el arquitecto japonés Gonkuro M. Kume constaba de la construcción de diferentes tipos de viviendas con entramados de muros de fábrica del estilo tradicional español. (*Imagen 17*) La variación y originalidad de esta propuesta con respecto al modelo español es que Kume emplea como material bloques hechos con escoria de carbón. La propuesta de Kume resultó ser de las que más

---

<sup>11</sup> [https://www.archiv.ub.uni-stuttgart.de/alumni/kume\\_gonkuro.html](https://www.archiv.ub.uni-stuttgart.de/alumni/kume_gonkuro.html)

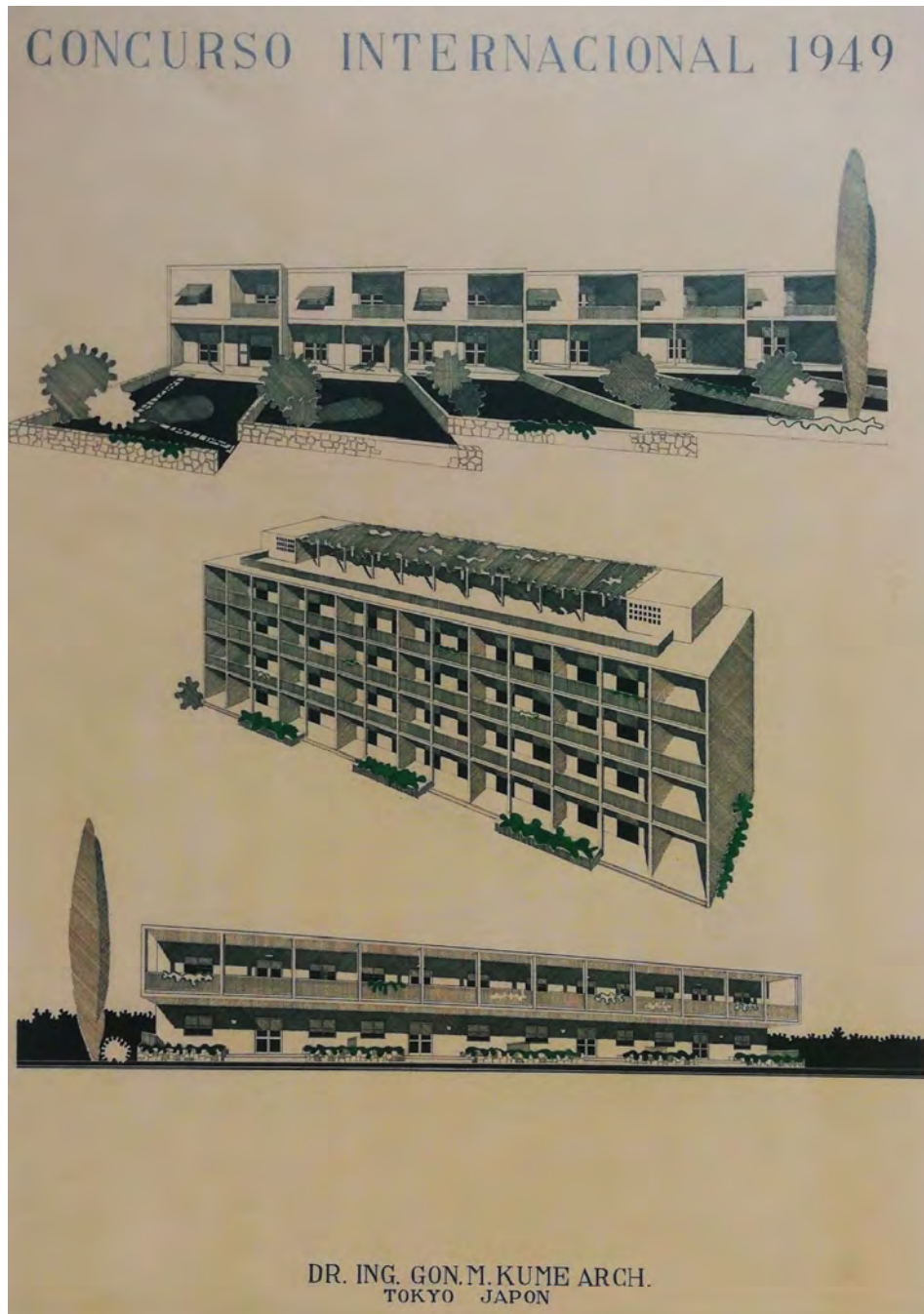
<sup>12</sup> Eduardo Torroja 1949 Strategy to industrialise housing in post World War II. Pepa Cassinello. (Páginas 42-43)

coste suponían ya que las superficies que proponía eran mucho mayores que las asumibles de una forma asequible para España.

La tipología de vivienda unifamiliar (*Imagen 18-25*) propuesta por Kume consistía en dos plantas con dos fachadas paralelas y dos muros divisorios para definir otras unidades. Proponía la organización de las viviendas de forma que se pudiera evitar la monotonía lineal. Esto favorecería la creación de sombras en fachada para dotarla de movimiento y aseguraría mayor intimidad en las viviendas a cada familia.<sup>13</sup>

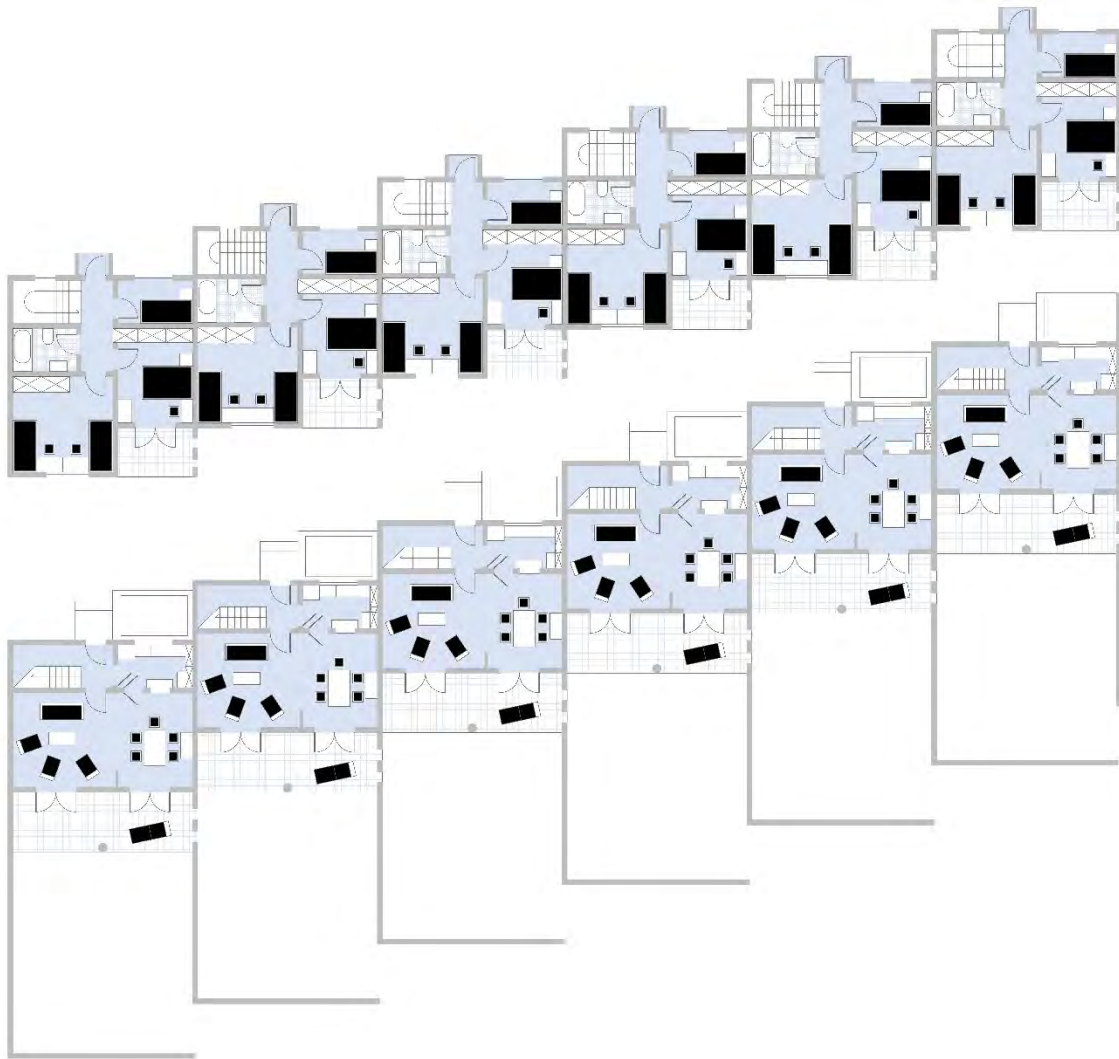
---

<sup>13</sup> Eduardo Torroja 1949 Strategy to industrialise housing in post World War II. Pepa Cassinello. (Páginas 91-92)



*Imagen 17 Propuesta de vivienda unifamiliar y colectiva*

*“La planta baja era para albergar la sala de estar, el comedor, la cocina, el lavadero y el porche, y la planta superior, dos dormitorios, un baño, una pequeña sala de madera y un balcón a lo largo del dormitorio principal. El módulo básico mide 7x8 metros en la vista en planta, con un vacío bajo la escalera colocado en la pared exterior frente al patio privado.”(Cassinello, n.d.) (Imagen 15)*



*Imagen 18 Plantas viviendas, vivienda unifamiliar (Elaboración del autor)*

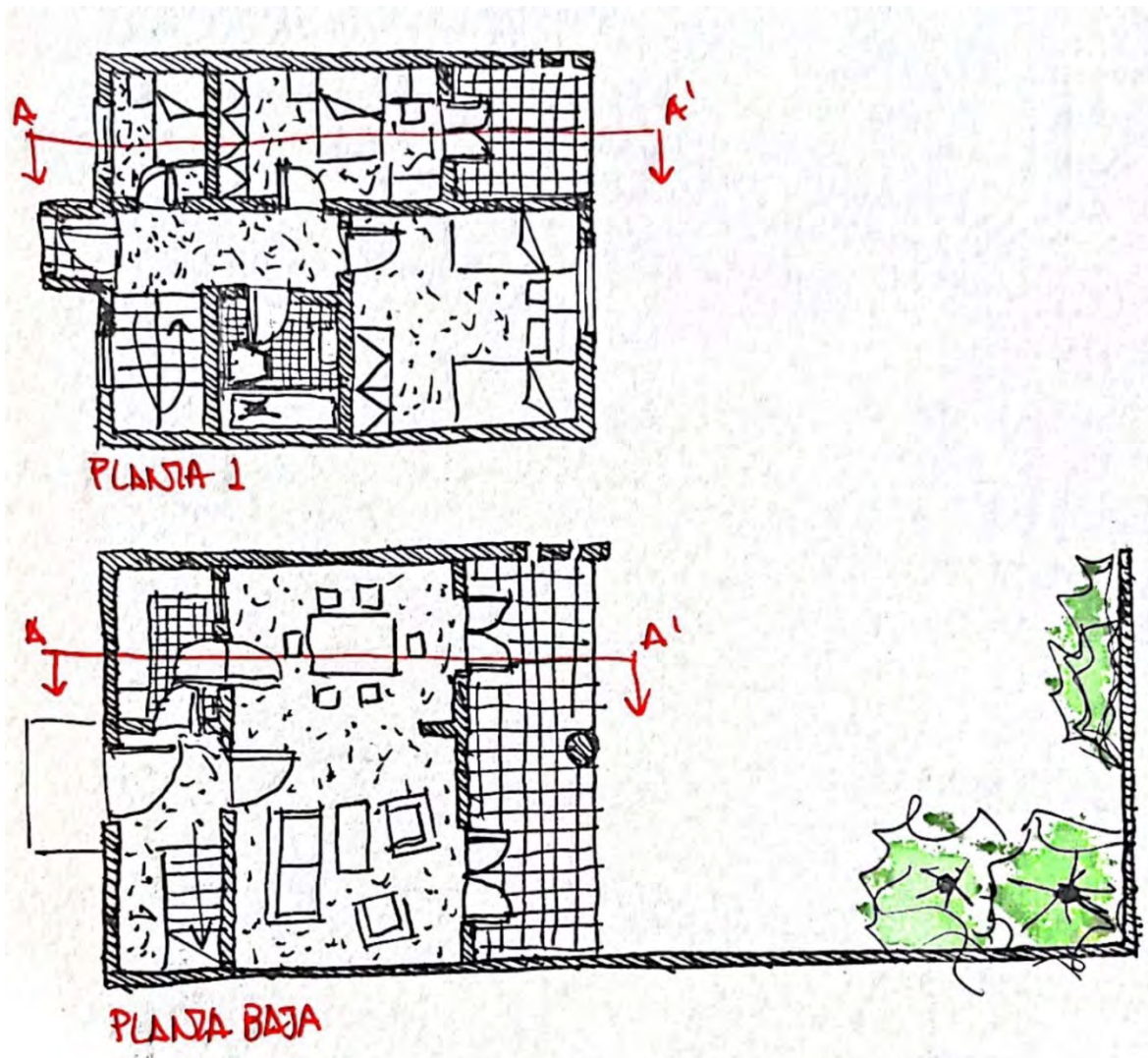


Imagen 19 Planta vivienda unifamiliar (Elaboración del autor)

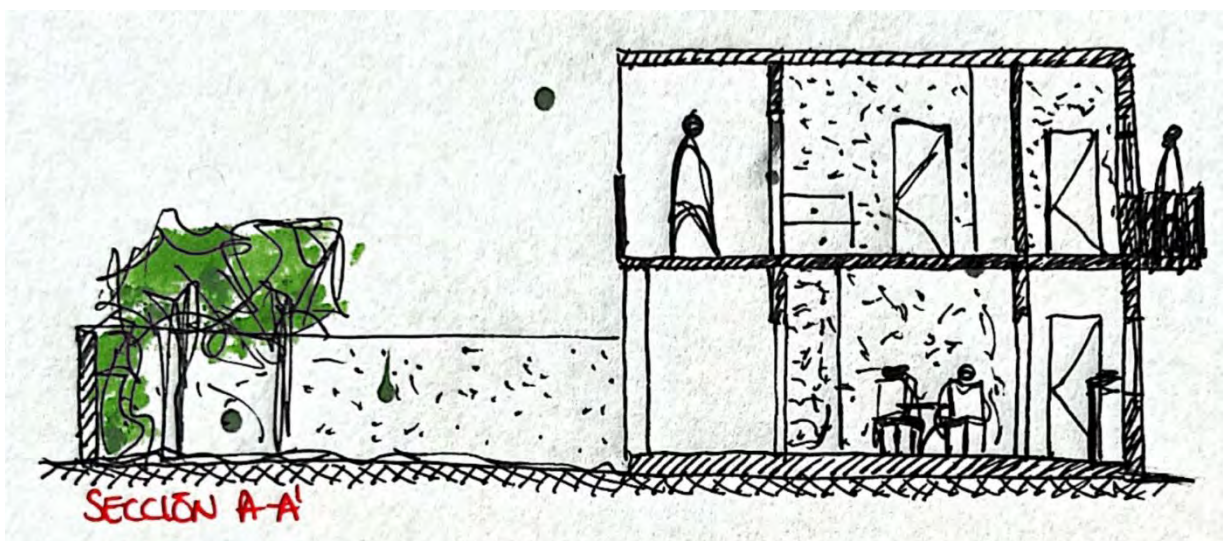


Imagen 20 Sección vivienda unifamiliar (Elaboración del autor)



*Imagen 21 Alzado vivienda unifamiliar (Elaboración del autor)*



*Imagen 22 Perspectiva vivienda unifamiliar (Elaboración del autor)*

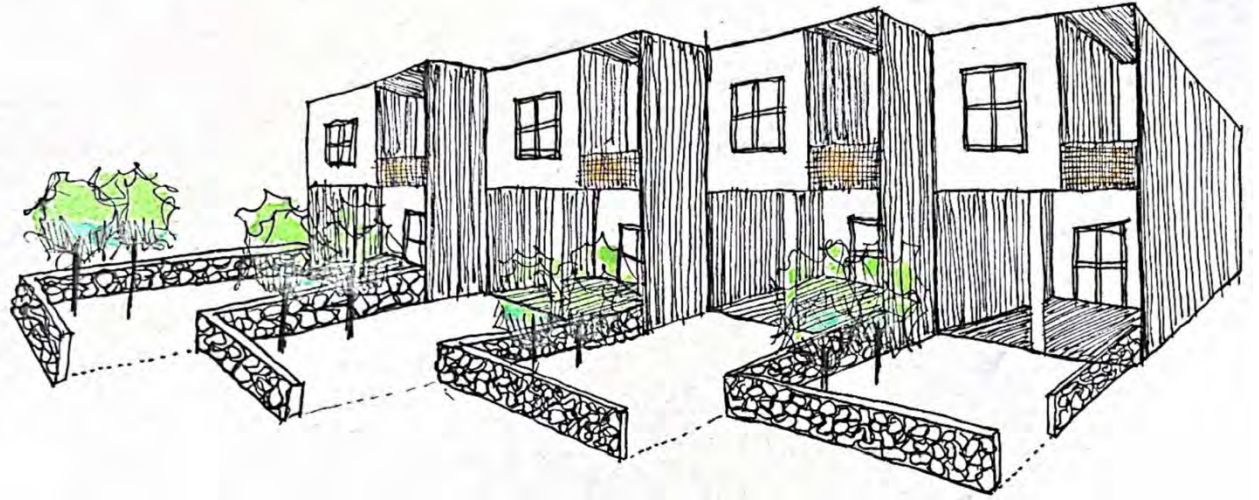


Imagen 23 Perspectiva conjunto de viviendas unifamiliares (Elaboración del autor)

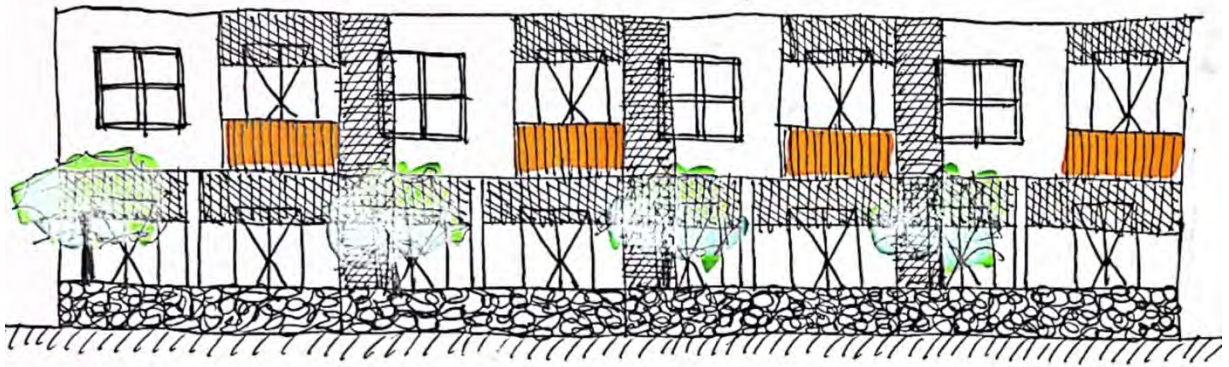


Imagen 24 Alzado frontal conjunto de viviendas unifamiliares (Elaboración del autor)

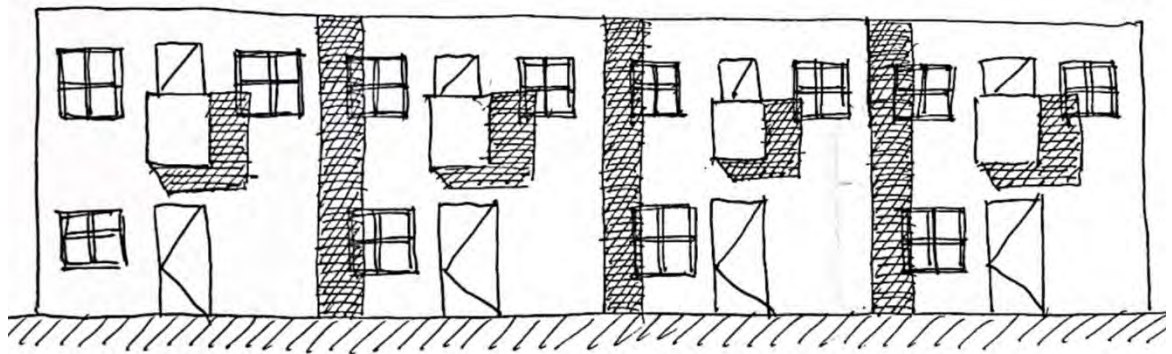


Imagen 25 Alzado trasero conjunto de viviendas unifamiliares (Elaboración del autor)

En la propuesta para edificios de viviendas colectivas (*Imagen 26-34*) de Kume encontramos, como se ha mencionado al principio de este trabajo, referencias a la Unidad de Habitación de Marsella de Le Corbusier. Vemos que se basa en ella porque el techo plano albergaba servicios comunitarios bajo un toldo ligero y ondulado, de la misma manera que el proyecto de Le Corbusier ofrecía servicios públicos al alcance de todos favoreciendo las relaciones entre los habitantes.<sup>14</sup>



*Imagen 26 Planta de viviendas, vivienda colectiva (Elaboración del autor)*

<sup>14</sup> Eduardo Torroja 1949 Strategy to industrialise housing in post World War II. Pepa Cassinello. (Página 92).

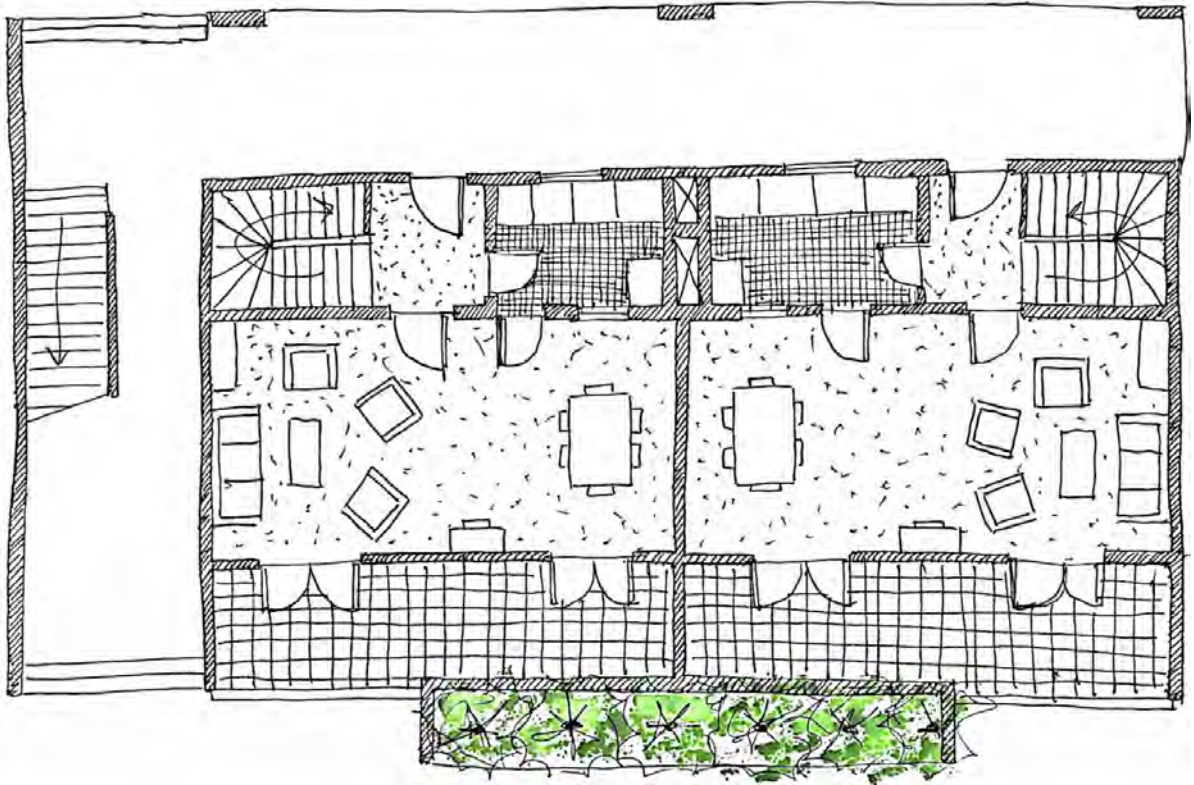


Imagen 27 Zoom planta de viviendas colectiva, primer piso, esquina izquierda (Elaboración del autor)

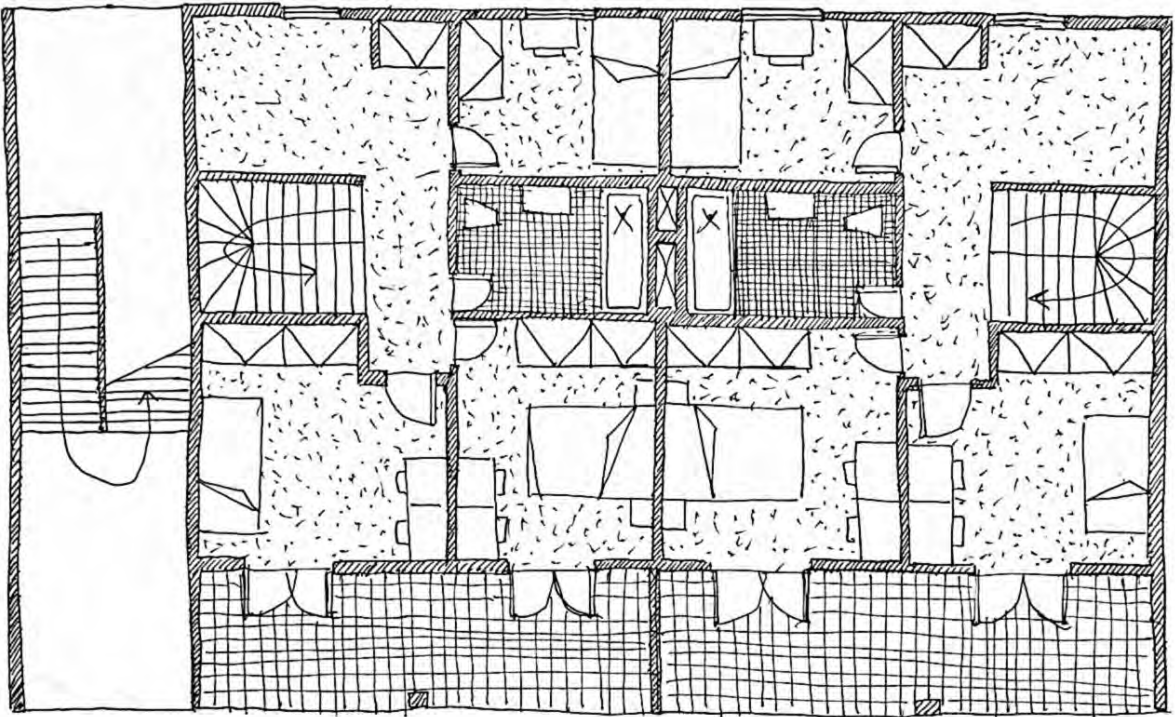


Imagen 28 Zoom planta de viviendas colectiva, segundo piso, esquina izquierda (Elaboración del autor)

PREFABRICACIÓN DE VIVIENDAS TRAS LA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL

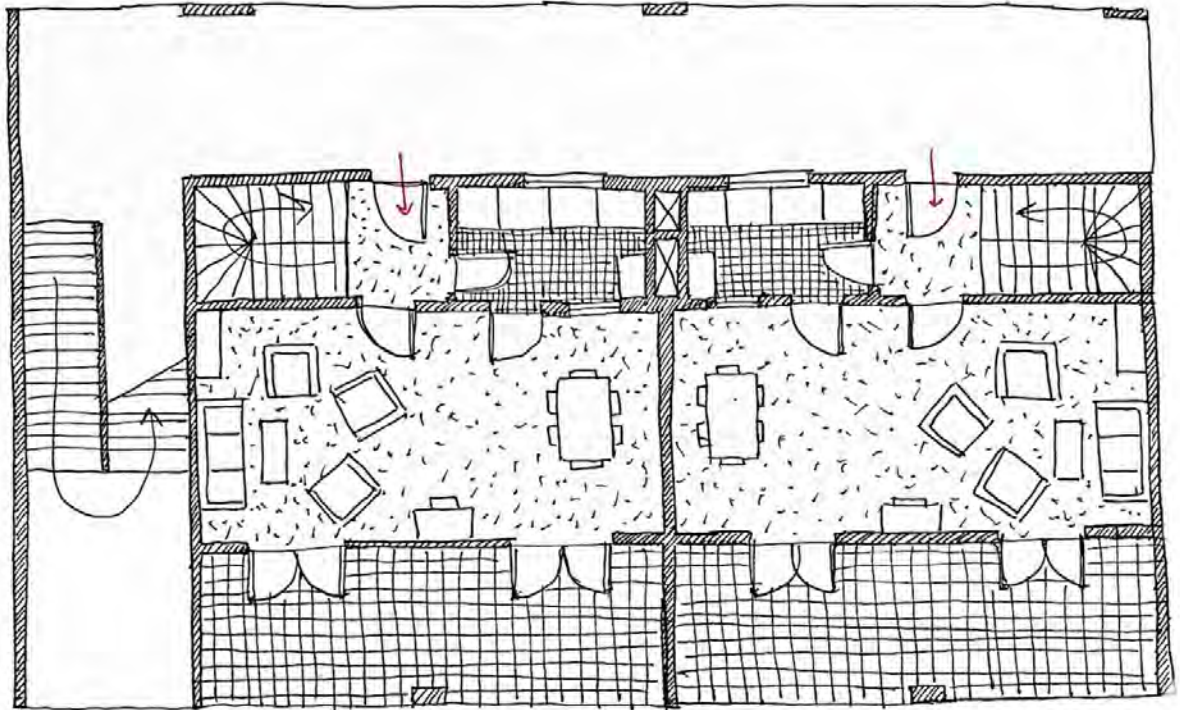


Imagen 29 Zoom planta de viviendas, tercer piso, esquina izquierda (Elaboración del autor)

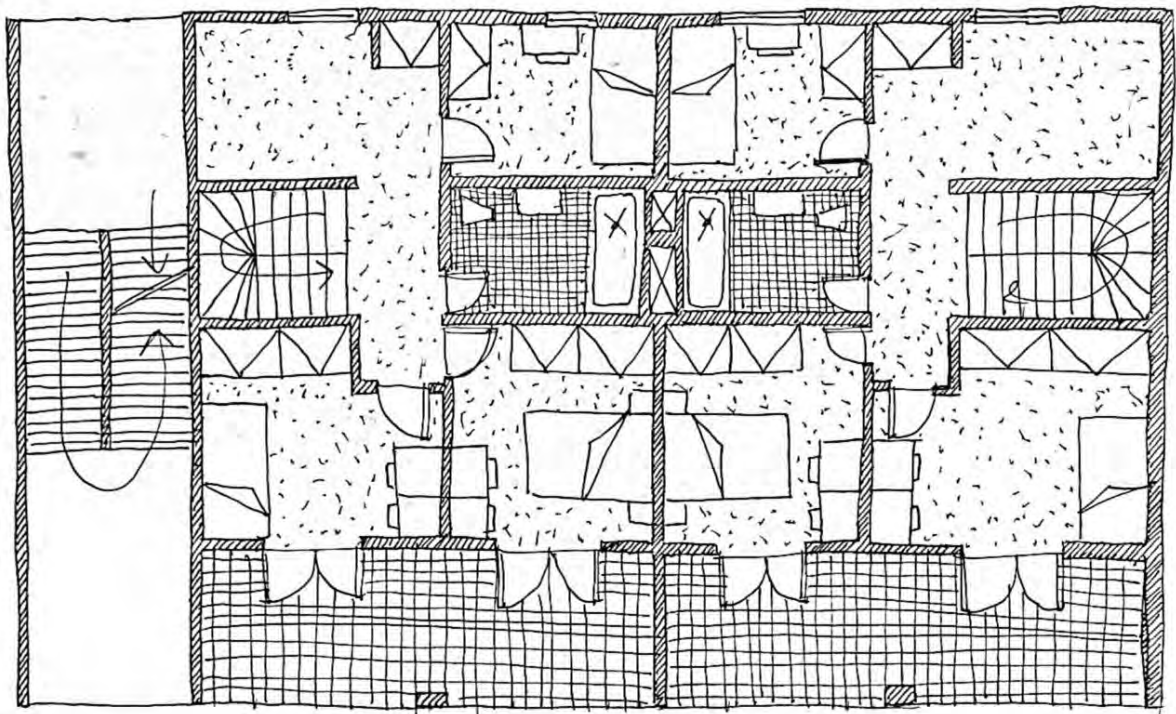
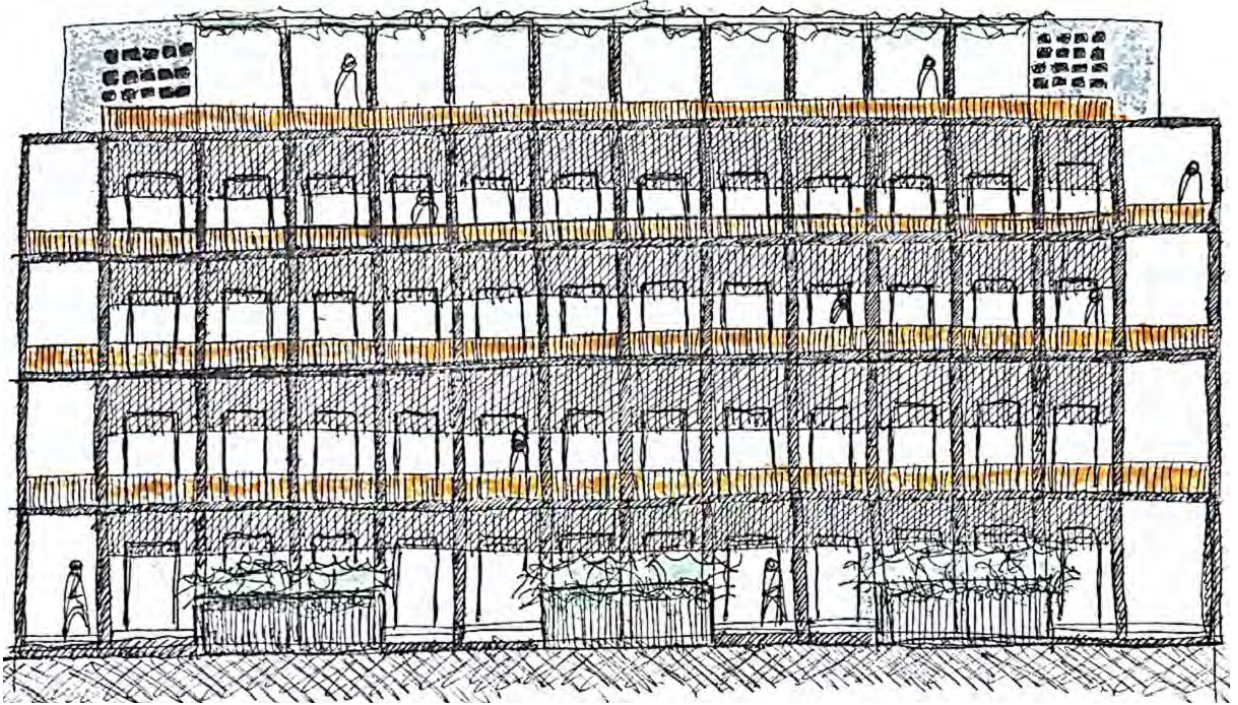


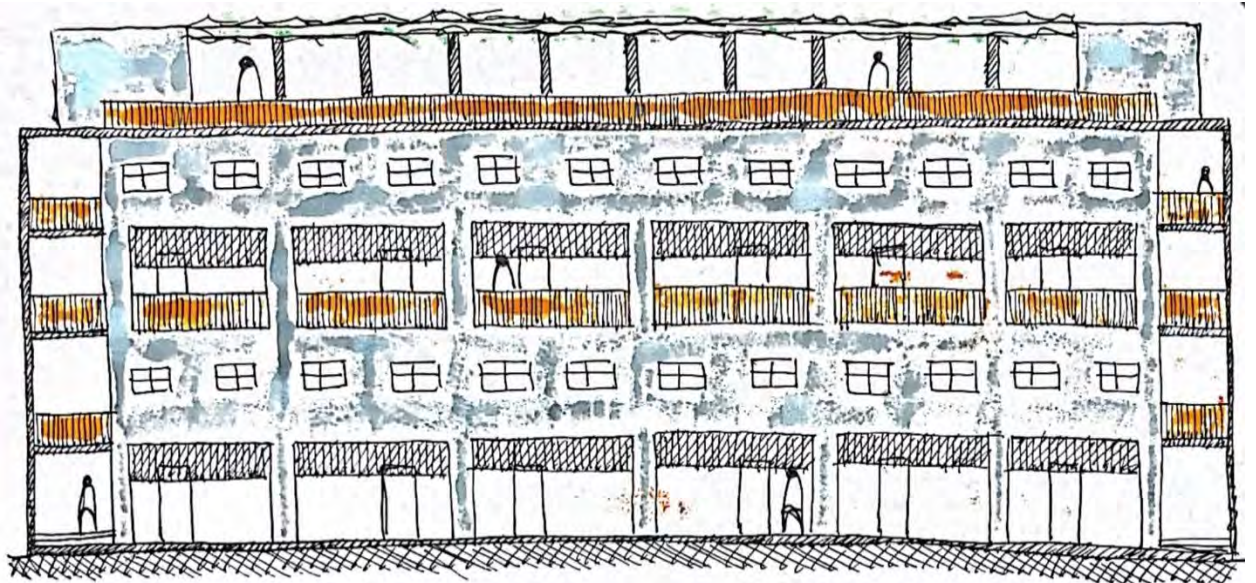
Imagen 30 Zoom planta de viviendas colectiva, cuarto piso, esquina izquierda (Elaboración del autor)

## PREFABRICACIÓN/ANÁLISIS DE CASOS

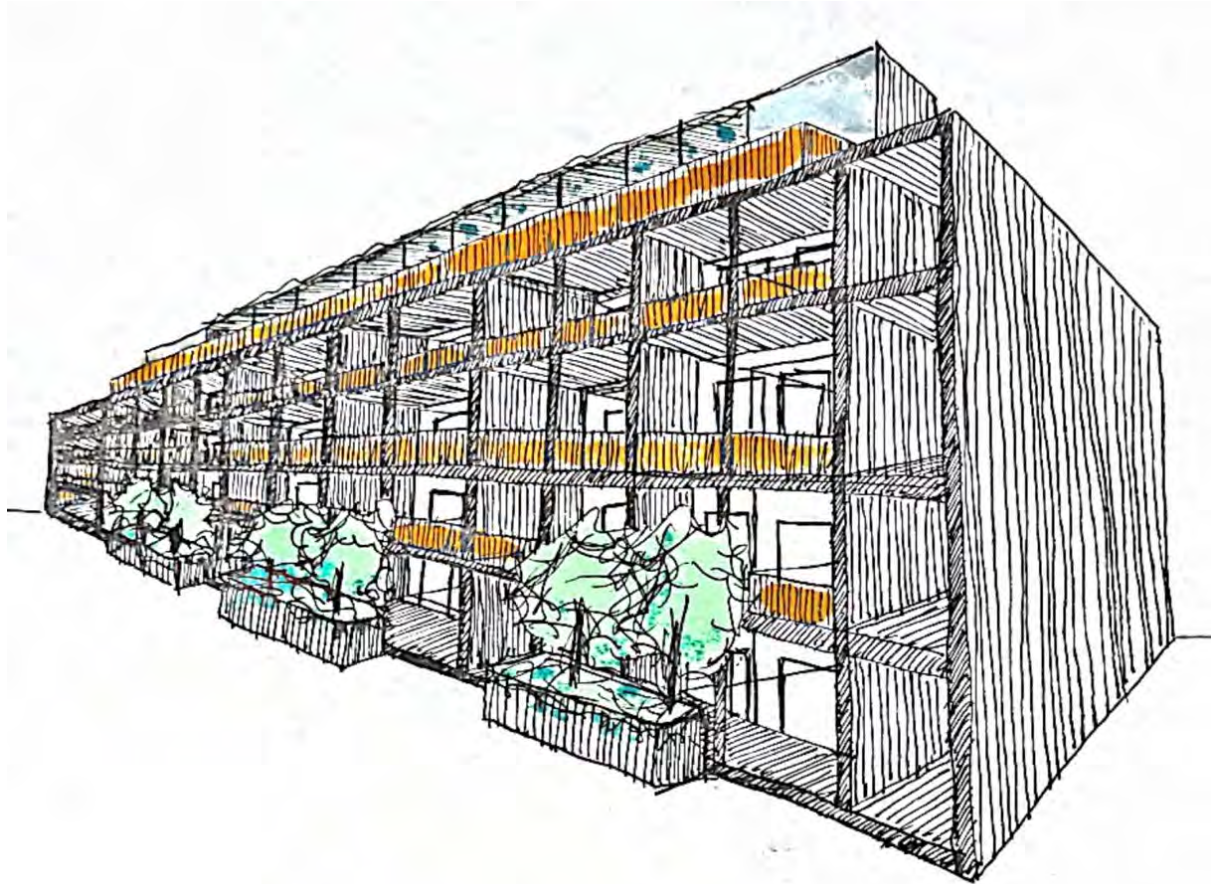
*“La tipología dúplex tenía sala de estar, comedor, cocina y balcón en la planta baja, y tres dormitorios, un baño y un pequeño trastero en la planta superior. Los cuartos húmedos fueron posicionados para optimizar la longitud de las tuberías, no solo colocando cocinas y baños pared con pared, sino también alineando verticalmente las cocinas de la planta baja con los baños de la planta superior.” (Cassinello, n.d.) (Imagen 16)*



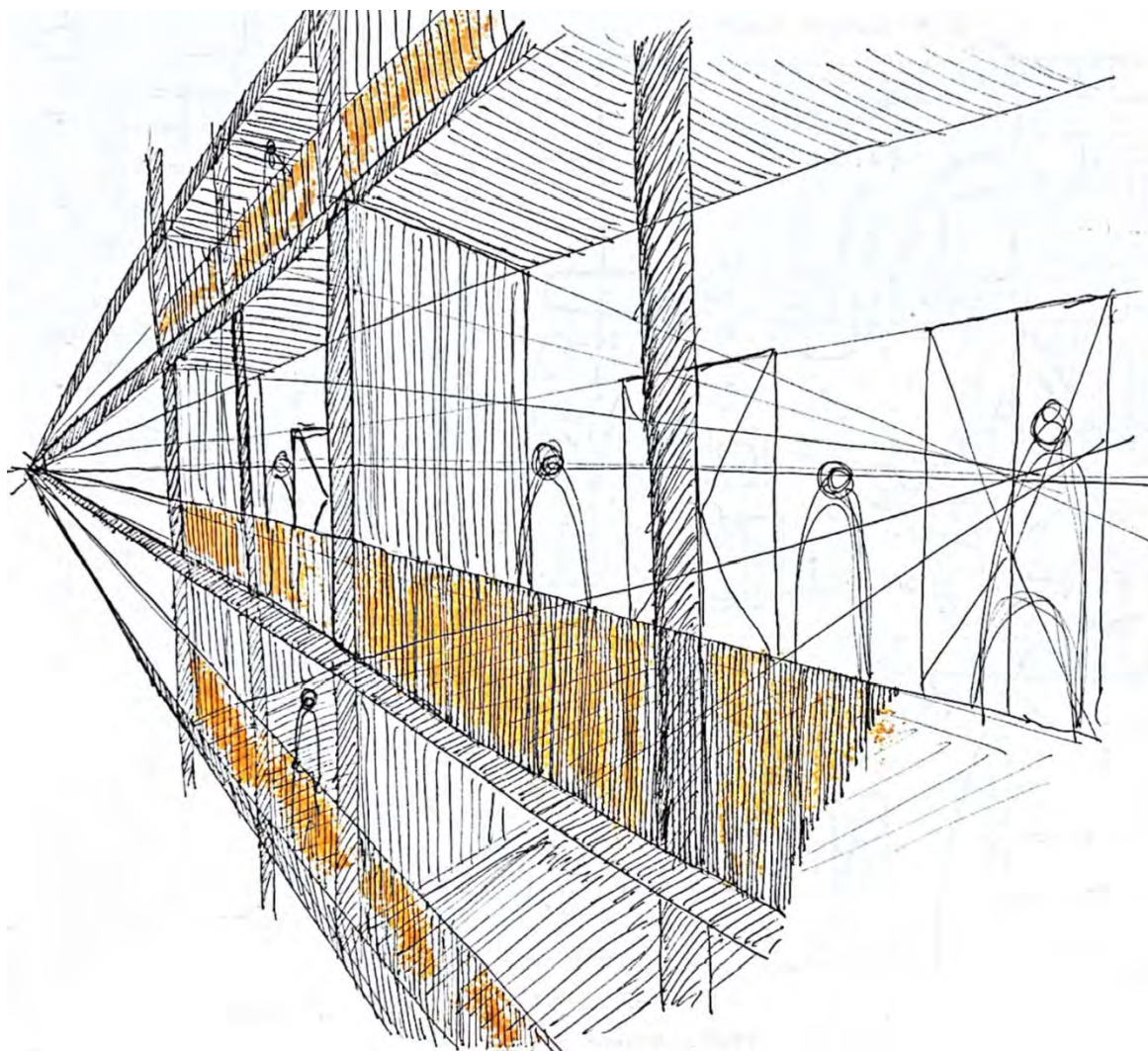
*Imagen 31 Alzado frontal vivienda colectiva (Elaboración del autor)*



*Imagen 32 Alzado trasero vivienda colectiva (Elaboración del autor)*



*Imagen 33 Perspectiva edificio vivienda colectiva (Elaboración del autor)*



*Imagen 34 Perspectiva cercana (Elaboración del autor)*



- **WALLACE NEFF**

Después de la Segunda Guerra Mundial, Estados Unidos era el país líder en industrialización. Las grandes empresas del país lideraban el mercado internacional de la construcción y muchos de los maestros de la arquitectura moderna residían allí. Tales como Walter Gropius y Richard Neutra, que eran inmigrantes europeos que se involucraron en la industrialización de la vivienda, tras trasladarse a residir a Estados Unidos.

Todas las propuestas estadounidenses estaban muy desarrolladas pero el coste era bastante elevado para afrontarlo en España en el momento.<sup>15</sup>

Wallace Neff (*Imagen 35*) nació en un rancho y pertenecía a una familia obrera, aunque nunca le gustaron las tareas relacionadas con la vida en el campo. Le fascinaba el diseño, por lo que acabó desarrollando su propio estilo, creando una arquitectura personal buscando la practicidad de esta.<sup>16</sup> Edwin Wallace Neff fue un arquitecto del sur de California. Desarrolló el estilo arquitectónico denominado "California". Fue estudiante del arquitecto Ralph Adams Cram y se inspiró en los estilos arquitectónicos de España y el Mediterráneo para sus obras.<sup>17</sup>



*Imagen 35 Wallace Neff y Bubble House*

---

<sup>15</sup> Eduardo Torroja 1949 Strategy to industrialise housing in post World War II. Pepa Cassinello. (Página 77)

<sup>16</sup> CLARK, Alson; NEFF, Edwin Wallace. *Wallace Neff: architect of California's Golden Age*. Elaborado y editado por Wallace Neff, Jr. Santa Bárbara Capra, 1986 (Página 15)

<sup>17</sup> [https://hmgong.es/wiki/Wallace\\_Neff](https://hmgong.es/wiki/Wallace_Neff)

## PREFABRICACIÓN DE VIVIENDAS TRAS LA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL

La propuesta de Wallace Neff se basaba en el uso de su propia patente de cúpulas monolíticas de hormigón armado construidas sobre globos inflables (*Imagen 36-42*) que podían ser reutilizados para construir nuevas viviendas. Era una innovadora forma de arquitectura neumática. Gracias a esa patente, miles de viviendas se pudieron construir en la época en un total de 17 países. Esta nueva forma de vivienda combinaba espacios habitables con nuevas tecnologías.



*Imagen 36 Bubble houses*



*Imagen 37 Colonia de "Bubble house" en Falls Church, Virginia*

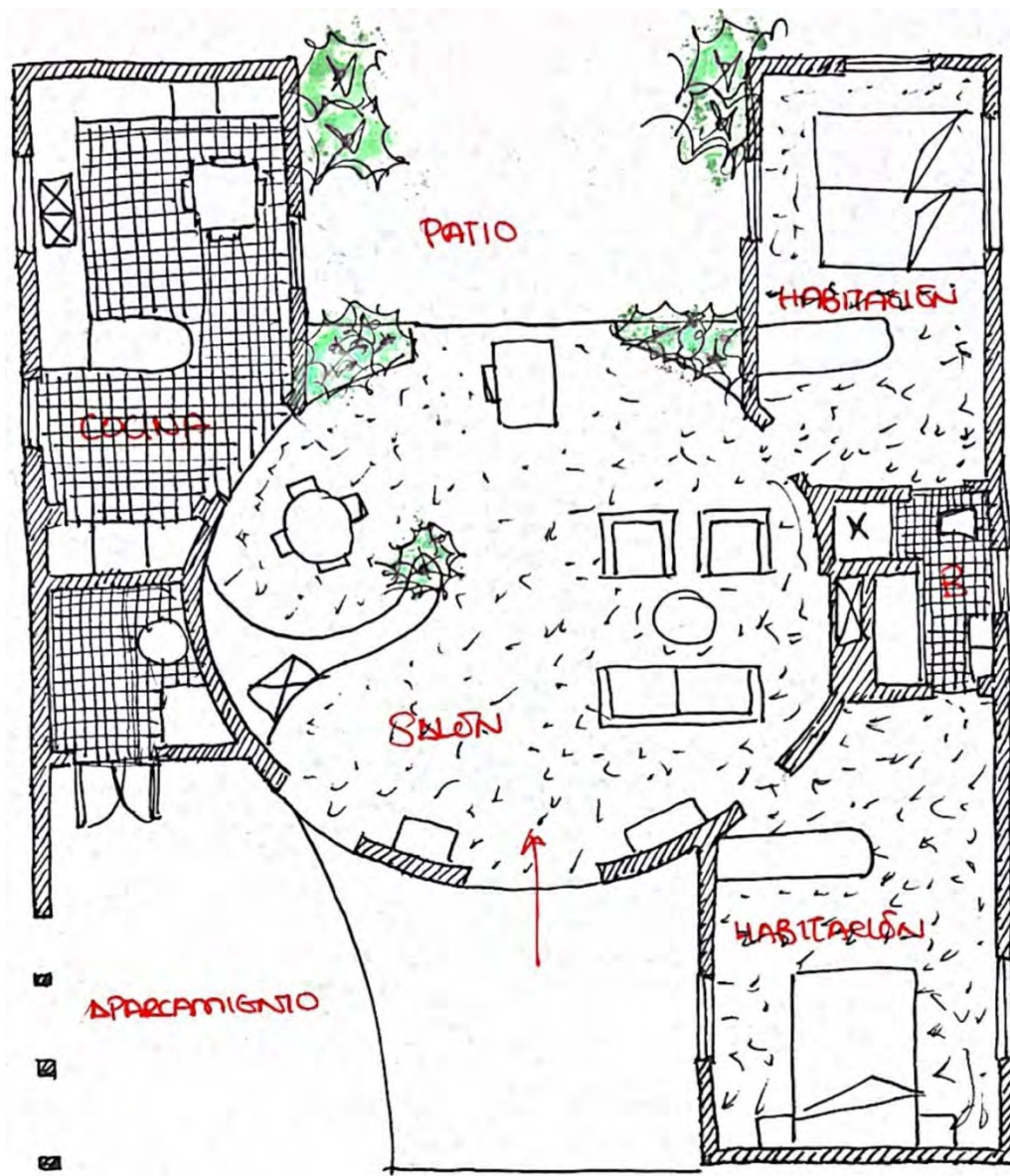
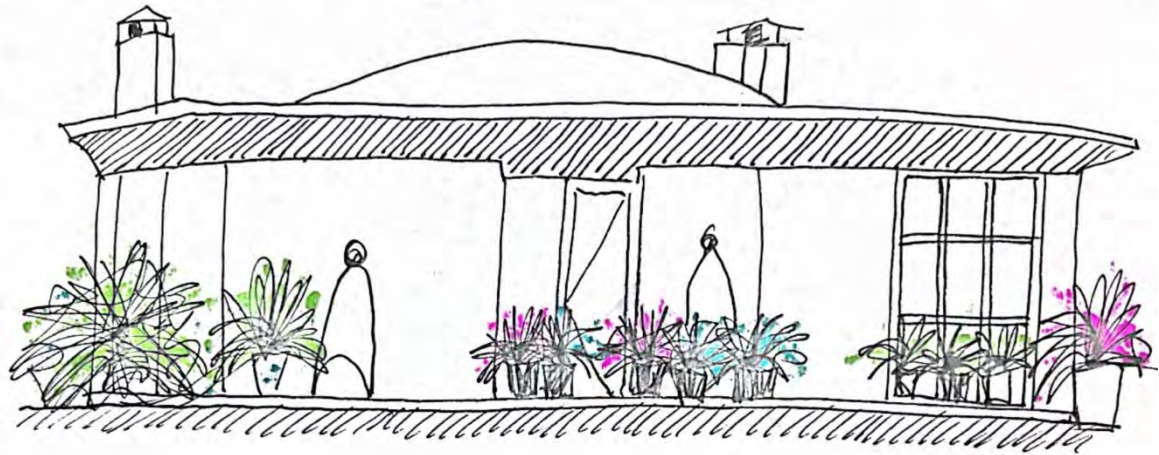


Imagen 38 Planta bubble house (Elaboración del autor)

PREFABRICACIÓN DE VIVIENDAS TRAS LA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL



*Imagen 39 Alzado bubble house (Elaboración del autor)*



*Imagen 40 Interior vivienda*



*Imagen 41 Interior vivienda: salón*



*Imagen 42 Interior vivienda: chimenea*

Sin embargo, la propuesta de Neff no respondía a un sistema industrializado. Era una nueva y revolucionaria forma de construcción de forma rápida y barata. Se realizaba un anillo de cimentación de hormigón armado donde se anclaba el encofrado inflable. Se disponía el refuerzo alrededor del globo inflable y se gunitaba sobre él desde la parte de arriba. El aire presurizado es imprescindible para este tipo de construcciones. *(Imagen 43-49)*

Después de que la primera capa de hormigón se endurezca, se aplica una segunda de impermeabilizante, y tras ésta una tercera de gunitado. La delgada cáscara de hormigón sirve a la vez de cerramiento y de estructura de la vivienda. Una vez endurecidas se desinfla el globo y se retira para su posterior reutilización. Los globos empleados se fabrican de nylon y pueden ser utilizados para construir mil viviendas, cien de las cuales se pueden realizar en sesenta días. La rapidez de este sistema

constructivo optimiza la mano de obra, que, acompañada de la poca cantidad de material requerida, abarata los costes de su construcción de forma que resulta un medio rentable para afrontar la demanda de vivienda. A pesar de su bajo coste no resultaba un sistema económico para llevar a cabo en España. <sup>18</sup>

El hormigonado de la cúpula de hormigón se realiza, primero, aplicando sobre el globo inflable un compuesto que evita que el hormigón se quede pegado a éste, después una malla de alambre sobre el globo y, por último, el gunitado. Se requería la comprobación de la estructura, y esta se hizo mediante la colocación de sacos de arena en la parte más elevada de la cúpula, aguantando sin ningún problema el peso. <sup>19</sup> (*Imagen 50*)



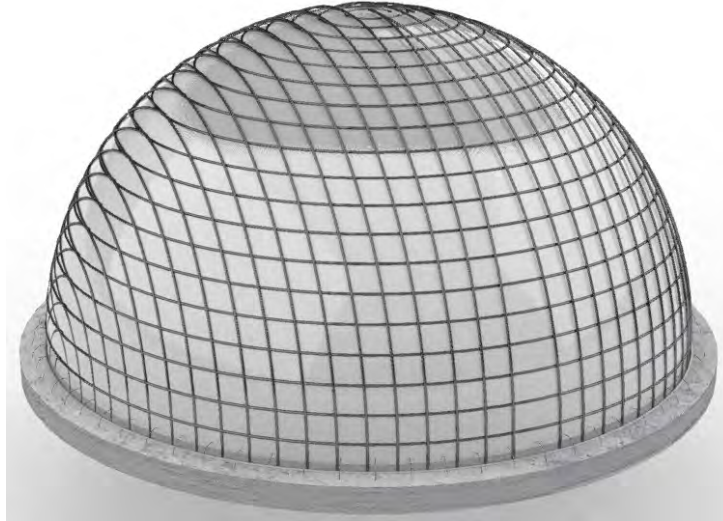
*Imagen 43 Proceso constructivo de las Bubble house: colocación del globo y anillo de cimentación (Elaboración del autor)*

---

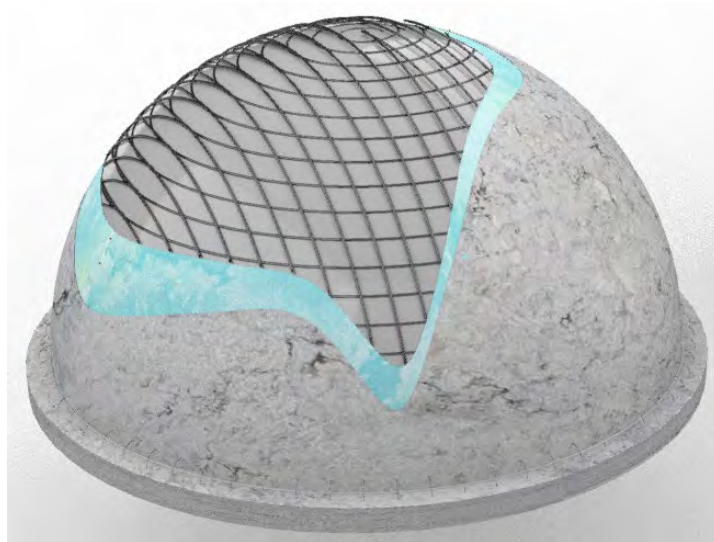
<sup>18</sup> Eduardo Torroja 1949 Strategy to industrialise housing in post World War II. Pepa Cassinello. (Página 80-81)

<sup>19</sup> Wallace Neff Architect of California's Golden Age. Wallace Neff Jr. (Página 177-186)

## PREFABRICACIÓN DE VIVIENDAS TRAS LA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL



*Imagen 44 Proceso constructivo de las Bubble house: colocación del armado (Elaboración del autor)*



*Imagen 45 Proceso constructivo de las Bubble house: capas de la cáscara (impermeabilizante + hormigón gunitado) (Elaboración del autor)*

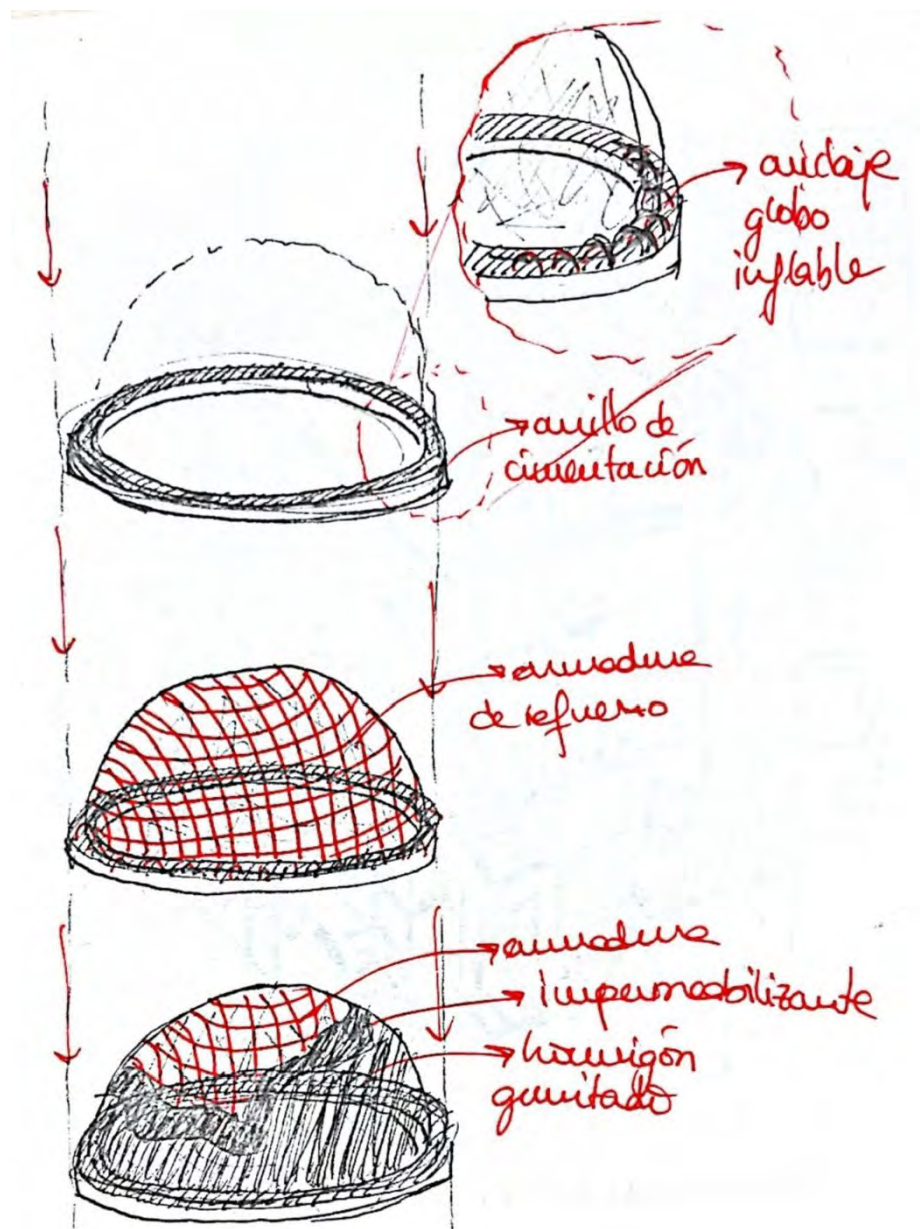
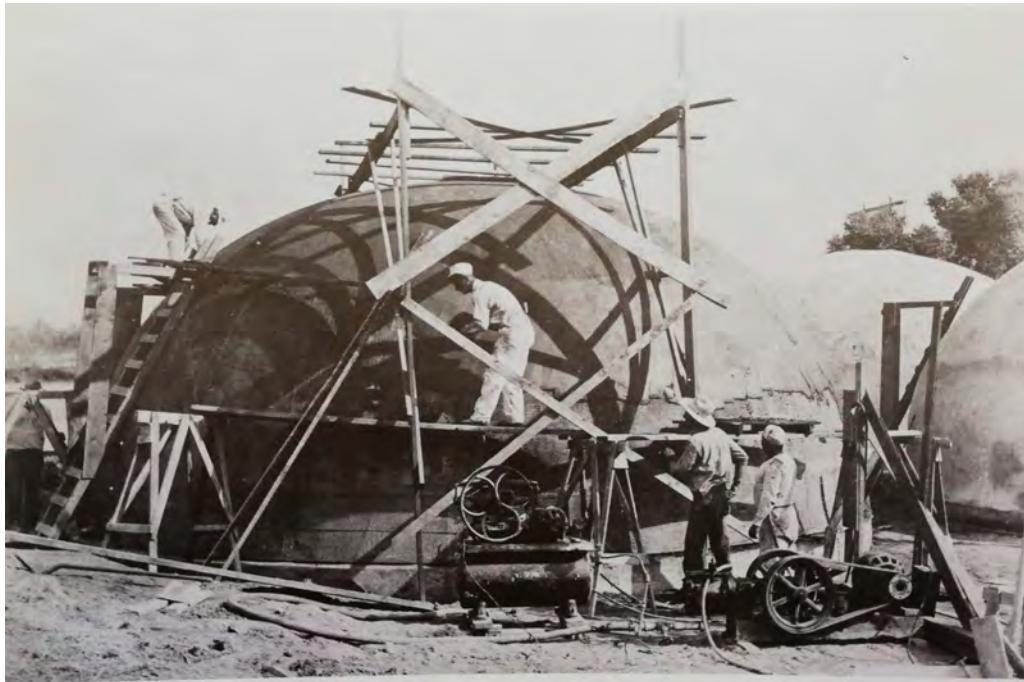


Imagen 46 Proceso constructivo bubble house (Elaboración del autor)



*Imagen 47 Colocación e inflado del globo*



*Imagen 48 Colocación aislamiento*

Este diseño de Neff no fue del gusto de los Estados Unidos, pero, utilizó en proyectos de vivienda en países como Egipto, Brasil, Pakistán, México y África occidental durante los años 1940-1950.<sup>20</sup> (Imagen 51-58) Es un modelo constructivo muy versátil que da lugar a diferentes diseños y configuraciones del alzado desde una misma manera de construir.

---

<sup>20</sup> Wallace Neff Architect of California's Golden Age. Wallace Neff Jr. (Página 177-186)



*Imagen 49 Gunitado del hormigón*



*Imagen 50 Comprobación de resistencia de la estructura*

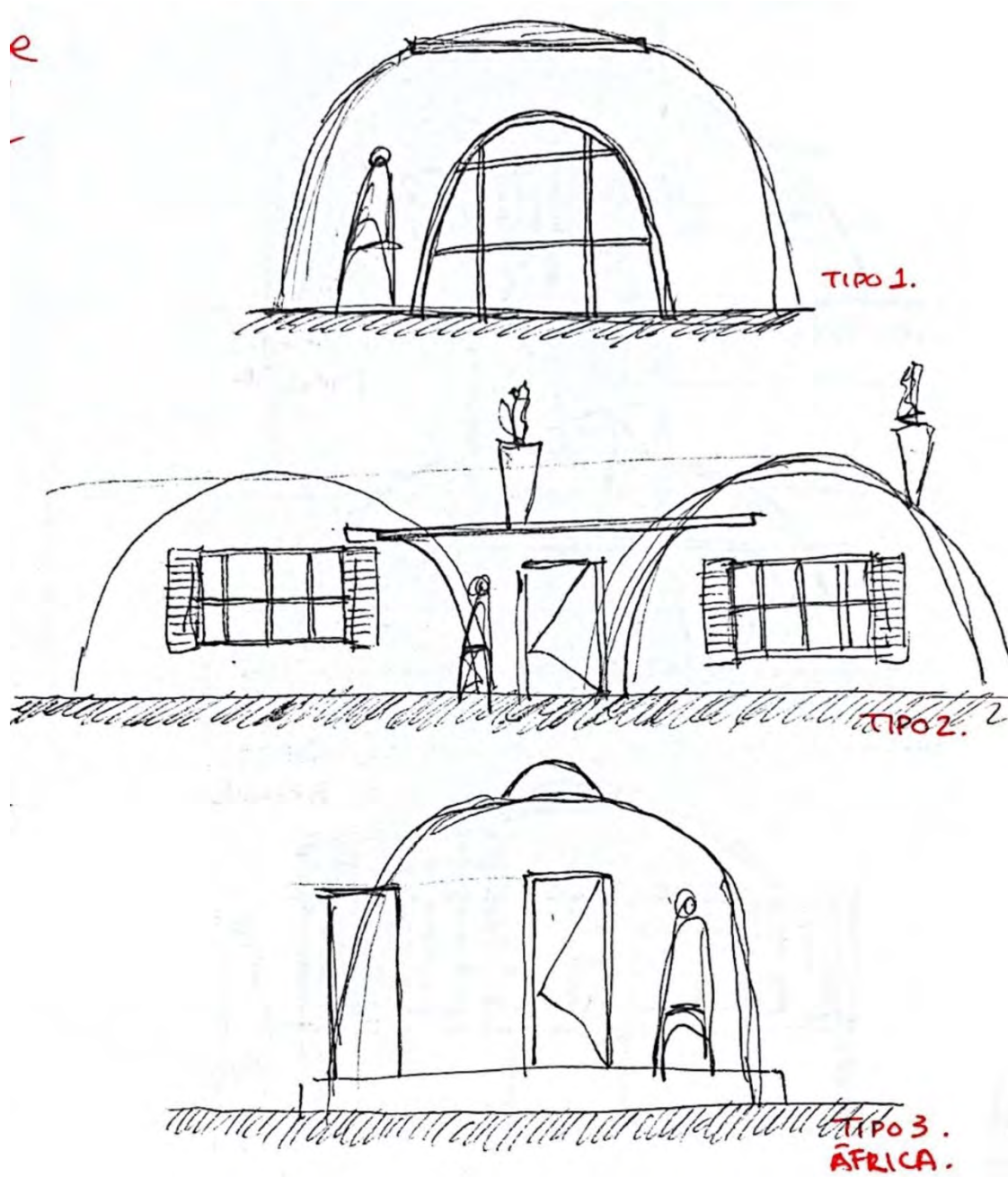


Imagen 51 Bubble house en África (Elaboración del autor)



Imagen 52 Colonia de Bubble house en África

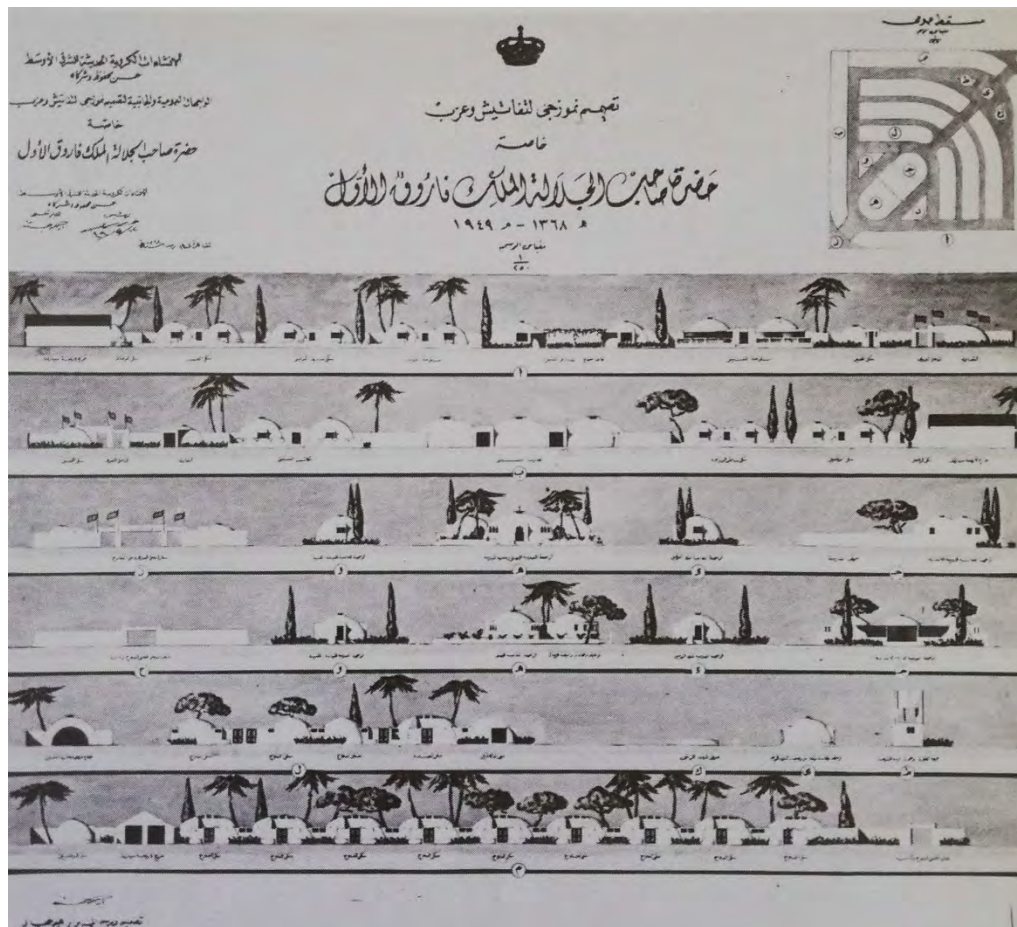
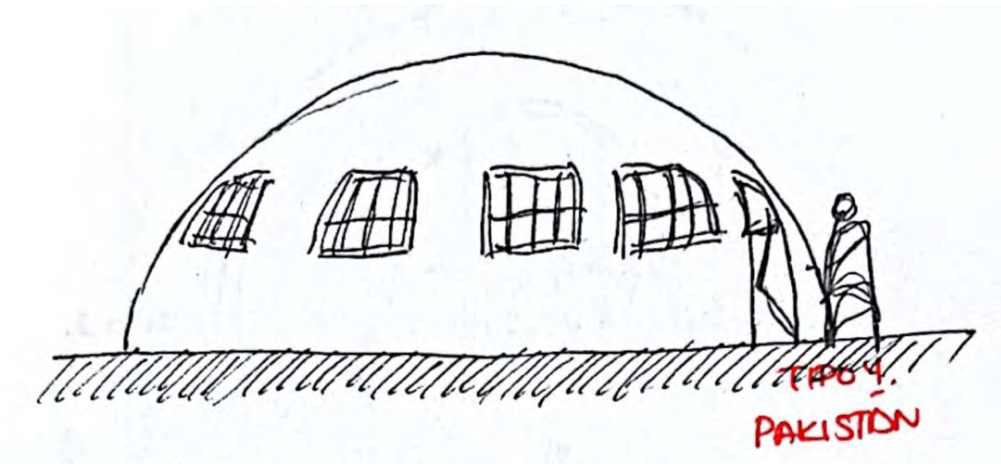


Imagen 53 Proyecto de Bubble house en Egipto

PREFABRICACIÓN DE VIVIENDAS TRAS LA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL



*Imagen 54 Bubble house en Pakistán (Elaboración del autor)*



*Imagen 55 Obras de construcción en Karachi, Pakistán*



*Imagen 56 Asentamiento en Sao Paulo, Brasil*

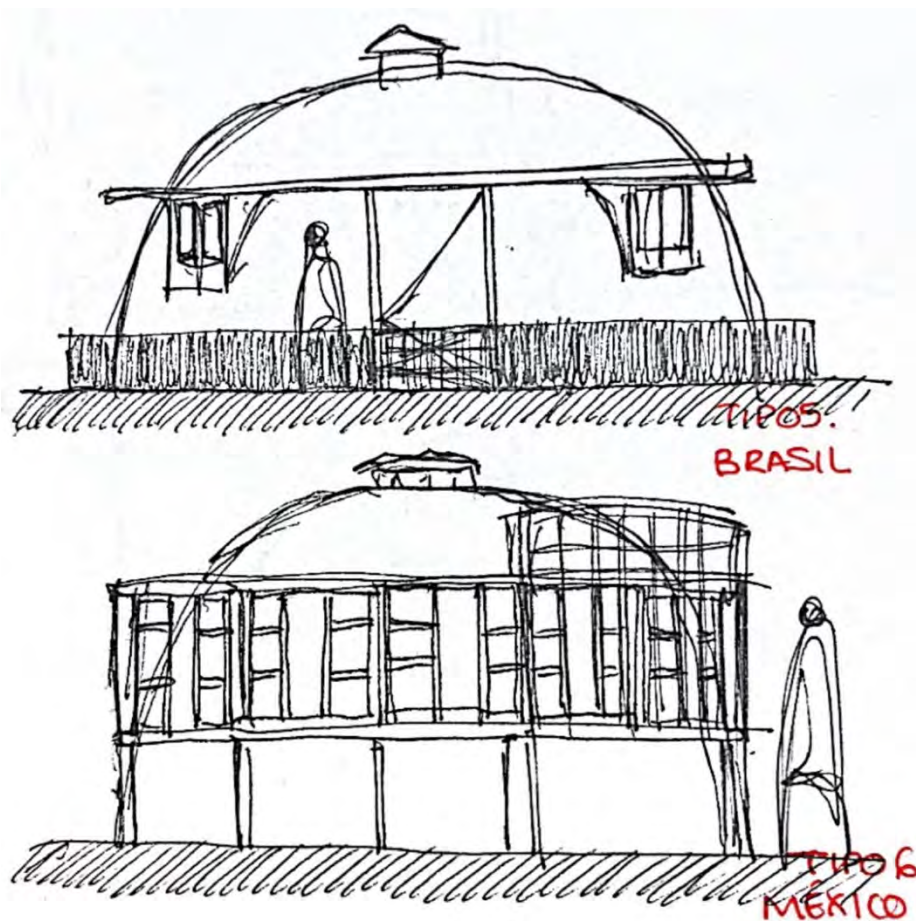


Imagen 57 Bubble houses en Brasil y México (Elaboración del autor)



Imagen 58 Escuela en México



- **SEISAKU YOSHIKAWA**

Seisaku Yoshikawa es uno de los arquitectos japoneses que se presentó al concurso de Eduardo Torroja con una de las propuestas más singulares.

La propuesta del arquitecto japonés Seisaku Yoshikawa consistía en bloques lineales coronados por una carretera en cubierta. *(Imagen 60)* Estos se colocaban en las costas españolas, dando como resultado una barrera arquitectónica en el paisaje. Esta propuesta recuerda a una planteada por Le Corbusier en Brasil, con la diferencia de que la aportada por Le Corbusier se adaptaba al difícil terreno local, integrándose con él. La propuesta japonesa, al resultar una barrera arquitectónica, rompe la relación entre mar y tierra, lo que supuso un fracaso. *(Imagen 59)*<sup>21</sup>

Le Corbusier propuso un nuevo distrito de negocios y un nuevo barrio residencial en terrenos rocosos y sin usar. Este proyecto lo llamó Plan Obus A. Ambos distritos se conectaban por una carretera elevada unos cien metros con viviendas para 180.000 personas. La tipología edificio-acueducto-carretera surgió por primera vez en 1929 cuando Le Corbusier publicó bocetos de estudios urbanísticos en ciudades como Buenos Aires, Sao Paulo, Montevideo y Río de Janeiro.<sup>22</sup>

La originalidad de esta propuesta destaca por su autopista en cubierta, lo cual no es un gran acierto si pensamos en las comodidades que puede ofrecer a un usuario en cuanto ruidos y temblores provenientes de la cubierta del edificio donde resida.

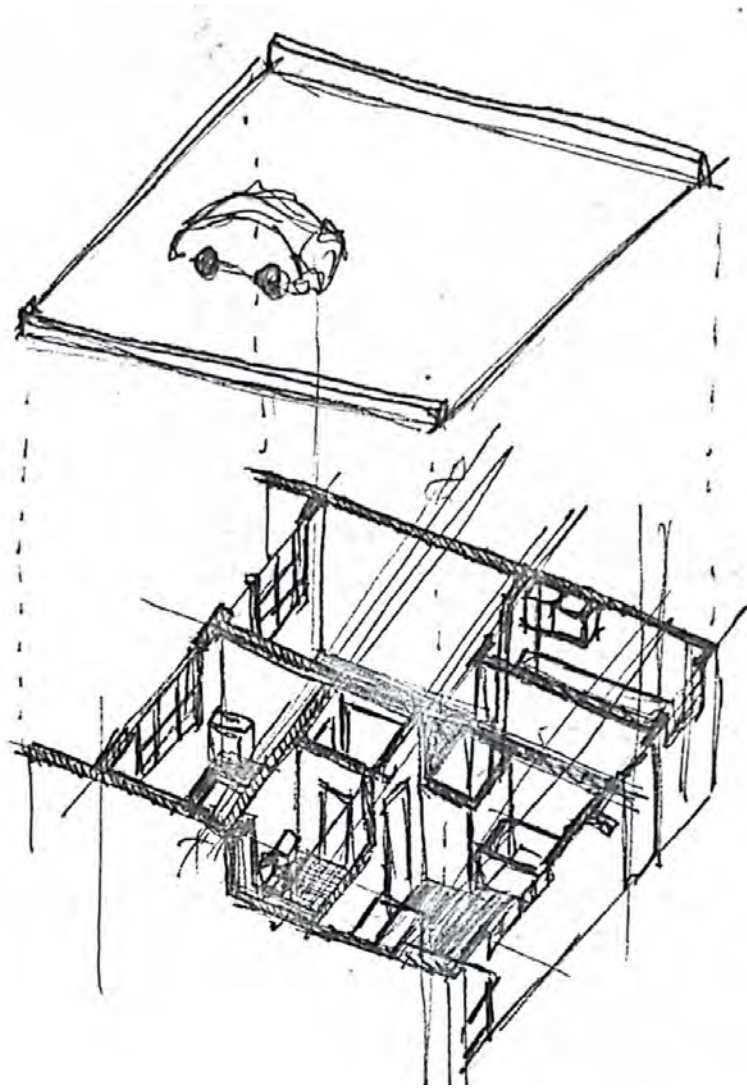
---

<sup>21</sup> Eduardo Torroja 1949 Strategy to industrialise housing in post World War II. Pepa Cassinello. (Página 87)

<sup>22</sup> STEYN, Gerald. Le Corbusier's town-planning ideas and the ideas of history. Tshwane University of technology. Sajah, número 1, volumen 27, 2012, páginas 83-106.



*Imagen 59 Masa continua de bloques de viviendas coronadas con una carretera (Elaboración del autor)*



*Imagen 60 Carretera integrada en la cubierta del bloque de viviendas (Elaboración del autor)*

La propuesta incluía varios tipos de unidades, en función del tamaño de la familia. Todas las unidades disponen de balcones en una fachada u otra, excepto las destinadas a familias más numerosas, ya que ese espacio es el empleado para alojar a sus usuarios extra. *(Imagen 61-65)* El edificio se generaría con el apilamiento de “cajas virtuales”, en uso o no, dependiendo del número de integrantes de la familia.<sup>23</sup> Al tratarse de plantas destinadas para distinto número de ocupantes, lo que nos lleva a la ocupación de esta aprovechando más o menos las áreas destinadas a terraza, esto nos genera unos alzados que escapan a la monotonía. *(Imagen 66-67)*

---

<sup>23</sup> Eduardo Torroja 1949 Strategy to industrialise housing in post World War II. Pepa Cassinello. (Página 87)

El bloque lineal contaba con áreas de servicios para la población cada 3 kilómetros. Esto resultaba una ciudad donde los habitantes podían cubrir sus necesidades diarias.<sup>24</sup>

Podemos observar referencias a la Unidad de Habitación de Marsella de Le Corbusier en la construcción en vertical de ciudades con todos los servicios necesarios, incluido el transporte mediante la carretera. El sistema constructivo se basaba en elementos de hormigón armado prefabricado, de los cuales, muchos de ellos serían para delimitar los espacios en las viviendas.

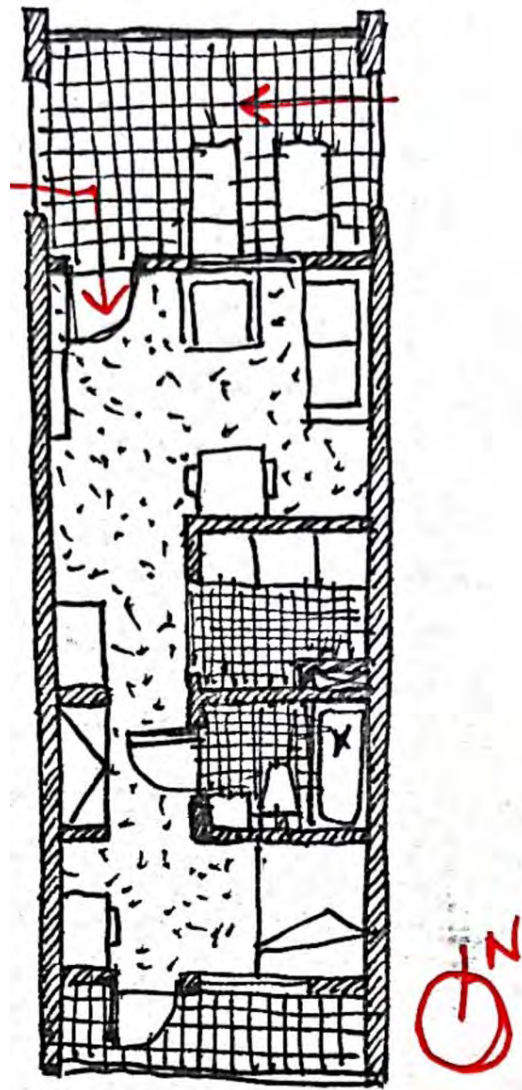


Imagen 61 Planta de viviendas para 2 personas (Elaboración del autor)

<sup>24</sup> Eduardo Torroja 1949 Strategy to industrialise housing in post World War II. Pepa Cassinello. (Página 87)

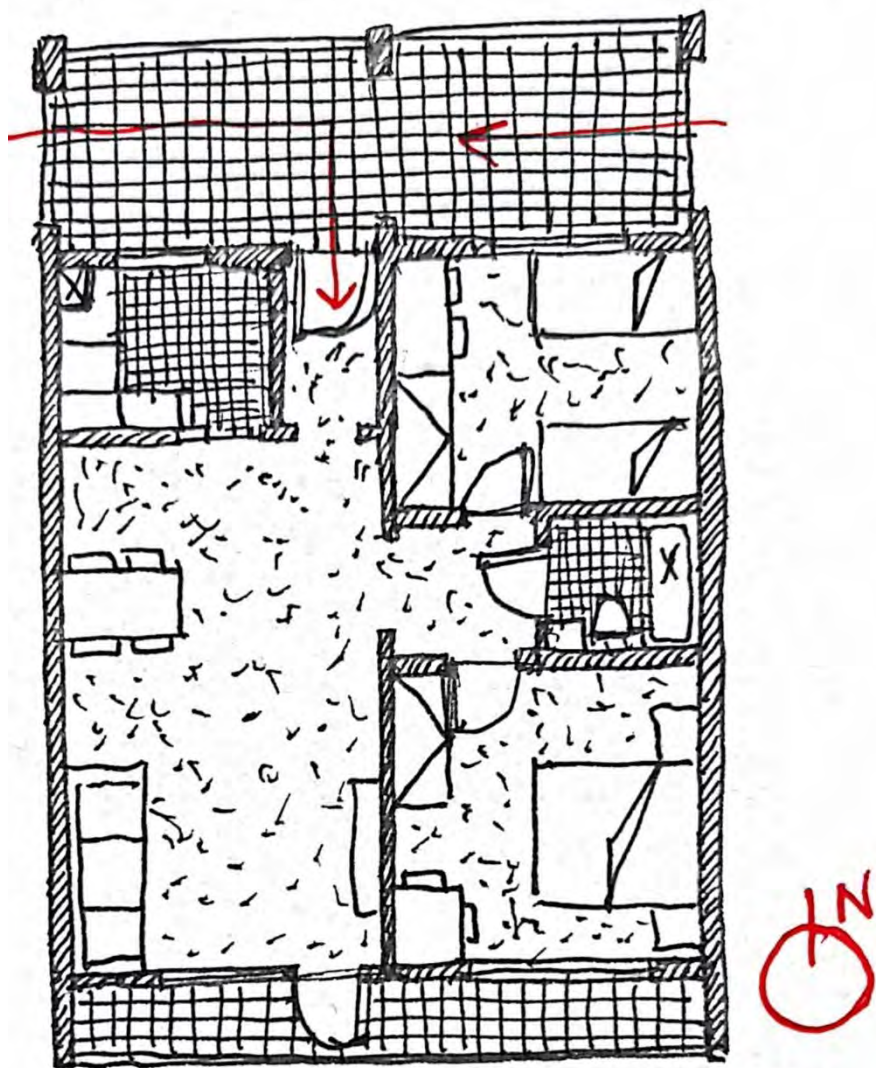


Imagen 62 Planta de viviendas para 4 personas (Elaboración del autor)

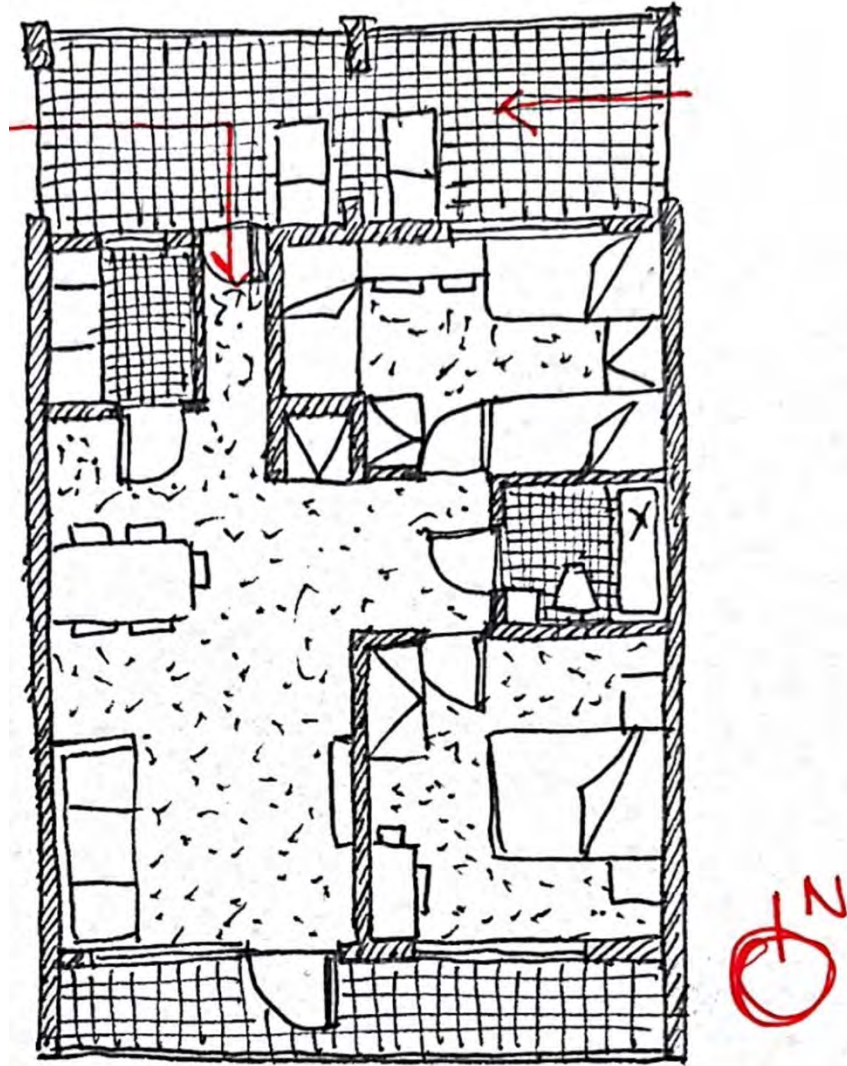


Imagen 63 Planta de viviendas para 5 personas (Elaboración del autor)

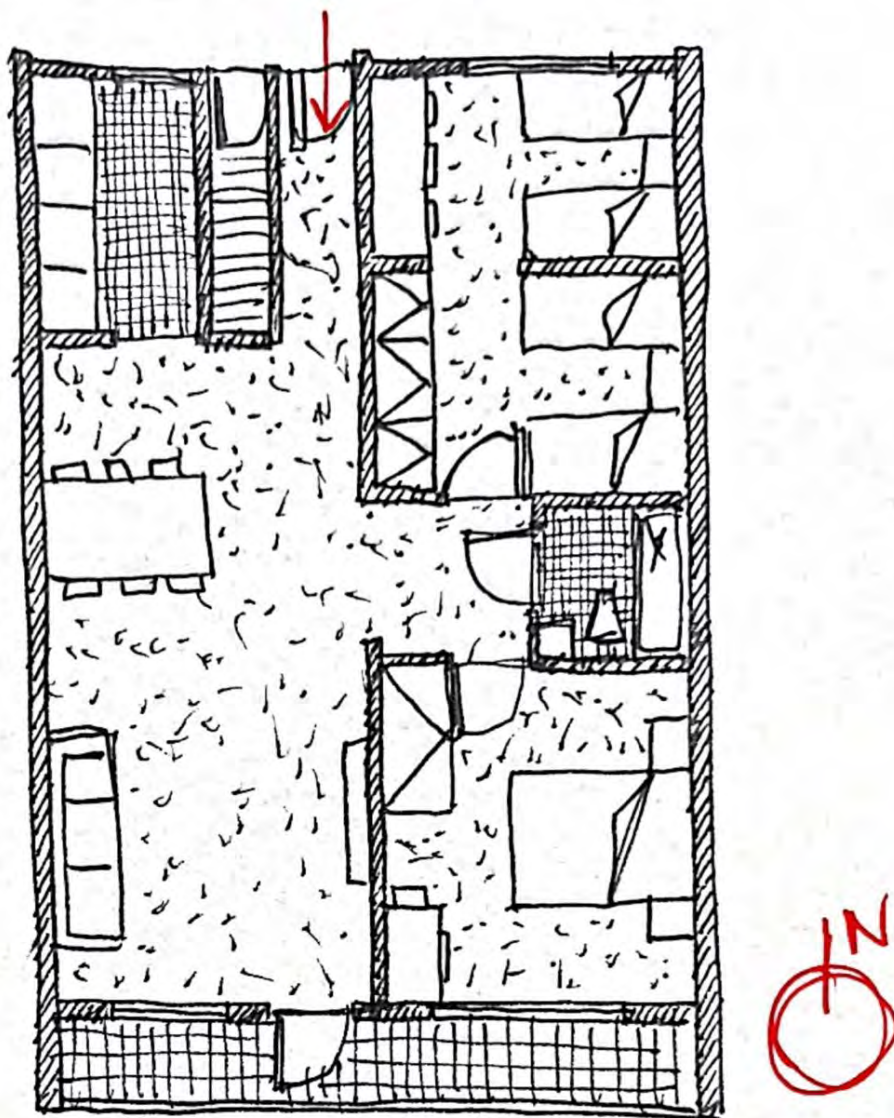


Imagen 64 Planta de viviendas para 6 personas (Elaboración del autor)

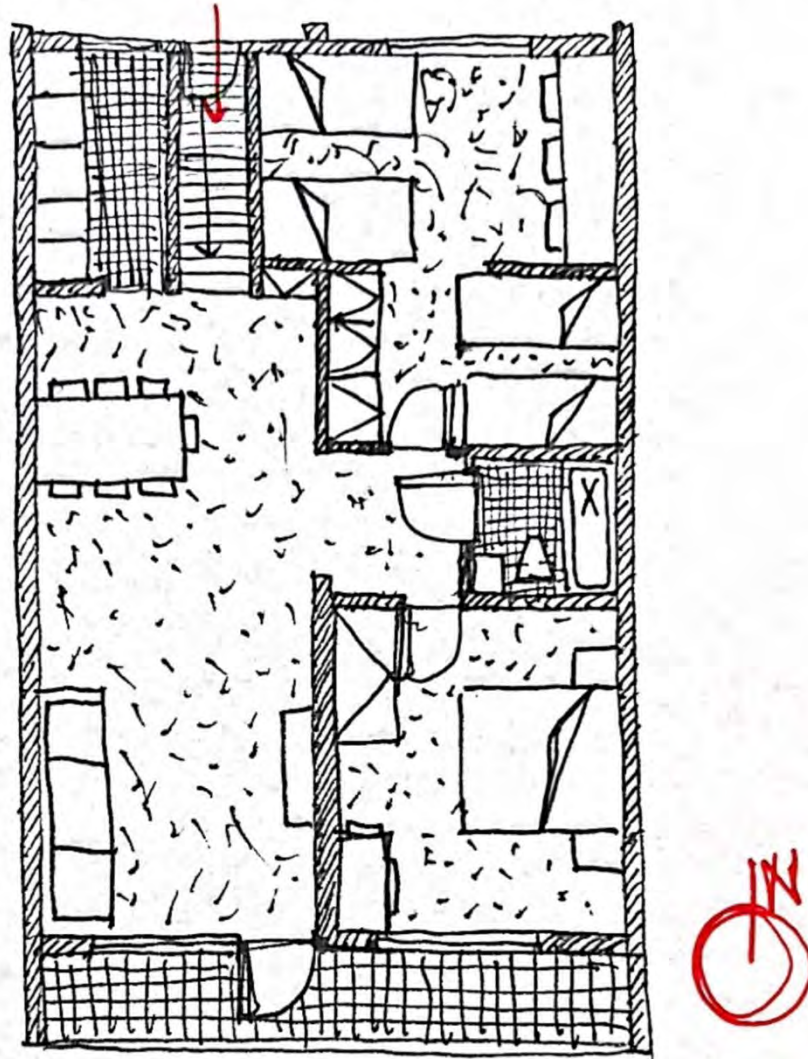


Imagen 65 Planta de viviendas para 7 personas (Elaboración del autor)

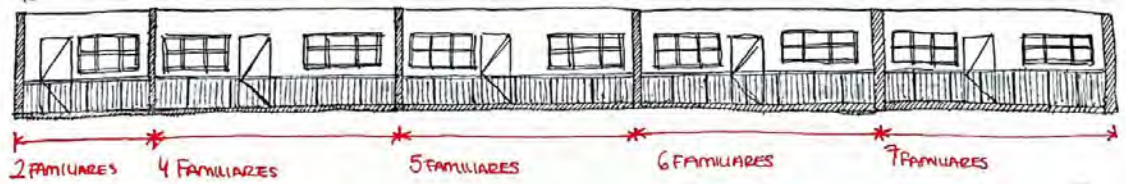


Imagen 66 Alzado sur "individual" de cada vivienda según el número de ocupantes (Elaboración del autor)



Imagen 67 Alzado norte "individual" de cada vivienda según el número de ocupantes (Elaboración del autor)

El resultado de componer un alzado conjunto a través de la suma de los individuales nos deja dos distintos, uno para la dirección norte y otro para la sur. El alzado norte (Imagen 68) es el mismo que se ve en las propuestas presentadas por Yoshikawa al concurso, mientras que el sur es un alzado ficticio donde se puede ver una composición de este. Lo interesante de este último alzado es ver la diferencia entre viviendas sin necesidad de adentrarse en ellas, ya que las destinadas a albergar más personas eliminan la terraza para poder ampliar su espacio habitable. (Imagen 69)

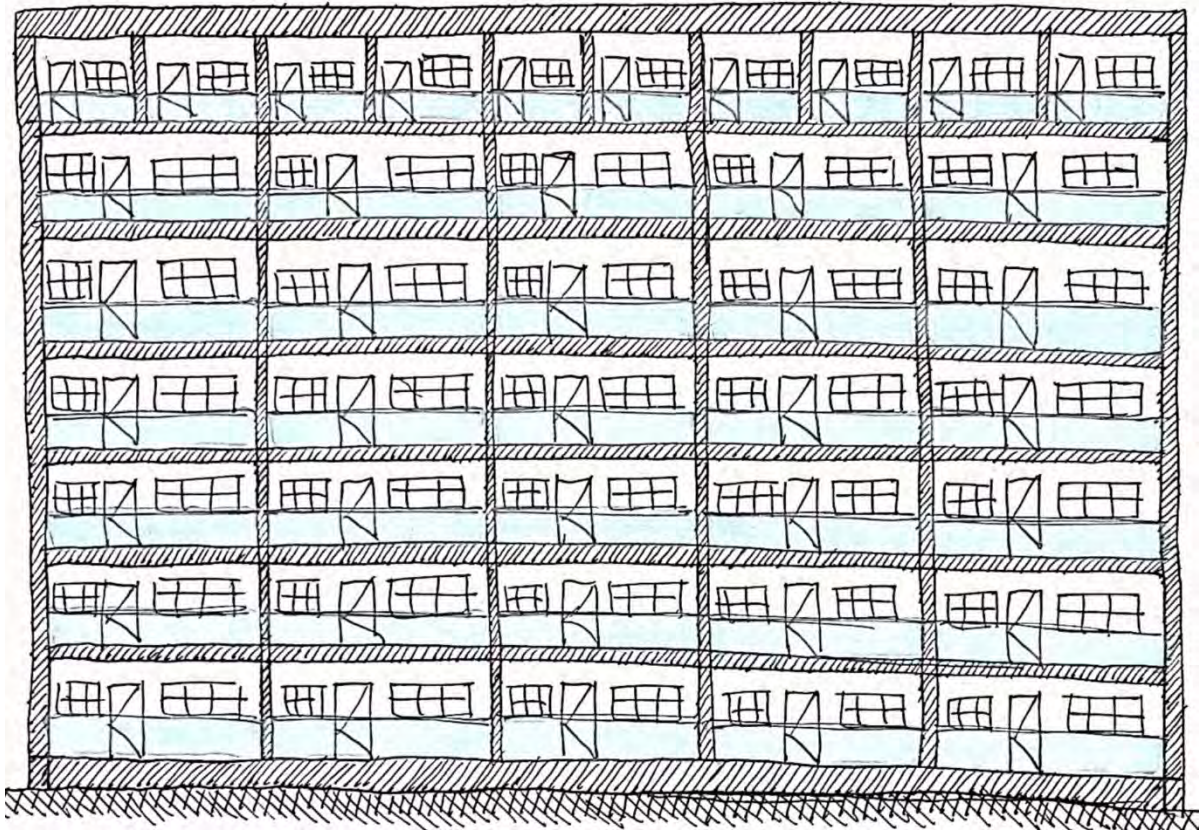


Imagen 68 Alzado norte conjunto (Elaboración del autor)

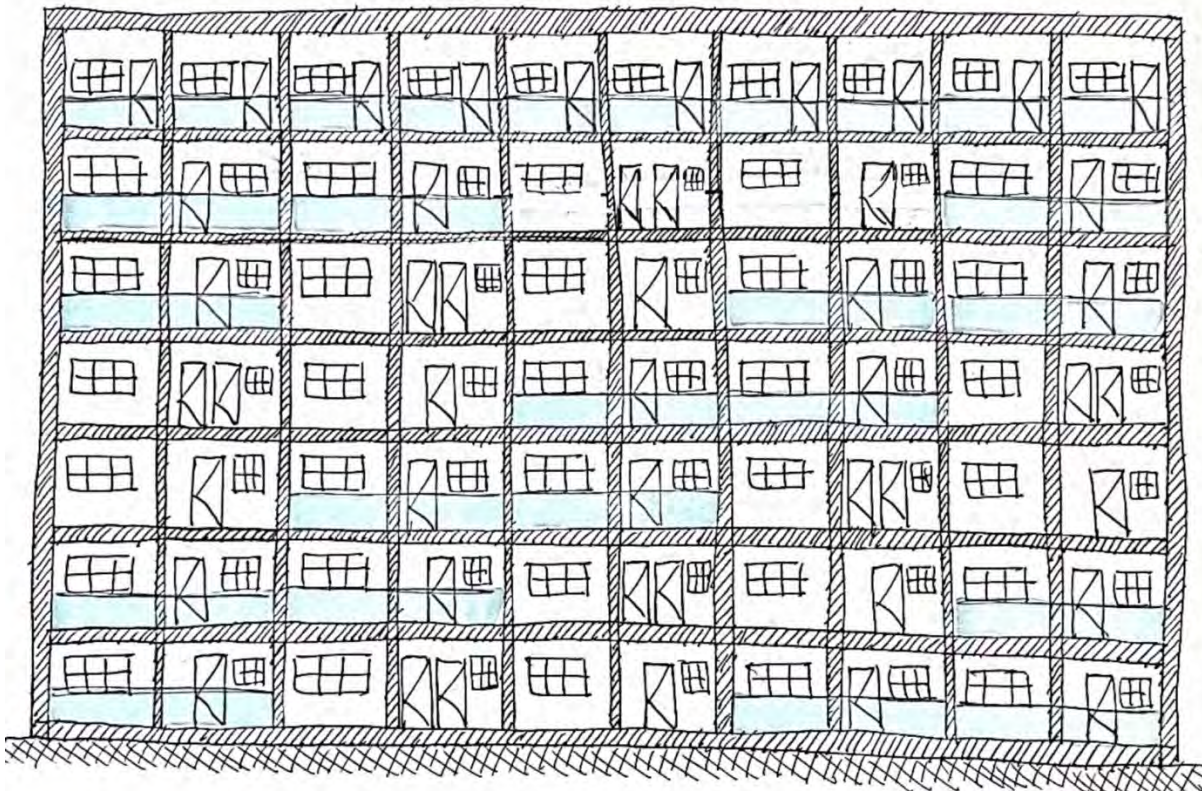
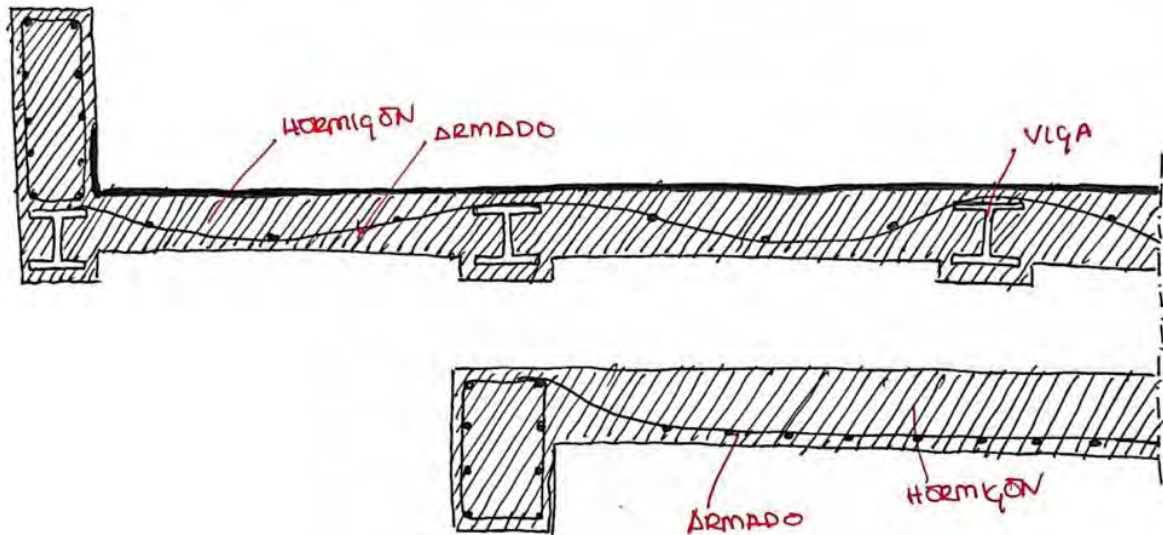


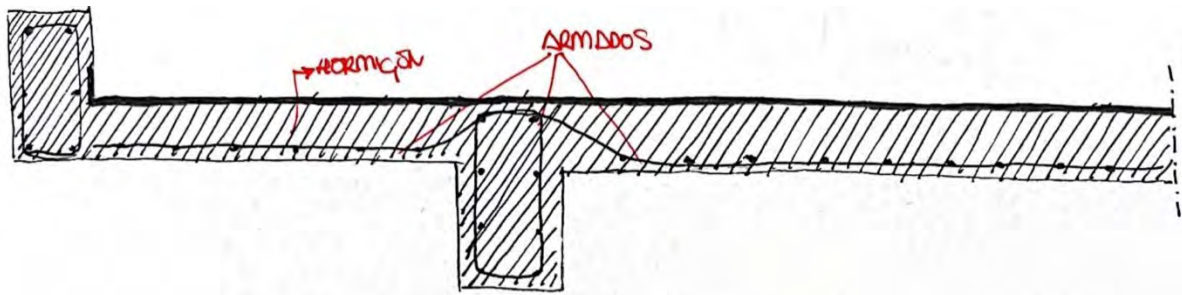
Imagen 69 Alzado sur conjunto (Elaboración del autor)

## PREFABRICACIÓN/ANÁLISIS DE CASOS

La propuesta proponía una perfecta organización tipológica, con viviendas de distintos tamaños para adaptarlas a las diferentes familias que pudieran habitarlas. Así como la definición de los elementos industrializados de hormigón armado (*Imagen 70-71*), optimizando tanto el uso de materiales como su proceso constructivo. Todo ello resultó ser poco económico para la situación que vivía España.



*Imagen 70 Sección autopista en cubierta (Elaboración del autor)*



*Imagen 71 Sección planta tipo (Elaboración del autor)*

Ninguna de las propuestas japonesas obtuvo un premio, pero contribuyeron a la modernidad racional de la arquitectura que se desarrollaba en la competición.<sup>25</sup>

<sup>25</sup> Eduardo Torroja 1949 Strategy to industrialise housing in post World War II. Pepa Cassinello. (Página 94)

## RESULTADO DEL CONCURSO

El jurado del concurso de Eduardo Torroja está formado por un total de nueve miembros, siete de los cuales eran españoles. El jurado estaba formado por un presidente, un secretario y el resto de los miembros.<sup>26</sup>

Tras recoger todas las propuestas presentadas al concurso, estas se someten al jurado. Al analizar las propuestas observaron que ninguna de ellas cumplía con todos los requisitos que se pedían en el enunciado del concurso por separado, en conjunto, algunas de ellas sí podrían funcionar. Además de esto, muchas de las propuestas estaban pensadas para industrializarse en aspectos en los que finalmente no se industrializaron, como se ha comentado en el análisis de los proyectos.

Este no era el resultado que esperaba Torroja, por lo que no se otorga ningún primer premio. En su lugar se otorgan cinco premios más pequeños a las propuestas que suponían un adelanto o ayuda a la industrialización de la vivienda que se requería en el momento.

Es por esto por lo que el concurso resultó un fracaso en su planteamiento inicial, pues realmente Eduardo Torroja recogió aportaciones interesantes en la materia, desde ideas para industrializar la construcción mediante sistemas o materiales, el uso de patentes extranjeras y una reflexión internacional de cómo se podría afrontar el problema.

---

<sup>26</sup> Eduardo Torroja 1949 Strategy to industrialise housing in post World War II. Pepa Cassinello. (Página 52)

## COMPARACIONES

Una vez se han investigado, expuesto y analizado los cuatro ejemplos extraídos del Concurso de Industrialización de Vivienda de Eduardo Torroja de 1949 se van a comparar entre sí, permitiéndonos esto extraer unas conclusiones que concluyan este trabajo de investigación.

En general, las propuestas estudiadas constan con un mayor número de similitudes que de diferencias entre todas ellas. Algunas de estas similitudes son comunes a todos los proyectos y otras simplemente entre algunos.

Encontramos como única similitud entre todas ellas que el coste de su construcción resultaba bastante elevado para llevarse a cabo en España, aspecto que supuso la desestimación y rechazo de las propuestas por el jurado del concurso. Además, en el caso de la propuesta de Yoshikawa, sumamos al elevado coste, que el proyecto constituía una barrera arquitectónica en el paisaje, rompiendo la relación mar-tierra en las costas españolas. Una similitud común a todos los proyectos, excepto el de Neff, es que contienen, bien en su diseño, estructura o incorporación de servicios, referencias a proyectos de Le Corbusier como la Unidad de Habitación de Marsella.

Otras de las similitudes que podemos observar son los materiales empleados y las configuraciones de las viviendas. Las propuestas presentadas por Koolhaas, Neff y Yoshikawa se construyen con hormigón armado, mientras que la de Kume se plantea con muros de fábrica al estilo tradicional español, pero con la diferencia de que el material no es ladrillo, sino bloques hechos con escoria de hormigón. En cuanto a las configuraciones de las viviendas, todas las propuestas se piensan para diferentes tipos de familia, conseguido gracias a la modulación de sus plantas, y destacando como diferente las viviendas de Yoshikawa que modula una misma planta ocupando sus espacios de forma distintas dependiendo del número de ocupantes que tenga la familia residente.

La diferenciación entre estructura y envolvente es un aspecto que influye en el peso, materiales, coste y rapidez de ejecución de las obras, es por ello por lo que tanto la propuesta de Koolhaas como Neff combinan ambas, la estructura de los módulos y las cúpulas de sus respectivos autores hacen las veces de envolvente y sistema portante. En este punto se puede incluir la posibilidad de apilamiento de los elementos, lo que ayuda a la prefabricación, como es en el caso de los proyectos de Koolhaas y Yoshikawa. La diferencia es que Koolhaas utiliza el apilamiento como concepto

físico, es decir, sus módulos de hormigón armado se pueden apilar unos encima de otros para su almacenaje, mientras que Yoshikawa, utiliza el concepto de apilamiento como algo virtual a la hora de configurar sus viviendas, ya que crea cajas virtuales donde incluye el programa, apilándolas de forma que puede facilitar el paso de instalaciones.

Como diferencia fundamental entre todas se puede observar el aspecto formal del proyecto en sí. La propuesta de Koolhaas consta de módulos tridimensionales con forma hexagonal diseñados para su montaje in situ, gracias al estudio y diseño de los nudos de unión, el proyecto de Neff se trata de cúpulas monolíticas realizadas también in situ, resultando una forma completamente opuesta al anterior, ya que emplea las curvas en su diseño, y, por último, las propuestas tanto de Kume como de Yoshikawa se plantean en bloques.

Las mayores diferencias se encuentran en la propuesta de Wallace Neff, esto se ha visto sobre todo en su forma, que como he mencionado previamente se trata de cúpulas. Sin embargo, la mayor diferencia es que este proyecto no trata de un sistema industrializado, pues la construcción de todos sus elementos se realiza in situ. Pero, a pesar de ello, resultaba un proceso constructivo muy rápido y barato, aunque no para España, como ya se ha comentado, debido a la escasa mano de obra y materiales que necesitaba. Por ello era factible para el cumplimiento de las bases del concurso, ya que se primaba la rapidez y economía del proceso constructivo. Además de todo esto, el proceso constructivo se trataba de un tipo de arquitectura neumática, cuando en el resto de las propuestas se plantean construcciones tradicionales.

Para comparar todas las propuestas entre sí, podemos fijarnos en cuales son los elementos que contienen la propia prefabricación que se buscaba en el concurso. La propuesta de Wallace Neff, como ya se ha comentado, es singular en este aspecto, pues no se trata de ningún sistema prefabricado. Sin embargo, el resto de los proyectos estudiados si tienen elementos prefabricados. En el caso de las propuestas japonesas, Kume propone sus ladrillos de cenizas de carbón y Yoshikawa presentaba la prefabricación mediante paneles de hormigón que le servían de muros y tabiques en sus viviendas. Koolhaas también presenta paneles de hormigón armado como elemento prefabricado, pero en este caso, formando módulos tridimensionales con forma hexagonal, los cuales se ensamblan para formar la estructura, que hace las veces de envolvente.

## COMPARACIONES

Todas las propuestas elegidas plantean, en un inicio, el mismo grado de prefabricación que finalmente consiguen construir, a excepción de Neff que no presenta una propuesta prefabricada, como ya he comentado.

En resumen, la forma de resolver el problema al que se enfrentaban estos cuatro autores elegidos es bastante similar entre sí, ya sea por materiales o configuración de la planta. En cambio, siempre habrá diferencias entre las propuestas, pues cada autor tendrá una visión del problema, de la solución y de su manera de actuar. Todo esto nos deja un amplio abanico de opciones para enfrentarnos a la necesidad de vivienda de muchas maneras estudiando diferentes sistemas constructivos, materiales y costes.

Después de comparar las propuestas elegidas y analizadas entre sí, lo que ha resultado bastante útil para poder extraer similitudes y diferencias en las características que se buscaban o proponían para resolver el problema en el contexto del concurso y periodo histórico en el que se crea el mismo. A continuación, se van a elegir proyectos de viviendas prefabricadas completamente ajenos al concurso de Eduardo Torroja y a las circunstancias bajo las que se plantea este. De esta manera podremos ver y sacar conclusiones sobre las formas de afrontar la prefabricación, ya sean materiales, sistemas constructivos, distribución en planta, dimensiones, etc., y ver si este proceso de diseño y construcción está realmente afectado por unas normas, ya sea el concurso, la situación histórica de necesidad de vivienda, o por el simple hecho de la forma de construir rápida, económica y moldeable.

Para comenzar la comparación con ejemplos ajenos al concurso del que parte este trabajo tenemos la Unidad de Habitación de Le Corbusier. En 1945, el Ministerio de Reconstrucción encarga a Le Corbusier proyectar una Unidad de Habitación para 1600 habitantes. El proyecto lo forman tres bloques de entre 45 y 100 metros de longitud. Finalmente, sólo uno de los bloques es el que se creará como Unidad de Habitación de Marsella, con 137 metros de largo, 24 de ancho y 56 de alto. *(Imagen 72)* Esto se proyecta con una intención urbana, ordenando la ciudad de una forma nueva. <sup>27</sup>

Le Corbusier, tras treinta años investigando, quería afrontar los problemas de alojamiento social colectivo. Planteando, en un inicio, la unidad de habitación como

---

<sup>27</sup> RODRÍGUEZ HERRANZ, Adriana. "La unidad de Habitación de Marsella. Formas de habitar." *Trabajo de Fin de Grado*, enero 2021. Páginas (7-30).

un laboratorio social del hábitat. Esto le ayuda para experimentar nuevos procesos constructivos desde la perspectiva técnica, y desde el punto de vista social proponiendo un nuevo modo de vivienda, reagrupándolas y prolongándolas, creando la “calle interior” comercial. Otro de los objetivos sociales que busca Le Corbusier es que el hábitat pueda realizar un servicio público dirigido por los habitantes.<sup>28</sup>

Es un proyecto que tiene la finalidad de cubrir las necesidades de los habitantes. La idea es crear una ciudad con viviendas de muchos tipos, para albergar todo tipo de familias. Toda ella provista de los servicios públicos necesarios y planteado en un desarrollo vertical. *(Imagen 73)* Además, se sitúa sobre pilotis, permitiendo la circulación de los vehículos por debajo y la existencia de áreas con césped, permitiendo con todo esto la relación entre la ciudad, sus habitantes y los residentes.<sup>29</sup>

La propuesta consta con variedad de viviendas, un total de 337, en función de los tipos de personas que las ocuparán, respondiendo la clasificación a los distintos modos de vida que pudieran tener: solteros, parejas, familias con 2, 4, 6 o más hijos.<sup>30</sup> El edificio cuenta, también, con escuela, guardería, tiendas, cine y espacios comunes al aire libre como una terraza o piscina en cubierta. La fachada se realiza con elementos prefabricados de hormigón armado que dejará vistos, aspecto que abarataba costes. Este acabado dio pie al nacimiento del brutalismo. Para aportar un toque de color a la construcción, Le Corbusier opta por colocar las persianas y los “brise-soleils” de colores: amarillo, rojo o verde. Le Corbusier realiza más de una Unidad de Habitación en distintos emplazamientos.<sup>31</sup>

Estudiando los interiores de las viviendas también encontramos una serie de innovaciones como la distribución en doble altura, la concepción de la nueva concina integrada con el salón. Se aprecia también la dificultad de trabajar la distribución en

---

<sup>28</sup> LÉVY, Albert. “Le Corbusier et la question de l’innovation architecturale et urbaine”. *Les Annales de la recherche urbaine*, número 37, 1988, (página 59).

<sup>29</sup> RODRÍGUEZ HERRANZ, Adriana. “La unidad de Habitación de Marsella. Formas de habitar.” *Trabajo de Fin de Grado*, enero 2021. (página 28).

<sup>30</sup> RODRÍGUEZ HERRANZ, Adriana. “La unidad de Habitación de Marsella. Formas de habitar.” *Trabajo de Fin de Grado*, enero 2021. (página 28).

<sup>31</sup> BOESIGER, Willy. *Le Corbusier*. 3ª ed. Barcelona: Gustavo Gili, 1994, 261 páginas.

## COMPARACIONES

planta de forma simétrica de los dúplex, ya que unas veces se entra por la parte superior y otras por la inferior.<sup>32</sup>

La finalidad es plantear una Unidad con la capacidad de instalarse en cualquier sitio. El proyecto que se acaba llevando a cabo, se sitúa en 280 Boulevard Michelet, Marsella, Francia, y se construyó entre 1947-1952.<sup>33</sup>

Todos estos aspectos comentados de la Unidad de Habitación nos recuerdan a la propuesta de vivienda colectiva de Gonkuro Kume en cuanto a la incorporación de servicios públicos para los residentes, que en el caso del proyecto de Kume encontramos sobre el forjado de cubierta. Así como en la propuesta de Yoshikawa, en el edificio bordeando la costa, donde se introducen servicios necesarios para una ciudad cada 3 kilómetros. En el diseño interior de las viviendas, Le Corbusier plantea las viviendas en dúplex, tipología que encontramos en todas las viviendas individuales y de formas más similar a esta propuesta, encontramos la tipología dúplex en el proyecto de vivienda colectiva de Jac Koolhaas, con los módulos hexagonales que contienen dos alturas.

De esta comparación podemos entender que las propuestas de vivienda colectiva prefabricada se diseñan pensando en la sociedad en cuanto a la incorporación de los servicios públicos y áreas necesarias para la socialización de los residentes, intentando plantear los edificios como ciudades en altura, y las propuestas individuales buscan tener suficiente espacio para diferencias sus usos y dar cabida a los usuarios.

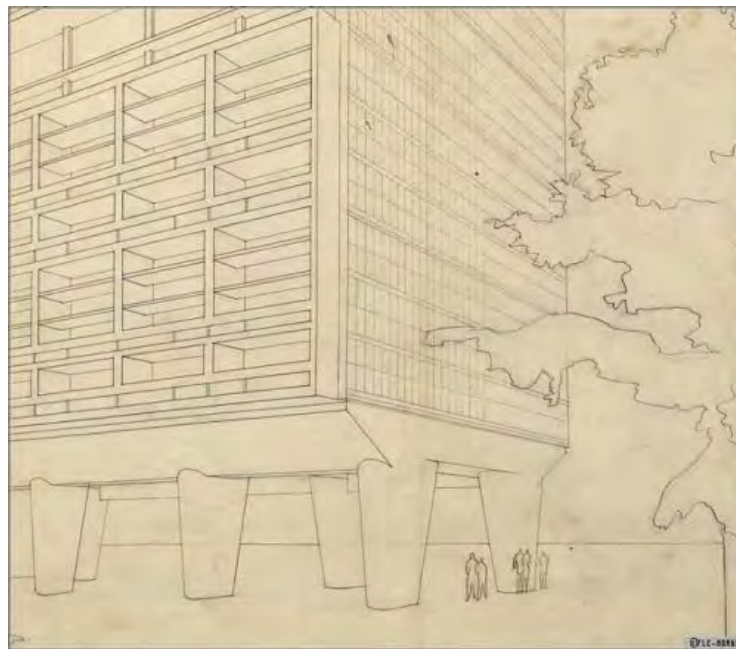
---

<sup>32</sup> LÉVY, Albert. "Le Corbusier et la question de l'innovation architecturale et urbaine". *Les Annales de la recherche urbaine*, número 37, 1988, (página 59).

<sup>33</sup> RODRÍGUEZ HERRANZ, Adriana. "La unidad de Habitación de Marsella. Formas de habitar." *Trabajo de Fin de Grado*, enero 2021. (página 22).



*Imagen 72 Unidad de habitación de Marsella. Le Corbusier*



*Imagen 73 Unidad de habitación de Marsella. Le Corbusier*

*“Un acontecimiento revolucionario: sol, espacio, verdor. Si se quiere formar familia en la intimidad, en silencio y cerca de la naturaleza...pongamos a 2000 personas, tomadas de la mano, que entran por una sola puerta hacia cuatro ascensores para veinte personas cada uno...Encontraremos la soledad, el silencio y la rapidez de contacto interior-exterior. Lo edificios tendrán 50m de altura. Los parques alrededor de las casas acogerán los juegos de los niños, a los adolescentes y a los adultos. La ciudad será verde y, en los tejados, los jardines de infancia.” (Willy Boesiger, 1992)*

## COMPARACIONES

Extraemos de esta comparación, que no solo hay similitudes entre las propuestas del concurso y la propuesta de Le Corbusier, sino que esas similitudes se deben a que toman el presente proyecto como referencia para desarrollar los que presentan al concurso.

Uno de los puntos de fuertes de algunas propuestas es la capacidad de evolucionar de la vivienda en función del número de personas que van a ocuparla. En relación con el aspecto evolutivo de las viviendas encontramos ejemplos ajenos al concurso de Eduardo Torroja como el planteado por Renzo Piano con su "*Abitazioni evolutive*", la casa TEST de E. Schulitz o la casa Patio 2.12 de Andalucía Team.

Al observar estos ejemplos aparecen los conceptos de industrialización abierta e industrialización cerrada. La industrialización abierta es aquella que permite la fabricación de piezas y componentes al margen de la promoción directa de la edificación, se trata de sistemas flexibles. La industrialización cerrada se define como sistema producido por un mismo fabricante que no admite el intercambio o sustitución de piezas provenientes de otras marcas, no se trata de sistemas flexibles.<sup>34</sup> En estos ejemplos el punto fuerte que tienen en cuenta las propuestas es el lugar de emplazamiento, a la hora de adaptarse al terreno (*Imagen 74*) o conformar un aspecto urbano, aspecto que no hemos visto involucrado en ninguna de las propuestas del concurso, ya que se diseñaban las propuestas pensando en su versatilidad para instalarse en cualquier lugar donde se necesitaran, influidas por la situación histórica en la que se desarrollan.

En cuanto al concepto de vivienda evolutiva, la industrialización abierta es un gran punto a favor. Pues en las propuestas del concurso, el tema evolución de la planta lo vemos en la propuesta de diferentes plantas según el número de familiares, es decir, propuestas ya cerradas que se pueden adaptar enfocándose a un tipo concreto de habitantes. Sin embargo, en la propuesta de Renzo Piano con su vivienda evolutiva, el tema de la evolución de la vivienda lo hace posible el propio usuario, adaptándola a sus necesidades a lo largo de su vida. Por esto, la posibilidad de modificar mediante la autoconstrucción la vivienda es un punto que resaltar, que en la perspectiva del

---

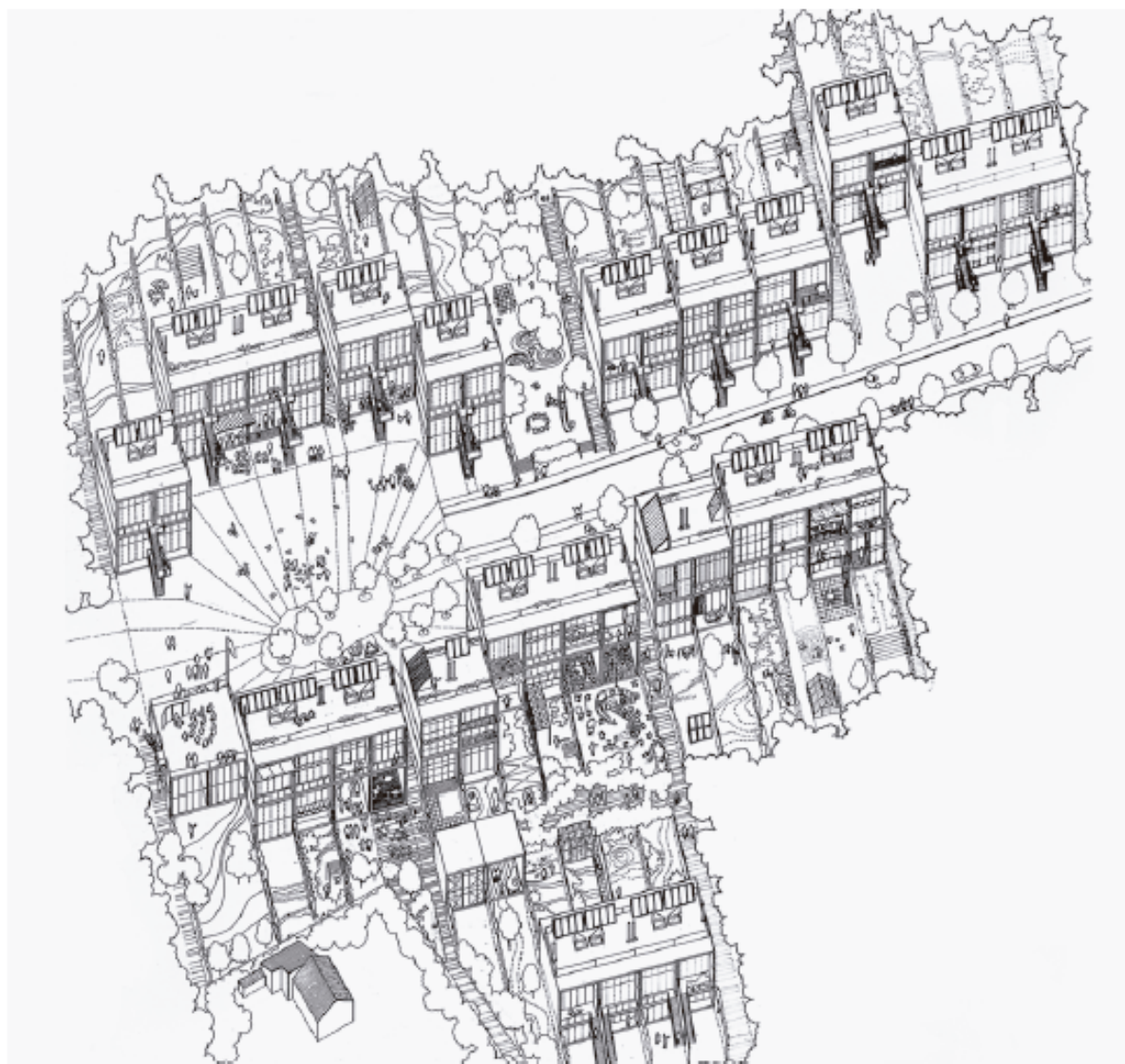
<sup>34</sup> GUARDIOLA ARNANZ, J; REYES GONZÁLEZ, J.M. "Del sistema al prototipo y viceversa (el caso de la GBH + INVISO)". *Informes de la Construcción*, número 555, volumen 71, julio – septiembre 2019, página 8.

concurso no se contempla. En el concurso, las viviendas presentan su posible evolución de forma fija, no cambiante según la demanda del usuario.

La vivienda evolutiva de Renzo Piano tiene las ventajas de la industrialización ligera cambiando el acero por el hormigón armado sin perder los elementos de madera y vigas metálicas.<sup>35</sup> (*Imagen 75-79*) El funcionamiento de esta vivienda trata de dar la posibilidad a los usuarios de customizar el interior de las unidades, sin intervenir en las partes estructurales, para poder instalar accesorios y aplicar acabados interiores. (*Imagen 80-82*) De la misma manera que pueden jugar con el tamaño de su propia vivienda en función de sus necesidades.

---

<sup>35</sup> GUARDIOLA ARNANZ, J; REYES GONZÁLEZ, J.M. "Del sistema al prototipo y viceversa (el caso de la GBH + INVISO)". Informes de la Construcción, número 555, volumen 71, julio – septiembre 2019, página 3.



*Imagen 74 Diagrama de agregación de las viviendas evolutivas*

## PREFABRICACIÓN DE VIVIENDAS TRAS LA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL

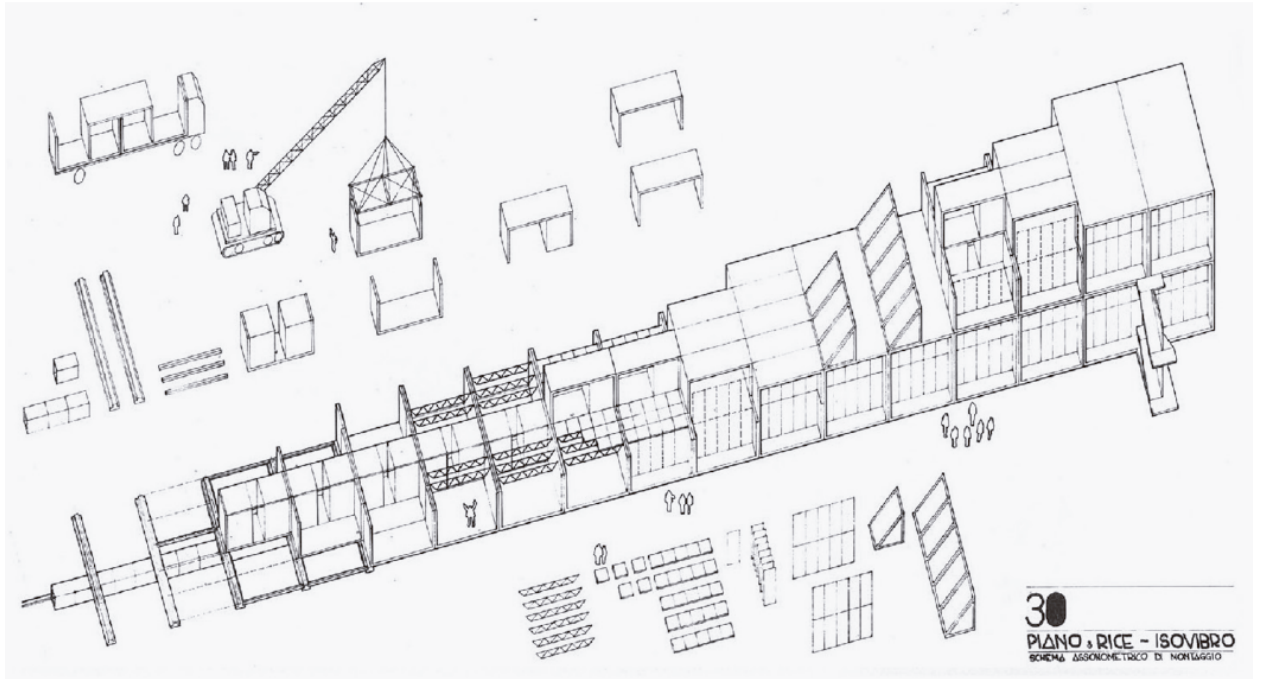


Imagen 75 Módulo base de 6x6 en conjunto

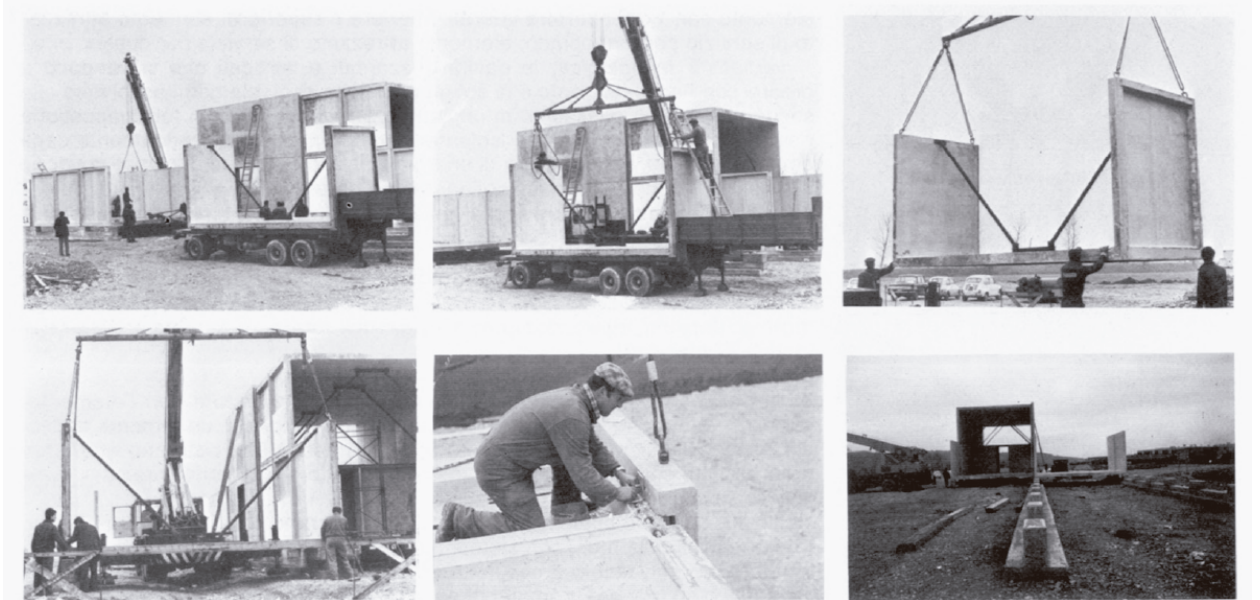
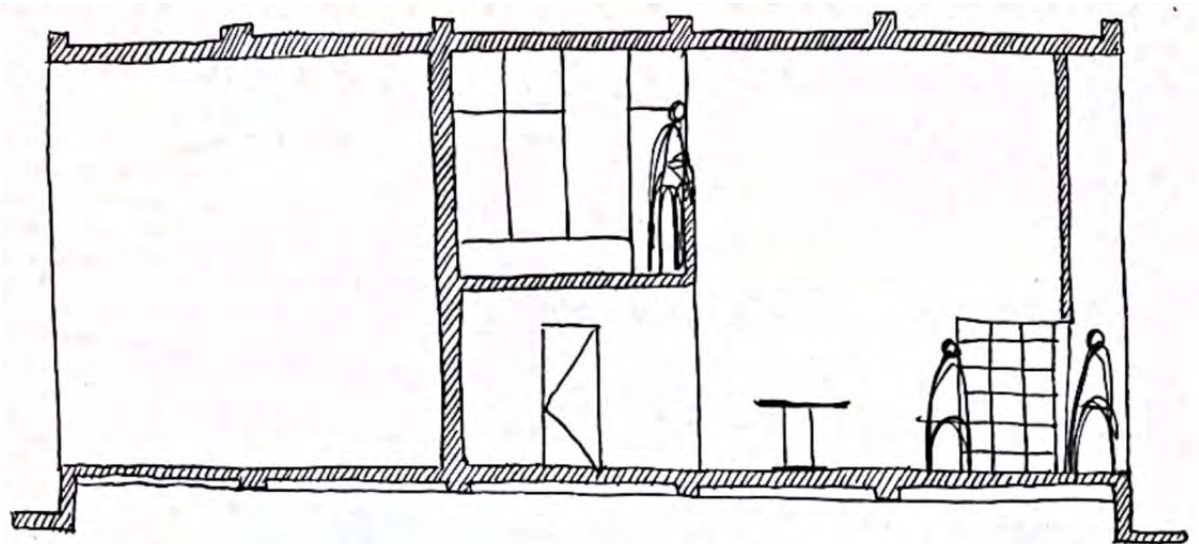
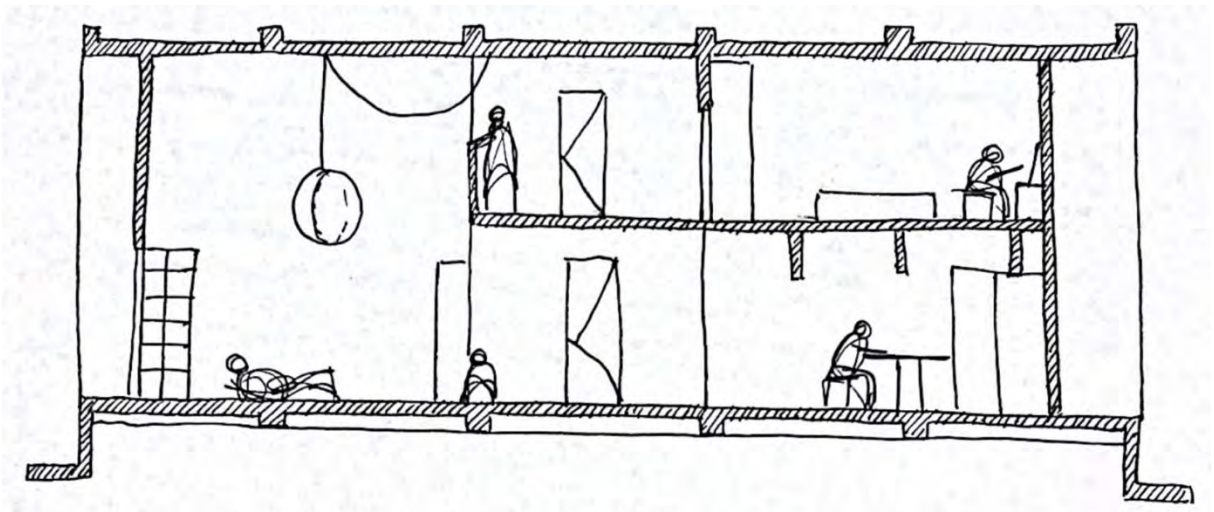


Imagen 76 Proceso de montaje módulo 6x6

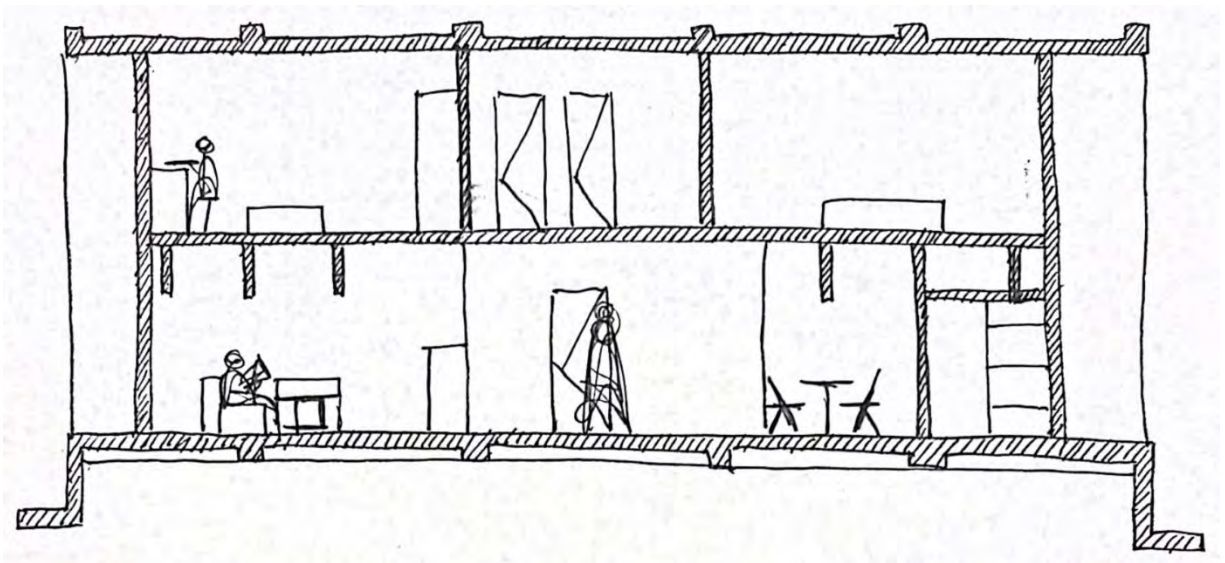
COMPARACIONES



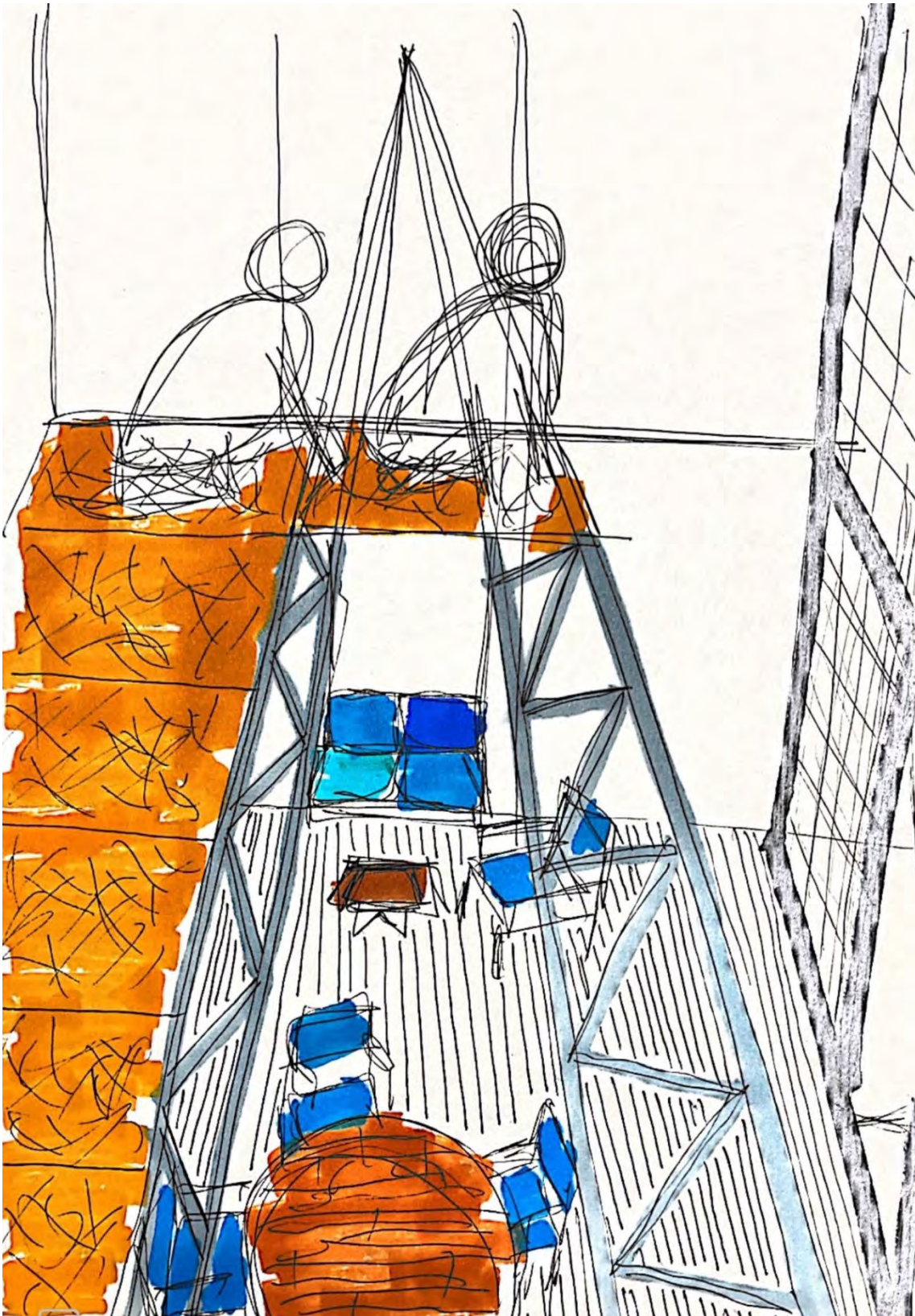
*Imagen 77 Sección longitudinal 1 (Elaboración del autor)*



*Imagen 78 Sección longitudinal 2 (Elaboración del autor)*



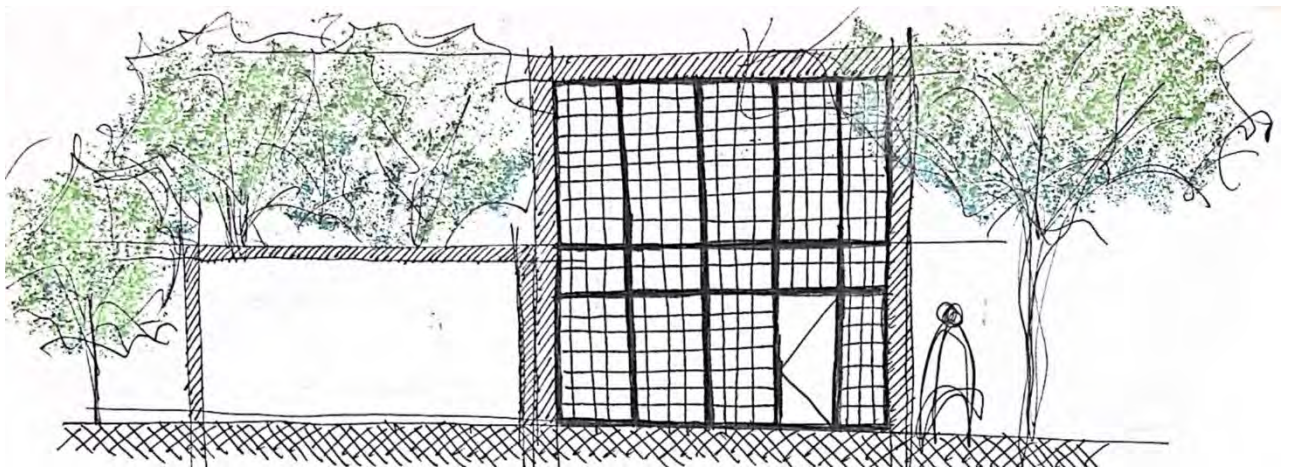
*Imagen 79 Sección longitudinal 3 (Elaboración del autor)*



*Imagen 80 Auto montaje de la vivienda evolutiva (Elaboración del autor)*



*Imagen 81 Transformación de la vivienda por los usuarios*



*Imagen 82 Alzado vivienda evolutiva (Elaboración del autor)*

Otra vivienda con la que podemos comparar las analizadas del concurso es la casa TEST de Shulitz. *(Imagen 83)* Se trata de un prototipo en la historia de la industrialización ligera residencial, pues se emplea un sistema de agrupación capaz de admitir infinidad de combinaciones y variaciones espaciales y materiales para adaptarse a distintas necesidades de sus habitantes, todo dentro de la estandarización que nos ofrece la producción industrial.<sup>36</sup> Como vemos, una vez más, uno de los patrones en el diseño de las viviendas prefabricadas es la variabilidad espacial y material para poder adaptarse al usuario según las condiciones que necesite. Este aspecto es de los más importantes y se acaba convirtiendo en una constante a lo largo del estudio.

<sup>36</sup> GUARDIOLA ARNANZ, J; REYES GONZÁLEZ, J.M. "Del sistema al prototipo y viceversa (el caso de la GBH + INVISO)". Informes de la Construcción, número 555, volumen 71, julio – septiembre 2019, página 3.



*Imagen 83 Casa TEST*

Otro ejemplo de interés, ajeno al concurso, es el ejemplo de “Patio 2.12”, de Andalucía Team, que trata temas como la sostenibilidad y donde se habla de la industrialización hacia el futuro, es decir, la que no viene necesitada de una producción elevada derivada de desastres naturales o catástrofes humanas.

Este ejemplo, aunque no es contemporáneo a las propuestas extraídas del concurso de Eduardo Torroja, es interesante por el hecho de que enfoca la industrialización, lógicamente, desde otro punto de vista al no ser requerida esa producción en masa, como ya he comentado, derivada de la necesidad de vivienda tras la Segunda Guerra Mundial. Es por ello por lo que se tiene muy en cuenta la sostenibilidad en el diseño de la propuesta.

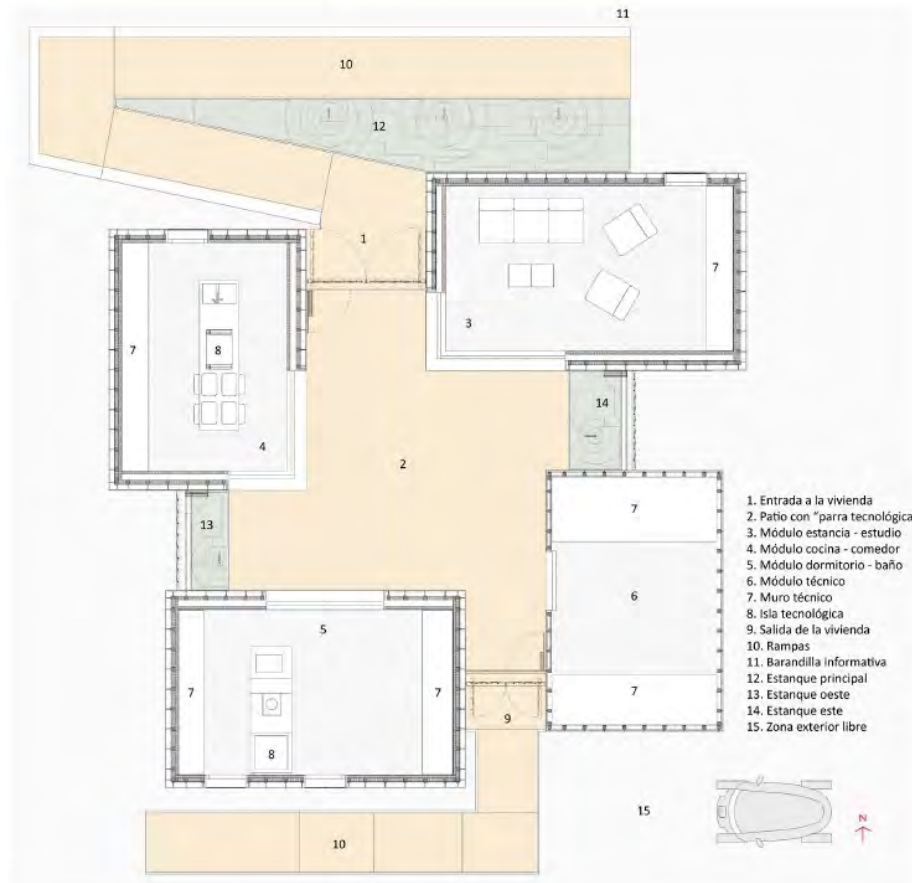


Imagen 84 Planta de la vivienda Patío 2.12

La vivienda incorpora a la arquitectura tradicional andaluza nuevas tecnologías relacionadas con la producción y el ahorro de energía mediante estrategias pasivas para acondicionamiento climático. La vivienda es un kit de módulos prefabricados. (Imagen 84-85) Los espacios son un conjunto de pabellones prefabricados de tamaños mayores que una habitación donde se sitúan agrupados los usos compatibles de una vivienda (estancia-estudio, dormitorio-baño, cocina-comedor, etc.).<sup>37</sup> En este proyecto se trata también el tema de la posibilidad de evolución de la vivienda, con la posibilidad de adaptarla mediante la agregación de nuevos pabellones, cambiando su colocación o transformando sus correspondientes usos en función de las necesidades de los usuarios.

<sup>37</sup> TERRADOS-CEPEDA, F.J.; BACO-CASTRO, I.; MORENO-RANGEL, D. "Patío 2.12: vivienda prefabricada, sostenible, autosuficiente y energéticamente eficiente. Participación en la competición Solar Decathlon Europe 2012." *Informes de la Construcción*, número 538, volumen 67, abril-junio 2015, 11 páginas.

## COMPARACIONES



*Imagen 85 Vista del prototipo Patio 2.12*

Tras ver todas estas comparaciones podemos determinar que un factor bastante influyente en el desarrollo y diseño de las propuestas es el contexto histórico bajo el que se demanda la prefabricación. Pues como hemos visto, cuando la necesidad de vivienda es urgente los puntos a focalizar son la rapidez de construcción y el abaratamiento de costes, así como la posibilidad de emplazamiento libre. Sin embargo, con los ejemplos ajenos al concurso de Eduardo Torroja vemos que tienen otros puntos de interés, como la adaptación al emplazamiento, la modificación manual de las viviendas o la sostenibilidad de las propuestas.



### CONCLUSIONES

Después de un trabajo de investigación profundo del contexto internacional e histórico, así como de las propuestas y sus autores extraídos del Concurso de Industrialización de la Vivienda de Eduardo Torroja de 1949, y tras su posterior comparación entre sí y con ejemplos ajenos al propio concurso, se extraen las siguientes conclusiones.

En cuanto al desarrollo y planteamiento de las viviendas, tanto en planta como en sección, las viviendas unifamiliares y colectivas se diseñan siguiendo un patrón de actuación bajo la característica común de que no son pensadas para un único tipo de familia. Por lo general se estudian las superficies y volúmenes necesarios para sus habitantes en las diferentes tareas y acciones a desarrollar en las estancias de una vivienda y se adaptan de dos maneras a los distintos tipos de familias.

Estas dos maneras de enfrentarse a la resolución del problema, por una parte, hay autores que producen un catálogo de viviendas pensadas según el número de ocupantes que pueda tener, como es el caso de Koolhaas. Por otra parte, se diseñan las viviendas de forma que puedan crecer con el crecimiento de las familias, como es el caso de la propuesta de Yoshikawa.

Otra de las conclusiones que se pueden extraer gracias al estudio de las propuestas previas es que se pueden diseñar las viviendas como se ha mencionado anteriormente gracias a la modulación de los proyectos en planta, lo que además favorece su industrialización, transporte y facilidad de montaje en obra. También ayuda que los elementos prefabricados tengan la posibilidad de almacenaje, que sus materiales sean ligeros y que se pueda construir in situ el resultado final.

Finalmente, las viviendas se diseñan siguiendo un orden de pensamiento, desde tres puntos de vista, que da resultado a lo anterior, primero se piensa la estructura y los materiales que se emplearán en la construcción de las viviendas, después la composición de las mismas, tanto en planta como en sección, de forma que resulte ventajosa para la prefabricación en tiempo y coste, y, por último, se plantea la construcción de las mismas llevando la mayor parte de elementos prefabricados para su montaje in situ.

Encontramos también que muchas propuestas utilizan como referencia para alguno de sus aspectos de diseño o construcción la Unidad de Habitación de Marsella

de Le Corbusier. En este caso Gonkuro Kume, con la incorporación de servicios públicos en sus viviendas colectivas y Koolhaas en su forjado superior, así como Yoshikawa al implementar los servicios necesarios para el desarrollo de una ciudad cada 3 kilómetros en su propuesta lineal a pie de costa.

De entre las propuestas elegidas encontramos que las mayores diferencias las genera la propuesta de Wallace Neff, ya que, como he mencionado y estudiado en el desarrollo del trabajo, no presenta una propuesta prefabricada pero sí rápida y económica de construir. La diferencia más obvia de este proyecto en relación con los demás es claramente la forma, tratándose de cúpulas de hormigón frente a construcciones en bloque o viviendas unifamiliares con morfologías al uso.

Todo esto nos lleva a ver que la forma de resolver la necesidad de la vivienda se lleva a cabo de forma similar, aunque de resultados distintos, obteniendo un abanico de opciones bastante amplio que sin embargo no era óptimo para aplicarlo en España, como inicialmente se pedía.

Posteriormente, tras la comparación de las propuestas extraídas del concurso con los ejemplos elegidos ajenos al mismo podemos sacar otras conclusiones distintas derivado de enfocar desde otra perspectiva la creación de vivienda. Esto nos lleva a ver que las viviendas colectivas se diseñan pensando en la sociedad al incorporar servicios públicos y áreas para la socialización propios de una ciudad en los edificios, generando una ciudad en vertical.

Por último, al compararlo con ejemplos no contemporáneos, se puede determinar que uno de los factores más influyentes en el diseño es el contexto histórico. Pues esto hace que los materiales, el presupuesto y la necesidad de vivienda sean diferentes, así como los puntos a destacar de las propuestas como la sostenibilidad o la adaptabilidad del terreno. De ahí que la perspectiva del concurso demande de forma urgente la creación de vivienda. Esto es debido a que esta propia urgencia surge tras desastres naturales, como terremotos, o guerras, como es el caso del presente trabajo.

Como resultado de todo el paradigma internacional que se genera con el concurso se consigue una evolución de la arquitectura y de la mentalidad de los arquitectos en cuanto a enfrentarse al diseño de sus obras hacia una industrialización de las propuestas, empleando materiales y elementos más rápidos de fabricar, más fáciles de transportar y que a su vez abaraten costes, así como tener al alcance una mano de obra competente que ayude a la rapidez y economía de toda la construcción.

## FUENTES

### FUENTES

#### BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

ALBUS, Jutta. *Prefabricated housing. V.1. Technologies and methods*. Berlin: DOM, 2018. páginas. 2 volúmenes.

ARMESTO PINEDA, Laura. “La Maison Estándar de Jean Prouvé en Meudon. Edificio, fachadas y paneles verticales.” *Rita\_*, número 2, octubre 2014, páginas 106 – 113.

BOESIGER, Willy. *Le Corbusier*. 3ª ed. Barcelona: Gustavo Gili, 1994, 261 páginas.

CARRASCO-MUÑOZ, Jesús. “Mecanización en la edificación de viviendas”. *Revista Nacional de Arquitectura* (Madrid), número 150, 1954, página 43 – 46.

CASSINELLO PLAZA, Pepa; FUNDACIÓN Eduardo Torroja; FUNDACIÓN Juanelo Turriano. *Eduardo Torroja 1949: strategy to Industrialise Housing in post-World War II*. Ed. Pepa Cassinello. Madrid Fundación Eduardo Torroja Fundación Juanelo Turriano, 2013: 376 páginas.

<Este libro me ha resultado de gran relevancia para el desarrollo del presente trabajo.

Es la bibliografía base y, tanto la idea como el cuerpo principal del mismo, nacen gracias a los conocimientos y aporta. Encuentro que me ha sido especialmente útil en cuanto al catálogo de propuestas que presenta, catalogadas y explicadas, lo que me ha facilitado su estudio y comparación, ya sea de forma escrita como gráfica con las imágenes y planos de cada proyecto. Además, gracias a este libro, he podido ampliar mi bibliografía siguiendo las referencias en las que se ha basado la autora de este.>

- “Eduardo Torroja. 1949 Strategy to Industrialise Housing in PostWorld War II”. *Histories of PostWar Architecture*, Bolonia (Italia), marzo 2017, 38 páginas.

CLARK, Alson; NEFF, Edwin Wallace. *Wallace Neff: architect of California’s Golden Age*. Elaborado y editado por Wallace Neff, Jr. Santa Bárbara Capra, 1986: 232 páginas.

COLEY, Catherine; PROUVÉ, Jean. *Jean Prouvé: maison démontable 8x8. Demountable house*. Paris Galerie Patrick Seguin, 2014: 78 páginas.

COSTA L. *Razones de la nueva arquitectura (1936) y otros ensayos*. Embajada de Brasil, Lima, 1986.

FISAC, Miguel. “Viviendas en cadena”. *Revista Nacional de Arquitectura* (Madrid), número 109, enero 1951, páginas 1 – 9.

GUARDIOLA ARNANZ, J; REYES GONZÁLEZ, J.M. “Del sistema al prototipo y viceversa (el caso de la GBH + INVISIO)”. *Informes de la Construcción*, número 555, volumen 71, julio – septiembre 2019, 13 páginas.

LE CORBUSIER. *Vers une architecture.*, 1977. Versión española: *Hacia una nueva arquitectura*; Ediciones Apóstrofe; Barcelona, 1998, 43 páginas.

LÉVY, Albert. “Le Corbusier et la question de l’innovation architecturale et urbaine”. *Les Annales de la recherche urbaine*, número 37, 1988, páginas 55 – 67.

NOZZA, C. “EH, Evolutionary Building” Prototype Housing at Solomeo by R. Piano & P. Rice Engineers and Architects with Gruppo Isovibro Perugia: Architectural Study and Guidelines for Conservation and Reuse. *Docomomo Journal*, (54), 36–43. <https://doi.org/10.52200/54.A.TBB9DHOC>

PROUVÉ, Jean; TOUCHALEUME, Éric. *Jean Prouvé: les maisons tropicales*. *Jean Prouvé: tropical houses*. Paris Éric Touchaleaume, 2006, 155 páginas.

RODRÍGUEZ HERRANZ, Adriana. “La unidad de Habitación de Marsella. Formas de habitar.” *Trabajo de Fin de Grado*, enero 2021. Páginas 7-30.

SANTOS ARANGO, Cristina. “La prefabricación como modelo sostenible de construcción”. *Trabajo de Fin de Grado*, enero 2022. 59 páginas.

STEYN, Gerald. Le Corbusier’s town-planning ideas and the ideas of history. Tshwane University of technology. *Sajah*, número 1, volumen 27, 2012, páginas 83-106.

TERRADOS-CEPEDA, F.J; BACO-CASTRO, I; MORENO-RANGEL, D. “Patio 2.12: vivienda prefabricada, sostenible, autosuficiente y energéticamente eficiente. Participación en la competición Solar Decathlon Europe 2012.” *Informes de la Construcción*, número 538, volumen 67, abril-junio 2015, 11 páginas.

## FUENTES

VEDRENNE, Elisabeth; LE CORBUSIER. *Le Corbusier*. Madrid: H. Kliczkowski – Onlybook, 2002, 79 páginas.

### Sitios web:

- [https://hmong.es/wiki/Wallace\\_Neff](https://hmong.es/wiki/Wallace_Neff) (última vez consultado 03/01/2023)
- [https://www.archiv.ub.uni-stuttgart.de/alumni/kume\\_gonkuro.html](https://www.archiv.ub.uni-stuttgart.de/alumni/kume_gonkuro.html) (última vez consultado 03/01/2023)
- <https://www.fundacioneduardotorroja.org/index.php/es/eduardo-torroja/biografia.html> (última vez consultado 03/01/2023)
- <https://www.youtube.com/watch?v=iPJoJHF-hRE> (última vez consultado 21/12/2022)

## BIBLIOGRAFÍA REFERENCIADA

BOESIGER, Willy. *Le Corbusier*. 3ª ed. Barcelona: Gustavo Gili, 1994, 261 páginas.

CASSINELLO PLAZA, Pepa; FUNDACIÓN Eduardo Torroja; FUNDACIÓN Juanelo Turriano. *Eduardo Torroja 1949: strategy to Industrialise Housing in post-World War II*. Ed. Pepa Cassinello. Madrid Fundación Eduardo Torroja Fundación Juanelo Turriano, 2013: 376 páginas.

<Este libro me ha resultado de gran relevancia para el desarrollo del presente trabajo. Es la bibliografía base y, tanto la idea como el cuerpo principal del mismo, nacen gracias a los conocimientos y aporta. Encuentro que me ha sido especialmente útil en cuanto al catálogo de propuestas que presenta, catalogadas y explicadas, lo que me ha facilitado su estudio y comparación, ya sea de forma escrita como gráfica con las imágenes y planos de cada proyecto. Además, gracias a este libro, he podido ampliar mi bibliografía siguiendo las referencias en las que se ha basado la autora de este.>

CLARK, Alson; NEFF, Edwin Wallace. *Wallace Neff: architect of California's Golden Age*. Elaborado y editado por Wallace Neff, Jr. Santa Bárbara Capra, 1986: 232 páginas.

GUARDIOLA ARNANZ, J; REYES GONZÁLEZ, J.M. “Del sistema al prototipo y vice-versa (el caso de la GBH + INVISIO)”. *Informes de la Construcción*, número 555, volumen 71, julio – septiembre 2019, 13 páginas.

LE CORBUSIER. *Vers une architecture.*, 1977. Versión española: *Hacia una nueva arquitectura*; Ediciones Apóstrofe; Barcelona, 1998, 43 páginas.

LÉVY, Albert. “Le Corbusier et la question de l'innovation architecturale et urbaine”. *Les Annales de la recherche urbaine*, número 37, 1988, páginas 55 – 67.

RODRÍGUEZ HERRANZ, Adriana. “La unidad de Habitación de Marsella. Formas de habitar.” *Trabajo de Fin de Grado*, enero 2021. Páginas 7-30.

STEYN, Gerald. Le Corbusier's town-planning ideas and the ideas of history. Tshwane University of technology. *Sajah*, número 1, volumen 27, 2012, páginas 83-106.

TERRADOS-CEPEDA, F.J; BACO-CASTRO, I; MORENO-RANGEL, D. “Patio 2.12: vivienda prefabricada, sostenible, autosuficiente y energéticamente eficiente. Participación en la competición Solar Decathlon Europe 2012.” *Informes de la Construcción*, número 538, volumen 67, abril-junio 2015, 11 páginas.

Sitios web:

- [https://hmong.es/wiki/Wallace\\_Neff](https://hmong.es/wiki/Wallace_Neff) (última vez consultado 03/01/2023)
- [https://www.archiv.ub.uni-stuttgart.de/alumni/kume\\_gonkuro.html](https://www.archiv.ub.uni-stuttgart.de/alumni/kume_gonkuro.html) (última vez consultado 03/01/2023)
- <https://www.fundacioneduardotorroja.org/index.php/es/eduardo-torroja/biografia.html> (última vez consultado 03/01/2023)

## FUENTES

### PROCEDENCIA DE LAS ILUSTRACIONES

Imagen 1 Tomada de <https://www.google.com/imgres?imgurl=https://i.pinimg.com/originals/e7/27/4e/e7274ec4a07e2d72a96fb2850999d1ce.jpg&imgrefurl=https://www.pinterest.es/pin/520869513149073501/&tbnid=P--CqwzCzpt-HM&vet=1&docid=YeZCwonhKn2BuM&w=580&h=364&hl=es-ES&source=sh/x/im#imgrc=eWryOhCziPESEM&imgdii=6xBS3wlQW4vqFM> ; consultado el 26/12/2022.

Imagen 2 Tomada de CASSINELLO PLAZA, Pepa; FUNDACIÓN Eduardo Torroja; FUNDACIÓN Juanelo Turriano. *Eduardo Torroja 1949: strategy to Industrialise Housing in post-World War II*. Ed. Pepa Cassinello. Madrid Fundación Eduardo Torroja Fundación Juanelo Turriano, 2013: página 84.

Imagen 3 Tomada de CASSINELLO PLAZA, Pepa; FUNDACIÓN Eduardo Torroja; FUNDACIÓN Juanelo Turriano. *Eduardo Torroja 1949: strategy to Industrialise Housing in post-World War II*. Ed. Pepa Cassinello. Madrid Fundación Eduardo Torroja Fundación Juanelo Turriano, 2013: página 83.

Imagen 4 Elaboración del autor a partir de un original tomado de CASSINELLO PLAZA, Pepa; FUNDACIÓN Eduardo Torroja; FUNDACIÓN Juanelo Turriano. *Eduardo Torroja 1949: strategy to Industrialise Housing in post-World War II*. Ed. Pepa Cassinello. Madrid Fundación Eduardo Torroja Fundación Juanelo Turriano, 2013: página 84.

Imagen 5 Elaboración del autor a partir de un original tomado de CASSINELLO PLAZA, Pepa; FUNDACIÓN Eduardo Torroja; FUNDACIÓN Juanelo Turriano. *Eduardo Torroja 1949: strategy to Industrialise Housing in post-World War II*. Ed. Pepa Cassinello. Madrid Fundación Eduardo Torroja Fundación Juanelo Turriano, 2013: página 84.

Imagen 6 Elaboración del autor.

Imagen 7 Elaboración del autor a partir de un original tomado de CASSINELLO PLAZA, Pepa; FUNDACIÓN Eduardo Torroja; FUNDACIÓN Juanelo Turriano. *Eduardo Torroja 1949: strategy to Industrialise Housing in post-World War II*. Ed. Pepa

Cassinello. Madrid Fundación Eduardo Torroja Fundación Juanelo Turriano, 2013; página 85.

Imagen 8 Elaboración del autor a partir de un original tomado de CASSINELLO PLAZA, Pepa; FUNDACIÓN Eduardo Torroja; FUNDACIÓN Juanelo Turriano. *Eduardo Torroja 1949: strategy to Industrialise Housing in post-World War II*. Ed. Pepa Cassinello. Madrid Fundación Eduardo Torroja Fundación Juanelo Turriano, 2013; página 85.

Imagen 9 Elaboración del autor.

Imagen 10 Elaboración del autor.

Imagen 11 Elaboración del autor a partir de un original tomado de CASSINELLO PLAZA, Pepa; FUNDACIÓN Eduardo Torroja; FUNDACIÓN Juanelo Turriano. *Eduardo Torroja 1949: strategy to Industrialise Housing in post-World War II*. Ed. Pepa Cassinello. Madrid Fundación Eduardo Torroja Fundación Juanelo Turriano, 2013; página 85.

Imagen 12 Elaboración del autor a partir de un original tomado de CASSINELLO PLAZA, Pepa; FUNDACIÓN Eduardo Torroja; FUNDACIÓN Juanelo Turriano. *Eduardo Torroja 1949: strategy to Industrialise Housing in post-World War II*. Ed. Pepa Cassinello. Madrid Fundación Eduardo Torroja Fundación Juanelo Turriano, 2013; página 85.

Imagen 13 Elaboración del autor.

Imagen 14 Elaboración del autor.

Imagen 15 Elaboración del autor.

Imagen 16 Tomada de [https://www.archiv.ub.uni-stuttgart.de/alumni/kume\\_gonkuro.html](https://www.archiv.ub.uni-stuttgart.de/alumni/kume_gonkuro.html) ; consultado el 03/01/2023.

Imagen 17 Tomada de CASSINELLO PLAZA, Pepa; FUNDACIÓN Eduardo Torroja; FUNDACIÓN Juanelo Turriano. *Eduardo Torroja 1949: strategy to Industrialise Housing in post-World War II*. Ed. Pepa Cassinello. Madrid Fundación Eduardo Torroja Fundación Juanelo Turriano, 2013; página 95.

## FUENTES

Imagen 18 Elaboración del autor a partir de un original tomado de CASSINELLO PLAZA, Pepa; FUNDACIÓN Eduardo Torroja; FUNDACIÓN Juanelo Turriano. *Eduardo Torroja 1949: strategy to Industrialise Housing in post-World War II*. Ed. Pepa Cassinello. Madrid Fundación Eduardo Torroja Fundación Juanelo Turriano, 2013; página 96.

Imagen 19 Elaboración del autor.

Imagen 20 Elaboración del autor.

Imagen 21 Elaboración del autor.

Imagen 22 Elaboración del autor.

Imagen 23 Elaboración del autor.

Imagen 24 Elaboración del autor.

Imagen 25 Elaboración del autor.

Imagen 26 Elaboración del autor a partir de un original tomado de CASSINELLO PLAZA, Pepa; FUNDACIÓN Eduardo Torroja; FUNDACIÓN Juanelo Turriano. *Eduardo Torroja 1949: strategy to Industrialise Housing in post-World War II*. Ed. Pepa Cassinello. Madrid Fundación Eduardo Torroja Fundación Juanelo Turriano, 2013; página 96.

Imagen 27 Elaboración del autor.

Imagen 28 Elaboración del autor.

Imagen 29 Elaboración del autor.

Imagen 30 Elaboración del autor.

Imagen 31 Elaboración del autor.

Imagen 32 Elaboración del autor.

Imagen 33 Elaboración del autor.

Imagen 34 Elaboración del autor.

Imagen 35 Tomada de <https://99percentinvisible.org/episode/bubble-houses/> ; consultado el 03/12/2023.

Imagen 36 Tomada de CLARK, Alson; NEFF, Edwin Wallace. *Wallace Neff: architect of California's Golden Age*. Elaborado y editado por Wallace Neff, Jr. Santa Bárbara Capra, 1986, página 177.

Imagen 37 Tomada de CLARK, Alson; NEFF, Edwin Wallace. *Wallace Neff: architect of California's Golden Age*. Elaborado y editado por Wallace Neff, Jr. Santa Bárbara Capra, 1986, página 179.

Imagen 38 Elaboración del autor a partir de un original tomado de CLARK, Alson; NEFF, Edwin Wallace. *Wallace Neff: architect of California's Golden Age*. Elaborado y editado por Wallace Neff, Jr. Santa Bárbara Capra, 1986, página 178.

Imagen 39 Elaboración del autor a partir de un original tomado de CLARK, Alson; NEFF, Edwin Wallace. *Wallace Neff: architect of California's Golden Age*. Elaborado y editado por Wallace Neff, Jr. Santa Bárbara Capra, 1986, página 178.

Imagen 40 Tomada de CLARK, Alson; NEFF, Edwin Wallace. *Wallace Neff: architect of California's Golden Age*. Elaborado y editado por Wallace Neff, Jr. Santa Bárbara Capra, 1986, página 182.

Imagen 41 Tomada de CLARK, Alson; NEFF, Edwin Wallace. *Wallace Neff: architect of California's Golden Age*. Elaborado y editado por Wallace Neff, Jr. Santa Bárbara Capra, 1986, página 182.

Imagen 42 Tomada de CLARK, Alson; NEFF, Edwin Wallace. *Wallace Neff: architect of California's Golden Age*. Elaborado y editado por Wallace Neff, Jr. Santa Bárbara Capra, 1986, página 182.

Imagen 43 Elaboración del autor.

Imagen 44 Elaboración del autor.

Imagen 45 Elaboración del autor.

Imagen 46 Elaboración del autor.

## FUENTES

Imagen 47 Tomada de CLARK, Alson; NEFF, Edwin Wallace. *Wallace Neff: architect of California's Golden Age*. Elaborado y editado por Wallace Neff, Jr. Santa Bárbara Capra, 1986, página 180.

Imagen 48 Tomada de CLARK, Alson; NEFF, Edwin Wallace. *Wallace Neff: architect of California's Golden Age*. Elaborado y editado por Wallace Neff, Jr. Santa Bárbara Capra, 1986, página 180.

Imagen 49 Tomada de CLARK, Alson; NEFF, Edwin Wallace. *Wallace Neff: architect of California's Golden Age*. Elaborado y editado por Wallace Neff, Jr. Santa Bárbara Capra, 1986, página 180.

Imagen 50 Tomada de CLARK, Alson; NEFF, Edwin Wallace. *Wallace Neff: architect of California's Golden Age*. Elaborado y editado por Wallace Neff, Jr. Santa Bárbara Capra, 1986, página 181.

Imagen 51 Elaboración del autor a partir de un original tomado de CLARK, Alson; NEFF, Edwin Wallace. *Wallace Neff: architect of California's Golden Age*. Elaborado y editado por Wallace Neff, Jr. Santa Bárbara Capra, 1986, página 184.

Imagen 52 Tomada de CLARK, Alson; NEFF, Edwin Wallace. *Wallace Neff: architect of California's Golden Age*. Elaborado y editado por Wallace Neff, Jr. Santa Bárbara Capra, 1986, página 184.

Imagen 53 Tomada de CLARK, Alson; NEFF, Edwin Wallace. *Wallace Neff: architect of California's Golden Age*. Elaborado y editado por Wallace Neff, Jr. Santa Bárbara Capra, 1986, página 185.

Imagen 54 Elaboración del autor a partir de un original tomado de CLARK, Alson; NEFF, Edwin Wallace. *Wallace Neff: architect of California's Golden Age*. Elaborado y editado por Wallace Neff, Jr. Santa Bárbara Capra, 1986, página 185.

Imagen 55 Tomada de CLARK, Alson; NEFF, Edwin Wallace. *Wallace Neff: architect of California's Golden Age*. Elaborado y editado por Wallace Neff, Jr. Santa Bárbara Capra, 1986, página 185.

Imagen 56 Tomada de CLARK, Alson; NEFF, Edwin Wallace. *Wallace Neff: architect of California's Golden Age*. Elaborado y editado por Wallace Neff, Jr. Santa Bárbara Capra, 1986, página 186.

Imagen 57 Elaboración del autor a partir de un original tomado de CLARK, Alson; NEFF, Edwin Wallace. *Wallace Neff: architect of California's Golden Age*. Elaborado y editado por Wallace Neff, Jr. Santa Bárbara Capra, 1986, página 186.

Imagen 58 Tomada de CLARK, Alson; NEFF, Edwin Wallace. *Wallace Neff: architect of California's Golden Age*. Elaborado y editado por Wallace Neff, Jr. Santa Bárbara Capra, 1986, página 186.

Imagen 59 Elaboración del autor a partir de un original tomado de CASSINELLO PLAZA, Pepa; FUNDACIÓN Eduardo Torroja; FUNDACIÓN Juanelo Turriano. *Eduardo Torroja 1949: strategy to Industrialise Housing in post-World War II*. Ed. Pepa Cassinello. Madrid Fundación Eduardo Torroja Fundación Juanelo Turriano, 2013: página 88.

Imagen 60 Elaboración del autor a partir de un original tomado de CASSINELLO PLAZA, Pepa; FUNDACIÓN Eduardo Torroja; FUNDACIÓN Juanelo Turriano. *Eduardo Torroja 1949: strategy to Industrialise Housing in post-World War II*. Ed. Pepa Cassinello. Madrid Fundación Eduardo Torroja Fundación Juanelo Turriano, 2013: página 88.

Imagen 61 Elaboración del autor a partir de un original tomado de CASSINELLO PLAZA, Pepa; FUNDACIÓN Eduardo Torroja; FUNDACIÓN Juanelo Turriano. *Eduardo Torroja 1949: strategy to Industrialise Housing in post-World War II*. Ed. Pepa Cassinello. Madrid Fundación Eduardo Torroja Fundación Juanelo Turriano, 2013: página 89.

Imagen 62 Elaboración del autor a partir de un original tomado de CASSINELLO PLAZA, Pepa; FUNDACIÓN Eduardo Torroja; FUNDACIÓN Juanelo Turriano. *Eduardo Torroja 1949: strategy to Industrialise Housing in post-World War II*. Ed. Pepa Cassinello. Madrid Fundación Eduardo Torroja Fundación Juanelo Turriano, 2013: página 89.

## FUENTES

Imagen 63 Elaboración del autor a partir de un original tomado de CASSINELLO PLAZA, Pepa; FUNDACIÓN Eduardo Torroja; FUNDACIÓN Juanelo Turriano. *Eduardo Torroja 1949: strategy to Industrialise Housing in post-World War II*. Ed. Pepa Cassinello. Madrid Fundación Eduardo Torroja Fundación Juanelo Turriano, 2013: página 89.

Imagen 64 Elaboración del autor a partir de un original tomado de CASSINELLO PLAZA, Pepa; FUNDACIÓN Eduardo Torroja; FUNDACIÓN Juanelo Turriano. *Eduardo Torroja 1949: strategy to Industrialise Housing in post-World War II*. Ed. Pepa Cassinello. Madrid Fundación Eduardo Torroja Fundación Juanelo Turriano, 2013: página 89.

Imagen 65 Elaboración del autor a partir de un original tomado de CASSINELLO PLAZA, Pepa; FUNDACIÓN Eduardo Torroja; FUNDACIÓN Juanelo Turriano. *Eduardo Torroja 1949: strategy to Industrialise Housing in post-World War II*. Ed. Pepa Cassinello. Madrid Fundación Eduardo Torroja Fundación Juanelo Turriano, 2013: página 89.

Imagen 66 Elaboración del autor.

Imagen 67 Elaboración del autor.

Imagen 68 Elaboración del autor.

Imagen 69 Elaboración del autor.

Imagen 70 Elaboración del autor a partir de un original tomado de CASSINELLO PLAZA, Pepa; FUNDACIÓN Eduardo Torroja; FUNDACIÓN Juanelo Turriano. *Eduardo Torroja 1949: strategy to Industrialise Housing in post-World War II*. Ed. Pepa Cassinello. Madrid Fundación Eduardo Torroja Fundación Juanelo Turriano, 2013: página 90.

Imagen 71 Elaboración del autor a partir de un original tomado de CASSINELLO PLAZA, Pepa; FUNDACIÓN Eduardo Torroja; FUNDACIÓN Juanelo Turriano. *Eduardo Torroja 1949: strategy to Industrialise Housing in post-World War II*. Ed. Pepa Cassinello. Madrid Fundación Eduardo Torroja Fundación Juanelo Turriano, 2013: página 90.

Imagen 72 Tomada de <https://hormigonaldia.ich.cl/arquitectura-y-urbanismo/la-unite-dhabitation-un-clasico-de-la-arquitectura-con-hormigon/>; consultado el 03/01/2023.

Imagen 73 Tomada de <https://es.wikiarquitectura.com/edificio/unite-dhabitation-de-marsella/>; consultado el 03/01/2023.

Imagen 74 Tomada de NOZZA, C. “EH, Evolutionary Building” Prototype Housing at Solomeo by R. Piano & P. Rice Engineers and Architects with Gruppo Isovibro Perugia: Architectural Study and Guidelines for Conservation and Reuse. *Docomomo Journal*, (54), 36-43. <https://doi.org/10.52200/54.A.TBB9DHOC>

Imagen 75 Tomada de NOZZA, C. “EH, Evolutionary Building” Prototype Housing at Solomeo by R. Piano & P. Rice Engineers and Architects with Gruppo Isovibro Perugia: Architectural Study and Guidelines for Conservation and Reuse. *Docomomo Journal*, (54), 36-43. <https://doi.org/10.52200/54.A.TBB9DHOC>

Imagen 76 Tomada de NOZZA, C. “EH, Evolutionary Building” Prototype Housing at Solomeo by R. Piano & P. Rice Engineers and Architects with Gruppo Isovibro Perugia: Architectural Study and Guidelines for Conservation and Reuse. *Docomomo Journal*, (54), 36-43. <https://doi.org/10.52200/54.A.TBB9DHOC>

Imagen 77 Elaboración del autor a partir de un original tomado de NOZZA, C. “EH, Evolutionary Building” Prototype Housing at Solomeo by R. Piano & P. Rice Engineers and Architects with Gruppo Isovibro Perugia: Architectural Study and Guidelines for Conservation and Reuse. *Docomomo Journal*, (54), 36-43. <https://doi.org/10.52200/54.A.TBB9DHOC>

Imagen 78 Elaboración del autor a partir de un original tomado de NOZZA, C. “EH, Evolutionary Building” Prototype Housing at Solomeo by R. Piano & P. Rice Engineers and Architects with Gruppo Isovibro Perugia: Architectural Study and Guidelines for Conservation and Reuse. *Docomomo Journal*, (54), 36-43. <https://doi.org/10.52200/54.A.TBB9DHOC>

Imagen 79 Elaboración del autor a partir de un original tomado de NOZZA, C. “EH, Evolutionary Building” Prototype Housing at Solomeo by R. Piano & P. Rice Engineers and Architects with Gruppo Isovibro Perugia: Architectural Study and

## FUENTES

Guidelines for Conservation and Reuse. *Docomomo Journal*, (54), 36-43. <https://doi.org/10.52200/54.A.TBB9DHOC>

Imagen 80 Elaboración del autor a partir de un original tomado de NOZZA, C. “EH, Evolutionary Building” Prototype Housing at Solomeo by R. Piano & P. Rice Engineers and Architects with Gruppo Isovibro Perugia: Architectural Study and Guidelines for Conservation and Reuse. *Docomomo Journal*, (54), 36-43. <https://doi.org/10.52200/54.A.TBB9DHOC>

Imagen 81 Tomada de NOZZA, C. “EH, Evolutionary Building” Prototype Housing at Solomeo by R. Piano & P. Rice Engineers and Architects with Gruppo Isovibro Perugia: Architectural Study and Guidelines for Conservation and Reuse. *Docomomo Journal*, (54), 36-43. <https://doi.org/10.52200/54.A.TBB9DHOC>

Imagen 82 Elaboración del autor a partir de un original tomado de NOZZA, C. “EH, Evolutionary Building” Prototype Housing at Solomeo by R. Piano & P. Rice Engineers and Architects with Gruppo Isovibro Perugia: Architectural Study and Guidelines for Conservation and Reuse. *Docomomo Journal*, (54), 36-43. <https://doi.org/10.52200/54.A.TBB9DHOC>

Imagen 83 Tomada de GUARDIOLA ARNANZ, J; REYES GONZÁLEZ, J.M. “Del sistema al prototipo y viceversa (el caso de la GBH + INVISO)”. *Informes de la Construcción*, número 555, volumen 71, julio – septiembre 2019, página 4.

Imagen 84 Tomada de TERRADOS-CEPEDA, F.J; BACO-CASTRO, I; MORENO-RANGEL, D. “Patio 2.12: vivienda prefabricada, sostenible, autosuficiente y energéticamente eficiente. Participación en la competición Solar Decathlon Europe 2012.” *Informes de la Construcción*, número 538, volumen 67, abril-junio 2015, página 3.

Imagen 85 Tomada de TERRADOS-CEPEDA, F.J; BACO-CASTRO, I; MORENO-RANGEL, D. “Patio 2.12: vivienda prefabricada, sostenible, autosuficiente y energéticamente eficiente. Participación en la competición Solar Decathlon Europe 2012.” *Informes de la Construcción*, número 538, volumen 67, abril-junio 2015, página 4.

