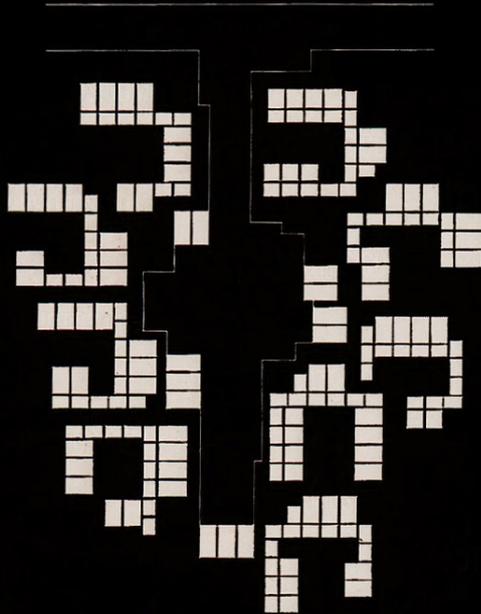


ARQUITECTURAS Y PAISAJES AUSENTES. RECONSTRUCCIÓN GRÁFICA: JØRN UTZON



TRABAJO DE FIN DE GRADO

GRADO EN FUNDAMENTOS DE LA ARQUITECTURA

Autora: Muduan Li Jiang

Tutor: Javier Cortina Maruenda

Curso 2016-2017

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALENCIA
ESCOLA TÈCNICA SUPERIOR D'ARQUITECTURA



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALENCIA



ESCOLA TÈCNICA
SUPERIOR
D'ARQUITECTURA

RESUMEN

“Arquitecturas y Paisajes Ausentes. **Reconstrucción gráfica: Jørn Utzon**” es un proyecto basado en la **reconstrucción gráfica** de un proyecto de **Jørn Utzon** que ha sido olvidado: un prototipo del “**Espansiva Building System**”. Hoy en día, tenemos la suerte de contar con la ayuda de **programas informáticos** que, gracias a conocimientos matemáticos y décadas de investigación, podemos manejar fácilmente y construir cualquier estructura digitalmente. El avance de la tecnología en los últimos tiempos es significativo y un punto clave para mirar hacia el futuro.

En este trabajo se emplearán varios **programas informáticos** para visualizar cómo sería la vivienda, sin la necesidad de que ésta esté físicamente construida. Además, con la ayuda de una innovadora impresora 3D, se experimentará con piezas del proyecto “**Espansiva Building System**”, una **arquitectura aditiva** de **Jørn Utzon**, que por ser también una construcción prefabricada, ayudará en el proceso de entender este sistema.

Palabras clave: **reconstrucción gráfica, Jørn Utzon, programas informáticos, arquitectura aditiva, Espansiva Building System.**

SUMMARY

“Absent Architectures and Landscapes. **Graphic reconstruction: Jørn Utzon**” is based on the **graphic reconstruction** of a **Jørn Utzon** forgotten project: a prototype of the “**Espansiva Building System**”. Today, we are fortunate to have the help of software that, thanks to mathematical knowledge and decades of research, we can easily manage and build any structure digitally. The development of technology in the past last years is important and a key point to look to the future.

Several **modelling programs** will be used to visualize how the house would actually look like, without being physically built. In addition, with the help of an innovative 3D printer, we will experiment with the modules of the “**Espansiva Building System**”, an **additive architecture** project of **Jørn Utzon**. As a prefabricated and easy construction, this will help in the process of understanding the system.

Key words: **graphic reconstruction, Jørn Utzon, modelling programs, additive architecture, Espansiva Building System.**

RESUM

“Arquitectures i Paisatges Absents. **Reconstrucció gràfica: Jørn Utzon**” és un projecte basat en la **reconstrucció gràfica** d'un projecte de Jørn Utzon que ha estat oblidat: un prototip del “**Espansiva Building System**”. Avui en dia, tenim la sort de comptar amb l'ajuda de **programes informàtics** que, gràcies a coneixements matemàtics i dècades d'investigació, podem gestionar fàcilment i construir qualsevol estructura digitalment. L'avanç de la tecnologia en els últims temps és significatiu i un punt clau per mirar cap al futur.

En aquest treball es faran servir diversos **programes informàtics** per visualitzar com seria l'habitatge, sense la necessitat que aquesta estiga físicament construïda. A més, amb l'ajuda d'una innovadora impressora 3D, s'experimentarà amb peces del projecte “**Espansiva Building System**”, una **arquitectura additiva** de **Jørn Utzon**, que per ser també una construcció prefabricada, ajudarà en el procés d'entendre aquest sistema.

Paraules clau: **reconstrucció gràfica, Jørn Utzon, programes informàtics, arquitectura additiva, Espansiva Building System.**

ÍNDICE

| | | |
|------|---|-----|
| 0. | Objetivos | 9 |
| 1. | CAPÍTULO 1 : INTRODUCCIÓN | 11 |
| 1.1. | Métodos de reconstrucción gráfica | 15 |
| 2. | CAPÍTULO 2 : SOBRE JØRN UTZON | 23 |
| 2.1. | La esencia de la arquitectura | 27 |
| 2.2. | Arquitectura aditiva | 33 |
| 3. | CAPÍTULO 3 : ESPANSIVA BUILDING SYSTEM (1969) | 41 |
| 3.1. | Estudio del Sistema | 45 |
| 3.2. | Prototipo en 2D: Planos y alzados | 51 |
| 3.3. | Prototipo en 3D: Volumetría y despiece | 83 |
| 3.4. | Maqueta digital | 87 |
| 3.5. | Vistas y renders | 91 |
| 3.6. | Vídeo | 105 |
| 4. | Conclusiones | 107 |
| 5. | Índice de las figuras | 111 |
| 6. | Bibliografía y páginas webs | 119 |
| 6.1. | Bibliografía | 121 |
| 6.2. | Páginas webs | 123 |
| 7. | Anexos | 127 |

0. OBJETIVOS

1. Buscar qué métodos de reconstrucción gráfica existen hoy en el mercado. Cada día salen nuevos programas informáticos nuevos, y la arquitectura, así como la tecnología debe de cambiar y avanzar.
2. Saber más sobre la arquitectura de Jørn Utzon. El concepto de la *“arquitectura aditiva”* es eficaz y efectiva. La arquitectura *“es el resultado de la suma total de componentes y no de una composición dictada por las fachadas”*.
3. Elegir un proyecto ausente y *“olvidado”* de Jørn Utzon, adecuado para su reconstrucción. El *“Expansiva Building System”* es una construcción básica y sencilla, pero con una idea muy potente, pues utiliza la idea de la prefabricación y permite cambios después de su total construcción.
4. Investigar y profundizar en el conocimiento del proyecto elegido, aprovechando las herramientas y la tecnología que tenemos. Se crearán vistas renders y un vídeo para presentar y visualizar el proyecto como si a un cliente se mostrase.



CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

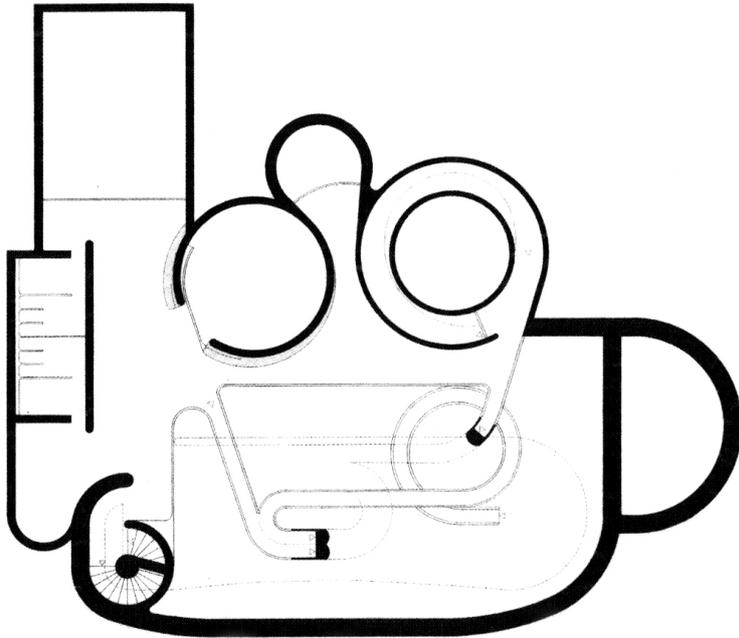


Fig 1.1. Planta del Museo de Silkeborg, de Jørn Utzon. Es una arquitectura Ausente del Siglo XX.

La Arquitectura y Paisaje ausentes se centra en obras de arquitectura que hoy en día ya no existen debido a que nunca fueron construidas o que han sido olvidadas, como es en este caso.

Éstas arquitecturas forman parte de la historia que han podido afectar y repercutir de una manera a la arquitectura. Todos los proyectos, da igual construidos o ausentes, son importantes.

Como dijo el filósofo alemán Gadamer sobre el "re-cuerdo" de una vida anterior en el arte:

"Tiene razón Aristóteles cuando ve la esencia de la representación mímica, y llega a la célebre distinción entre poesía e historia, según la cual la poesía es más filosófica que la historia porque ésta sólo conoce las cosas tal como han sido realmente, mientras con la poesía, en cambio, las describe de un modo en que podrían ser, es decir, tal como corresponde a su esencia universal y permanente".

Se puede decir que la arquitectura también es poesía, pues aunque podamos representarlo en papel y construirlo físicamente, nadie la percibe y la ve del mismo modo. Las sensaciones de cada persona cuando entra en un espacio nunca es la misma.

Sin embargo, hay conceptos que, dependiendo en los tiempos en el que nos encontremos, son universales y son los que hay que tener en cuenta a la hora de diseñar un proyecto: la forma, la función, el material, la luz y la sombra, el color, la geometría... Todos ellos igual de importantes.

Una de las mejores maneras de poder expresar todos estos conceptos, aparte de construirlo físicamente, es representándolo, reconstruyéndolo gráficamente y creando una maqueta a una menor escala del proyecto.



Fig 1.2. Imagen virtual del Centro Internacional Meixihu Cultural y de Arte en Changsha, China, por Zaha Hadid Architects.

1.1. Métodos de reconstrucción gráfica

La Arquitectura es un proceso creativo y de ingeniería desde el origen de la especie. Cualquier espacio y refugio con techo que pueda proteger al ser humano del exterior se puede considerar arquitectura.

Sin embargo, no fue hasta que los seres humanos dejaron de ser nómadas que no se establecieron en un sitio concreto y fijo. En ese entonces, la arquitectura funcionaba sin la necesidad de la tecnología.

Con el paso del tiempo, a medida que la arquitectura y la ingeniería evolucionaba y los proyectos se convertían en más grandes y complejos y con nuevos materiales, fue necesario desarrollar métodos tecnológicos que facilitaran la forma de hacer arquitectura. En respuesta a esto llegaron los primeros programas de diseño por ordenador.

Hoy en día la tecnología se encuentra en cada proceso de la arquitectura. La facilidad con la que cada vez más manejamos la tecnología es prueba de que los arquitectos tienen que estar al tanto de todo de lo que nos rodea. La tecnología facilita, optimiza y agiliza todo lo que hace el ser humano, desde la tarea la fácil hasta la más sencilla.

Un ejemplo de la arquitectura más futurista y avanzada tecnológicamente es la de la recién fallecida Zaha Hadid, que con sus diseños extravagantes y mundialmente conocidos ha sabido aprovechar la reconstrucción gráfica de sus proyectos, pues hace unas décadas muchos de ellos no pudieron ser construidos por la incompatibilidad de sistemas constructivos tradicionales y sus diseños.

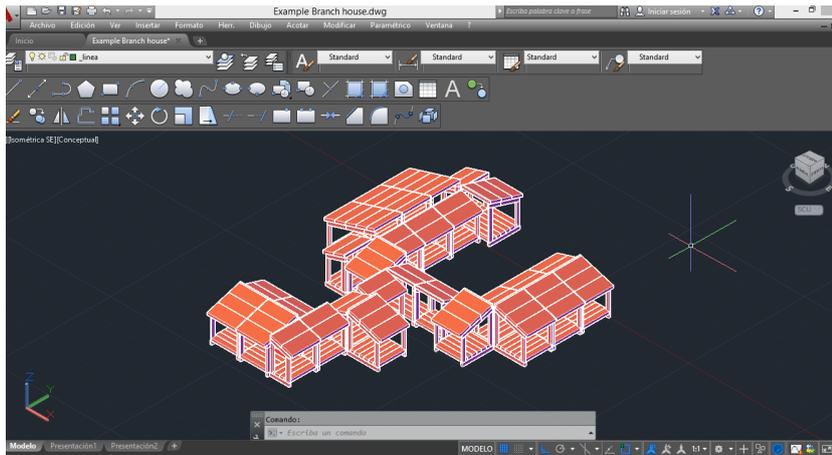


Fig. 1.3. Volumetría 3D en AutoCAD del Espansiva Building System, de Jørn Utzon.

“Más que un estilo, lo mío es intentar estar siempre en la frontera de la innovación.”

(Zaha Hadid)

La innovación entonces, puede que sea lo que realmente nos defina e identifique a cada arquitecto. La innovación y lo que podamos hacer con la tecnología ponen los límites.

“Este nuevo lenguaje o estilo de arquitectura, parece basarse en la adopción de una nueva generación de herramientas de modelado 3D. De hecho, muchas opiniones tienden a interpretar una relación causal directa de este nuevo paradigma a la revolución informática que ha transformado la disciplina en los últimos 10 años.”

(Patrick Schumacher)

Según Patrick Schumacher, socio de Zaha Hadid Architects, entramos en una era donde el modelado es esencial.

En estos tiempos donde *“la modernidad”* está de moda, donde cada vez son más los proyectos con formas complejas y curvas que lo definan, es aún más importante y necesaria la función de éstos programas informáticos.

Se puede decir que la tecnología del diseño asistido por computador, *CAD* por sus siglas en inglés, es la herramienta más importante actualmente en la arquitectura.

Según la página web de Autodesk:

“Cree diseños sorprendentes, mejore la colaboración con las innovadoras herramientas de productividad de AutoCAD®.”

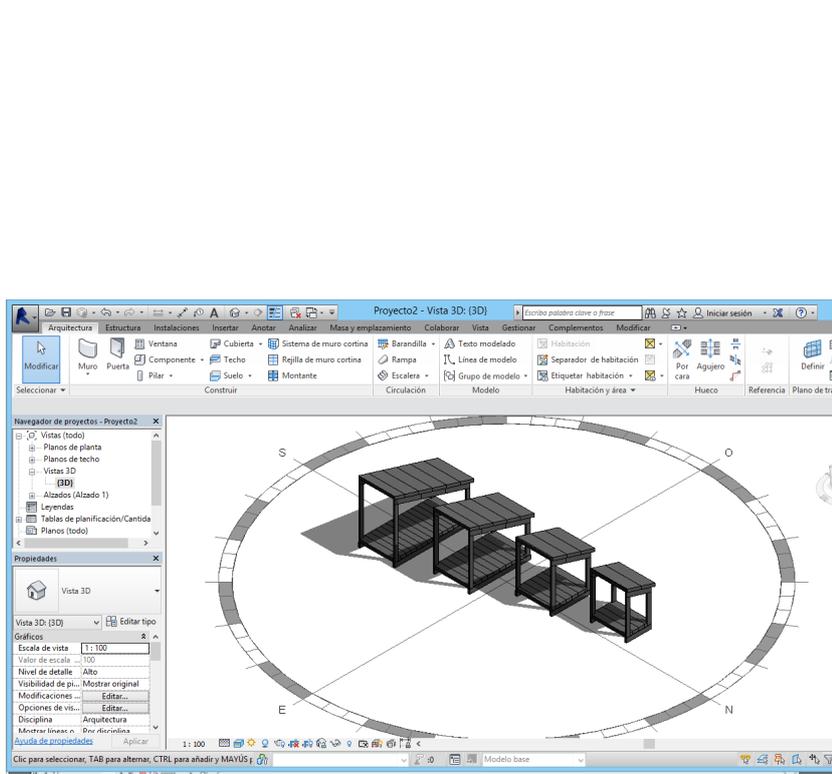


Fig. 1.4. Axonometría de módulos en Revit del Expansiva Building System, de Jørn Utzon.

AutoCAD es un programa vectorial que trabaja de forma secuencial, es decir, se trabaja en 2 dimensiones primero para después construirlo en 3 dimensiones. El proceso es el siguiente:

1. PUNTO
2. LÍNEA
3. POLÍGONO RECTO CON POLILÍNEA O CURVILÍNEO
4. PLANO EN PLANTA
5. EXTRUSIONADO DE LA PLANTA

De este modo, se trabaja siempre con el Sistema de Coordenadas Personal (SCP) y Universal (SCU), variando la dirección de los ejes principales, siempre en ángulo recto (90°), según nos convenga.

Otro método de reconstrucción gráfica es el que modelamos en los programas *BIM* (“siglas para *Building Information Modeling*”), mucho más innovadores y nuevos. En ellos el proyecto se crea en base a la modelización espacial, en vez de desde la planimetría.

Revit es un programa mucho más reciente en comparación con AutoCAD, lanzado en el año 1982. Revit es capaz de trabajar simultáneamente con la información del diseño, gerencia y construcción del proyecto, siendo un programa mucho más difícil de manejar puesto que requiere una nueva manera de pensar en cómo levantar y representar la arquitectura.



Fig. 1.5. Vista exterior en Lumion del Espansiva Building System, de Jørn Utzon.

Los programas BIM tiene ya integrado la información constructiva de cada elemento que fijemos en pantalla. Esto hace más dinámico y rápido la construcción de la maqueta digital, ya que mientras el arquitecto esta dibujando el plano en planta, a la vez está dibujando la volumetría. Cada muro, forjado y cubierta tiene ya su espesor, anchura y altura. Es decir, todo lo que dibujemos está conectado y relacionado, mientras que en AutoCAD, las conexiones las decide el propio arquitecto, paso a paso, pues hay que tener claras las distintas proporciones, escalas y posiciones de cada objeto que modelicemos.

Otro programa de renderizado y visualización que se utilizará en este proyecto es Lumion, un programa práctico y muy efectivo a la hora de querer presentar y dar conocer los proyectos de arquitectura. Destaca por su sencillez y rapidez a la hora de realizar renders y vídeos.

Los BIM son sin lugar a dudas una gran ayuda para construir y representar la arquitectura. La mayoría de ellos son compatibles en cuanto a formato, pudiendo exportar e importar y trabajar en ellos aún más fácilmente.

Por último, retocaremos y añadiremos los últimos detalles con Photoshop, un programa de post-producción muy útil en la fase final.



CAPÍTULO 2: SOBRE JØRN UTZON

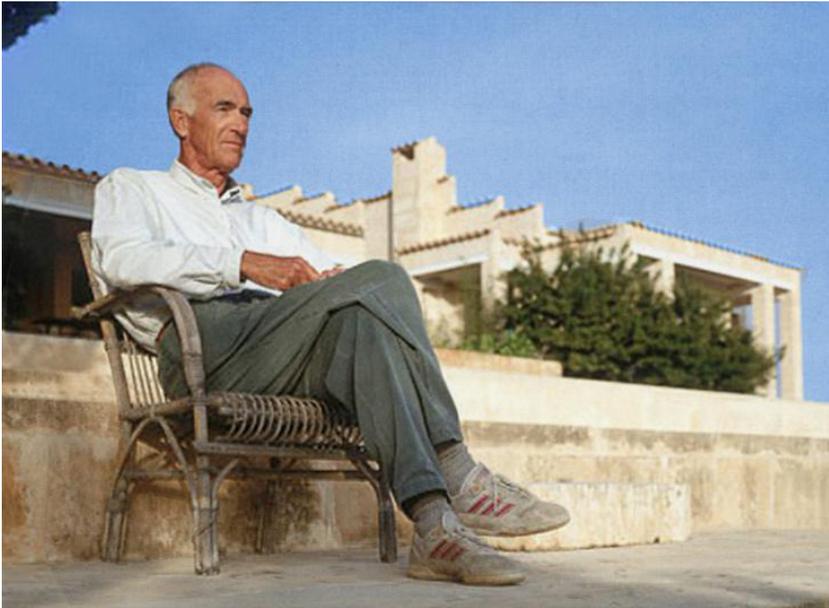


Fig. 2.1. Jørn Utzon mirando hacia el mar en su casa "Can Lis" (1971-1973) en Porto Petro, Mallorca.

Jørn Utzon es un arquitecto danés nacido en 1918. Durante su educación secundaria, ayudó a su padre, ingeniero naval y director de un astillero, comenzando ya a diseñar y dibujar planos y trabajando con pequeñas maquetas. Fue en ese momento cuando empieza su interés por el diseño.

Sin embargo, un familiar cercano a Utzon, era escultor y profesor de arte en la Academia Real de Bellas Artes. Éste le influenció mucho, ya que pronto comenzó a apasionarse por el arte, hasta entrar en la Academia Real de Bellas Artes de Copenhagen.

Como muchos otros arquitectos, durante la segunda guerra mundial, después de graduarse en 1942, se muda a Suecia para trabajar con Hakon Ahlberg, para después irse a Finlandia para trabajar con Alvar Aalto.

Tanto Asplund como Alvar Aalto y Frank Lloyd Wright fueron los grandes inspiradores para él, ya que le fascinaba la arquitectura orgánica.

Utzon viajó mucho durante su vida, influenciándose de cada país que visitó, tales como Marruecos, México, E.E.U.U., China, Japón India y Australia. Este último le afectó de gran manera su vida, ya que es conocido por haber diseñado la gran Ópera de Sydney.

En 2003, Jørn Utzon ganó el Premio Pritzker, conocido como el “Premio Nobel” de la arquitectura.



Fig. 2.2. La Ópera de Sydney (1956-1973) de noche.

2.1. La esencia de la arquitectura

“Todo está relacionado con nosotros mismos. El entorno nos influye mediante su dimensión, luz, sombra, color, etc. Nuestra condición es completamente dependiente del hecho de vivir en la ciudad o en el campo, de si nos encontramos en una habitación grande o pequeña.

Nuestras reacciones ante estas condiciones son en origen completamente inconscientes, y sólo las registramos en casos especiales, por ejemplo el placer por un suceso o una feliz circunstancia en nuestro entorno o las sensaciones de malestar.

Este debería ser nuestro punto de partida: trasladar las reacciones inconscientes hacia la consciencia. Cultivando nuestra capacidad para percibir estas condiciones y su influencia en nosotros, al estar en contacto con el entorno, encontramos el camino hacia la esencia de la arquitectura.

Si queremos estimular nuestra percepción de la arquitectura, debemos comprender que la expresión arquitectónica en cualquier circunstancia está en sintonía con la estructura social.

La esencia propia de la arquitectura puede equipararse a las semillas en la naturaleza, de modo que conceptos obvios en el principio de desarrollo de la naturaleza, deberían ser ideas fundamentales en el trabajo arquitectónico.

Si se piensa en las semillas que se han de convertir en plantas o árboles, todas las de la misma clase se convertirían en el mismo organismo si las posibilidades de desarrollo no



Fig. 2.3. "Can Lis" desde el interior.

fuesen tan variadas y si cada crecimiento no tuviese en sí mismo una capacidad de desarrollo libre de compromisos. De semillas iguales bajo condiciones distintas surgen naturalezas distintas.

Las condiciones en el tiempo en que vivimos son completamente distintas a las de antaño, pero la esencia de la arquitectura, la semilla, es la misma. El estudio de la arquitectura implica dejarnos influir por ésta, e intentar descifrar la relación de las soluciones y detalles con la época en la que están concebidas.

Para que el arquitecto pueda trabajar de manera autónoma con sus medios debe experimentar, practicar como hace el músico con sus escalas, practicar con masas, con ritmos creados por la agrupación de masas, combinaciones de colores, luz y sombra, etc. Deben percibirlos intensamente y desarrollar y poner en práctica sus cualidades.

Esto conlleva a un compromiso con los materiales: se debe entender la estructura de la madera, el peso y la dureza de la piedra, el carácter del cristal: el arquitecto debe fundirse con los materiales y modificarlos y utilizarlos en armonía con su esencia.

Si se llega a comprender la esencia de un material, tenemos la oportunidad de llegar a influir en la vida de una manera mucho más concreta que a través de fórmulas y procesos matemáticos. La matemática es una ayuda para el arquitecto a la hora de comprobar que lo que supuso era correcto.

Es necesario tener una sana visión de la vida. Entender el concepto de lo que significa caminar, sentarse y tumbarse cómodamente, disfrutar del sol, la sombra, el agua contra el cuerpo,



Fig. 2.4. Casa del arquitecto en Hellebaek, Dinamarca (1950-1952).

la tierra y todas las sensaciones menores. El bienestar debe ser la base de la arquitectura, si se quiere alcanzar la armonía entre el espacio que se crea y lo que en él va a desarrollarse. Resulta simple y muy razonable.

Se necesita capacidad para poder armonizar todos los requerimientos de un trabajo, capacidad para hacer que crezcan juntos en una globalidad nueva, como sucede en la naturaleza.

La naturaleza no conoce compromisos, acepta todas las dificultades, no como tales dificultades, sino como nuevos factores que configuran una totalidad.

El camino para lograr una arquitectura diversa y humana pasa por entender la inspiración que existe detrás de cada expresión humana, por trabajar en base a nuestras manos, ojos, pies, estómago, en base a nuestros movimientos y no en razón a normas estáticas y reglas creadas estadísticamente.

Estar en contacto con el tiempo, con el entorno, sentir la inspiración en el propio trabajo, resulta necesario para trasladar nuestras necesidades a un lenguaje arquitectónico que cree que una unidad a partir de todos los distintos factores.

Al mismo tiempo el arquitecto debe tener la habilidad de imaginar y crear, una habilidad que algunas veces es llamada fantasía y otras sueños”.

(Jørn Utzon, 1948, publicado en “Jørn Utzon. Obras y Proyectos. Works and Projects”, por J.J. Ferrer Forés)

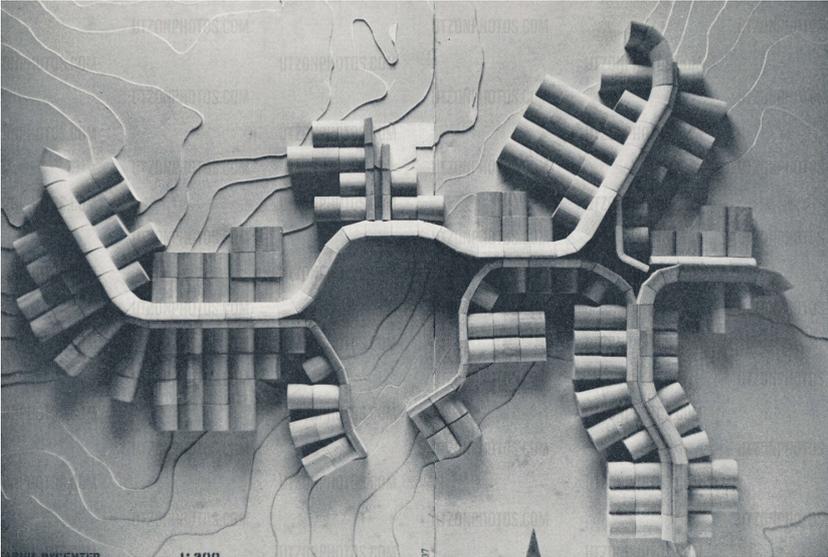


Fig. 2.5. Concurso para el centro urbano de Farum (1966). Es una arquitectura aditiva.

2.2. Arquitectura aditiva

“Una utilización consecuente de elementos de construcción producidos industrialmente sólo puede conseguirse si estos componentes pueden ser añadidos a los edificios sin tener la necesidad de cortarlos a medida o de adaptarlos de alguna manera.

Un principio puro de adición implica una nueva forma arquitectónica, una nueva expresión, con las mismas características y los mismos efectos que se obtienen, por ejemplo, al añadir más árboles al bosque, más venados a una manada, más piedras a una playa, más vagones a una estación o más alimentos a una mesa de almuerzo tradicional danés; todo depende de cuántos componentes diferentes se añadan a este juego. Al igual que un guante encaja en la mano, este juego responde a las demandas de nuestra época que aboga por una libertad en el diseño de edificios y un profundo deseo por huir de la vivienda en forma de caja de dimensión prefijada, subdividida en particiones al modo tradicional.

Al trabajar con el principio aditivo, uno puede respetar sin dificultad todas las demandas de diseño y distribución, así como todas las necesidades de ampliación y transformación. Esto es posible porque la arquitectura -o quizá, más bien, el carácter del edificio- es resultado de la suma total de componentes y no de una composición dictada por las fachadas.

Al proyectar con el principio aditivo, uno está en disposición de evitar ir en contra del derecho a la existencia de cada componente individual. Todos encuentran su expresión propia.

El dogma funcionalista, que después de todo supone la razón esencial de la verdadera arquitectura, queda respetado. Los dibujos no tienen un valor en sí mismos si están formados



Fig. 2.6. Asamblea Nacional de Kuwait (1972-1984).

por líneas sin sentido y dimensión: las líneas modulares representan espesores de muros, y las líneas sobre un papel definen los contornos del objeto terminado. Los proyectos muestran el grado de libertad que puede lograrse con el principio aditivo para conseguir objetivos muy variados. Demuestran también los valores inherentes al diseño de unidades o componentes, y proporcionan alguna indicación de las ventajas que poseen respecto al control de producción, costes y plazos de ejecución, en comparación con edificios construidos de un modo artesanal."

(Jørn Utzon, 1948, publicado en la revista "Arkitektur", Copenhagen 1970 #1, "Additiv arkitektur")

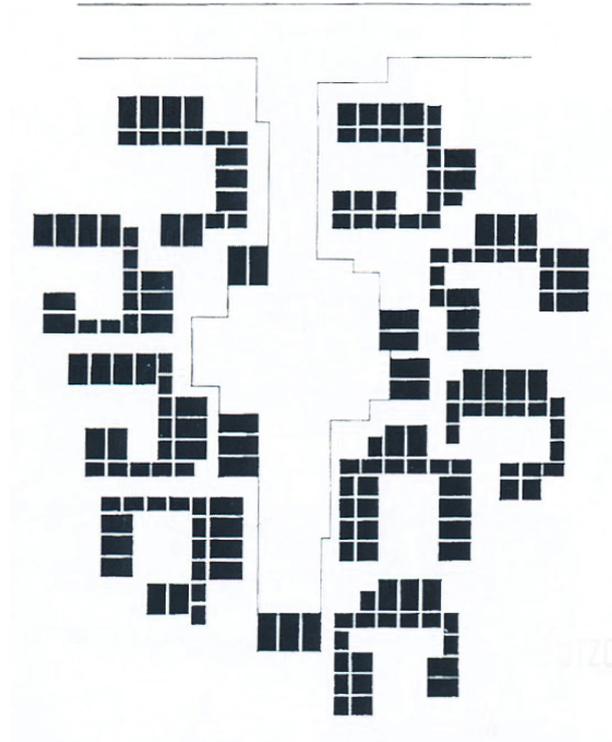


Fig. 2.7. Propuesta urbana utilizando el sistema Expansiva.

“Las casas, proyectadas individualmente, forman parte de un grupo que, a pesar de grandes variaciones en la distribución y el diseño de la fachada, formará una unidad integral gracias a la similitud de las formas que se repiten en todas ellas”.

(Jørn Utzon, 1948, publicado en “Jørn Utzon. Obras y Proyectos. Works and Projects”, por J.J. Ferrer Forés)

En el libro *"Vers une architecture"* (1923), de Le Corbusier, aparece un capítulo llamado "Casas en serie" donde menciona la producción de casas de manera industrial, como sucede con los automóviles.

La arquitectura aditiva es una propuesta de arquitectura industrializada y a la vez ecológica. Jørn Utzon cree en el principio de una arquitectura modular. El buen funcionamiento se consigue mediante la repetición de unas unidades estandarizadas, utilizando simplemente un principio de adición pura, sin necesidad de modificaciones o alteraciones en el módulo básico.

Con esto, Utzon no pretende otra cosa que un principio de máxima funcionalidad, que *"constituye al fin y al cabo el origen esencial de la arquitectura."*

Este tipo de arquitectura tiene muchas ventajas con respecto a la tradicional arquitectura artesanal, ya que hay un mayor control de la producción, se reducen los costes de la construcción y tiene una ejecución más sencilla, rápida y eficiente, sin necesidad de tener a alguien especializado en obra.

Jørn Utzon aplica el concepto de la arquitectura aditiva en muchas de sus obras, tanto ejecutadas como no ejecutadas a lo largo de su carrera, aunque se da de forma más acusada en un determinado período, sobretodo a partir de los años 60.

La obra del arquitecto constituye una muestra más de las infinitas posibilidades de este tipo de arquitectura, no sólo a nivel residencial, sino aplicada a otras escalas.

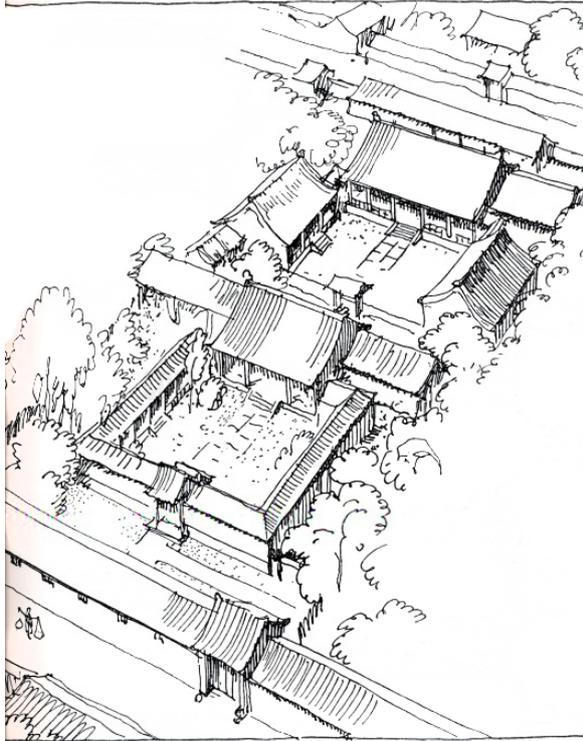


Fig. 2.8. Boceto de vivienda oriental dibujado por Jørn Utzon en su viaje por China.

"Chinese houses and temples owe much of their feeling of firmness and security to the fact that they stand on a platform with the same outline as that of the roof or sometimes even of larger size, depending upon the importance of the building. There is magic in the play between roof and platform."

(Jørn Utzon, 1962, publicado en la revista "Zodiac 10. Platforms and Plateaus: Ideas of a Danish Architect")

Elección de la obra

A una escala intermedia de sus proyectos con arquitectura aditiva, Utzon crea y patenta el sistema de construcción Espansiva (1969), con siete prototipos construidos, como su vivienda en Hellebaek (1969). El sistema de construcción Espansiva se basa en una serie de componentes de madera fabricados bajo unas rigurosas especificaciones, entre las que destacan una gran facilidad de manejo y montaje, precio competitivo y versatilidad para combinarse entre sí en un número ilimitado de diseños. El modelo del sistema Espansiva recuerdan a las antiguas viviendas chinas compuestas por una plataformas, estructura, muros y cubiertas de una o dos hojas inclinadas.

Aunque algunos de sus prototipos sí que se han llegado a construir en el año 1969, no se ha encontrado información de qué prototipos se construyeron exactamente. Se conocen las ciudades en donde fueron construidas, pero tampoco se sabe bien sus ubicaciones exactas. En "Google maps" no aparece y aún registrándome y pagando en www.utzonphotos.com/guidetoutzon no se ha encontrado más información al respecto. Asimismo, muchas de las fotos de los prototipos construidos son viejas y se cree que algunas ya no existen hoy en día.

Además, mucha información recopilada es inexacta. La mayoría de ella son bocetos sin escala, pero se ha conseguido modelizar un prototipo complejo debido a que es un proyecto modular y sencillo.

Se puede decir que el Espansiva building system es una arquitectura ausente y olvidada porque no hay suficientes datos.



CAPÍTULO 3: ESPANSIVA BUILDING SYSTEM (1969)



Fig. 3.1. Prototipo Expansiva (1969) en Hellebaek, Dinamarca.

“Un grupo de comerciantes madereros daneses ha creado una sociedad limitada conocida como “Espansiva Byg”, con el objetivo de desarrollar, producir y comercializar componentes para viviendas unifamiliares. Las especificaciones para estos componentes eran muy rigurosas. La madera sería el material predominante; los componentes debían ser fáciles de manejar y montar, con un precio de fabricación competitivo y capacidad para poder combinarse en un gran número de diseños. Este ha sido el programa básico del sistema de construcción Espansiva.

Al estudiar la historia de la vivienda unifamiliar hasta nuestros días, nos damos cuenta de que nuestros requerimientos podrían satisfacerse mediante una casa de pies derechos o pilares donde la cubierta y el suelo formasen losas sólidas e ininterrumpidas, mientras que las paredes exteriores no portantes y las interiores entre pilares fuesen flexibles. Por lo tanto, hemos dividido la casa de pilares en módulos o unidades con un tamaño que se corresponde con las distintas funciones de las habitaciones; de este modo somos completamente libres a la hora de organizar nuestras casas a partir de estos módulos. Los módulos son pequeños pabellones con pies derechos en las cuatro esquinas, un suelo elevado ligeramente sobre el terreno y una cubierta a un agua. Los pies derechos se unen entre sí mediante una viga, conformando una estructura que se ensambla en obra con pernos, utilizando un sistema de triangulación estándar como rigidización. Los pies derechos y la viga son de madera laminada encolada. La cubierta está formada por paneles de contrachapado, con revestimiento resistente y aislamiento de lana mineral; el suelo por módulos de hormigón ligero que incorporan el aislamiento adecuado. Los pies derechos y los módulos del suelo se apoyan en dos vigas de hormigón prefabricado que están ancladas a una cimentación formada por tubos de drenaje que se han introducido hasta una profundidad libre de heladas”.

(Jørn Utzon, 1948, publicado en “Jørn Utzon. Obras y Proyectos. Works and Projects”, por J.J. Ferrer Forés)

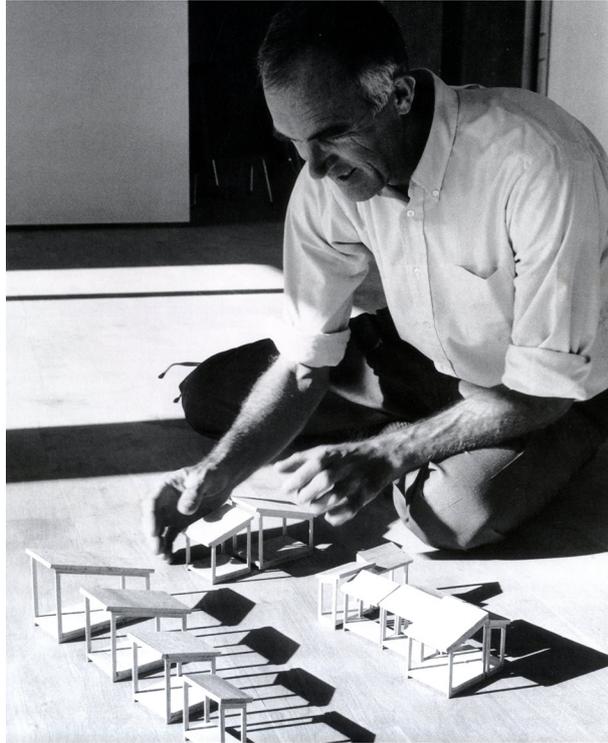


Fig. 3.2. Utzon trabajando y experimentando con los cuatro tipos de módulos del sistema.

3.1. Estudio del Sistema

El Espansiva building system está compuesto por cuatro tipos de módulos rectangulares prefabricados y de gran facilidad de montaje, y que cuenta con un lado común en todos ellos de 3'00 metros. Está diseñado para que cada módulo tenga su determinado uso, pudiendo combinarlos si es necesario.

Fig. 3.3. Despiece del Módulo B del Espansiva Building system, con sus respectivos materiales:

A_tubos de hormigón que se rellenan en obra, como cimentación

B_vigas de hormigón prefabricado

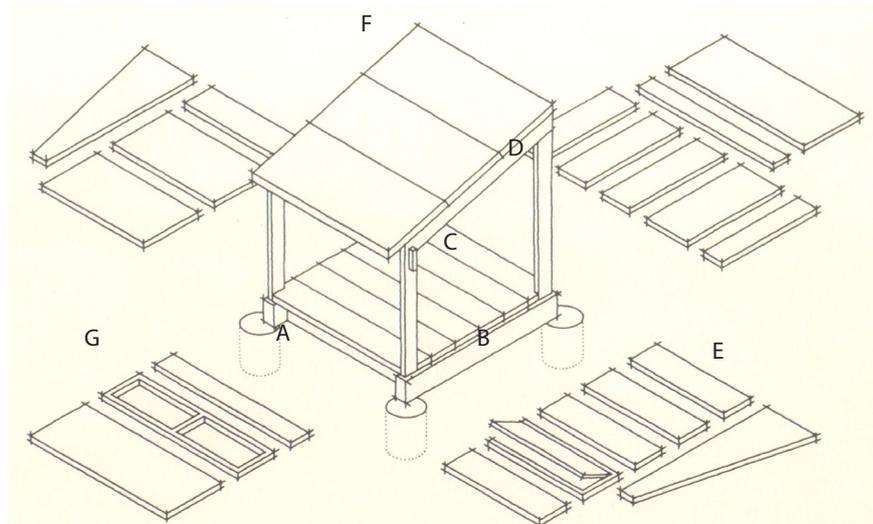
C_suelo ligeramente elevado del suelo, de hormigón ligero y con aislamiento térmico

D_estructura de madera, compuesta por pilar y viga inclinada 17°

E_paneles de madera relleno de lana mineral como aislante, pudiendo tener distintos acabados

F_cubierta inclinada a 17° de modo que puede ser de distintos materiales: tejas, cemento, metal, etc

G_carpintería modular



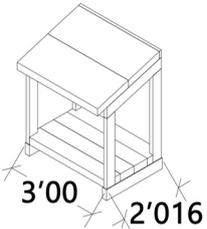
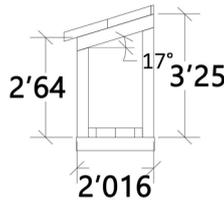
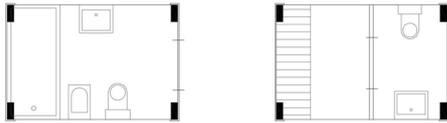
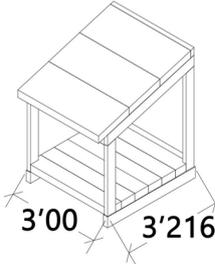
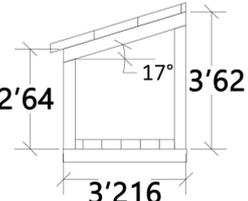
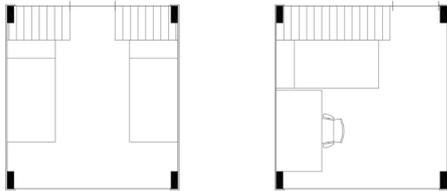
| DIMENSIONES | ALZADO | USO* |
|--|---|--|
| <p>A</p>  |  |  |
| <p>B</p>  |  |  |

Fig. 3.4. Tabla con las características de Módulo A y B.

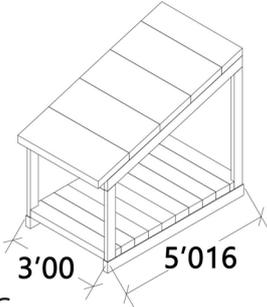
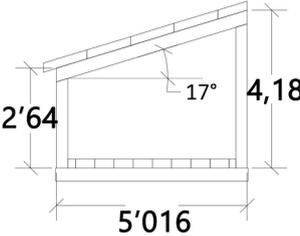
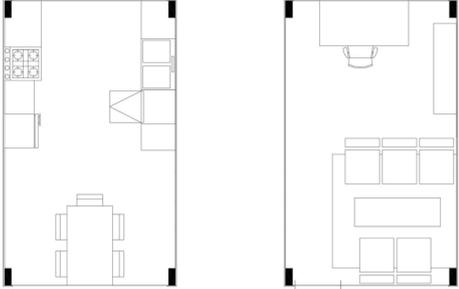
| DIMENSIONES | ALZADO | USO* |
|---|---|--|
|  |  |  |

Fig. 3.5. Tabla con las características de Módulo C.

Existe un cuarto módulo con dimensiones 6'23x3'00 metros que solamente se usa en equipamientos, el cual no es nuestro caso. De este modo, Utzon no solamente piensa en las viviendas, sino que amplía el ámbito a equipamientos, a escala urbana., como podemos observar en la "Fig. 2.7. Propuesta urbana utilizando el sistema *Espansiva*".

**Hay que tener en cuenta que el uso de cada módulo es orientativo y que siempre las podemos configurar y combinar como queramos.*

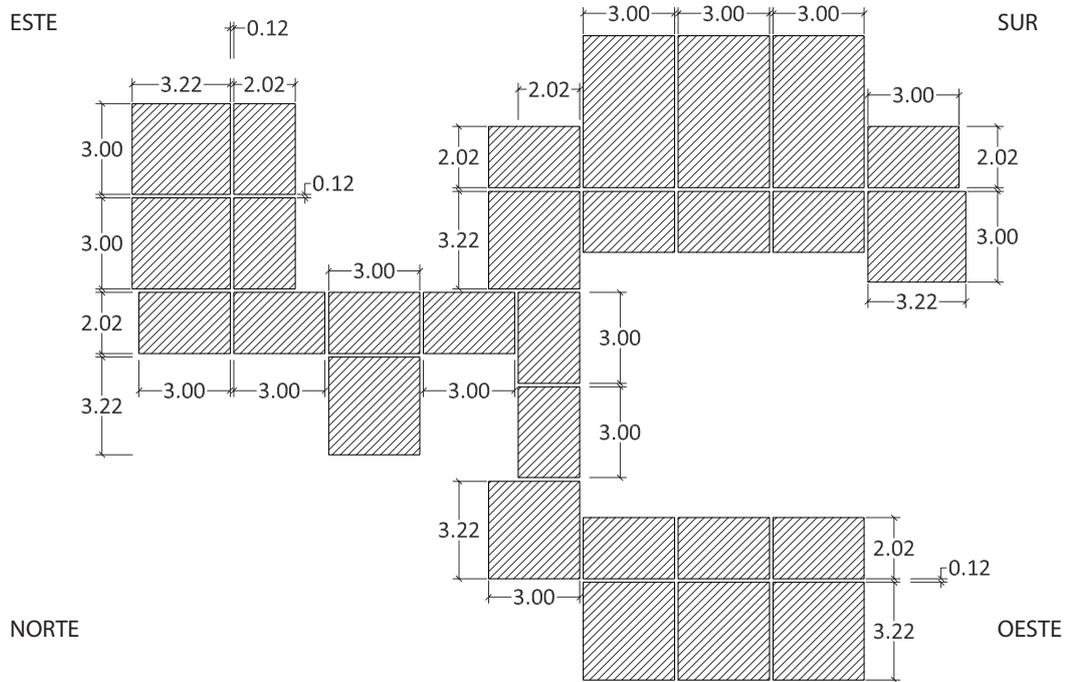


Fig. 3.6. Planta acotada del prototipo escogido.

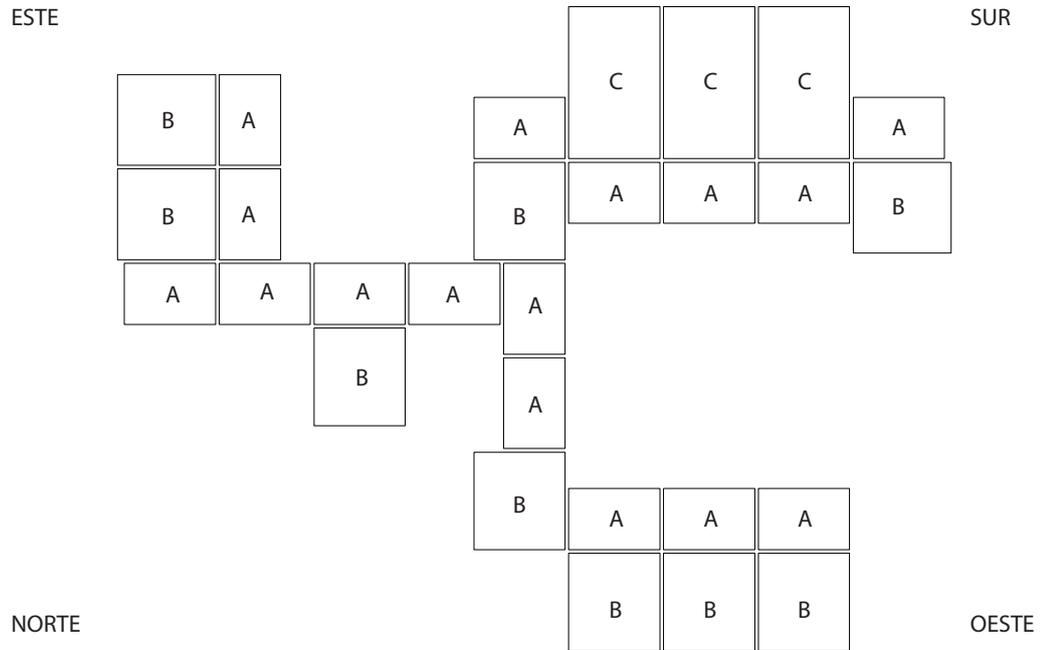


Fig. 3.7. Planta por módulos del prototipo escogido.

Una vez tenemos claras las dimensiones y cómo funciona el sistema, es sencillo encajar todas las piezas, como de un puzle se tratase.

Con la combinación de los tres módulos, se crea la vivienda unifamiliar de una sola planta, abriéndola siempre al espacio exterior y formando semipatios que da más que suficiente luz natural a las estancias interiores.

Se diseñó para que hubiese una separación de 12 cm entre cada módulo, donde se dispondrían tabiques para separar cada estancia si se necesitase. Tanto el cerramiento exterior como las particiones interiores son de 12 cm. El proyecto busca la máxima industrialización del proceso, por lo que ya está todo pensado. Solamente hay que personalizarlo como uno quiera.



Fig. 3.9. Alzado Suroeste.
Escala 1_100

3.2. Prototipo en 2D: Alzados, secciones y planos

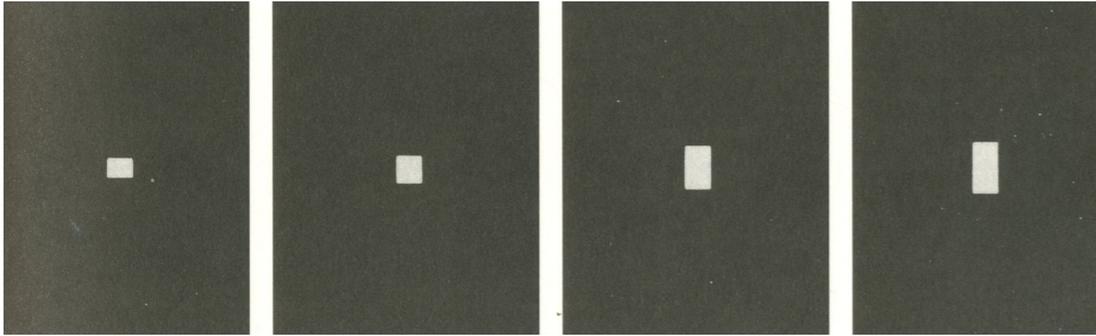


Fig. 3.8. Bocetos por Jorn Utzon.

“Los primeros cuatro paneles del friso negro muestran las cuatro unidades de que consta el sistema. Seguidos de ilustraciones de distintas combinaciones posibles, que van desde un simple cobertizo a las distribuciones más complejas de algunas viviendas.”

(Jorn Utzon)

La altura estandar de 2'64 metros se ha decidido haciendo aproximadamente una media entre todas las alturas que se han medido. La documentación sin escala, ya que todo lo que se ha encontrado han sido bocetos, más que planos exactos, no ha ayudado a saber cuál es la altura de los módulos. Por lo tanto, investigando y mirando se ha llegado a la conclusión que todos los módulos empizan con la altura de 2'64 metros con una pendiente de 17°.



Fig. 3.11. Alzado Noroeste.
Escala 1_100

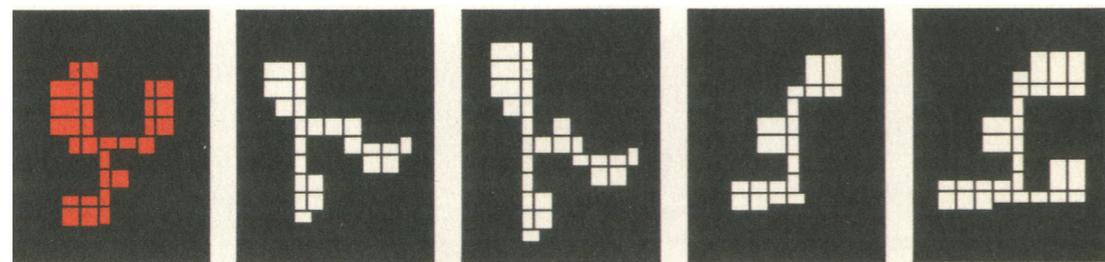


Fig. 3.10. Prototipos de Espansiva building system. En rojo, el prototipo estudiado y digitalizado.

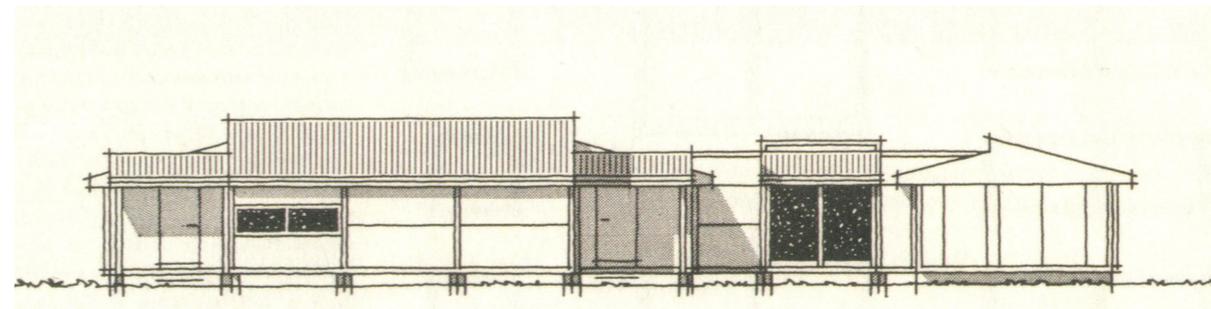


Fig. 3.12. Boceto de alzado Sureste del prototipo digitalizado, por Jørn Utzon. Es el único alzado o sección que disponemos.



Fig. 3.14. Alzado Sureste.
Escala 1_100



Fig. 3.13. Prototipo Espansiva construido en Hellebaek (1969).

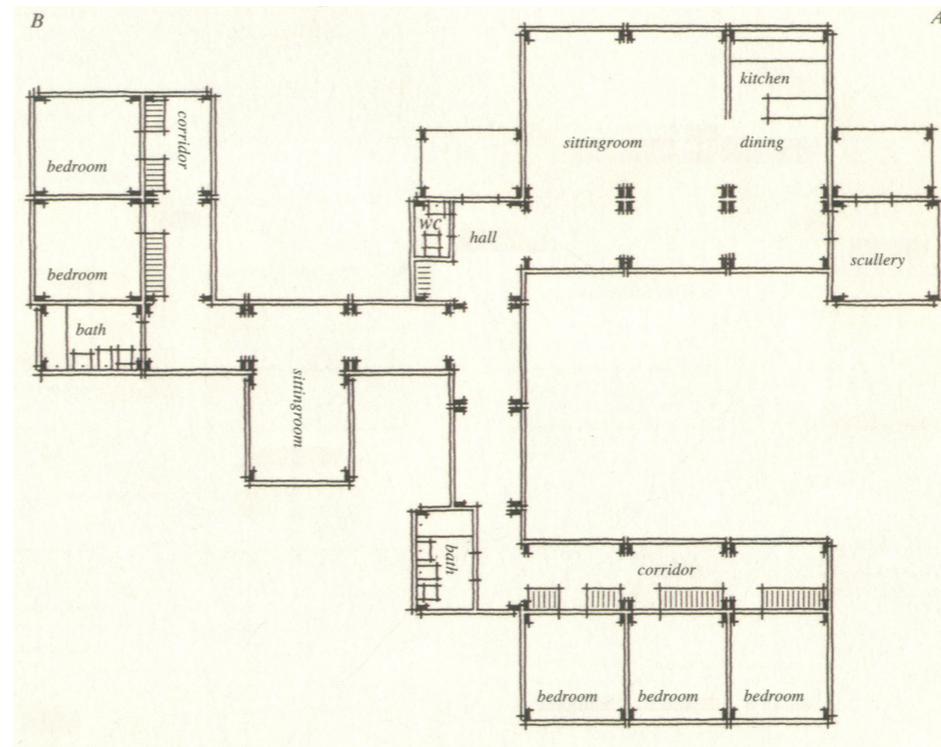


Fig. 3.15 Planta boceto del prototipo estudiado, por Jørn Utzon.



Fig. 3.17. Alzado Noreste.
Escala 1_100



Fig. 3.16. Patio del prototipo Espansiva construido en Hellebaek (1969).

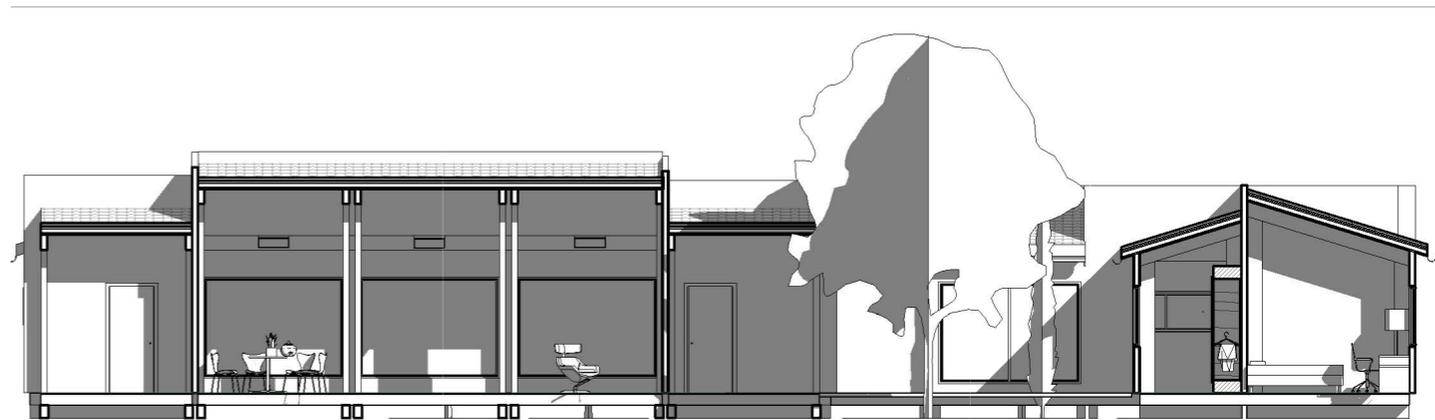


Fig. 3.18. Estudio sombreado de la sección longitudinal 1. Escala 1_150



Fig. 3.20. Sección longitudinal 1. Escala 1_100

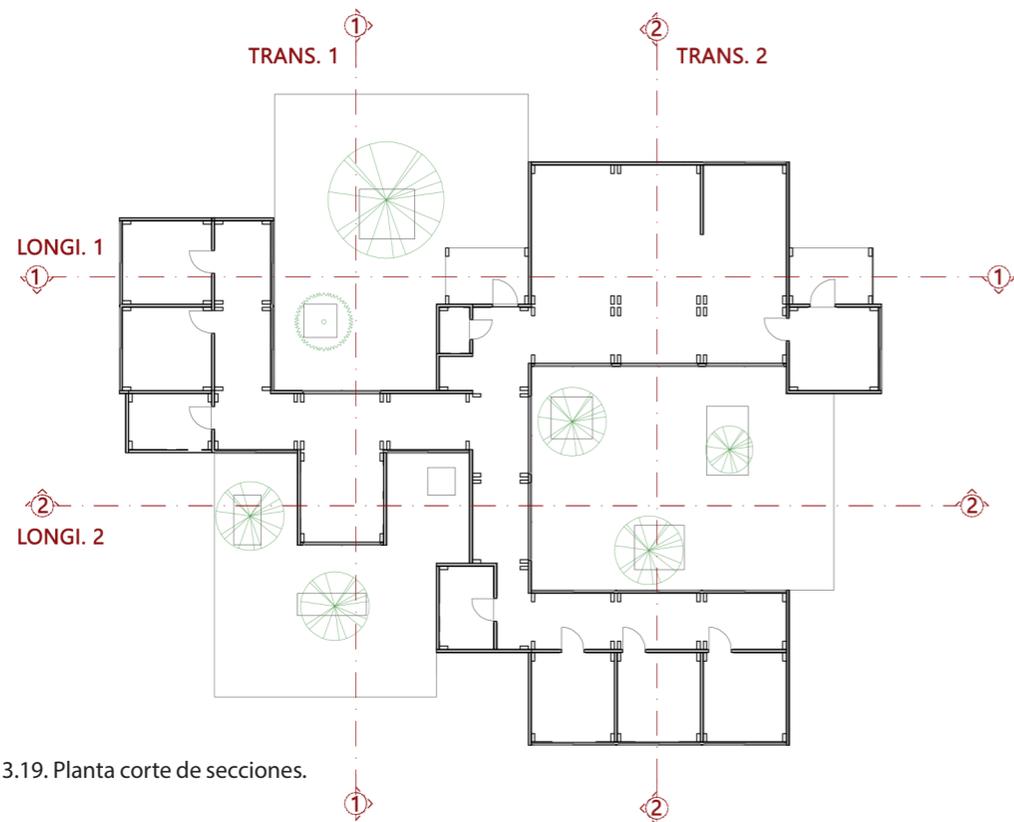


Fig. 3.19. Planta corte de secciones.

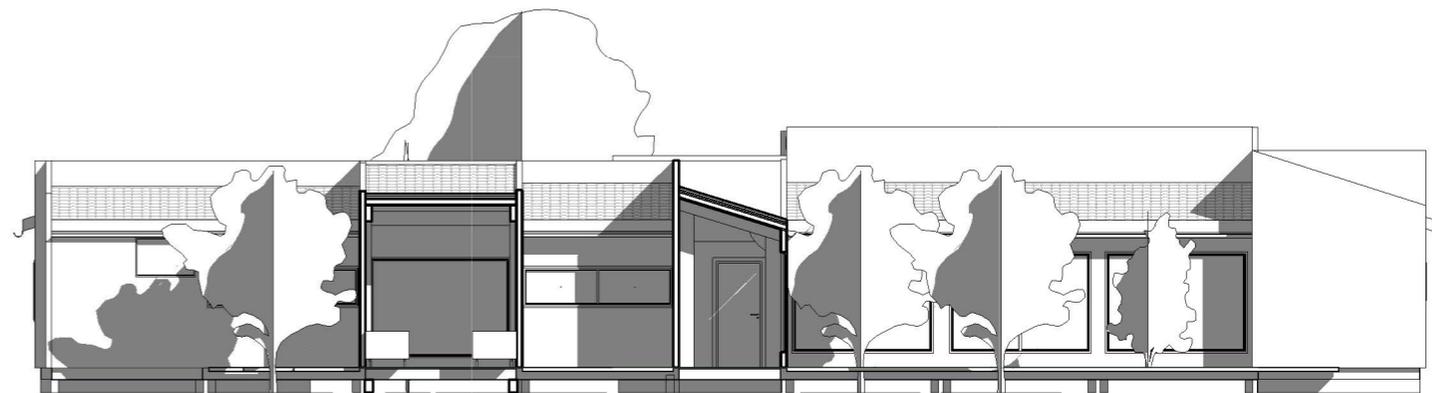


Fig. 3.21. Estudio sombreado de la sección longitudinal 2. Escala 1_150



Fig. 3.23. Sección longitudinal 2. Escala 1_100

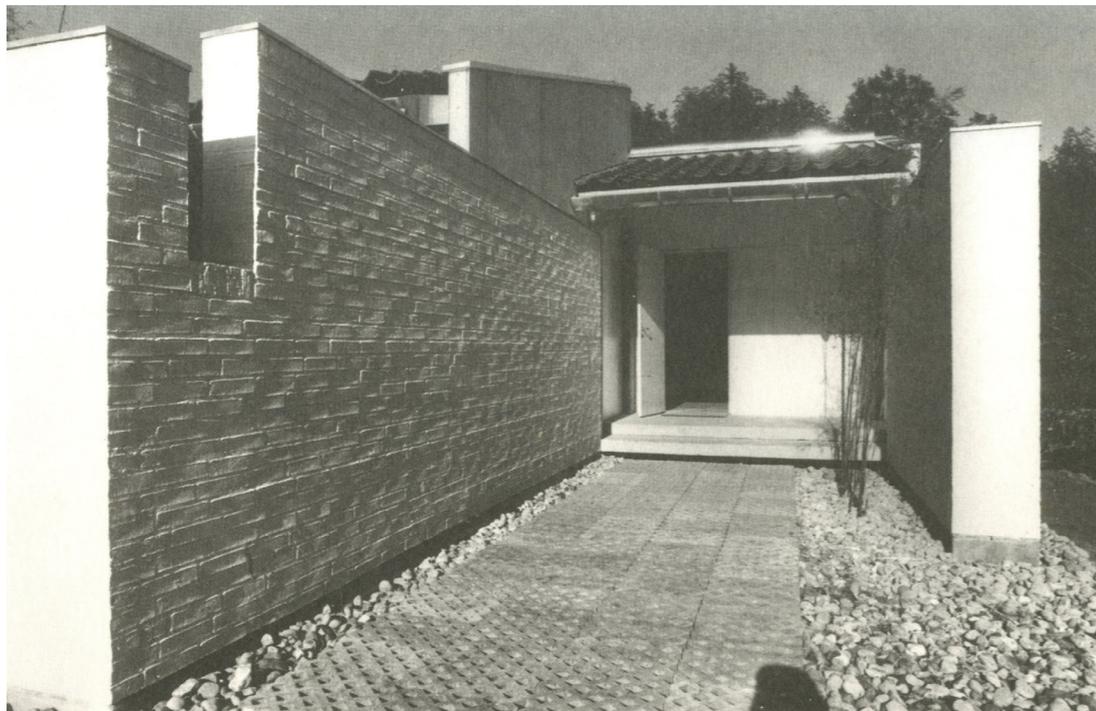


Fig. 3.22. Entrada del prototipo Espansiva construido en Hellebaek (1969).



Fig. 3.24. Estudio sombreado de la sección transversal 1. Escala 1_150



Fig. 3.25. Sección Itrans-
versal 1. Escala 1_150

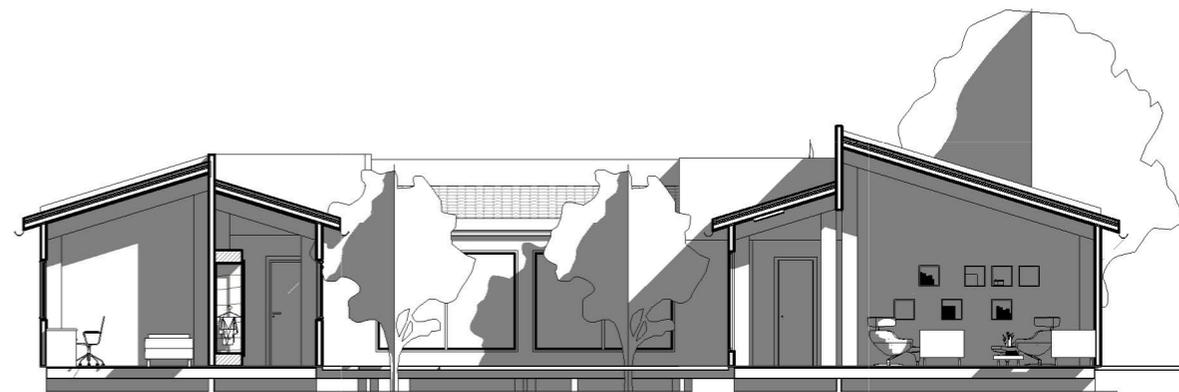


Fig. 3.26. Estudio sombreado de la sección transversal 2. Escala 1_150



Fig. 3.27. Sección transversal 2.
Escala 1_100

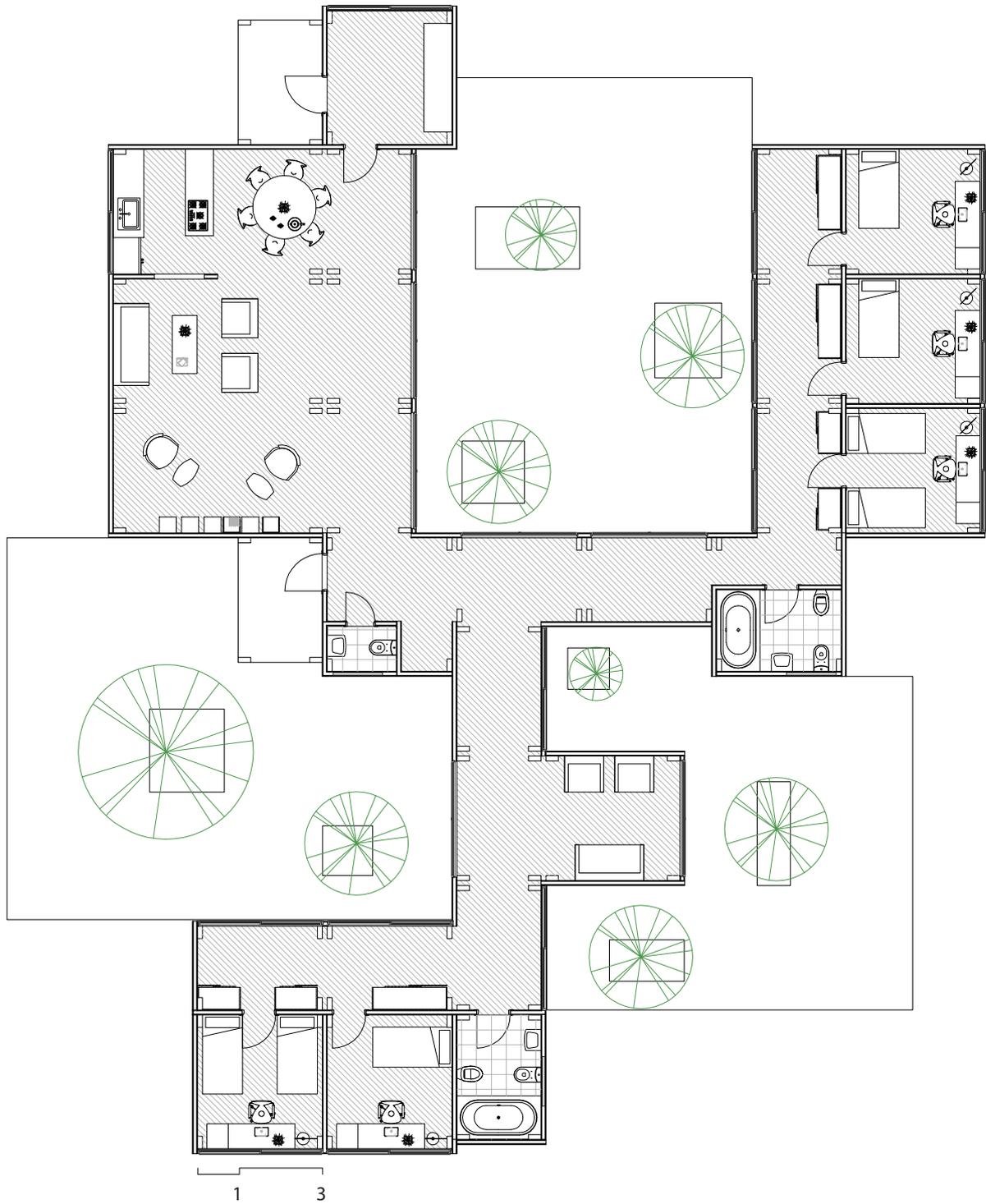


Fig. 3.29. Planta general. Escala 1_150

La orientación del modelo se ha decidido teniendo en cuenta la distribución de la vivienda, ya que no tiene ubicación exacta.

La combinación de los módulos está pensada adrede para que entre sus estancias estén separadas siempre por un "patio abierto" que deja que entre luz natural y que a la vez no pierde su privacidad debido a que existen pasillos (Módulos A) que conectan todo. Este sistema es llamado también como "branching system", puesto que nos recuerda mucho a las ramas de los árboles. Los patios, además, permiten tener un contacto directo con la naturaleza, propio de la arquitectura orgánica de Utzon.

El tejado inclinado a 17° propuesto es de tejas cerámicas y el acabado del cerramiento y los tabiques de enlucido blanco.

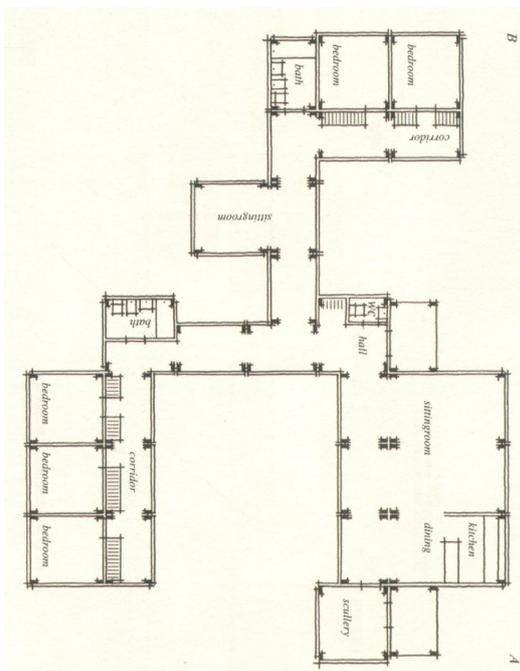


Fig. 3.28. Boceto planta general, por Jørn Utzon.

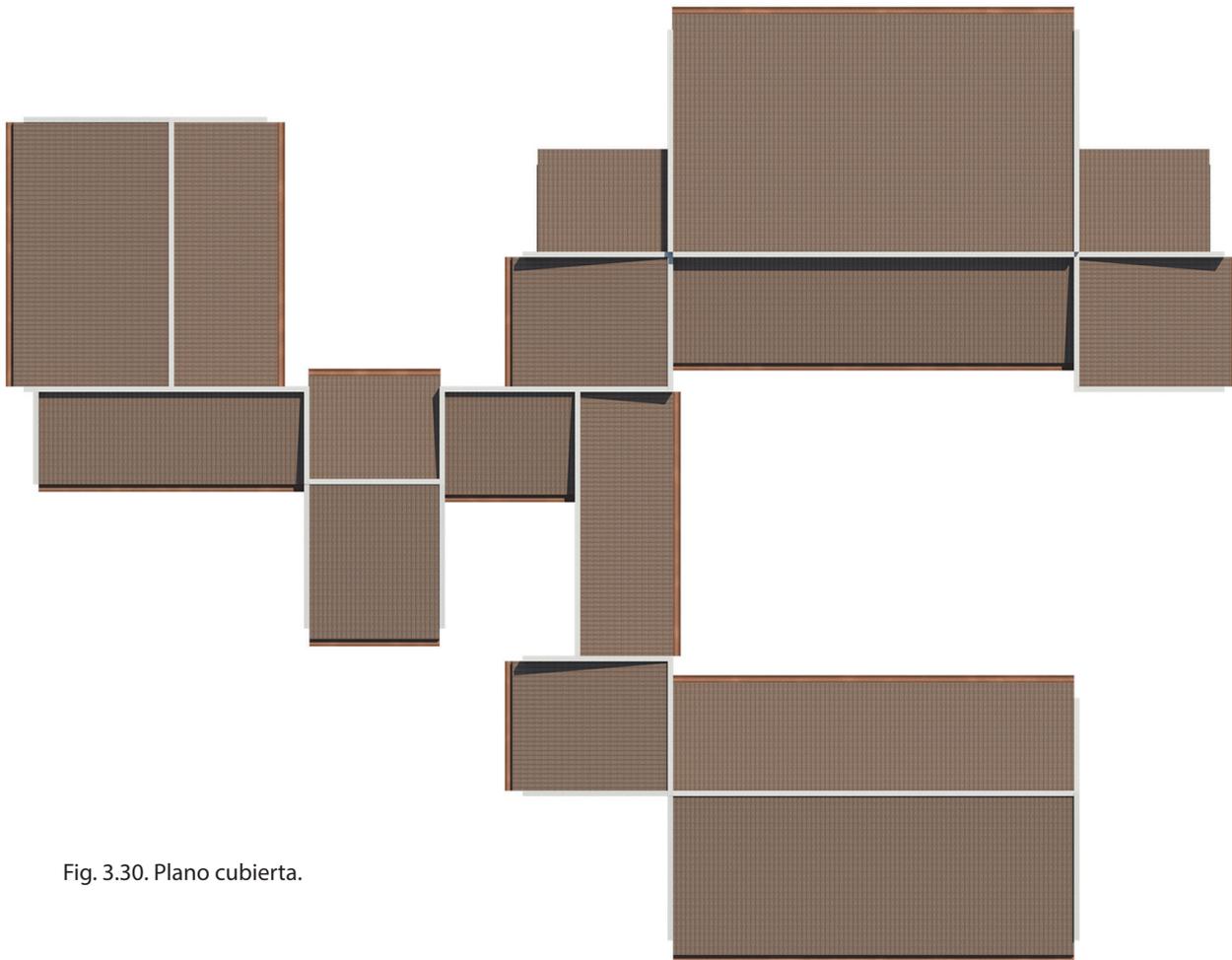


Fig. 3.30. Plano cubierta.

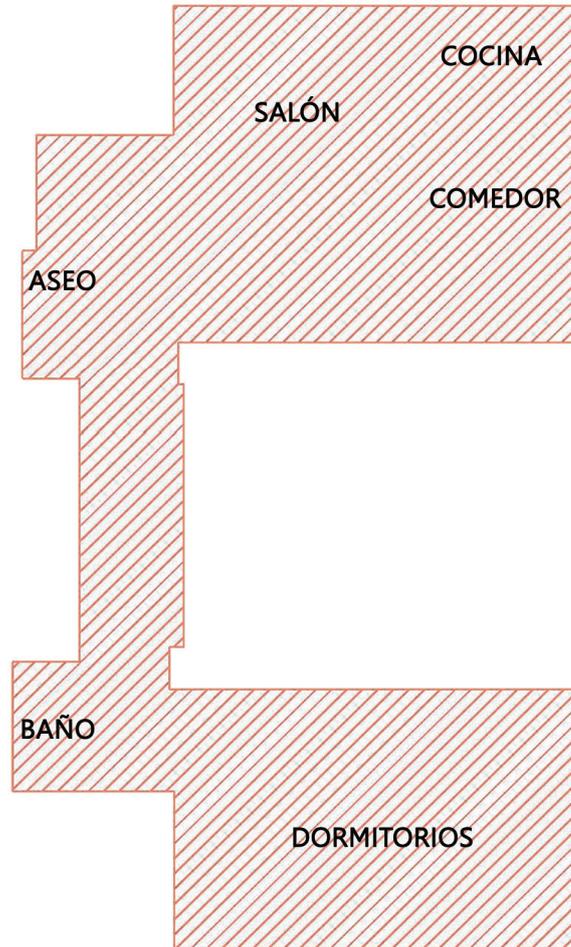


Fig. 3.31. Plano distribución. Fase 1.

FASE 1

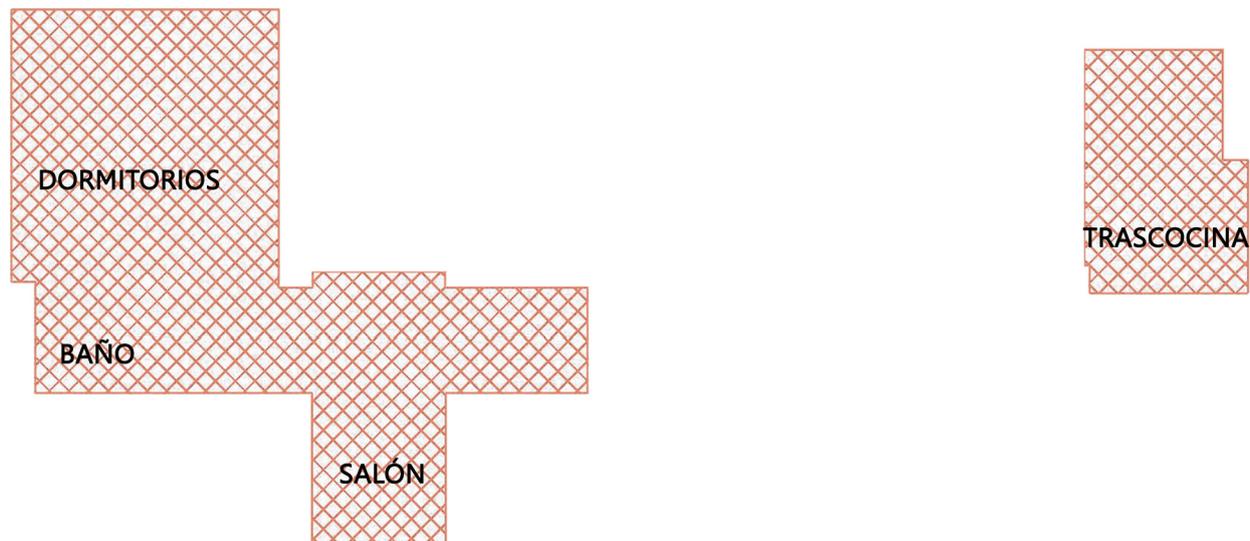


Fig. 3.32. Plano distribución. Fase 2.

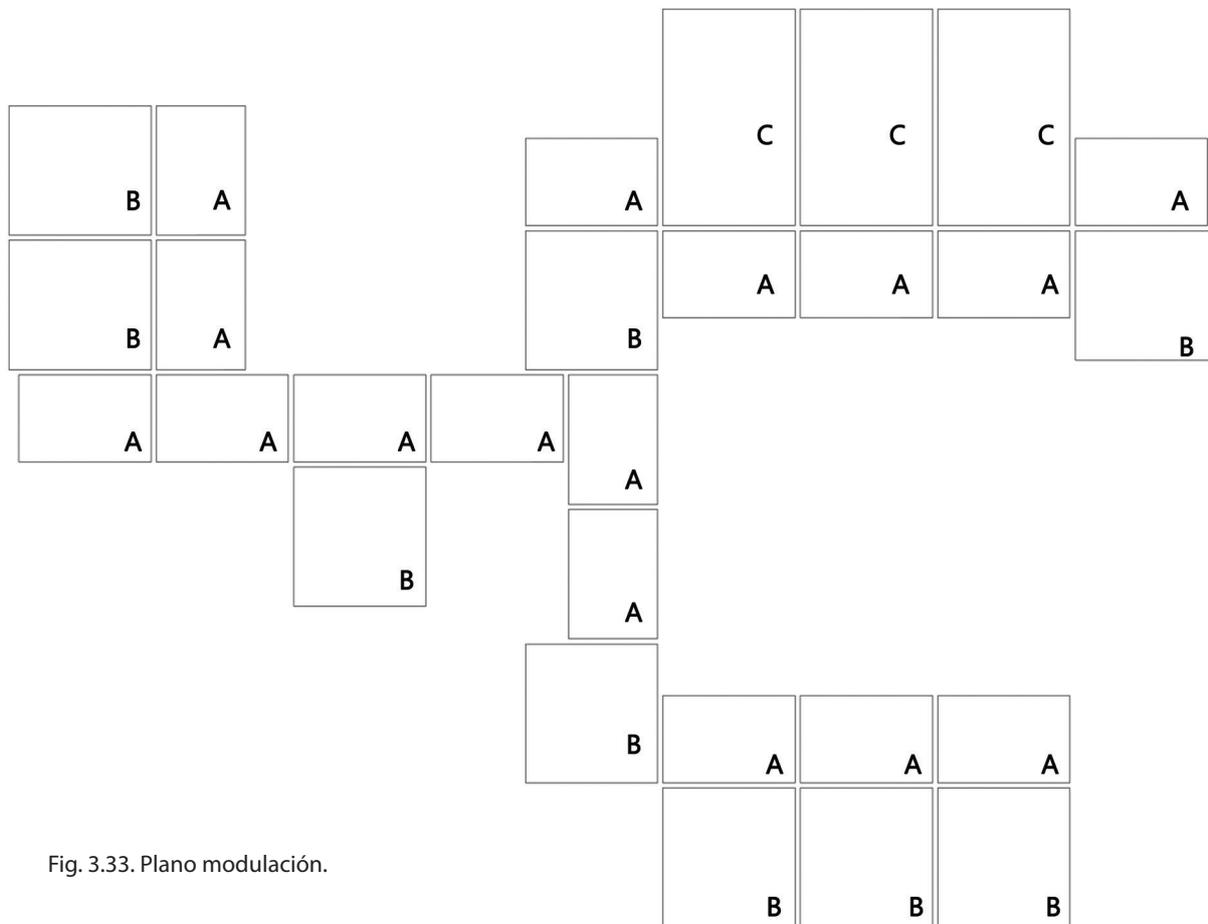


Fig. 3.33. Plano modulación.

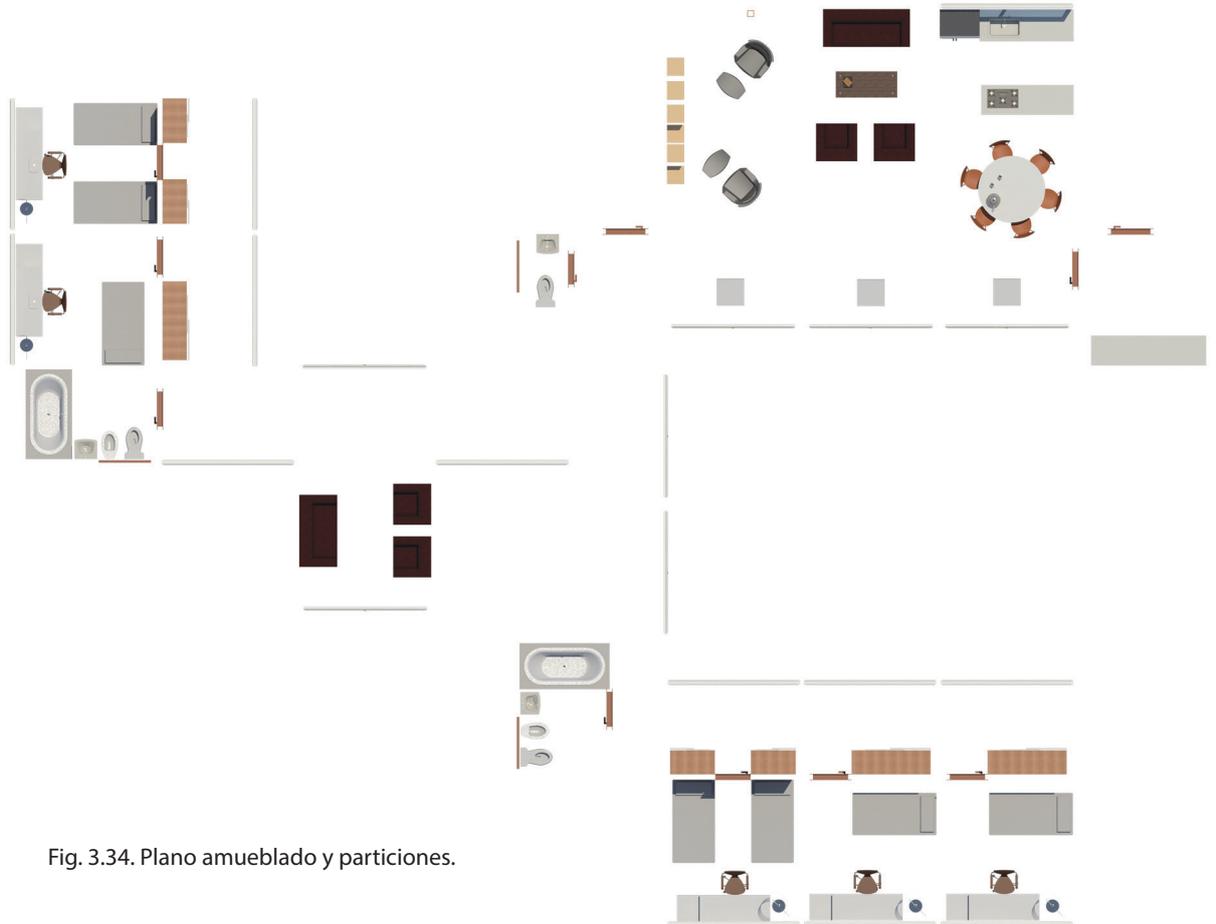


Fig. 3.34. Plano amueblado y particiones.



Fig. 3.35. Plano estructura.

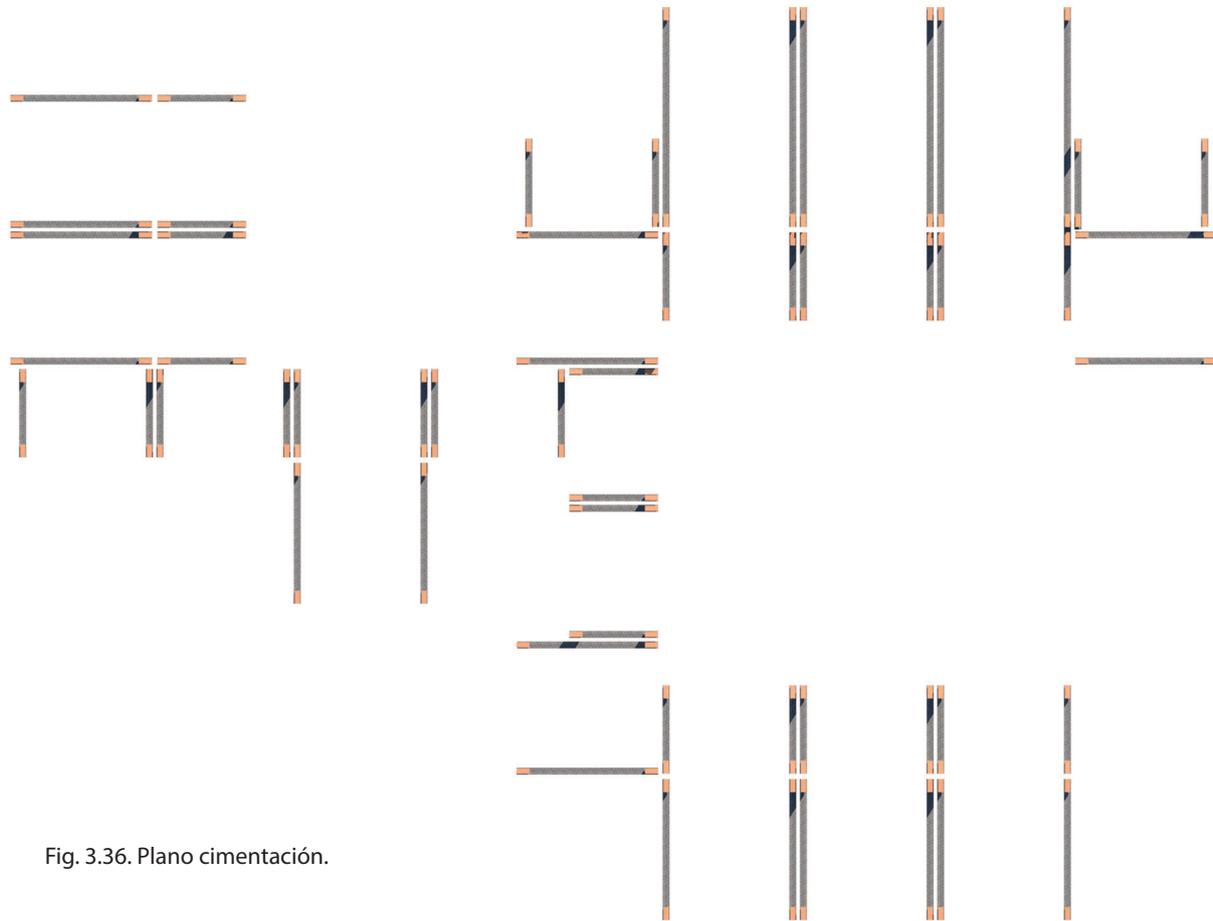


Fig. 3.36. Plano cimentación.

El proceso de investigación y de redibujado planos ha sido simultáneo. Se empezó a construir los módulos en planta para después levantar cada módulo tridimensionalmente en AutoCAD primero. De este modo, se modeliza mientras estudiamos bien los módulos. La estructura se piensa ya en este primer punto.

Una vez tenemos clara la volumetría y la estructura, tanto el suelo, los pilares y la cubierta, que son el esqueleto de este sistema prefabricado, en AutoCAD, se pasa a Revit para introducir los elementos complementos del proyecto, que son el cerramiento, las particiones interiores y el amueblado. En este sistema esto es sencillo, ya que ya sabemos intuitivamente qué contendrá cada módulo.

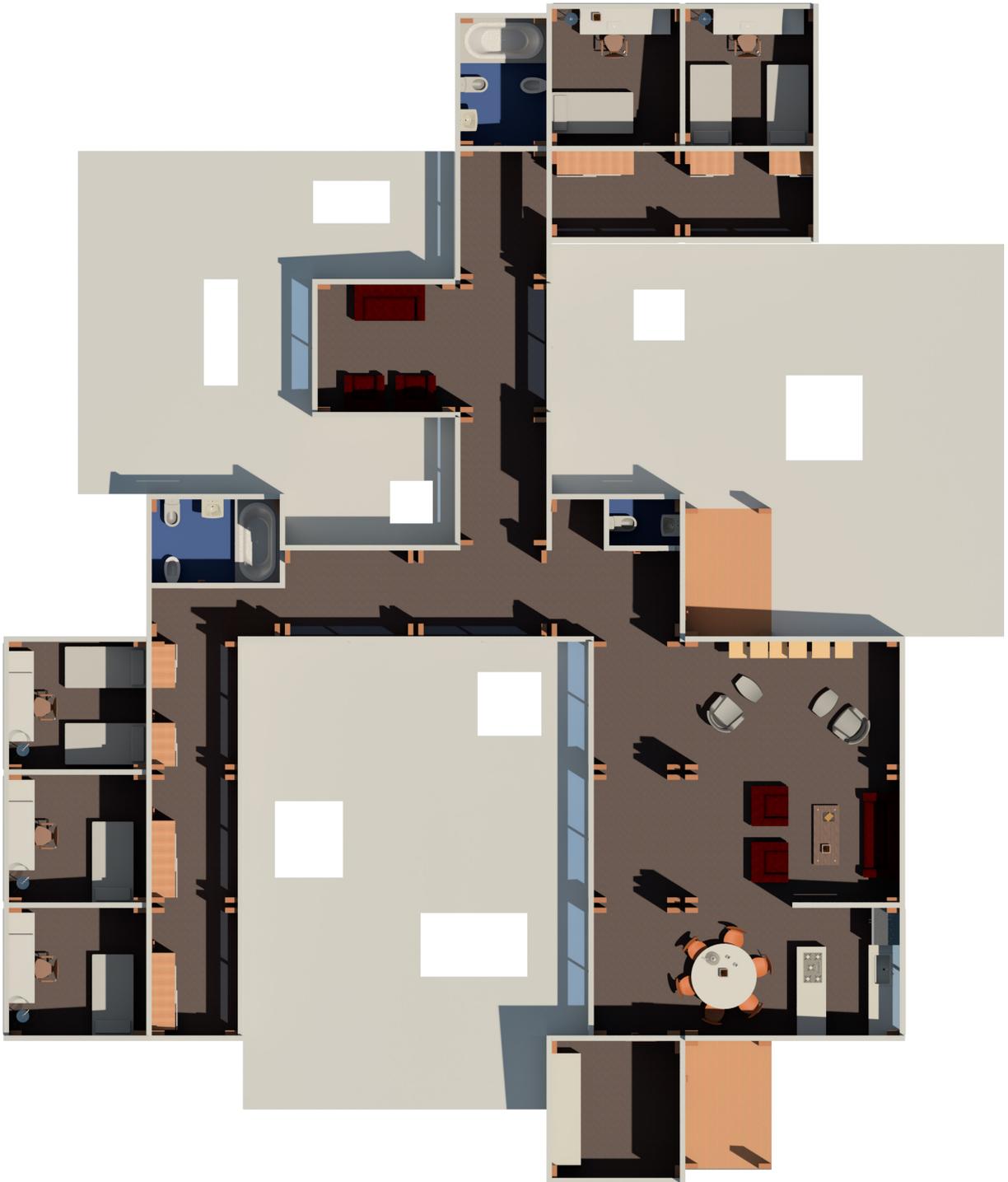


Fig. 3.37. Planta general materializada.

Como se aprecia en las plantas, la vivienda cuenta con:

A. Un salón amplio con dos módulos C

B. Una cocina-comedor de módulo C

C. Cinco dormitorios de módulos B

D. Un pequeño salón de módulo B

E. Un lavadero de módulo B

F. Un baño completo con corredor de módulo B

G. Quince módulos C que forman un pasillo que distribuye toda la vivienda y dan

forma a dos porches que dan acceso a la vivienda

Siendo los módulos cada uno apropiado para una buena distribución y uso:

MÓDULO A: $3'00 \times 2'016 = 6'048 \text{ m}^2$

MÓDULO B: $3'00 \times 3'216 = 9'648 \text{ m}^2$

MÓDULO C: $3'00 \times 5'016 = 15'048 \text{ m}^2$

Teniendo un total de $200'952 \text{ m}^2$ y con todas las estancias mirando hacia el exterior.

3.3. Prototipo en 3D: Volumetría y despiece

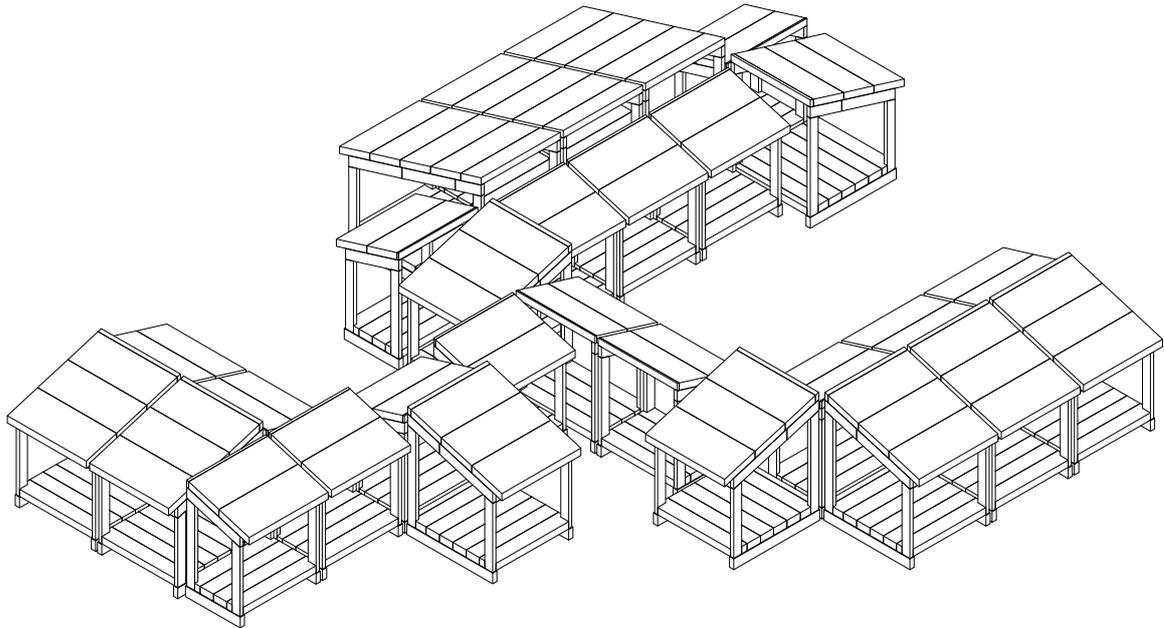


Fig. 3.38. Volumetría conceptual por módulos.



Fig. 3.39. Volumetría con sus respectivas cubiertas a 17°.

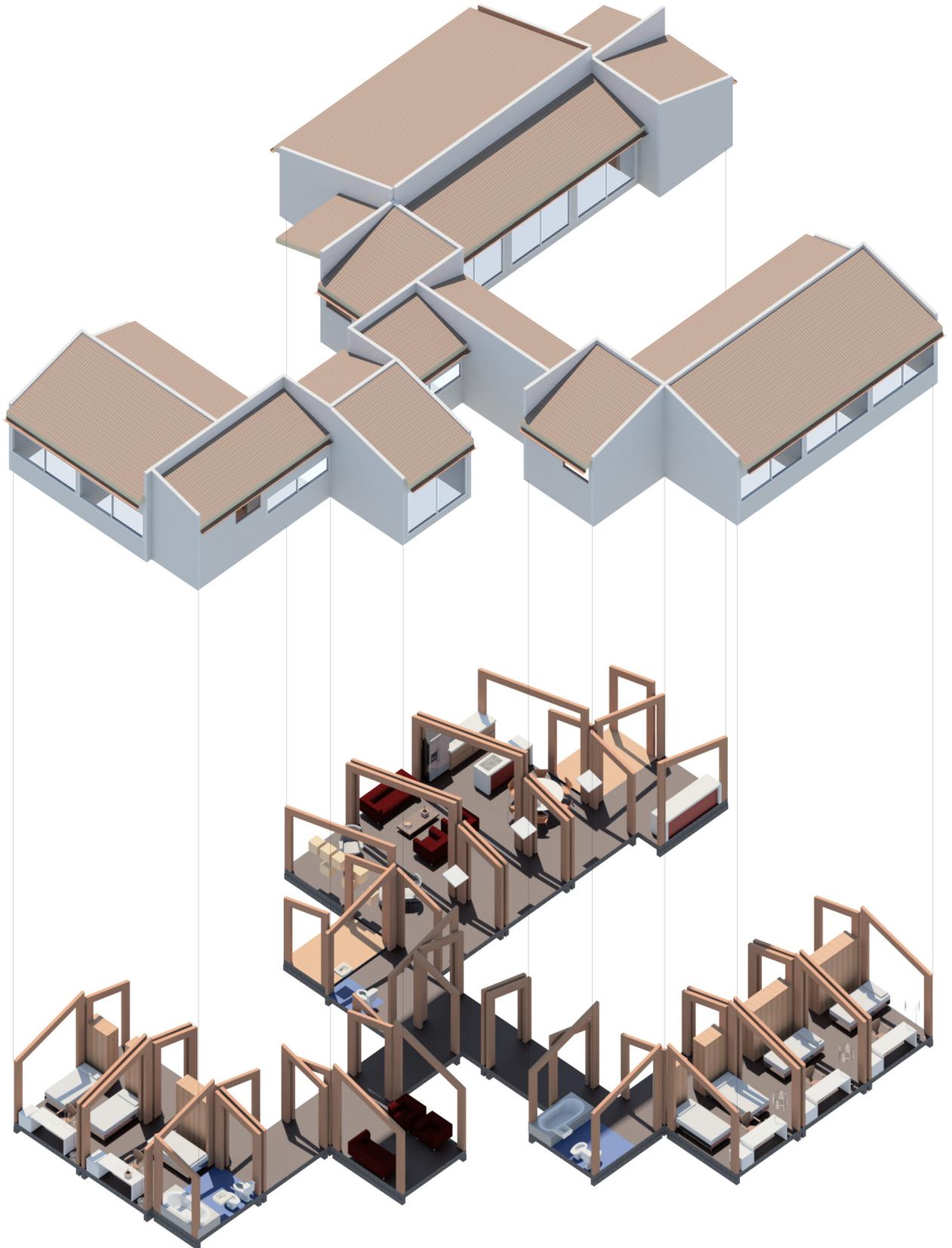


Fig. 3.40. Despiece del volumen.

Se ha colocado un pavimento exterior ligeramente elevado y que contenga el arbolado de los "patios", como en la vivienda prototipo de Hellebaek (ver anexo 2). Además, los ventanales se ha decidido pensando en las estancias. Esta carpintería también ha sido pensada y se ha podido escoger entre 8 que se pueden disponer como queremos en distancias de 10 cm en fachada (ver anexo 3, última página). Como en la planta encontrada no está dibujada ningún hueco, solamente las puertas, lo tenido que decidir yo personalmente.

3.4. Maqueta digital

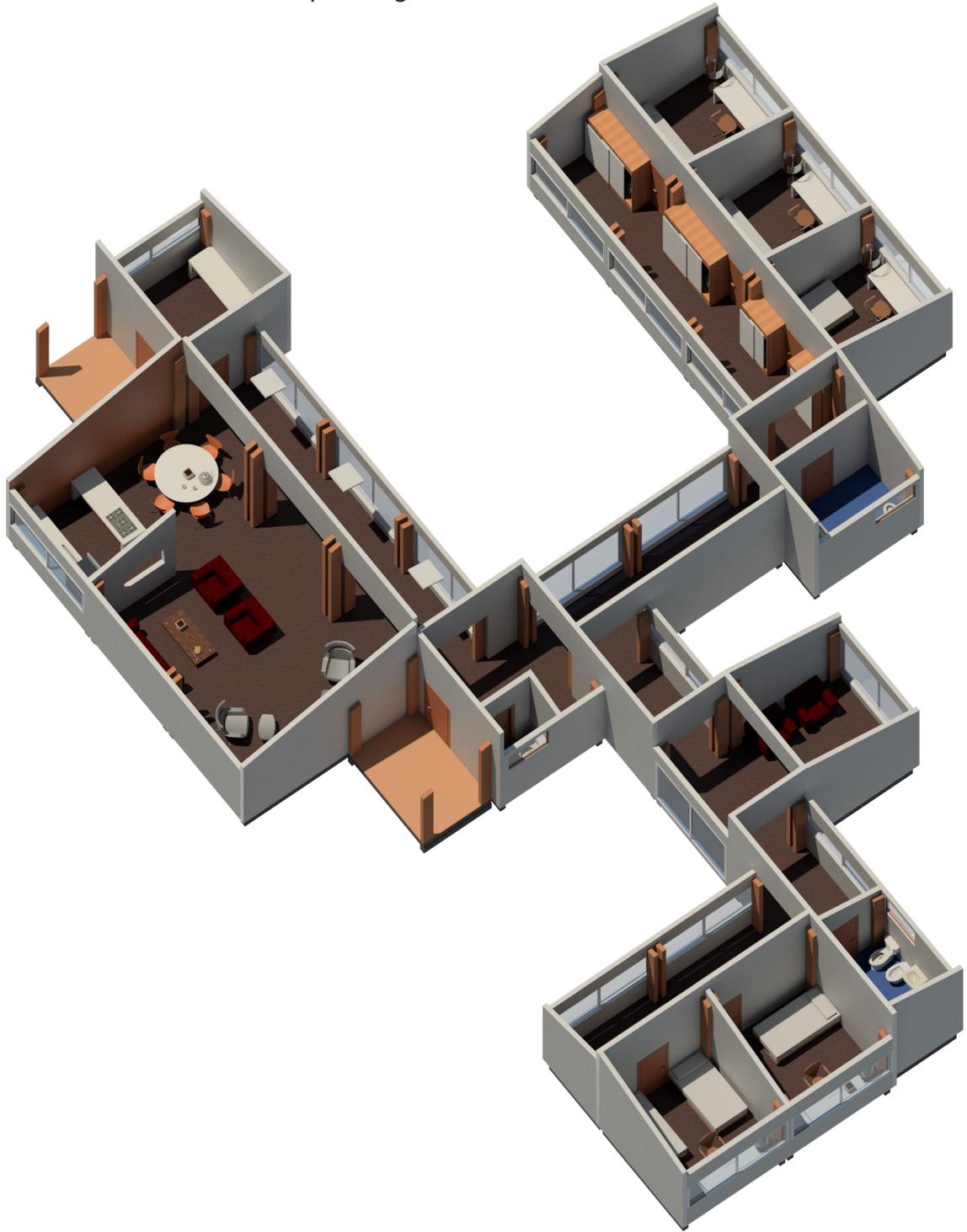


Fig. 3.42. Maqueta digital de prototipo.



Fig. 3.43. Sección tridimensional del salón y cocina-comer.

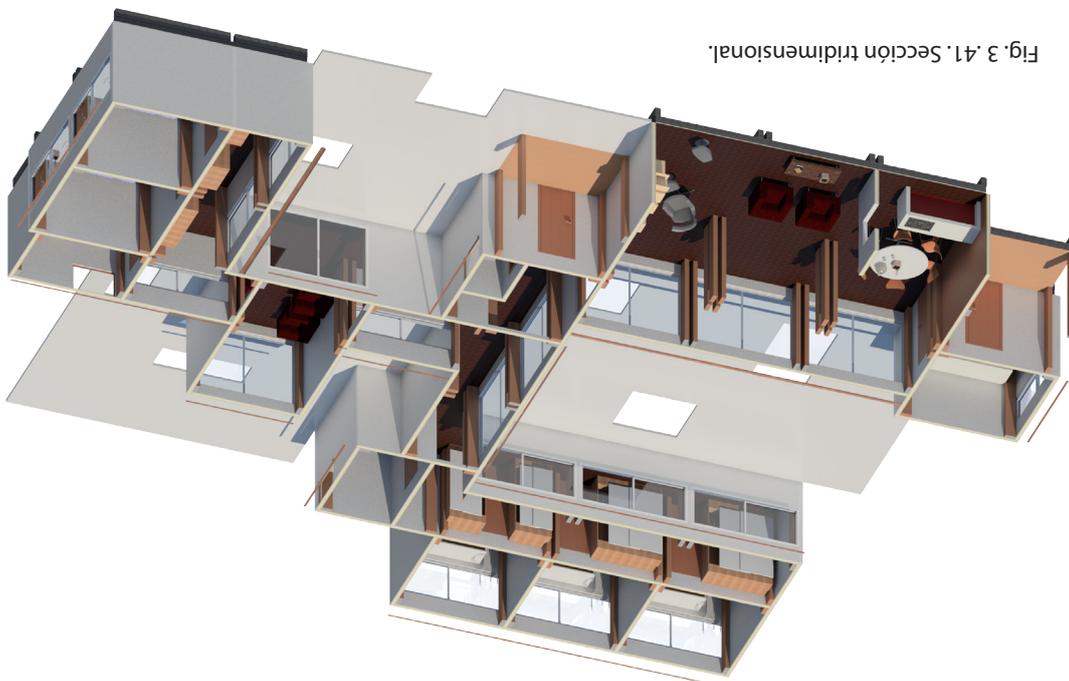


Fig. 3.41. Sección tridimensional.

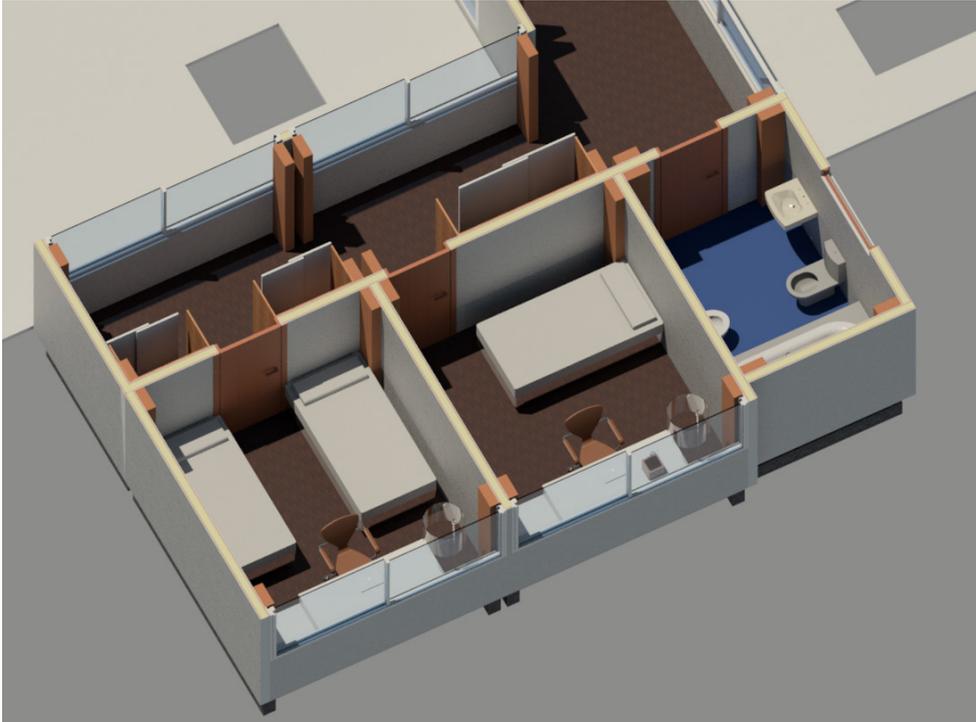


Fig. 3.44. Sección tridimensional dos dormitorios y un baño.

Finalmente, tras completar definiendo los espacios tanto exteriores como interiores en Revit, se exporta el modelo a Lumion. Este programa se centra en la visualización del proyecto fácilmente y destaca sobretodo por su rapidez a la hora de “renderizar”, sin tener que esperar tanto como en Revit.

Asimismo, también se podría haber amueblado con Lumion porque el programa también contiene una gran variedad de complementos que completan y materializan bien el proyecto. Sin embargo, aún así se ha utilizado Photoshop para la postproducción y darle una capa de acabado menos “virtual”.

3.5. Vistas y renders



Fig. 3.45. Vista exterior de la entrada.



Fig. 3.46. Acceso al patio del prototipo Espansiva construido en Hellebaek (1969).



Fig. 3.47. Vista exterior mirando hacia el patio principal.



Fig. 3.48. Vista exterior de un patio secundario.

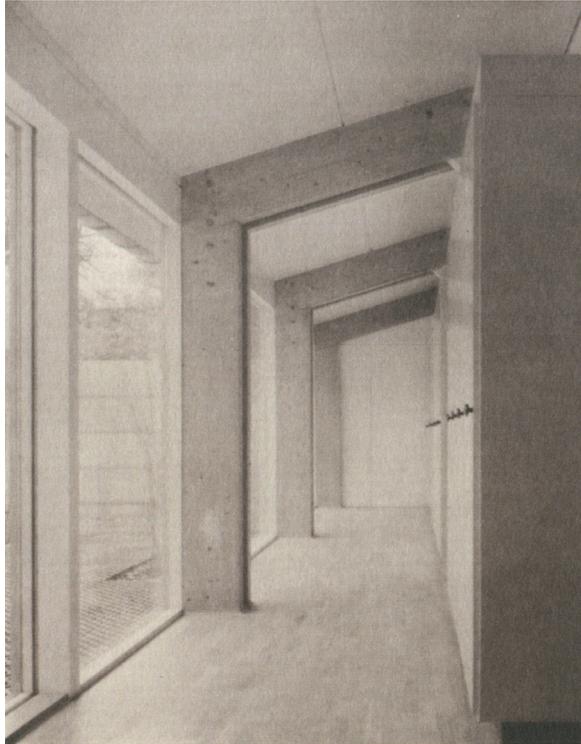


Fig. 3.49. Pasillo y estructura del prototipo Espansiva construido en Hellebaek (1969).



Fig. 3.50. Vista interior del pasillo que hay en el sala principal. Se aprecia cómo entraría luz natural a todo el espacio interior.

En el espacio exterior predomina principalmente los patios abiertos. Todos los prototipos que se han encontrado las viviendas rodean un patio exterior, propio de la arquitectura china y japonesa.



Fig. 3.51. Sección general fugada.



Fig. 3.52. Patio exterior del prototipo Expansiva construido en Hellebaek (1969).



Fig. 3.53. Cocina-comedor del prototipo Espansiva construido en Hellebaek (1969).

Gracias a los programas informáticos se puede conseguir visualizaciones muy exactas a la realidad, cuando antes no se podía.



Fig. 3.54. Vista interior de la cocina-comedor.



Fig. 3.55. Un tipo de dormitorio del prototipo Espansiva construido en Hellebaek (1969).



Fig. 3.56. Vista interior de un dormitorio.



Fig. 3.57. Vista interior del salón.

3.6. Vídeo



4. CONCLUSIONES

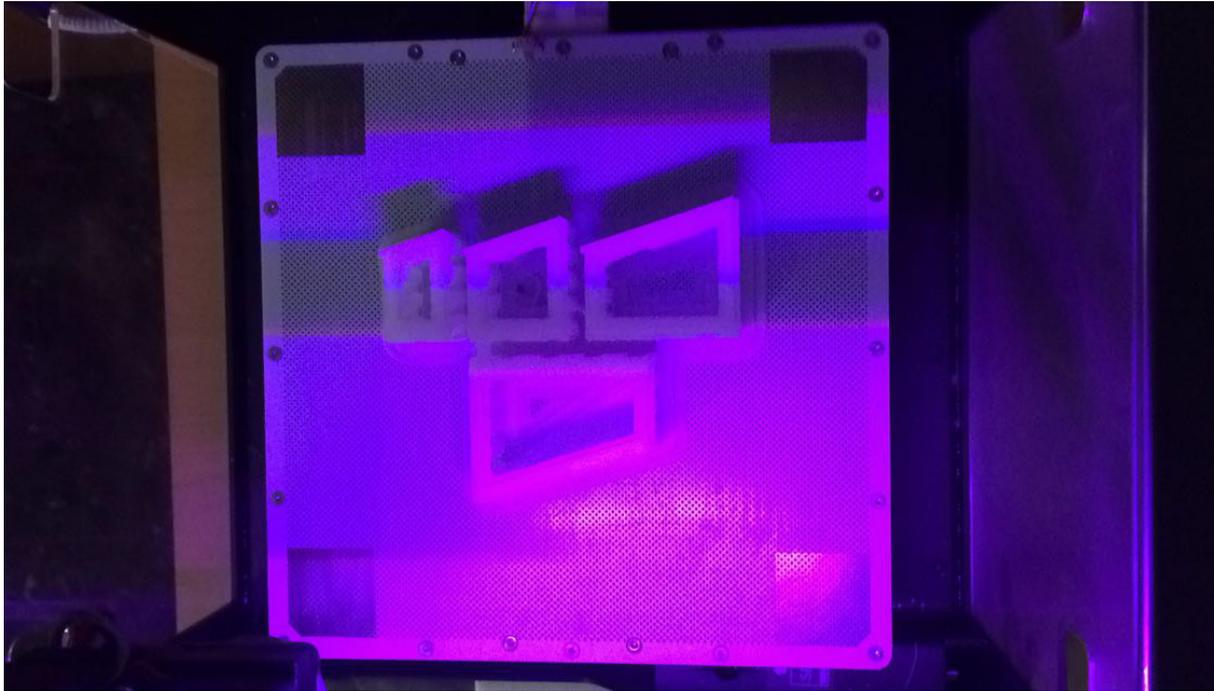


Fig. 4.1. Maqueta conceptual impresa con la impresora 3D.

Durante el desarrollo del TFG y a la hora de reconstruir gráficamente el Espansiva Building System, he sido consciente de la dificultad que supone manejar ciertos programas informáticos y adaptarlos a arquitecturas ausentes. Sin embargo, el dominio de los mismos una vez superada esta fase agiliza mucho cualquier proceso de reconstrucción.

La elección de Jørn Utzon como arquitecto y su arquitectura ausente del prototipo elegido del Espanisva Building System ha sido muy interesante. Se encontró bastante información sobre el sistema, sobre los módulos que la componen, pero escasa información sobre los prototipos que diseñó, por lo que muchas de las partes del proyecto se han tenido que deducir a partir de la información encontrada.

En mi opinión, la idea de diseñar la vivienda a base de módulos prefabricados es una opción muy adecuada a la hora de producir viviendas en serie. El sistema permite una gran organización del espacio simple y variada y siempre alrededor de un patio. Además, en estos tiempos de crisis es importante destacar que el presupuesto es bajo y la ausencia de mano de obra especializada para poder construirlo.

En conclusión, podemos decir que los módulos prefabricados puede dar forma a cualquier proyecto personalizado de arquitectura industrializado, importante en esta época de constantes cambios y movimientos. El uso de nuevas tecnologías facilita la construcción virtual y real de estas arquitecturas.

Esto es, la arquitectura aditiva, de Jørn Utzon.



5. ÍNDICE DE LAS FIGURAS

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

- Fig. 1.1. <http://3.bp.blogspot.com/-uwMaKm3LKz8/TqshuHauRNI/AAAAAAAAABRw/-9rCfNkFNQg/s1600/JORN+UTZON%252C+Museo+en+Silkeborg%252C+Dinamarca%252C+1963%252C+planta.JPG>
- Fig. 1.2. <http://www.zaha-hadid.com/architecture/changsha-meixihu-international-culture-art-centre/>
- Fig. 1.3. Captura de pantalla de AutoCAD, elaborada por la autora
- Fig. 1.4. Captura de pantalla de Revit, elaborada por la autora
- Fig. 1.5. Imagen virtual en Lumion, elaborada por la autora

CAPÍTULO 2: SOBRE JØRN UTZON

- Fig. 2.1. <http://www.jotdown.es/2013/01/la-casa-feliz/>
- Fig. 2.2. http://cache.lego.com/r/www/r/architecture/-/media/franchises/architecture%202015/explore/past%20products/story/21012%20sydney%20opera%20house/21012_facts_explore_720.jpg?l.r2=-1827391039
- Fig. 2.3. <https://www.urlaubsarchitektur.de/en/can-lis/>
- Fig. 2.4. https://www.google.es/search?q=jorn+utzon&biw=1366&bih=638&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjC1O_qsubPAhUKnRQKHUSqDtkQ_AUIBigB#tbm=isch&q=casa+bille+jorn+utzon+imgrc=gqkwqrWZT2IJ8M%3A
- Fig. 2.5. <http://www.utzonphotos.com/guide-to-utzon/not-completed/town-center-farum/>
- Fig. 2.6. <https://proyectos4etsa.wordpress.com/2015/02/15/asamblea-nacional-de-kuwait-1969-jorn-utzon/>
- Fig. 2.7. <http://www.utzonphotos.com/guide-to-utzon/projects/sectional-housing-system-espansiva/>
- Fig. 2.8. <http://www.utzonphotos.com/guide-to-utzon/inspirations/new-inspiration-page/>

CAPÍTULO 3: ESPANSIVA BUILDING SYSTEM (1969)

- Fig. 3.1. <http://www.utzonphotos.com/guide-to-utzon/projects/espansiva-hellebaek/>
- Fig. 3.2. http://www.utzonphotos.com/assets/projects/espansiva/_resampled/RatioResizedWatermarkImage15001500-espansiva_drawing_4.jpg
- Fig. 3.3. <https://proyectosblanca.wordpress.com/2015/03/25/jorn-utzon-sistema-constructivo-espansiva/>
(Leyenda elaborada por la autora)
- Fig. 3.4. Tabla elaborada por la autora, en AutoCAD.
- Fig. 3.5. Tabla elaborada por la autora, en AutoCAD.
- Fig. 3.6. Esquema elaborado por la autora, en AutoCAD.
- Fig. 3.7. Esquema elaborado por la autora, en AutoCAD.
- Fig. 3.8. Boceto escaneado del libro "Jørn Utzon Logbook Vol. V Additive Architecture".
- Fig. 3.9. Alzado a escala 1:100, elaborado por la autora, en Revit y Photoshop.
- Fig. 3.10. Boceto escaneado del libro "Jørn Utzon Logbook Vol. V Additive Architecture".
- Fig. 3.11. Alzado a escala 1:100, elaborado por la autora, en Revit y Photoshop.
- Fig. 3.12. Boceto escaneado del libro "Jørn Utzon Logbook Vol. V Additive Architecture".
- Fig. 3.13. Boceto escaneado del libro "Jørn Utzon Logbook Vol. V Additive Architecture".
- Fig. 3.14. Alzado a escala 1:100, elaborado por la autora, en Revit y Photoshop.
- Fig. 3.15. Boceto escaneado del libro "Jørn Utzon Logbook Vol. V Additive Architecture".
- Fig. 3.16. Boceto escaneado del libro "Jørn Utzon Logbook Vol. V Additive Architecture".
- Fig. 3.17. Alzado a escala 1:100, elaborado por la autora, en Revit y Photoshop.
- Fig. 3.18. Sección a escala 1:150, elaborada por la autora, en Revit.
- Fig. 3.19. Planta sin escala, elaborado por la autora, en AutoCAD y Revit.
- Fig. 3.20. Sección a escala 1:100, elaborada por la autora, en Revit y Photoshop.
- Fig. 3.21. Sección a escala 1:150, elaborada por la autora, en Revit.

- Fig. 3.22. Boceto escaneado del libro "Jørn Utzon Logbook Vol. V Additive Architecture".
- Fig. 3.23. Sección a escala 1:100, elaborada por la autora, en Revit y Photoshop.
- Fig. 3.24. Sección a escala 1:150, elaborada por la autora, en Revit.
- Fig. 3.25. Sección a escala 1:150, elaborada por la autora, en Revit y Photoshop.
- Fig. 3.26. Sección a escala 1:150, elaborada por la autora, en Revit.
- Fig. 3.27. Sección a escala 1:100, elaborada por la autora, en Revit.
- Fig. 3.28. Boceto escaneado del libro "Jørn Utzon Logbook Vol. V Additive Architecture".
- Fig. 3.29. Planta a escala 1:150, elaborada por la autora, en AutoCAD y Revit.
- Fig. 3.30. Planta a escala 1:200, elaborada por la autora, en Revit.
- Fig. 3.31. Boceto a escala 1:200, elaborado por la autora en AutoCAD.
- Fig. 3.32. Boceto a escala 1:200, elaborado por la autora en AutoCAD.
- Fig. 3.33. Boceto a escala 1:200, elaborado por la autora en AutoCAD.
- Fig. 3.34. Planta a escala 1:200, elaborada por la autora, en Revit.
- Fig. 3.35. Planta a escala 1:200, elaborada por la autora, en Revit.
- Fig. 3.36. Planta a escala 1:200, elaborada por la autora, en Revit.
- Fig. 3.37. Planta sin escala, elaborada por la autora, en Revit.
- Fig. 3.38. Volumetría general, elaborada por la autora en AutoCAD.
- Fig. 3.39. Volumetría, elaborada por la autora, en Revit.
- Fig. 3.40. Despiece de la volumetría, elaborada por la autora, en Revit.
- Fig. 3.41. Volumetría seccionada, elaborada por la autora, en Revit.
- Fig. 3.42. Volumetría seccionada, elaborada por la autora, en Revit.
- Fig. 3.43. Volumetría seccionada, elaborada por la autora, en Revit.
- Fig. 3.44. Volumetría seccionada, elaborada por la autora, en Revit.
- Fig. 3.45. Vista exterior elaborada por la autora, en Revit , Lumion y Photoshop.
- Fig. 3.46. Imagen escaneada del libro "Jørn Utzon Logbook Vol. V Additive Architecture".

- Fig. 3.47. Vista exterior elaborada por la autora, en Revit , Lumion y Photoshop.
- Fig. 3.48. Vista exterior elaborada por la autora, en Revit , Lumion y Photoshop.
- Fig. 3.49. Imagen escaneada del libro "Jørn Utzon Logbook Vol. V Additive Architecture".
- Fig. 3.50. Vista interior elaborada por la autora en Revit , Lumion y Photoshop.
- Fig. 3.51. Sección general fugada elaborada por la autora, en Revit.
- Fig. 3.52. Imagen escaneada del libro "Jørn Utzon Logbook Vol. V Additive Architecture".
- Fig. 3.53. Imagen escaneada del libro "Jørn Utzon Logbook Vol. V Additive Architecture".
- Fig. 3.54. Vista interior elaborada por la autora en Revit , Lumion y Photoshop.
- Fig. 3.55. Imagen escaneada del libro "Jørn Utzon Logbook Vol. V Additive Architecture".
- Fig. 3.56. Vista interior elaborada por la autora en Revit , Lumion y Photoshop.
- Fig. 3.57. Vista interior elaborada por la autora en Revit , Lumion y Photoshop.

4. CONCLUSIONES

- Fig. 4.1. Maqueta conceptual física, impresa con impresora 3D.



6. BIBLIOGRAFÍA Y PÁGINAS WEBS

6.1. Bibliografía

ARKITEKTUR (revista), (1970). #1, essay Additiv arkitektur, de Jørn Utzon. Copenhagen.

J. FERRER FORÉS, JAIME, (2006). "Jørn Utzon. Obras y proyectos". Barcelona, España, Editorial Gustavo Gili S.L.

NIETO, FUENSANTA y SOBEJANO, ENRIQUE, (2004). "Utzon: Museo de Silkeborg (1963)". Madrid, España, Editorial Rueda S.L.

PIQUER CASES, JUAN CARLOS, (2008). "El modelo digital arquitectónico en el desarrollo gráfico del proyecto". Valencia, España, Editorial Universidad Politécnica de Valencia.

WESTON, RICHARD, (2009). "Jørn Utzon Logbook Vol. V Additive Architecture". Alemania, Editorial Blondal.

ZODIAC 10 (revista), (1962). "Platforms and Plateaus: Ideas of a Danish Architect" de Jørn Utzon. Milán.

6.2. Páginas webs

http://www.academia.edu/4791016/INFLUENCIA_DE_LA_TECNOLOGIA_EN_LA_MORFOLOGIA_DE_LA_ARQUITECTURA_CONTEMPORANEA

<http://moisescerda12.blogspot.com.es/p/ejercicios-finales.html>

<http://www.autodesk.es/products/autocad/overview>

<http://es.slideshare.net/dark7538/auto-cad-3d-15121234>

https://www.researchgate.net/publication/236221931_EL_IMPACTO_DEL_DESARROLLO_TECNOLOGICO_EN_LA_ARQUITECTURA

http://www.stepienybarno.es/blog/2011/11/29/jorn-utzon-_plataformas-y-otras-esencias-arquitectonicas/

http://www.pritzkerprize.com/sites/default/files/file_fields/field_files_inline/2003_bio_0.pdf

<http://denmark.dk/en/meet-the-danes/great-danes/architects/joern-utzon/>

<http://www.additivearchitecture.com/portfolio/building-bytes/>

<https://proyectos4etsa.wordpress.com/tag/utzon/>

<https://proyectos4etsa.wordpress.com/2012/01/11/sistema-espansiva-jorn-utzon-1969/>

<https://proyectosblanca.wordpress.com/2015/03/25/jorn-utzon-sistema-constructivo-espansiva/>

<file:///C:/Users/Muduan/Downloads/Dialnet-AntecedentesDeLaViviendaIndustrializadaComoPropues-4750193.pdf>

<http://www.foroxerbar.com/viewtopic.php?t=8369>

<https://proyectosblanca.wordpress.com/tag/espansiva/>

<https://vimeo.com/9158833>

<http://proyectos1etsaun.blogspot.com.es/2013/02/jorn-utzon-p2003.html>

<http://es.slideshare.net/shivanisaxena792/jorn-utzon-50268705>

<http://www.arquitecturaviva.com/Info/News/Details/1937>

<http://hicarquitectura.com/2011/03/la-esencia-de-la-arquitectura-jorn-utzon/>

<http://www.jmhdezhdz.com/2011/12/frases-y-citas-celebres-arquitectura.html#Jorn Utzon>

<http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/764955/en-perspectiva-jorn-utzon>

http://www.pritzkerprize.com/sites/default/files/file_fields/field_files_inline/2003_bio_0.pdf

<http://www.jotdown.es/2013/01/la-casa-feliz/>

http://www.stepienybarno.es/blog/2011/11/29/jorn-utzon-_-plataformas-y-otras-esencias-arquitectonicas/

http://www.tallerbaliero.com.ar/descargas/05_JornUtzon.pdf

http://svana.dk/media/200608/aa_u_slutrapport_sns_092_00019.pdf

<http://www.utzonphotos.com/guide-to-utzon/projects/>

<http://www.foroxerbar.com/viewtopic.php?t=8369>

<http://www.diariodemallorca.es/portada/2009/05/10/semillas-jorn-utzon/462141.html>

“Arquitecturas y Paisajes Ausentes. Reconstrucción gráfica: Jørn Utzon” es un proyecto basado en la reconstrucción gráfica de un proyecto de Jørn Utzon que ha sido olvidado: un prototipo del “Espansiva Building System”. Hoy en día, tenemos la suerte de contar con la ayuda de programas informáticos que, gracias a conocimientos matemáticos y décadas de investigación, podemos manejar fácilmente y construir cualquier estructura digitalmente. El avance de la tecnología en los últimos tiempos es significativo y un punto clave para mirar hacia el futuro.

En este trabajo se emplearán varios programas informáticos para visualizar cómo sería la vivienda, sin la necesidad de que ésta esté físicamente construida. Además, con la ayuda de una innovadora impresora 3D, se experimentará con piezas del proyecto “Espansiva Building System”, una arquitectura aditiva de Jørn Utzon, que por ser también una construcción prefabricada, ayudará en el proceso de entender este sistema.

Palabras clave: reconstrucción gráfica, Jørn Utzon, programas informáticos, arquitectura aditiva, Espansiva Building System.