

Andrea Pousada Pita



Reconvertir contenedores marítimos en viviendas sostenibles en
el sudeste de España
Una vivienda en Cartagena

Universidade Fernando Pessoa
Faculdade de Ciências e Tecnologia
Curso de Arquitectura e Urbanismo

Porto 2017

Andrea Pousada Pita

Reconvertir contenedores marítimos en viviendas sostenibles en
el sudeste de España
Una vivienda en Cartagena

Universidade Fernando Pessoa
Faculdade de Ciências e Tecnologia
Curso de Arquitectura e Urbanismo

Porto 2017

Andrea Pousada Pita

Reconvertir contenedores marítimos en viviendas sostenibles en
el sudeste de España
Una vivienda en Cartagena

Trabajo presentado a la Universidad Fernando Pessoa como parte de los requisitos para la obtención del grado de Maestro en Arquitectura y Urbanismo.

Orientador:

Pedro Santiago

Dedicatoria:

A mis padres por todo el apoyo dado en estos años

Agradecimientos

A todos mis compañeros, amigos y familia por la ayuda prestada

Resumen

En la arquitectura hay una gran preocupación por el medio ambiente y en los contenedores encontramos algunas características ecológicas interesantes. La propuesta de vivienda sostenible, modular, y prefabricada a base de contenedores se basa en el aprovechamiento de materiales, ya sea reutilizándolos o reciclándolos. Con la reutilización de estos módulos marítimos contribuimos a que la huella ecológica sea menor.

Los contenedores son el punto central de todo el proyecto, siendo la estructura y el generador de espacios de toda la vivienda, dando lugar al diseño final de la vivienda familiar. Con esta propuesta pretendemos analizar los problemas y beneficios que surgen al construir con los contenedores, como convertirlos en habitables, que sistemas constructivos y materiales se adaptan mejor en esta nueva arquitectura emergente.

Al utilizar como elementos fundamentales en el diseño de la vivienda estos contenedores de transporte, permite la realización de un proyecto innovador que fusiona espacios funcionales, combinados con una arquitectura bioclimática y sustentable. El proyecto tiene como finalidad crear una vivienda familiar, permitiendo una estancia confortable y amigable con el medio ambiente, que cumpla con todas las necesidades familiares, y a su vez se relacione con el entorno.

Abstract

The field of architecture is becoming increasingly concerned with environmental issues. In this sense, some ecological features can be found in shipping containers. The proposal for modular, sustainable housing using prefabricated shipping containers, defend the effective use of resources by recycling and re-using materials, while decreasing our ecological footprint.

The proposal focuses on the use of prefabricated shipping containers that act not only as structural elements, but also as space-generating objects which create the final design for a single family dwelling. The aim is to analyse the benefits and handicaps of building with shipping containers, how to make them habitable and to perceive which materials and constructive solutions best assimilate this new emerging architecture.

Using shipping containers as basic elements for home planning allows to achieve an innovative design which merges functional spaces along with sustainable, bioclimatic architecture. The project's main objective is to create a single family dwelling, allowing for an eco-friendly, comfortable living space which fulfils all family needs while relating coherently to it's surroundings.

ÍNDICE

SUMARIO

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

RESUMEN

ABSTRACT

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN

1.CAPÍTULO I ARQUITECTURA MODULAR y CONTENEDORES

1.1.Inicios de la arquitectura modular

1.2.Viviendas a partir de contenedores

1.3.Historia de los contenedores de mercancías

1.3.1.El nacimiento del contenedor

1.3.2.El contenedor gana popularidad

1.3.3.El tamaño de los contenedores

1.4.Introducción a la arquitectura con contenedores

1.4.1.Origen

1.4.2.Tipos de contenedores

1.4.3.Estructura

1.4.4.Sistema de sujeción de los contenedores

1.4.5.Normativa aplicable

1.4.6.Ventajas e inconvenientes de las viviendas con contenedores

2.CAPITULO II ASPECTOS A TENER EN CUENTA EN LA CONSTRUCCIÓN CON CONTENEDORES.

2.1.Diseño bioclimático

2.1.1.Comportamiento térmico

2.1.2.Transpirabilidad y ventilación

2.1.3.Impermeabilización

2.1.4.Materiales

2.2.Ubicación

2.3.Preparación del terreno

2.4.Transformación de los contenedores

3.CAPITULO III EJEMPLOS DE VIVIENDAS CON CONTENEDORES SEGÚN SU DISPOSICIÓN

3.1. Container Guest House. 1 Contenedor

3.2. Two-tree House, 2 Contenedores

3.3.Casa R4HOUSE. Contenedores en altura

3.4.Casa WFH/Argency. Contenedores separados

3.5.Urban Space Management, Container city I. Bloque de viviendas

**3.6.Ampliación de vivienda. Integración de contenedores con una vivienda
tradicional**

4.CAPITULO IV Proyecto de vivienda familiar en Cartagena, España

4.1.Contexto

4.2.El lugar

4.3.Programa

4.4.La ubicación

4.5.La propuesta arquitectónica

4.6.Los materiales y sistemas constructivos

4.7.Análisis del impacto ambiental de los materiales

4.7.1. Evaluación energética de la vivienda

**4.7.2.Huella ecológica de los materiales empleados en la construcción de la
vivienda.**

5.CONCLUSIÓN

6.BIBLIOGRAFÍA

7.ÍNDICE FIGURAS

8.ÍNDICE TABLAS

9.ANEXOS

INTRODUCCIÓN

MOTIVOS:

Académicos

Con este tema pretendo profundizar en el uso de los contenedores para la construcción de viviendas sustentables y económicas.

Analizaremos también la forma y construcción de algunas vivienda en distintos puntos geográficos observando la gran adaptabilidad de estos elementos. También estudiaremos los elementos necesarios para la correcta ejecución para un uso habitacional.

Como este tema tiene relación con la sustentabilidad y el reciclaje, se analizará la integración de los materiales y sistemas de construcción bioclimáticos con los contenedores.

Profesionales

La construcción con contenedores es una de las arquitecturas más recientes, y aunque ya tiene una gran número de proyectos por todo el mundo aún hay margen para explorar con este tipo de elementos. Puede ser un nicho de trabajo y de mercado importante si se crea un sistema de montaje en cadena para reducir costes, con lo que ello implica en ganancia de tiempo en la construcción de la vivienda.

Personales

Me decanto por este tema porque me parece un sistema de construcción distinto y singular al convencional que puede igualar las comodidades y necesidades de una vivienda al uso.

Y también porque puede abarcar distintos tipos de usos arquitectónicos con la estructura tan rígida que tiene, abarcando un gran número de posibilidades de forma y distribución

OBJETIVOS:

Con este tema pretendo analizar otro tipo de vivienda y construcción que se puede llevar a cabo con otros materiales y sistemas constructivos distintos a los empleados en una vivienda tradicional.

El contenedor fue creado para transportar mercancías a todo el mundo, de una forma segura y económica.

Unos 30 millones de contenedores transportan su carga alrededor del mundo y ahora los arquitectos los transforman en viviendas, oficinas, hoteles y hasta museos.

A su vez este tipo de construcciones tienen ciertas ventajas respecto a la tradicional, bajo tiempo de ejecución, cimentación mínima y fácil de transportar.

La customización de esta arquitectura es muy amplia y la forma del espacio, aunque rígida por la forma, las distribuciones interiores son perfectamente habitables y confortables. *(Kotnik, 2013)*

Las dimensiones de algunos de los contenedores coinciden con la escala humana, y cumplen con la normativa CTE, y por eso pueden ser espacios habitables.

La estructura de los contenedores fue diseñada para soportar fuertes acciones ambientales, de carga, gran parte de esta resistencia proviene de la chapa grecada del mismo, dándole gran capacidad de resistencia a la flexión, flexo-tracción y flexo-compresión. *(Seguí, 2014)*



Fig.1.1 R4House

En general la arquitectura con contenedores reutilizados es sostenible, reciclada y reciclable, las 3R. Desde una industrialización realista, reduce drásticamente la huella ecológica de la construcción al incidir con sencillez sobre el más grave problema a

medio plazo de la humanidad: recursos y residuos. Además, al tratarse de un material amortizado tiene por tanto un precio relativamente bajo, por consiguiente reduciendo considerablemente el coste final de la edificación. *(Kotnik,2013)*

Una construcción industrializada y modular permite gestionar de una forma más eficaz los residuos, la introducción de materiales reciclados, y pensar en un proceso más integrado de construcción, dando mayores garantías respecto a los costes, tiempos más cortos de ejecución, y mano de obra más especializada.

Este tipo de arquitectura implica tener unos estándares en la construcción que son necesarios llevar a cabo para que toda la edificación sea sostenible, tipo de materiales, sistemas de montaje, ubicación, etc. *(Smith, 2013)*

La finalidad de este trabajo es mostrar el proceso de transformación de un contenedor para uso habitacional, que tipo de construcciones se pueden llevar a cabo con ellos y sobre todo dar una visión general de los problemas que surgen al construir con este tipo de elementos, también se hará una pequeña visión general de varios proyectos.

El camino seguido en esta tesis sigue las líneas antes expuestas, aunque hay otros caminos que explorar, pero por motivos personales, de espacio y de motivación se optó por enfocar el trabajo en esta dirección.

1. Capítulo I ARQUITECTURA MODULAR Y CONTENEDORES

1.1- Inicios de la arquitectura modular

Una casa prefabricada es aquella que puede ser construida bajo techo en fábrica. La producción una vez terminada en lo que podemos llamar “el contenedor” es transportado en vehículos al sitio elegido donde las partes serán ensambladas y así se completa la obra. Debemos recordar que la casa modular no es una casa móvil, simplemente se trata de una vivienda construida fuera del emplazamiento y es por lo que se diferencia de la casa tradicional.

Normalmente la vivienda prefabricada dispone de múltiples módulos que conforman las diferentes estancias para habitar. Muy similar al juego de “Lego”.

El inicio de la arquitectura prefabricada la podemos situar entorno al año 1830 en Estados Unidos, cuando Herbert John Manning, carpintero de profesión, diseñó una casa prefabricada para su hijo, y fue de esta situación como salieron las Manning Cottages, modelos de madera que buscaban facilidad en la construcción y facilidad en el transporte, esto lo conseguía ensamblando las piezas en el taller. *(Smith, 2013)*

Según el propio Manning los elementos constructivos no pesaban mas que un hombre, lo que facilitaba los traslados del material sin ayuda de animales de tiro.

Estas viviendas estaban pensadas también para ser desmontadas y trasladadas según las necesidades de los colonos.

El salto de popularidad de las casas prefabricadas en Estados Unidos se dio gracias a la venta por catalogo a principio del siglo XX, empresas como Sears, Roebuck and Co. o Aladín ofrecían a sus clientes kits que les permitían levantar sus propios hogares, adaptándolos a sus gustos y a sus presupuestos.

Había dos tipos de arquitectura, una que se construía en las piezas en taller y se ensamblaban in situ en el terreno y la segunda se trasladaba la casa ya terminada o en módulos desde el taller hasta el punto definitivo del terreno. *(Smith, 2013)*

En la primera categoría, los modelos prefabricados los encontramos en Norteamérica. Fueron varias las empresas que empezaron a ofrecer en catálogos las “Kit Houses”, que venían en piezas simples para después ensamblar en obra. Sears, Roebuck and Co. La empresa más importante, ya que, con la producción en serie de los elementos consiguieron reducir costes, y con la modulación de estructura y carpintería acortaron

los tiempos de ejecución en un 40%. Además ofrecían la última tecnología en electricidad, fontanería y sistemas de calefacción, lo que hacía mucho más atractiva la oferta.

Este tipo de viviendas se cuentan por millones salpicando todo el país en la primera mitad del siglo XX. (Smith, 2013)

\$191⁰⁰

20' 0"

16' 0"

LIVING ROOM
10' 0" x 15' 0"

KITCHEN
8' 6" x 7' 6"

BEDROOM
8' 6" x 7' 0"

PORCH
9' 8" x 5' 0"

Floor Plan No. C2034

Honor Built Modern Home No. C2034 "Already Cut" and Fitted. Price, \$266.00
Standard Built Modern Home No. C034 Not Ready Cut. Price, 191.00

For \$266.00 Honor Built (\$191.00 Standard Built) we will furnish all the material to build this Three-Room House, consisting of Lumber, Lath, Fire-Chief Shingle Roll Roofing, Mill Work, Flooring, Ceiling, Siding, Finishing Lumber, Building Paper, Pipe, Gutter, Sash Weights, Hardware and Painting Material. NO EXTRAS, as we guarantee enough material at the above price to build this house according to our plans.

Price does not include cement, brick or plaster.

For Our Offer of Free Plans See Page 6.

NO DOUBT you will be surprised at the idea of getting the material for a house of this kind for such a low price. The picture of the house, however, cannot be expected to show anything of the quality of the material which we furnish. This is what really sets the standard of value in our houses. We aim to provide material that will be even better than is considered necessary by a good many people. It pays to do this, however, because it saves extra expense bills for repairs from time to time. For the roof, we specify fifteen-year guaranteed Fire-Chief Shingle Roll Roofing, dark red or sea green in color. In addition to this, note the Craftsman front door and the ornamental trellis.

Main Floor.
This up to date little Modern Home has three good size rooms, well lighted and can be thoroughly ventilated. All interior doors are five-panel clear yellow pine with beautiful grain. Clear yellow pine flooring and trim for all rooms. Rooms are 8 feet 4 inches from floor to ceiling.
Painted two coats outside, your choice of color. Varnish and wood filler for interior finish.
Built on a concrete block foundation, frame construction and sided with narrow beryl clear cypress siding. Fire-Chief Shingle Roll Roofing for the roof, guaranteed for fifteen years.
This house can be built on a lot 25 feet wide.

Honor Built Houses.
Honor Built Houses mean that we furnish good heavy joints spaced 14 1/2 inches apart. First Floors are double. Studs are 14 1/2 inches apart. Rafters 14 1/2 inches apart. The outside walls are lined with good wood sheathing and outside siding. All glass 24x36 inches or larger is furnished in good double thick quality. Flooring is clear grade and all of the inside trim is clear grade. In fact, all of the material is selected quality, and that part of the lumber which is to have an oil finish is exceptionally nice grain.

Standard Built Houses.
In Standard Built Houses the joints are not as heavy. They are not bridged between the studs. The studs are farther apart. The Rafters are farther apart. The Floors are single instead of double. The Outside Walls are not lined with wood sheathing. Standard Built Houses do not make as warm houses as Honor Built Houses, but are more suitable for warmer climates and are sometimes offered on the market as high class houses. See comparison between Honor Built and Standard Built houses. on page 9.

MACHINE MADE - CUT TO FIT
CORRECTLY MADE
EASY TO BUILD
Money, Time and Labor Saved.

SEARS, ROEBUCK AND CO., CHICAGO, ILLINOIS

—12—

Fig.1.2 Catálogo de las Kit-Houses de Sears, Roebuck & Co. entre 1908 y 1940, resanmodular, Prefabricated Systems

El siguiente salto en este tipo de construcción lo dio uno de los grandes arquitectos del siglo XX, Le Corbusier, quien pensaba que el futuro de la arquitectura pasaba por estar ligado a la prefabricación.

En su libro "Hacia una arquitectura", Le Corbusier planteaba el concepto de casa como "máquina de habitar" y en él establecía una comparación entre la producción industrial de los automóviles y la construcción tradicional de las casas. Para él, la solución a la crisis de la vivienda que existía en su época, pasaba por crear elementos en serie estandarizados en cadenas de montaje, optimizando costes y reduciendo los tiempos de espera. (Le Corbusier, 1998)

Sin embargo, fue uno de sus colaboradores, Jean Prouvé, el que más contribuyó al desarrollo de la arquitectura modular, fruto de toda una vida dedicada a la investigación. Fue capaz de ver las posibilidades de la producción industrial y llevarlas a la arquitectura, sobre todo para la construcción de casas de emergencia de bajo coste.

Trabajó en numerosos proyectos de viviendas prefabricadas, llegando incluso a ser el encargado de diseñar 14 casas unifamiliares de precio contenido para la ciudad de París que le encargó el gobierno francés en 1949. *(Le Corbusier, 1998)*

El aluminio como material principal, con planta libre configurable y una cubierta mínima ligera, era una de las características principales de estas viviendas.

Las casas se conformaron con un cerramiento consistente en paneles modulares, incluyendo puertas, paredes opacas o perforadas, brise soleils, ventanales inclinados, etc, dando lugar a un gran abanico de posibilidades de configuración permitiendo dar respuesta a necesidades de orientación, iluminación o ventilación. De esta forma Prouvé consigue desligar el concepto de uniformidad de la arquitectura diseñada mediante elementos estandarizados, ya que, de las 14 viviendas proyectadas, ninguna se repite.

(Le Corbusier, 1998)



Fig.1.3 Casas de la colonia Meudon en Francia, de Jean Prouvé

Estas viviendas fueron un manifiesto de la arquitectura industrializada, y quizá fueron el experimento mas exitoso en este tipo de construcción, ya que se construyeron en serie y se han mantenido en pie mas de medio siglo aun siendo casas proyectadas para ser temporales. *(Smith, 2013)*

Otro arquitecto precursor en la arquitectura modular fue Buckminster Fuller con su casa Dymaxion, construida en 1945. Concebida como vivienda temporal para la Segunda Guerra Mundial de forma circular, con cúpula geodésica de chapa metálica y un diseño que para esa época era futurista. Estaba pensada para ser eficiente usando los recursos de los climas extremos de la zona. (Smith, 2013)

Se construían con la misma tecnología que usaban para los aviones, siendo ligeras, económicas y fáciles de transportar y montar.

Aunque fue un proyecto fallido, representa el primer prototipo de arquitectura autosuficiente del siglo XX.



Fig.1.4 Prototipo de casa Dymaxio, de Buckminster Fuller

Otro sistema modular que revolucionó este tipo de arquitectura fue el que diseñó en 1970 el arquitecto Kisho Kurokawa con la Nakagin Capsule Tower.

Era un edificio pensado para dar cabida eventual en el centro de la ciudad a los trabajadores de Tokio que vivían en los suburbios.

La torre se formaba por módulos de vivienda mínima que podrían ir creciendo orgánicamente, permitiendo cambiar para adaptarse a los cambios de demanda.

El sistema consistía en una estructura de hormigón armado con núcleos de comunicación a la que se le anclaban los módulos en 4 puntos, permitiendo la

posibilidad de reconfigurar la torre periódicamente, dependiendo de las necesidades del momento. Los módulos, de 2.3 x 3.8 x 2.1 m se prefabricaban en un taller, con un cerramiento ligero de acero, para luego montarse in situ en la torre. Contaban con mobiliario y comodidades de la época y se podían agrupar para dar alojamiento a familias enteras. (Smith, 2013)

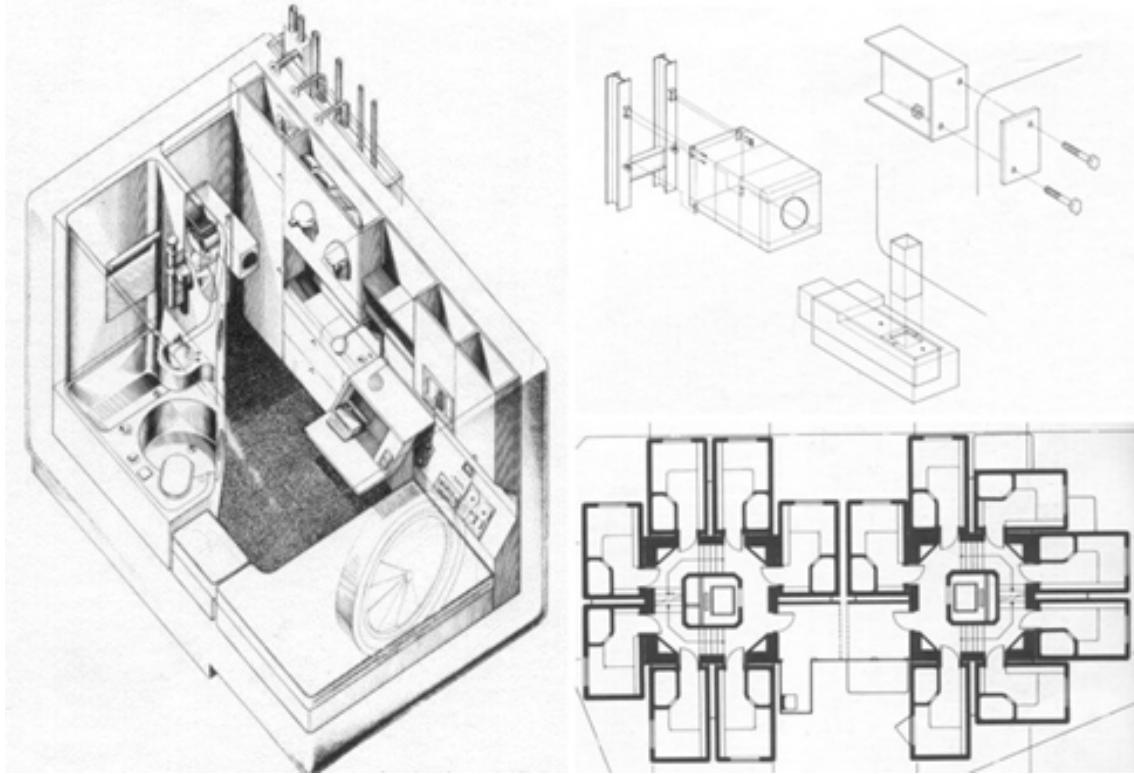


Fig. 1.5 Perspectiva y esquema de montaje de cápsulas, y planta de la torre

1.2 Viviendas a partir de cajas

En este siguiente apartado vamos a ver una pequeña selección de proyectos con módulos habitables y edificios modulares, y así ver las ventajas ambientales que este tipo de construcción presenta.

La intención de esta pequeña visión general con este tipo de construcción es obtener conclusiones útiles para la siguiente etapa, la definición de una vivienda unifamiliar empleando contenedores marítimos. (Knaack, et., 2012)

Tipos de construcción modulares:

- **Módulos estándar y módulos adaptados:** sistemas modulares, dirigidos principalmente para construcciones temporales. Son unidades muy básicas que carecen de tratamiento para adaptarse a las condiciones del sitio o del edificio del que formarán parte. También se incluyen aquellos sistemas estandarizados que sí se adaptan a los requerimientos específicos de un proyecto o clima particulares. (Knaack, et., 2012)

- **Edificios modulares no desmontables:** Para nuestro estudio de construcción con iso containers estos edificios son lo contrario a los principios de nuestro proyecto, ya que al ser construcciones permanentes rompe con los principales puntos de reutilizar, rehabilitar y reciclar. Aunque muchos de estos edificios contienen información que podría ser útil. (Knaack, et., 2012)

- **Edificios modulares desmontables y reconstruibles:** Es con esta forma de construcción con la que podemos sacar mas información para nuestro proyecto de vivienda unifamiliar con contenedores. Puesto que los edificios pueden construirse y desmontarse, condición que hace posible que puedan volverse a utilizar o bien ser reaprovechados sus materiales una vez sean desmontados completamente. (Knaack, et., 2012)

Podemos decir que todos estos sistemas prefabricados de construcción partían de su construcción en la fábrica y se montaban en obra, dependiendo de la envergadura de la obra, la cantidad de módulos o secciones variaban en número y el montaje se demoraba en el tiempo, pero siempre por debajo de la ejecución de obra de una vivienda tradicional. Con los contenedores parte de la estructura ya la tenemos, únicamente hay que acondicionarlos para su uso habitacional, y al tener unas dimensiones interiores mínimas el espacio para la vivienda disminuyen, esto implica una leve reducción de tiempo respecto a las viviendas prefabricadas. En el apartado 1.4 analizaremos en profundidad las características de este tipo de elementos y como se reconvierten para otro uso para el que no estaban pensados en su diseño original. (Knaack, et., 2012)

1.3 - Breve Historia del contenedor de mercancías

El contenedor, esa caja nada vistosa dentro de la cual se transporta mercancía alrededor de todo el mundo. Aunque a veces lo tratemos como un elemento cotidiano, el contenedor ha significado una gran revolución dentro del mundo comercial.



Fig. 1.6 Malcon Mclean

Cuando Malcolm McLean embarcó el primer contenedor en abril de 1956, se desataron grandes cambios comerciales: China se convirtió en el gran fabricante mundial, la geografía económica mundial cambió y, por supuesto, los costos del transporte de carga disminuyeron. (Kotnik, 2013)

1.3.1- El nacimiento del contenedor

El comercio global, tal y como lo conocemos hoy en día, era difícil de imaginar antes de los años cincuenta. Los envíos se hacían en pequeñas cantidades. Los trabajadores portuarios se daban a la terrible tarea de embarcar el cargamento poco a poco. Este trabajo no sólo era peligroso para el cargador, sino para el barco: si la carga se movía durante el viaje, el barco podía voltearse. Pero la mayor preocupación de los transportistas eran los altos costos que los sindicatos le imponían al comercio mundial. y además, el tiempo de carga y descarga era tal que la mercancía podía permanecer durante días en los puertos. (Levinson, (2006)

No eran sólo los cargadores - todo el mundo deseaba un procedimiento más eficaz. Y fue Malcolm McLean, un magnate de Carolina del Norte dedicado al negocio del transporte terrestre, quien en definitiva cambió esta situación. Nacido en 1913, McLean dirigía una gasolinera en Red Springs, Carolina del Norte. Durante la Gran Depresión decidió buscar por sí mismo los suministros de combustible. Ya a finales de la Segunda Guerra Mundial, McLean poseía 162 camiones y una compañía que producía US\$ 2 millones anuales. Estaba obsesionado con aumentar las ganancias y controlar los gastos.

En 1953, frustrado por el impacto que estaba teniendo el tráfico sobre su negocio, McLean tuvo una idea: ¿por qué no comprar barcos y embarcar los camiones hasta sus destinos? El proyecto no fue aprobado por la Comisión Interestatal de Comercio, que le prohibía a las compañías de transporte terrestre tener barcos. Pero McLean consiguió la solución: compró Waterman Steamship Co., de Mobile. Ya tenía la idea de estandarizar su flota para que pudieran albergar contenedores. (Levinson, (2006)

Esta idea surgió del posible ahorro que significarían los contenedores. Mientras que a la mayoría de los involucrados en el transporte marítimo les parecía que el mar era muy romántico, McLean era un hombre de números. Se había dado cuenta de que este romanticismo se acabaría con el transporte rápido y barato de mercancía. Entonces hizo la prueba con uno de sus clientes, Ballentine Beer. Transportar cerveza desde Newark a Miami con el viejo sistema costaba US\$ 8 por tonelada. En cambio, con los contenedores costaba sólo US\$ 0,25. Incentivado por el ahorro que supondría para sus clientes y por las ventajas competitivas del transporte mediante contenedores, McLean decidió diseñar la caja más idónea para el transporte (ligera y aluminio en sus inicios, para luego cambiarlo por acero cortén) y resolver los problemas de carga y descarga. Su primer barco repleto de contenedores zarpó de Port Newark, Nueva Jersey, el 26 de abril de 1956. (Levinson, (2006)

1.3.2 La caja gana popularidad

McLean no estaba solo en su búsqueda de un mejor modo de transportar mercancía. Mientras que sus barcos navegaban entre Houston y Newark, una empresa de San Francisco, Matson Navigation Co., también estaba estudiando el enigma de los



Fig. 1.7 Puerto de Barcelona
para cargar y descargar barcos.

contenedores. En 1958, los primeros contenedores de Matson fueron transportados entre Hawai y San Francisco. Poco después, los puertos de Alameda, Los Angeles y Honolulu construyeron sus primeras grúas de contenedores

Pero a pesar de lo prometedor que resultaba ser el contenedor, este tendría que superar varias pruebas.

- embarcar los contenedores sin desestabilizar el barco.

- los puertos no contaban con grúas capaces de cargarlos. Así que McLean halló la siguiente solución: construyó grúas a bordo de los barcos que pudieran ser utilizadas en cualquier puerto. Pero la solución resultó costosa. Las grúas solían averiarse, y el tiempo necesario para repararlas era prolongado. *(Slawik, Bergmann, 2010)*

McLean se dio cuenta de que los contenedores permitían que el embarque y desembarque de mercancía fuera más rápido y con menos gente, lo que cambiaría la estructura de costos de la industria. Así que decidió comprar Bull Insular Line, el principal transportista entre Estados Unidos y Puerto Rico. Con su nuevo poder, Mclean convenció a la Autoridad Portuaria de Nueva York a construir un terminal de contenedores en Port Elizabeth, Nueva Jersey. *(Kotnik, 2013)*



Fig. 1.8 Barco transportando contenedores

1.3.3- El tamaño de la caja



McLean se dio cuenta de que su idea sólo funcionaría si las cajas eran iguales en todas partes (es decir, si todas tenían las mismas medidas). Entre los años cincuenta y los sesenta, las medidas de los contenedores variaron. El ejército de Estados Unidos tenía su propia versión y había compañías que ofrecían una variedad de hasta 30 modelos diferentes. (Kotnik,2013)



En 1959, la industria del transporte eligió unas medidas definitivas para la caja. Los contenedores medirían 20 o 40 pies de largo, ocho pies de alto y ocho de ancho. Esta unificación de las medidas era crucial para que el transporte mediante contenedores fuera rentable.



Sin embargo, apareció otro problema: cómo unir los contenedores entre sí o a los camiones o a los trenes. Una compañía que había patentado un sistema amenazó con demandar a quien lo copiara. Pero la amenaza fue rechazada y la estandarización triunfó. A partir de finales de los años sesenta cualquier tren, camión o barco entre Ohio y las Filipinas podía transportar contenedores sin problema alguno.



El contenedor resultó ser una fuerza tan dinámica, que prácticamente ningún aspecto de la economía de los que tocó quedó sin cambio. (Slawik, 2010)



En definitiva McLean fracasó, pero su idea triunfó a la larga. Hoy en día, gracias a este visionario, los costos de transporte no son un obstáculo insalvable para minoristas y fabricantes, y los bienes son transportados sin problemas por todo el mundo dentro de cajas. (Kotnik,2013)



Fig. 1.9 Forma de un contenedor

1.4- Introducción a la arquitectura con contenedores

1.4.1 Origen

Según el autor del artículo, *Juan Manuel de Ayara*, (Disponible en <http://www.mimbrea.com/contruccion-con-contenedores-martimos>.)

el origen de estas construcciones no es claro, pues haciendo una búsqueda detallada no ha encontrado ni una fecha, ni una persona, ni un país concreto. Pero dice cuales fueron los posibles eventos que pudieron suponer el primer paso de la reconversión de los contenedores hacia espacios habitables, por una parte con fines militares y por la otra como residencia habitual.



Fig. 1.10 Contenedor con fines militares

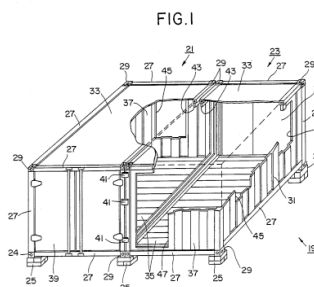
Con fines militares se emplearon durante la guerra del golfo, los utilizaban como refugios.

Unos años antes, el 23 de Noviembre de 1987, un hombre llamado Phillip C. Clark, presentó una solicitud de patente en Estados Unidos, descrita como (*Seguí, 2014*)

“Método para convertir uno o más contenedores metálicos marítimos en un edificio habitable en el lugar de construcción y el producto que de ello resulta“.

(patente US 4854094 A)

U.S. Patent Aug. 8, 1989 Sheet 1 of 4 4,854,094



•Fig. 1.11 Patente

Esta patente le fue concedida el 8 de Agosto de 1989, con el número 4854094. Ésta parece haber sido la base sobre las que muchos diseños arquitectónicos posteriores se han inspirado.

Esto parece que son lo inicios de la arquitectura de contenedores como objeto arquitectónico, según Jure Kotnik:

Surgieron como manifiestos arquitectónicos y artísticos. Tenían gran poder conceptual y exaltaban su movilidad y su naturaleza cosmopolita, así como el ascetismo espacial y los interiores cosmopolitas. La mayoría de proto-usuarios de este tipo de obras eran los llamados nómadas urbanos. (Kotnik, 2011,p.16)

Arquitectos de prestigio como MVRDV, HVDN o Jean Nouvel, construían mucho antes con contenedores de obra, usándolos mas como un producto que como una espacio habitable

1.4.2 Tipos de contenedores

Hay que empezar conociendo la base del sistema, por lo que lo primero que tenemos que ver son los tipos de contenedores que existen en el mercado.

No todos valen para poder construir con ellos, a pesar de estar estandarizados en sus medidas, deben cumplir una serie de parámetros dimensionales que los habiliten como módulos para vivienda. (Slawik, 2010)

En España según el CTE (Código Técnico de la Edificación), la altura mínima en una vivienda debe ser de 2,50m. Por ello, los únicos contenedores válidos para usar en la construcción de viviendas serán los llamados High Cube, que sobrepasan en 30 cm la altura mínima exigida, a los del tipo Dry Van. Los contenedores High Cube ofrecen una altura mínima interior de 2'70 m. lo que da un margen de 20 cm. para poder trabajar los suelos y falsos techos en el interior de cada módulo sin llegar a ser agobiante el espacio habitable útil.

(Campillo, 2014)

Tipos de Contenedores:

Dry Van: Es el contenedor estándar, el más utilizado en todo el mundo. Está herméticamente cerrado y carece de refrigeración o ventilación. (Slawik, 2010)

High Cube: Son los contenedores estándar pero con una altura mayor que su hermano menor. Se caracterizan por su gran altura (casi 3 metros). (Slawik, 2010)

Open Top: Como su propio nombre indica, están abiertos por la parte de arriba, carecen de techo. Este tipo de contenedores se utilizan para mercancías cuya altura sobrepasa la de un High Cube. Ha de tenerse en cuenta que, al sobrepasar la carga la altura estandarizada del contenedor, se cobraran suplementos por el resto de mercancía que no haya podido transportarse debido a esta circunstancia. *(Freire, 2015)*

Flat Rack: Al igual que el Open Top, se utilizan para cargas con dimensiones que sobrepasen las de las medidas estándar. Este tipo de contenedores suelen carecer también de laterales y, en algunos casos, hasta de las paredes frontal y posterior, quedando únicamente la base. Como en los anteriores, van ligados a suplementos en función del espacio que ocupe la carga a bordo del barco. *(Freire, 2015)*

Collapsible Flat Rack: Iguales que los Flat Rack, pero con la característica añadida de que sus laterales son plegables sobre la base. *(Freire, 2015)*

Open Side: Estos sólo están abiertos por uno de sus laterales, manteniendo el techo, la base y el resto de paredes. También se les aplica suplemento, por tratarse de cargas con mayor longitud. *(Freire, 2015)*

Eurocontenedor: Se está estudiando la posibilidad de incorporar una nueva medida de contenedor que se adecúe a los pallets europeos o europallets, el principal problema reside en que los buques están preparados para albergar los contenedores actuales. *(Freire, 2015)*

Dimensiones genéricas de los contenedores:

Medidaa contenedores más utilizados tipo <i>Dry Van</i>			
Concepto	20 pies, 20' × 8' × 8'6"	40 pies, 40' × 8' × 8'6"	40 pies High Cube, 40' × 8' × 9'6"
Tara	2300 kg / 5070 lb	3750 kg / 8265 lb	3940 kg / 8685 lb
Carga máxima	28 180 kg / 62 130 lb	28 750 kg / 63 385 lb	28 560 kg / 62 965 lb
Peso bruto	30 480 kg / 67 200 lb	32 500 kg / 71 650 lb	32 500 kg / 71 650 lb
Uso más frecuente	Carga seca normal: bolsas, palés , cajas, tambores, etc.	Carga seca normal: bolsas, palés , cajas, tambores, etc.	Especial para cargas voluminosas: tabaco, carbón.
Largo	5898 mm / 19'4"	12 025 mm / 39'6"	12 032 mm / 39'6"
Ancho	2352 mm / 7'9"	2352 mm / 7'9"	2352 mm / 7'9"
Altura	2393 mm / 7'10"	2393 mm / 7'10"	2698 mm / 8'10"
Capacidad	33,2 m ³ / 1172 ft ³	67,7 m ³ / 2390 ft ³	76, m ³ / 2700 ft ³

Tabla 1.1 Medidas de los contenedores

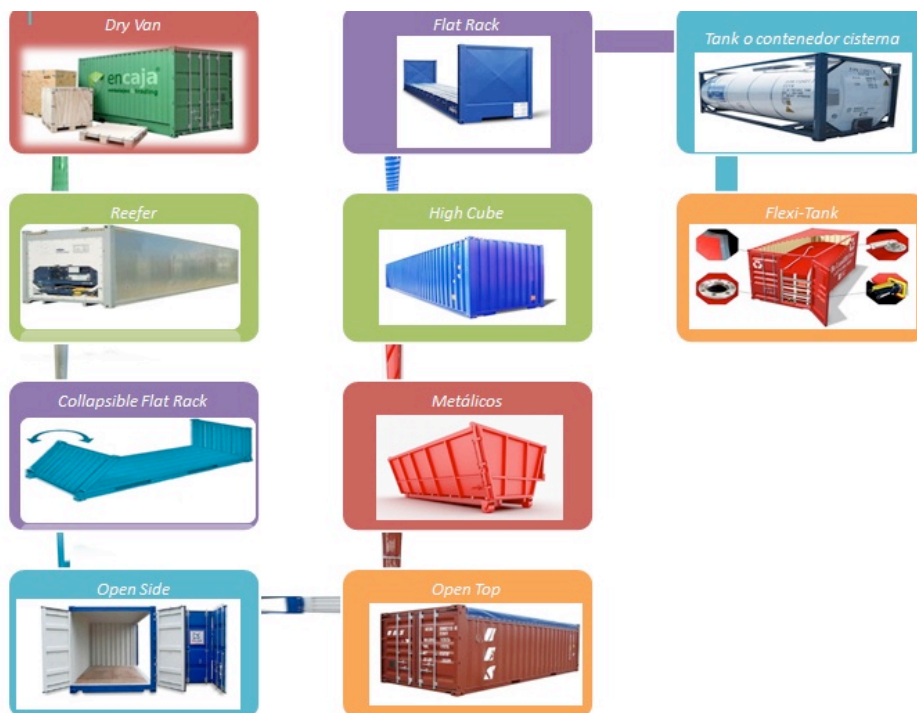
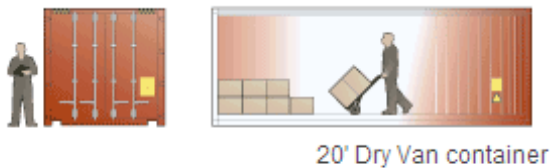


Fig. 1.12 Distintos tipos de contenedores

Precios orientativos de compra de un contenedor marítimo.

Aquí podemos encontrar multitud de precios y condiciones, dependiendo del estado y la lejanía del puerto en el cual se vendan o compren los contenedores, en la siguiente imagen vemos un pequeño resumen de precios según tamaño y localizados en el puerto de Valencia, España. (Seguí, 2014)

- 22 x 20' Dry Van (6 metros), segunda mano, en condición **Cargo Worthy**, placa CSC en vigor. Localización: Valencia
Precio... **1390 € + IVA / Unidad**



- 4 x 40' Dry Van (12 metros), segunda mano, en condición **Cargo Worthy**, placa CSC en vigor. Localización: Valencia
Precio... **1900 € + IVA / Unidad**



- 10 x 40' HC (12 metros y altura interior de 2,70 metros), segunda mano, en condición **Cargo Worthy**, placa CSC en vigor. Localización: Valencia
Precio... **1995 € + IVA / Unidad**



Fig. 1.13 Gráfico de precios

1.4.3 Estructura

El acero cortén, cuyo nombre deriva de las dos principales propiedades del material, resistencia a la corrosión y resistencia a la tracción, nos permite contar con unos elementos con un alto grado de resistencia, no solo estructuralmente, sino también a nivel climatológico, y con una alta resistencia sísmica.

Con una gran durabilidad y nobleza le permiten envejecer mejor, ya que su composición química produce una capa superficial de oxidación que lo protege del clima, incluso el óxido del acero cortén protege las cualidades mecánicas del material, no obstante se pinta con tres capas de pintura para darle mayor durabilidad a la estructura. Esta cualidad permite que el mantenimiento sea nulo en el caso de no revestir la estructura del mismo cuando se construya una vivienda. (Kotnik, 2013)



Fig.1.14 Suelo contenedor

Todo el contenedor funciona como un todo, si se recorta algún hueco este pierde sus propiedades que le caracterizan y por tanto hay que tener en cuenta esta circunstancia porque es necesario reforzar estas aberturas para mantener intacta la capacidad portante de la caja, teniendo que volver a calcular la estructura, esto suele ser un fallo habitual en este tipo de construcciones, no se vuelve a calcular con lo que

conlleva a un sinfín de patologías en un futuro. (Slawik, 2010)

Definamos ahora las características principales de los contenedores, para ello tomaremos como ejemplo los contenedores tipo “High Cube”, los mas usados para la construcción de viviendas.



Fig.1.15 Puertas contenedor

La estructura se conforma de diferentes perfiles de acero como marco principal que sirve de apoyo para el resto de piezas, dependiendo de la posición que ocupe el perfil, este soportará distintas cargas y es por ello que tendrán forma de C o rectangulares.

Como se ve en la imagen Fig. 1.14, la parte inferior se realiza disponiendo perfiles en sentido transversal proporcionando el refuerzo necesario para la base del

contenedor. La fabricación de la estructura está estandarizada por las normas ISO-1496-1, ISO-1496-2, ISO-1496-3, ISO-1496-4 y ISO-1496-5 que son las encargadas de las especificaciones y ensayos a realizar, lo que significa que no es necesario realizar cálculos estructurales adicionales a la prueba de carga obligatoria. (Seguí, 2014)

Las paredes y techo son de 2 mm de espesor y están realizadas con láminas grecadas y soldadas al bastidor principal en todas sus aristas. Además ejercen una función estructural muy importante, característica muy significativa de estas cajas.

Las cantoneras son los puntos de unión entre los contenedores y son los puntos empleados para sus traslados, están situadas en las esquinas del contenedor de carga, ocho en total, fabricadas en acero fundido y estandarizada por la norma (ISO-1161). Cada pieza está equipada con aberturas con diferente forma en los tres lados. Las aberturas con orientación superior e inferior están diseñadas con forma aproximadamente oval para el apilamiento de los contenedores, mientras que las aberturas laterales se usan principalmente para usar el equipo de elevación así como sujetar varios contenedores. (Fossoux, 2016)

El suelo del contenedor está fabricado con hojas de madera contrachapada, con un espesor total de 28 milímetros, atornillado a los perfiles antes mencionados. La madera utilizada es barnizada con una resina de fenol para combatir la presión y la humedad a la que está sometida por la carga transportada. Para un uso habitacional hay que realizar una limpieza especial antes de poder utilizarlo, pues estos químicos empleados son muy perjudiciales para la salud.

La apertura y cierre del contenedor se realiza por uno de los extremos, consta de dos hojas de acero que se pueden abrir hasta 270°. Cada hoja cuenta con un sistema de dos pernos y sus correspondientes cierres para bloquear la apertura de la hoja. Las juntas de las puertas se realizan con EPDM, resistente al tiempo, humedad, y con una buena durabilidad térmica y química. (Fossoux, 2016)

		20 pies	40 pies	40 pies HC
Largo	Interior	5.9 m	12.00 m	12.00 m
	Exterior	6.00 m	12.2 m	12.2 m
Ancho	Interior	2.34 m	2.34 m	2.34 m
	Exterior	2.40 m	2.40 m	2.40 m
Altura	Interior	2.4 m	2.4 m	2.71 m
	Exterior	2.50 m	2.60 m	2.89 m
Tara		2.300 kg	3.500 kg	3.500 kg
Carga almacenable		26.000 kg	34.000 kg	36.000 kg
Capacidad		33.3 m3	3 67.7 m3	3 76.5 m3

Tabla 1.2 Dimensiones de contenedores de 20, 40 40 HC

1.4.4 Sistema de sujeción de los contenedores

Unir los módulos entre sí no supone un problema, pues los propios contenedores ya poseen unas aberturas cantoneras) para unirse entre ellos mediante piezas fijas o móviles según las necesidades.



Fig. 1.16 Cantoneras

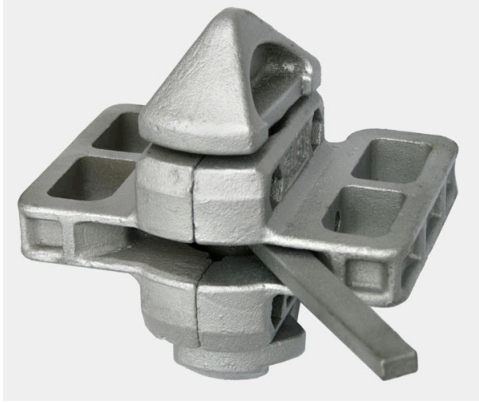


Fig. 1.17 Twistlock

Los "twistlocks" son los mecanismos empleados para conectar los contenedores verticalmente y para anclarlos a la subestructura que lo porte. Se insertan en los agujeros de las cantoneras y se fijan girando una palanca 90° para ponerlos en posición cerrada. Hoy día ya se comercializan semiautomáticos y automáticos que se bloquean y desbloquean pulsando un interruptor. (Fossoux, 2016),

Otro sistema son los "bridge fitting" se utilizan para las conexiones horizontales, tanto en el lateral como en los frentes. El acoplamiento se realiza mediante una varilla roscada y una tuerca con forma de gancho que se ancla al agujero situado en la cantonera. Los "bridge fitting" también son adecuados para transmitir cargas horizontales en construcción. (Campillo, 2014).



Fig. 1.18 Bridge fitting

Y para finalizar con cordones de soldadura si el emplazamiento va a ser definitivo. También es recomendable soldarlos en la parte intermedia de la caja, dada la longitud de los módulos.

Una vez unidos de esta manera, únicamente queda por tratar las juntas.

Las soldaduras no se emplean en toda la línea del contenedor, puesto que queda un espacio de 1 cm entre ellos y esto supondría un aumento de gasto innecesario, cuando se puede solucionar aplicando la soldadura en los puntos críticos de las uniones, dando solución estructural y sin generar un gasto innecesario.

Las juntas deben tratarse con elementos de sellado que garanticen una buena estanqueidad, tanto al agua como al aire, y deberán aplicarse tanto en el interior como en el exterior. (Fossoux, 2016).

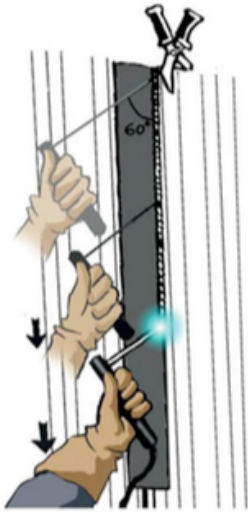


Fig. 1.19 Cordón de soldadura

1.4.5 Normativa Aplicable

Se pueden construir viviendas con ISO containers, siempre y cuando en su transformación se cumplan los requisitos exigidos por normativa en el Código Técnico de la Edificación (C.T.E.).

Una de las características más significativas de este tipo de construcciones es que permite que la solución adoptada sea ampliamente modulable, pudiendo adaptarse perfectamente a las necesidades de cada usuario. (Campillo, 2014)

A pesar de no estar fabricados ni diseñados para su uso como vivienda, debido a la normativa ISO que rige su fabricación, los ISO Containers deben cumplir una serie de solicitaciones estructurales y de diseño que les otorgan una gran ventaja para su uso como módulo habitable:

- Gran resistencia a esfuerzos, cumpliendo sobradamente los requisitos estructurales exigidos por las normativas de edificación.
- Independientes, pudiendo soportar cargas sísmicas sin sufrir deformaciones.
- Estancos, garantizando su impermeabilidad frente al agua.
- Modulables, pudiendo combinarlos para obtener la solución arquitectónica final que nosotros queramos.
- Tamaño estándar, facilitando enormemente su transporte y reduciendo los tiempos y precios de los mismos. (Campillo, 2014)

Luís Rodríguez, arquitecto de Gran Canaria, a través de su blog personal Habitainer.org, dice lo siguiente en relación a su legalidad:

Las cuestiones que afectan el régimen legal aplicable a los contenedores habitables son siempre un factor a considerar en cualquier proyecto. La premisa de partida, sobre la cual se aplica una filosofía constructiva y de gestión de uso de los contenedores habitables es la siguiente: Las soluciones constructivas son un bien mueble, es decir, mantiene su capacidad de ser fácilmente desplazable por un lado, y por otro cada ocupación temporal de territorio permite en todo momento la restitución del lugar a su condición original, es decir, no ejerce una presión o acción irreversible en el entorno ni en el medioambiente que lo rodea, resultando del posible estudio de impacto ambiental aplicable a esta actividad habitacional en determinadas ocasiones positivo, lo cual implica una mejora de las condiciones del lugar debido a la influencia beneficiosa de la acción desarrollada. (Rodríguez, 31 octubre, 2007)

Es decir, cuando estamos hablando del contenedor como una vivienda diseñada para no perdurar en el tiempo, no debe tratarse como si se tratara de un bien inmueble, y añade:

El uso particular de los contenedores habitables esta en principio (salvo limitación expresa indicada por el planeamiento, como puede ser un área de protección especial paisajística donde no es posible ni aparcar un coche o situaciones especiales) permitido mientras la propiedad de su consentimiento sin tener que (en principio) solicitar licencia o permiso alguno. Para un uso que implica proyectos de bloques residenciales o de gestión de la información (oficinas) es necesario contar con el visto bueno del ayuntamiento pertinente y por lo tanto profundizar en la viabilidad de la ubicación proyectada. . (Rodríguez, 31 octubre, 2007)

Nuevamente, Luís Rodríguez, apunta que una obra realizada con un contenedor de obra en un terreno, no necesita ningún tipo de licencia, siempre que esta construcción cumpla con los requerimientos de este tipo de obras, es decir, lo principal es que no esté anclado al suelo de ninguna manera.

En relación a la segunda parte, bloques residenciales o de oficinas, para contar con el visto bueno del ayuntamiento, es necesario cumplir la normativa actualmente existente que hace referencia a cualquier tipo de edificación. La normativa que hay que cumplir, en el caso de España, tiene varios escalones, así deberíamos hablar de una normativa, estatal, autonómica y finalmente local. (Campillo, 2014).

1.4.5 Ventajas e inconvenientes de las viviendas con contenedores

Este tipo de construcciones aunque a simple vista parecen idóneas para dar solución a los problemas actuales de vivienda, como pueden ser el precio, la contaminación y el espacio, también tienen sus ventajas e inconvenientes respecto a la construcción tradicional, vamos a ver primero las ventajas para continuar con los inconvenientes que nos ofrece este tipo de construcciones. Terminando con una pequeña comparativa entre la vivienda tradicional y la de contenedores.

Ventajas de la arquitectura con contenedores:

- Facilidad en el transporte y variedad de contenedores. Los contenedores de transporte son intermodales, pudiéndose transportar tanto por tierra como por mar. Es por esta característica por la que se pueden conseguir en cualquier lugar del mundo y trasladarse fácilmente hasta donde se vaya a realizar la construcción. *(Kotnik, 2013)*
- Fácilmente apilables, hasta 5 alturas dependiendo de su base, si son nuevos o reacondicionados. Si es de segunda mano el contenedor no es recomendable que tenga altura, salvo que hayan superado las pruebas mecánicas para poder soportar cargas otra vez. Están fabricados con medidas estándar marcadas por normas ISO, *(Seguí, 2014)*
- Construcción rápida y adaptable a cualquier terreno, que favorece el abaratamiento en coste. Los edificios construidos a base de contenedores, permiten reducir el uso de muchos materiales de construcción ya sea reciclando o reutilizándolos siguiendo con la filosofía de las 3R bajo la que se rige este tipo de construcciones. *(Slawik, 2010)*
- Su coste es inferior a una construcción tradicional. Los contenedores usados cuestan relativamente poco como vimos en la Fig. 1.13 (en torno a 2.000 €) y adaptarlos como vivienda, es comparativamente un poco más económico que un edificio de carácter normal, principalmente en lo que se refiere a la mano de obra. *(Seguí, 2014)*

- Favorece el medio ambiente ante el reciclado de un contenedor, como ya mencionamos antes, reciclando y reutilizando los materiales de construcción. *(Kotnik, 2013)*
- Son resistentes y seguros. Han sido diseñados para poder trasladar grandes y pesadas cargas y poder apilarse en altura. *(Fossoux, 2016)*
- Son mucho menos lesivos para el medio ambiente que la construcción tradicional ya que no generan alteraciones permanentes en el terreno, y los movimientos de tierra generados son mínimos. *(Fossoux, 2016)*
- Con una identidad propia, con gran capacidad de ser transformado y ampliado una vez terminado. *(Slawik, 2010)*

No todo son ventajas con este tipo de construcción, ahora vamos a resumir las desventajas o dificultades para trabajar con estos elementos.

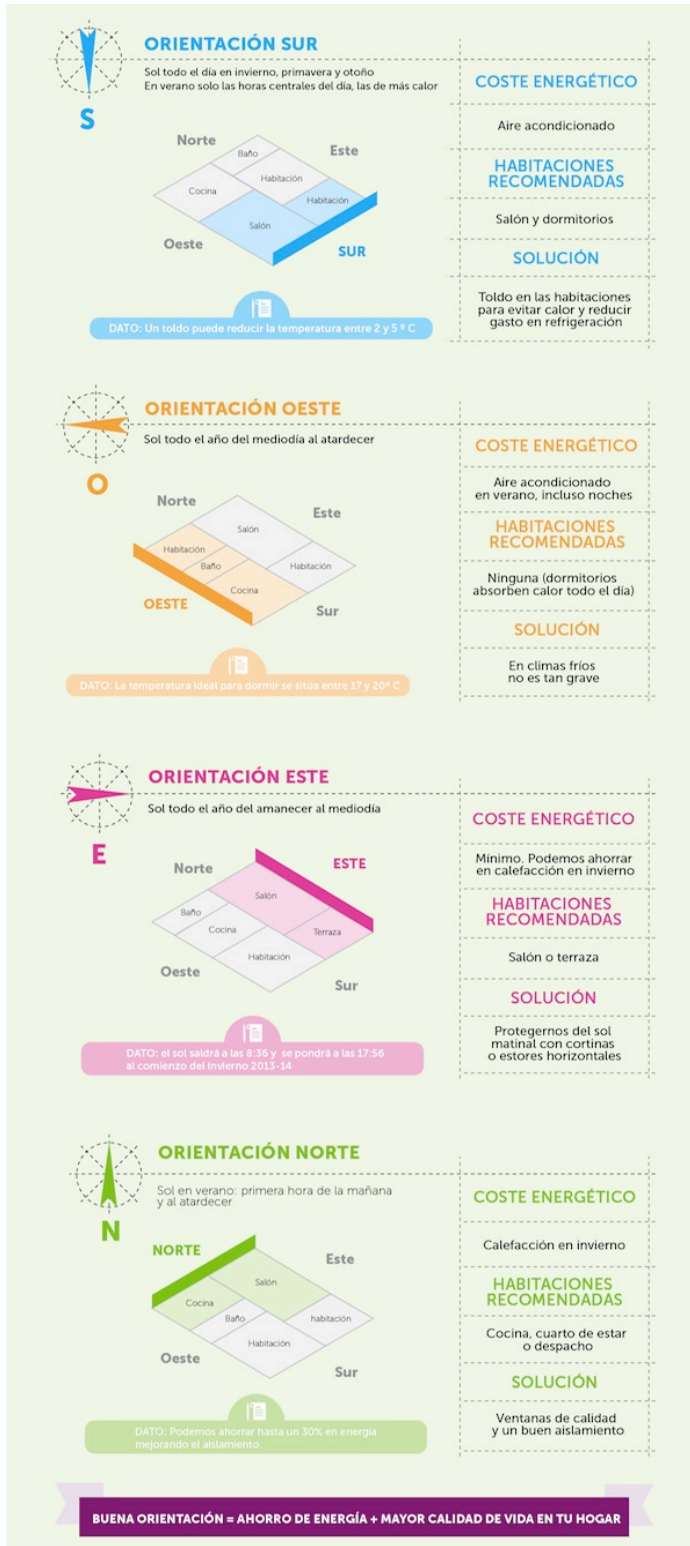
Desventajas de la arquitectura con contenedores:

- Son estrechos. En algunos espacios, para cumplir las normas de habitabilidad, se necesitará la combinación de varios contenedores. *(Seguí, 2014)*
- Necesidad de adaptar el proyecto arquitectónico a las dimensiones de los contenedores.
- Necesidad de una base estructural acorde a su nueva finalidad, que aunque mínima es necesaria. *(Kotnik, 2013)*
- Inversión económica en su adaptación a su nuevo uso como vivienda, como por ejemplo al abrir huecos es necesario reforzarlos estructuralmente. *(Kotnik, 2013)*
- En algunos proyectos será necesario el utilizar contenedores nuevos, normalmente cuando se exigen varias alturas. *(Kalkin, 2008)*

- El mantenimiento del contenedor puede ser costoso. Deberemos evitar su corrosión. (*Kalkin, 2008*)

CAPITULO II Aspectos a tener en cuenta en la construcción con ISO contenedores.

2.1 Diseño bioclimático



El correcto diseño bioclimático de un edificio puede disminuir su consumo energético de forma considerable. Incluso se puede lograr un diseño tan singular que el edificio sea capaz de autorregularse térmicamente. El diseño bioclimático es una de las acciones que mayor influencia tiene en el aspecto formal de un edificio ya que acota el margen de libertad del arquitecto obligándolo a la adopción de nuevas sintaxis formales y estrategias compositivas. (Olgvay, 1998)

Para un correcto diseño bioclimático vamos a ver unos cuantos aspectos a tener en cuenta en este tipo de construcciones:

Aprovechar al máximo los recursos naturales, tales como el sol, la brisa, el agua, la tierra, etc. Este aprovechamiento debe quedar claramente reflejado en su estructura compositiva y

formal.

Fig. 2.1 Orientación para una vivienda

Seguir una orientación sur, con el fin de aprovechar al máximo la radiación solar. Solo con una orientación sur se pueden disponer protecciones solares de un modo tal que, en verano se proteja al máximo los edificios de la radiación solar directa (permitiendo que permanezcan frescos), y en invierno se aproveche al máximo la radiación solar directa (permitiendo que los edificios se calienten de forma natural). *(Pezzi, 2007)*

Tener el mayor nivel de autorregulación bioclimática posible. Esto se traduce en la adopción de diferentes tipos de estrategias arquitectónicas y de soluciones constructivas. Unas estrategias que permitan que los edificios se calienten en invierno, y se refresquen en verano, de forma natural, y sin la necesidad de artefactos tecnológicos, es decir, deben permitir que los edificios se regulen térmicamente por sí mismos, simplemente como consecuencia de su propio diseño arquitectónico. *(Gonzalez, 2004)*

Los espacios deberían ser flexibles, y al mismo tiempo, bien dimensionados, simples y económicos. *(Fossoux, 2016)*

Las soluciones y los sistemas constructivos, deberían tener una fuerte componente de industrialización y prefabricación. *(Fossoux, 2016)*

Emplear sistemas de ensamblaje en seco para los diferentes componentes arquitectónicos, evidenciando un diseño optimizado. Un diseño que permita la reutilización de sus componentes y la máxima reducción de posibles residuos. *(Kieran, 2004)*

Las fachadas tienen que tener una gran masa y robustez, para obtener una alta inercia térmica. Tan solo con una gran inercia térmica los edificios llegan a aprovechar al máximo las estrategias de diseño bioclimáticas que se hayan seguido en su diseño. Pero como vamos a comprobar en la arquitectura con contenedores esta característica no se cumple al tener una pared metálica, reduciendo la masa considerablemente. *(Anderson, 2007)*

Estrictamente hablando, las fuentes energéticas consideradas enteramente naturales son las que utiliza el ecosistema natural, es decir, la energía que proviene de la radiación solar y la proveniente del interior de la tierra. No obstante, también se incluyen otras fuentes de energía limpias y renovables, generadas por el propio sistema físico, o provenientes del ecosistema natural, como la energía eólica, la energía de los saltos de agua, la energía de las mareas, la energía de los géiseres, etc. Empleando estos recursos naturales podemos llegar a obtener una vivienda ecológica, la propia vivienda genera energía que es devuelta al medio ambiente, aunque este tipo de viviendas son algo más

elevadas de precio, es una solución que cada vez más tiene mas adeptos, siendo una gran solución para la época de gran contaminación que hay en la actualidad.

Hay dos formas predominantes de aprovechar la energía procedente del sol, aunque también hay otras, las más significativas son:

- Energía solar térmica, empleada para calentar fluidos.
- Energía solar fotovoltaica, empleada para generar energía eléctrica. (*Wassouf, 2014*)

Esta energía se puede consumir directamente mientras haya radiación solar (durante el día) o bien se puede almacenar para ser consumida cuando no haya radiación solar (durante la noche).

No hay que olvidar que antes de decidir incorporar al edificio sistemas de generación de energía natural, en primer lugar debe realizarse un optimo ejercicio de diseño bioclimático, con el fin de que el edificio consuma la menor cantidad posible de energía. Y solo en este caso debe procederse a suministrar esta energía mediante dispositivos mecánicos. Si no se hace así, el coste económico del edificio puede aumentar considerablemente, haciendo inviable su construcción, y fomentando la idea errónea de que los edificios sostenibles son más caros.

Por último, hay que recordar que estos dispositivos deben integrarse correctamente en el edificio, de tal modo que se garantice el correcto funcionamiento y una armónica composición del edificio, pero por supuesto su máximo rendimiento y, por tanto, se reduzca al máximo su coste económico. (*Fossoux, 2016*)

2.1.1 Comportamiento térmico

Los contenedores son muy cálidos cuando hace calor y muy fríos en las épocas invernales (inercia térmica 0), y es por ello que hay que darles un tratamiento aislante y en gran cantidad, pues en este tipo de construcciones no hay espacio específico para instalarlo como en una vivienda tradicional, y esto puede suponer un problema, ya que al tener unas medidas tan contenidas si se coloca en el interior la habitabilidad del contenedor puede quedar comprometida y es por ello que el aislamiento es colocado habitualmente en el exterior, aunque con ello se pierda algo de las propiedades del aislante, ganando espacio interior. Las dos opciones son similares en cuanto al funcionamiento, es la primera solución con la que el contenedor queda aislado correctamente.

Para el aislamiento se suelen emplear soluciones a base de lanas minerales con bases de fibras naturales o lana de celulosa proyectada (papel reciclado) que evita puentes térmicos, y también funciona como un excelente aislante acústico.

Uno de los aislantes que mejor funcionan es el corcho, pero por su elevado precio se suele desechar su uso.

Todos estos sistemas respetan el medio ambiente y ofrecen parámetros de aislamientos muy altos, como veremos en el apartado 4.7.

También se puede optar por los aislantes tradicionales como el poliuretano proyectado, aunque es mucho más perjudicial para el medioambiente. (Fossoux, 2016)



Fig.2.2 Interior contenedor

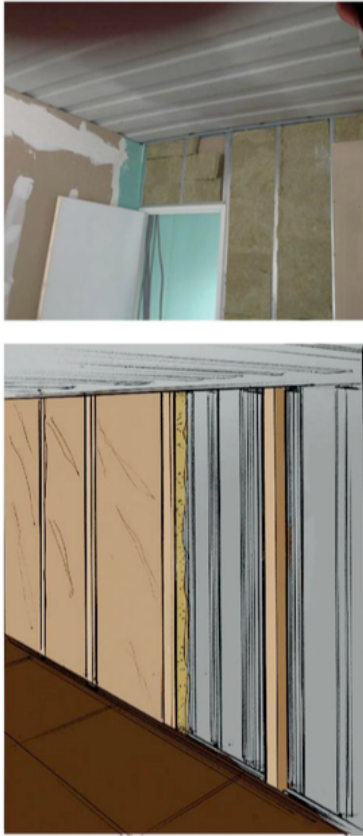


Fig.2.3 Aislante interior



Fig. 2.4 Aislante exterior

Aún así, para poder garantizar un buen aislamiento térmico y que en la época estival el contenedor sea habitable, no solo hay que tratar el exterior, sino que han de incorporarse otros sistemas en los interiores para que el aislamiento sea el correcto.

Por último, la ubicación del módulo o módulos es muy importante, ya que si lo situamos en un entorno arbóreo que lo protejan del soleamiento podremos evitar que la vivienda se sobrecaliente en los períodos calurosos del año. (Fossoux, 2016)

2.1.2 Transpirabilidad y ventilación

En los siguientes esquemas, realizados por Luís de Garrido y publicados en su obra "Sustainable Architecture Containers" se pueden observar diferentes soluciones para suelos y cubiertas realizadas partiendo de un contenedor.

La cubierta de los edificios suele representar el cuello de botella de la construcción sostenible, ya que actualmente en su mayoría se realizan planas, de muy poco espesor y

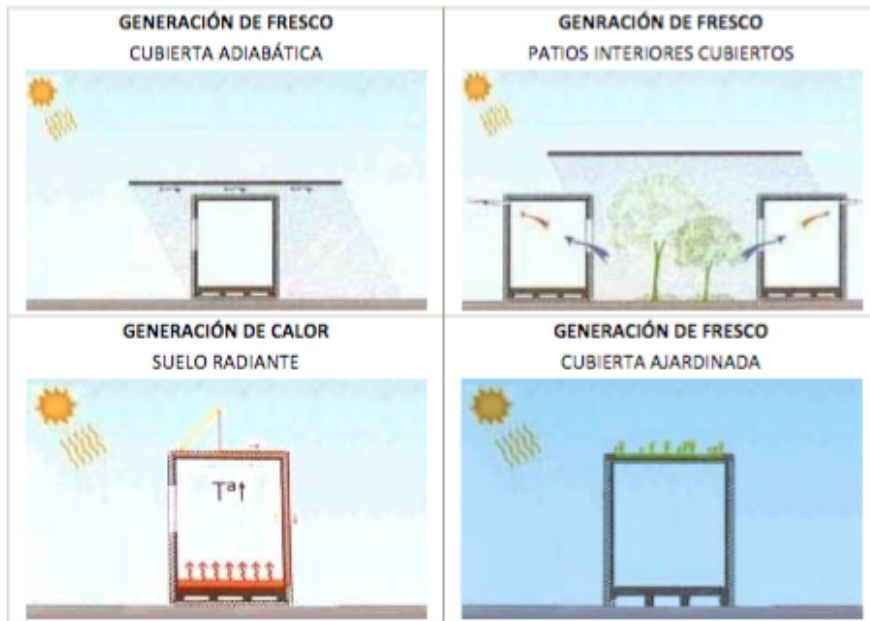


Fig. 2.5 Esquema de soluciones para cubierta y suelo

generalmente horizontales. Este tipo de cubiertas no tienen la inercia térmica necesaria para que el edificio disminuya su consumo energético y se comporte de manera adecuada desde un punto térmico y medioambiental. Para ello hay que tener en cuenta tres factores: la impermeabilización, el aislamiento térmico y el aislamiento acústico.

Una de las mejores formas de solucionar estos problemas pasa por disponer cubiertas ajardinadas, teniendo en cuenta la situación geográfica donde se vayan a ubicar los módulos, las cubiertas planas no son muy recomendables y habría que instalar una sobrecubierta inclinada, sin embargo, también se puede conseguir utilizando elementos de sombreado con elevada inercia térmica. (Minke, 2005)

Los elementos metálicos no transpiran. Por tanto solo podemos conseguir ventilación a través de las ventanas o puertas o realizando aberturas en las paredes de chapa y sustituyendo estas aberturas por otros elementos transpirables.

La base de los contenedores es hueca, por lo que aislándola convenientemente, se puede utilizar para realizar la ventilación de los espacios interiores. De este modo, el aire exterior va alcanzando la temperatura interior conforme atraviesa el suelo, de forma gratuita y evitando fuertes pérdidas energéticas. Existen varios métodos para utilizar los suelos de los contenedores como intercambiadores de calor. (Garrido, 2011)

Sirvan como ejemplo los siguientes esquemas realizados por Luís de Garrido y publicados en su obra "Sustainable Architecture Containers" para generar aire fresco.

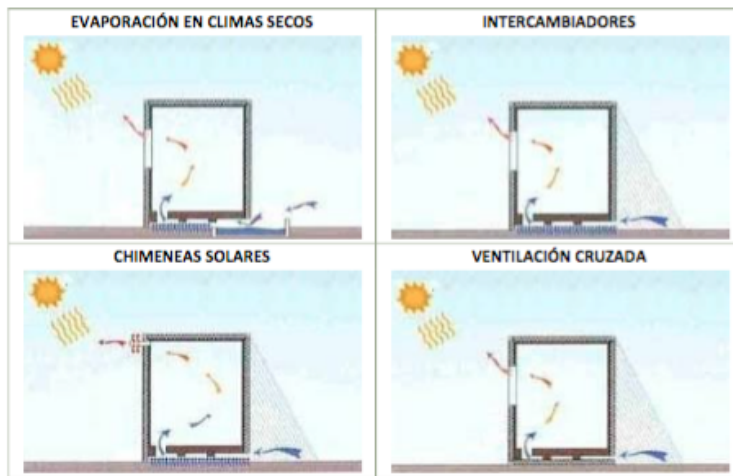


Fig. 2.6 Esquema para generar aire fresco

2.1.3 Impermeabilización

La chapa y los elementos metálicos de los contenedores pueden oxidarse. Por ello es fundamental protegerlos frente al agua, con una lámina impermeabilizante, evitando así las patologías provenientes de los posibles puentes térmicos que surjan en los huecos de ventanas y puertas. En este sentido, un correcto diseño es mucho más importante que los materiales empleados para evitar el deterioro del contenedor. (Fossoux, 2016)

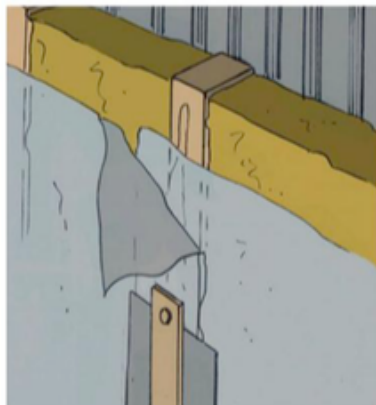


Fig. 2.7 Lámina impermeabilizante

2.1.4 Materiales, 3R.

Vivimos en una época de gran preocupación por el medio ambiente, y los contenedores reúnen varias características ecológicas que deseamos en los edificios. Para empezar, se pueden reciclar, reduciendo así la cantidad de otros materiales de construcción utilizados.
(Kotnik, 2013)

Una manera de alargar la vida de un edificio, es utilizando materiales muy duraderos. Pero además, es necesario que el sistema constructivo sea adecuado, y en caso de necesitar reponer materiales deben ser fácilmente intercambiables y a su vez, los desechados deben poder reciclarse fácilmente.

Por este motivo, hay que tener en cuenta el ciclo de vida del proceso constructivo para buscar la optimización de recursos, desde la obtención de materias primas hasta la demolición del edificio.

Cuanto mayor sea el número de materiales naturales y energías naturales que usemos, el impacto será menor sobre el ecosistema. (Rojas, 2015)

Los recursos naturales que se pueden utilizar en arquitectura son abundantes, económicos y accesibles (el sol, la lluvia, el viento, la tierra, la nieve, el agua, etc.), y es muy recomendable ayudarse de estos fenómenos climáticos para crear una vivienda autosuficiente.

Cuando se vaya a transformar un determinado material, hay que garantizar que la cantidad de energía consumida en su elaboración, así como los residuos generados, sean los menores posibles, y siempre procurando que su vida útil sea elevada.

Para la fabricación de ciertos materiales, se requiera una gran cantidad de energía, tenemos que tener en cuenta si compensa este derroche con la vida útil que tendrá con la cantidad de energía, recursos y residuos generados por unidad de tiempo. (Slawik, 2010)

Los materiales que tienen que tener mayor durabilidad en nuestra edificación son, la cimentación, la estructura, la impermeabilización y la cubierta.

Cualquier material es susceptible de ser recuperado y reutilizado para otra función, debe entenderse como material recuperado aquel que ha sido previamente desechado y al cual se desea proporcionar una nueva utilidad. Esta filosofía es la llamada 3R, Reciclar, Reutilizar y Reducir, muy extendida en la construcción sostenible. Sin embargo, los

materiales prioritarios para ser reutilizados deben ser los más dañinos para el medio ambiente.

Los materiales recuperados se pueden utilizar en todas las etapas del proceso de construcción, y el resultado puede ser distinto.

Un material reciclado puede tener características similares a las que tenía con anterioridad.

Reciclar un material consiste en obtener un nuevo material, alterando su estructura mecánica, física y/o química. Hay que tener en cuenta que el proceso de reciclaje de un determinado material ya existente requiere bastante energía, materias primas y también genera residuos. Por estos motivos, habría que retrasar al máximo el proceso de reciclaje, fomentando la durabilidad, el correcto mantenimiento, la reparación y la reutilización, de un determinado material o componente. *(Kotnik, 2013)*

2.2 Ubicación

En este apartado podemos afirmar una de las ventajas más importantes de este tipo de construcciones, pues al ser un elemento transportable, se considera un bien mueble, pudiendo edificar en un terreno rústico, en el cual una edificación tradicional no tendría cabida o estaría muy restringido *(Kotnik, 2013)*

Lo primero que se tiene que hacer para llevar a cabo una construcción de este tipo es consultar el P.G.O.U. (Plan General de Ordenación Urbana) del municipio en cuestión, para ver que condiciones y exigencias se necesitan para un correcto cumplimiento de la normativa.

El terreno rústico suele carecer de electricidad, saneamiento e incluso agua, por eso hay que tener ciertas precauciones o estudios para llevar a cabo una correcta y funcional construcción, ya que en algunos casos conectarse a estas instalaciones requiere un desembolso monetario muy elevado y es esto lo que queremos evitar. Pero hay soluciones atractivas las cuales se pueden estudiar para llegar a construir una vivienda totalmente funcional y de bajo coste. *(Campillo, 2014)*

Si por el contrario el terreno es urbano, se requiere de un proyecto de ejecución firmado por técnico competente, un arquitecto, para la obtención de la correspondiente licencia de obras, siguiendo todos los trámites que se precisan para ello. *(Campillo, 2014)*

Por ejemplo en una zona de viviendas tradicionales una vivienda contenedor sin una fachada que camufle su estructura destacaría en demasía, pudiendo ser una impedimento a la hora de solicitar el permiso de construcción para esa zona.

Pero esto se puede solucionar si se le da un acabado similar al entorno en el que se va a ejecutar la edificación (Campillo, 2014)

2.3 Preparación del terreno

Otra de las grandes ventajas que ya comentamos en el apartado anterior es la cimentación que se necesita para este tipo de construcciones, siendo escasa, y esto es debido a las características del contenedor, por ejemplo un contenedor de 40", tiene un área construida de 29,70m², con un peso de 3800kg lo que supone una carga sobre la cimentación de 127,86 kg/m² lo que significa que los apoyos en las 4 esquinas y en el centro de los módulos pueden ser mínimos y suficientes para que no pandee la estructura.

Pero para un correcto aislamiento y asentamiento de la edificación se recomienda hacer un forjado sanitario. Con ello conseguimos evitar la humedad y facilitar la instalación de los distintos sistemas de climatización y saneamiento.

Lo que supondrá un ahorro futuro en los costes de mantenimiento y recibos energéticos de luz y climatización.

También hay que tener en cuenta el espacio libre necesario para la correcta construcción de los mismos, teniendo en cuenta los espacios de maniobrabilidad de la maquinaria pesada, grúas y los distintos operarios que se necesitan para la instalación y ensamblaje de los contenedores. (Seguí 2014)

2.4 Preparación contenedores

Cuando ya tenemos los contenedores en nuestro poder no siempre están en el estado adecuado para poder empezar a trabajar con ellos y pueden tener restos de contaminantes, los cuales podrían incluir productos químicos, gases tóxicos y



Fig. 2.8 lateral contenedor

pinturas.

Por esta razón, los contenedores deben ser completamente pulidos y lavados antes de ser utilizados para un alojamiento. Si bien este procedimiento normalmente no es difícil, consume tiempo, no mucho pero hay que tenerlo en cuenta. Este paso extra aumenta el período de tiempo total y el costo de la construcción. Evitando así posibles problemas en el futuro a los habitantes. (Campillo, 2014)

El acero cortén empleado en los contenedores está diseñado para ser resistente a la intemperie. Pero al contener cierta cantidad de hierro comenzará a oxidarse bajo ciertas condiciones, y el acero no es una excepción. (Slawik, 2010)

En el caso de este tipo de construcciones los contenedores suelen padecer de esta patología, ya que suelen tener mas años y están mas dañadas por el paso del tiempo, siendo la herrumbre una preocupación importante. La humedad, la lluvia y la nieve pueden acelerar el proceso de oxidación, lo que provocaría desperfectos en las paredes y el suelo. Lo más importante del óxido es que puede causar que la estructura del contenedor se debilite. (Campillo, 2014)

Y es en estos pasos previos de acondicionamiento de los contenedores donde hay que tener una mayor atención para prevenir problemas futuros de este tipo.



Fig. 2.9 Exterior contendor

La abertura de huecos se puede hacer antes de la limpieza, puesto que las piezas que vayan a sobrar de estos cortes no son necesarias limpiarlas, con el consiguiente ahorro en tiempo.

Los huecos no deben de ser de grandes dimensiones para que el contenedor no pierda sus propiedades portantes.

En el caso de que los huecos sean de grandes dimensiones hay que trabajar con la distribución interior en la solución idónea y poner apoyos puntuales para rigidizar el espacio abierto.

Es recomendable dejar unos centímetro de chapa en la parte superior a modo de dintel. *(Fossoux, 2016)*

Reforzar siempre el perímetro de los huecos con rectangulares metálicos soldados con cordón continuo. Esto no solo sirve para reforzar la estructura, sino que además nos facilitará posteriormente la colocación de puertas y ventanas exteriores. *(Campillo, 2014)*

CAPITULO III Ejemplos de construcciones según la disposición de los contenedores

3.1. Container Guest House, 1 contenedor

Arquitectos Poteet Architects

Localización San Antonio, TX, USA

Equipo de Proyecto Jim Poteet, Brett Freeman, Isadora Sintes, Shane Valentine

Área 320.0 m²

Año de Proyecto 2010

Fotografía Chris Cooper

La vivienda de invitados con contenedores es de los primeros proyectos de los arquitectos Poteet, conocidos por la reutilización y adaptación de edificios existentes y con un enfoque nuevo, riguroso y moderno.

Esta vivienda nace del deseo del cliente de vivir y experimentar con contenedores de transporte. Ubicada cerca de una zona industrial antigua al sur de la ciudad, es un gran ejemplo de cómo una vivienda se integra con el entorno.



Fig.3.1 Exterior vivienda

La casa terminada tiene todas las comodidades necesarias para funcionar como casa de invitados, con ducha, inodoro, fregadero...

Una de las paredes es de acero y cristal y se desliza permitiendo la comunicación con el exterior, el resto del contenedor se emplea como cobertizo.

Una de las premisas mas importantes de este proyecto fueron las estrategias sostenibles que se siguieron: “el reciclaje de un contenedor para un uso nuevo y permanente”.
(Garrido, 2013).

La cubierta vegetal ofrece sombra y flujo de aire reduciendo así la sensación de calor, como ya vimos en el apartado anterior del trabajo.

En este proyecto el aislante se instala por el interior contradiciendo lo indicado con anterioridad, funciona igual que si se coloca por fuera pero con el consiguiente problema de pérdida de espacio. Los paramentos tanto verticales como horizontales se recubren con madera de chapa de bambú.

Siguiendo las estrategias sostenibles el lavabo es un inodoro de compostaje.

La parte trasera del contenedor está protegido por unos paneles de malla metálica que se cubrirán en un futuro por parras perennes.



Fig. 3.2 Interior vivienda

La base del contenedor esta construida con postes de teléfono reciclado dando una visión de flotabilidad al conjunto. “La terraza está hecha con soportes de equipos de climatización dispuestos en una estructura de hierro.” (Garrido, 2013)

Para la iluminación optan por poner discos de arado de tractor, muy común en el sur de Texas.

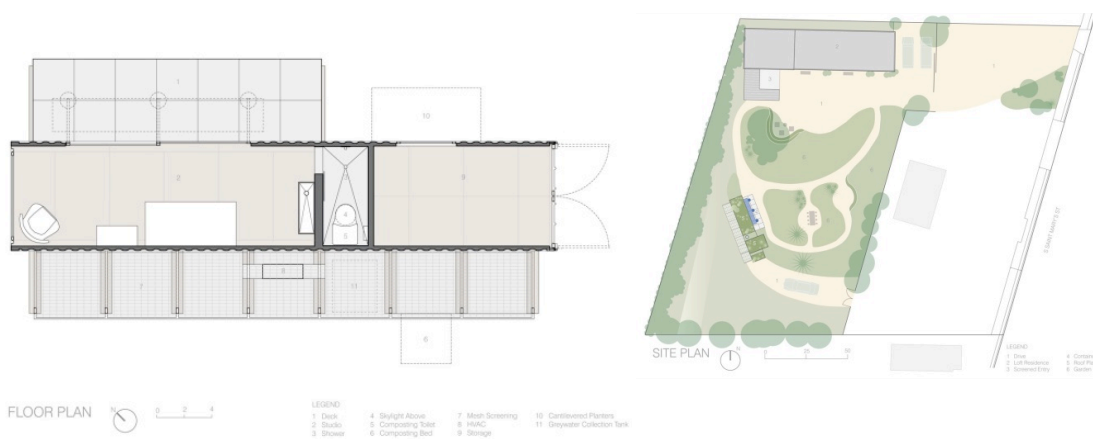


Fig. 3.3 Planta vivienda

3.2 Two-Tree House, 2 contenedores

Arquitectos Golany Architects

Localización Jerusalem

Equipo de Proyecto Yaron Golany + Galit Golany

Área 45 m²

Año de Proyecto 2009

Fotografía Yaron Golany

Diseñada por los arquitectos de Golany Architects, con sede en Tel-Aviv, esta casa se construye entre grandes árboles de Pino; dos de ellos ubicados en el mismo lugar de emplazamiento de la nueva vivienda.

El terreno es estrecho, lo que llevó a tomar la decisión de integrar los dos árboles dentro del perímetro de la casa. Su conservación fue una decisión arriesgada, que resultó en una casa con un ambiente interior especial. *(Garrido, 2013)*



Fig. 3.4 Exterior vivienda

El nuevo edificio parece haber crecido naturalmente en el terreno, cuando en realidad fue concebido a partir de un contenedor reciclado. Su construcción se basa en los

elementos prefabricados tanto como fue posible: todos los acabados interiores, la aislación y la estructura fue construida fuera del terreno. El revestimiento de madera, las cubiertas y la mampostería fueron diseñadas de antemano para apoyar este proceso constructivo.



Fig. 3.5 Exterior vivienda

La prefabricación fue elegida para cumplir los plazos apretados, un bajo presupuesto disponible y como parte de la estrategia para preservar los árboles existentes.



Fig. 3.6 Interior vivienda

Con las prácticas de construcción local, que se caracterizan por ser de mampostería pesada, hubiese sido imposible preservarlos. Los Pinos sirven como una fuente natural de aire acondicionado, mientras que su sombra también protege a la madera de la radiación solar. (Garrido, 2013)

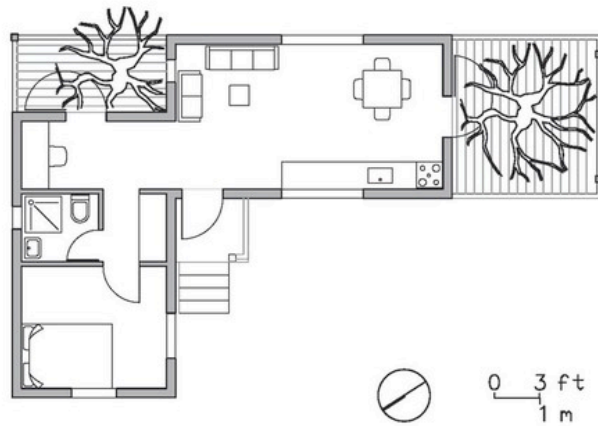


Fig. 3.7 Planta vivienda

3.3 Casa R4HOUSE, Contenedores en altura

Arquitectos Luis de Garrido

Localización Barcelona

Equipo de Proyecto Luis de Garrido

Área 150.0 m²

Año de Proyecto 2007

Fotografía

En esta siguiente vivienda el autor, Luís de Garrido, da unas pautas para hacer una arquitectura sostenible, optimizando los recursos y materiales; disminuyendo el consumo al máximo de los residuos y las emisiones; reduciendo el mantenimiento, la funcionalidad del espacio y el precio; mejorando la calidad de vida de sus ocupantes.

Para ello, y continuando con una visión ecológica, se debe hacer uso de las herramientas bioclimáticas para que este sistema, durante su uso, nos garantice un consumo energético igual a cero (intercambiadores de calor, inercia térmica, orientación, protecciones, chimeneas de extracción y captación, efecto invernadero...) En el caso de ser necesario un aporte extra de energía, ésta debe provenir de fuentes limpias (eólica, solar, geotermia, biomasa...).

Otra característica destacable es su transportabilidad. Gracias a ella, las viviendas realizadas, podrán ser consideradas bienes muebles (que al contrario que los bienes inmuebles, pueden ubicarse en fincas rústicas).

Su movilidad garantiza un grado de libertad impensable en la construcción tradicional, ya que siempre existe la opción de "llevarte la casa" contigo.

La flexibilidad de este sistema constructivo aporta al edificio la posibilidad de ir "creciendo" según las necesidades y las posibilidades del usuario.

La sencillez estructural del contenedor, la robustez del conjunto y la calidad de sus componentes garantiza que al final de su uso como edificio, aún se pueda emplear, reusar, reutilizar para otra función (completo o por componentes) y por tanto prolongar así su ciclo de vida útil. La idea no es comprar un contenedor nuevo para crear el edificio, si no buscar uno que ya haya agotado su vida útil como contenedor de carga, pero todavía pueda cumplir su función como elemento arquitectónico. Así evitamos que pasen a ser considerados directamente un residuo.

Las características más importantes del prototipo R4House son las siguientes:

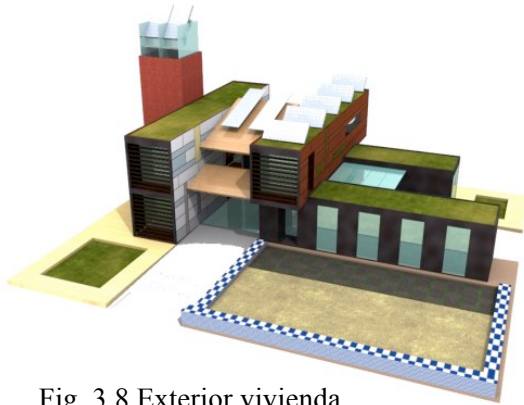


Fig. 3.8 Exterior vivienda

1. Los materiales con los que se construye son a base de materiales reciclados, materiales recuperados y residuos.

2. Al emplear esta estructura arquitectónica y portante permite conseguir espacios arquitectónicos flexibles, reubicables, ampliables y de bajo precio. De este modo, si se necesita un espacio adicional simplemente se debe adosar o apoyar un nuevo contenedor. De este modo las viviendas pueden crecer de acuerdo a las necesidades reales de espacio de una familia.

3. La estética diferencial e impactante se debe también a los sistemas bioclimáticos y funcionales.

La composición de las fachadas, mosaicos, cubierta inclinada e interiores de R4House muestra un ejemplo de lo que Luis de Garrido denomina -la belleza de lo imperfecto-. El objetivo de este tipo de composición arquitectónica es el de crear objetos bellos, armónicos y atractivos, pero al mismo tiempo aprovechar al máximo todo tipo de recursos, y no generar residuo alguno.

4. Sostenibilidad exhaustiva. El prototipo cumple, de forma exhaustiva, con todos los indicadores sostenibles conocidos. Por lo que su grado de sostenibilidad es extremo. Todas las acciones tomadas en el diseño de R4House han pretendido cumplir de forma exhaustiva con los siguientes puntos:

Disminuir al máximo las emisiones y residuos generado.

Disminuir al máximo el consumo energético.

Optimizar al máximo los materiales y recursos utilizados.

Mejorar el bienestar y salud humana.

Disminuir al máximo el mantenimiento y el coste de los edificios.

5. Consumo energético cero [Diseño bioclimático extremo]. Gracias a su especial diseño arquitectónico, la casa tiene un perfecto comportamiento bioclimático y de alta eficiencia energética. Ello se debe, entre muchas otras acciones, a su perfecta orientación, su tipología arquitectónica, la incorporación de dobles pieles con fachadas ventiladas, aislamientos ecológicos y celosías de control solar, vidrios estructurales con

serigrafía especial, un sistema de distribución de aire fresco por captor de vientos y falsos suelos.

Las viviendas se calientan debido a su estructura bioclimática: orientación al sur, patio cubierto central, efecto invernadero y sistemas de calefacción solar por suelo radiante sin necesidad de apoyo, gracias a su altísima inercia térmica, debida a su vez al elevado peso del prototipo y de sus cubiertas ajardinadas con 40 cm. de tierra. El conjunto de contenedores conforman un patio central que además de centro de convivencia, es el espacio encargado de distribuir el aire caliente en invierno y el aire fresco en verano.

Del mismo modo, las viviendas se refrescan por medio de un sistema captor de aire del norte, un sistema subterráneo de frescos

del aire, un sistema de distribución del aire fresco por los falsos suelos de la viviendas, los mismos falsos suelos de los contenedores, un sistema de extracción de aire recalentado por efecto chimenea y todo tipo de protecciones solares.

Por supuesto, las viviendas no necesitan ningún tipo de sistema de aire acondicionado.

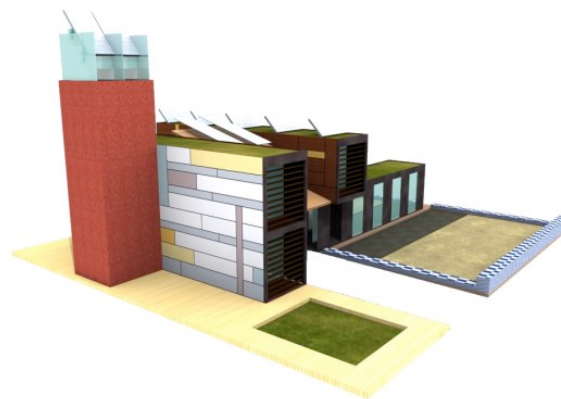


Fig. 3.9 Exterior vivienda

6. Estructura arquitectónica flexible, ampliable, readaptable y reubicable. Para responder a las necesidades de cambio de una determinada familia, la estructura arquitectónica propuesta es totalmente flexible, y los espacios son fácilmente renovables.

Esta flexibilidad extrema se ha logrado debido a la utilización de varias estrategias y soluciones constructivas diferentes: contenedores de puerto, paneles recuperables ensamblados en seco, suelos y techos desmontables, paneles de vidrio móviles, sanitarios móviles reubicables, muebles de cocina móviles y reubicables, instalaciones de agua y electricidad flexibles, ... De este modo, se puede adaptar la estructura arquitectónica a cualquier cambio sin necesidad de hacer ningún tipo de obras. Los contenedores pueden desplazarse y reconfigurar nuevos espacios simplemente con moverlos. Por supuesto existe todo tipo de posibilidades de ampliación de espacios, tan solo añadiendo nuevos contenedores.

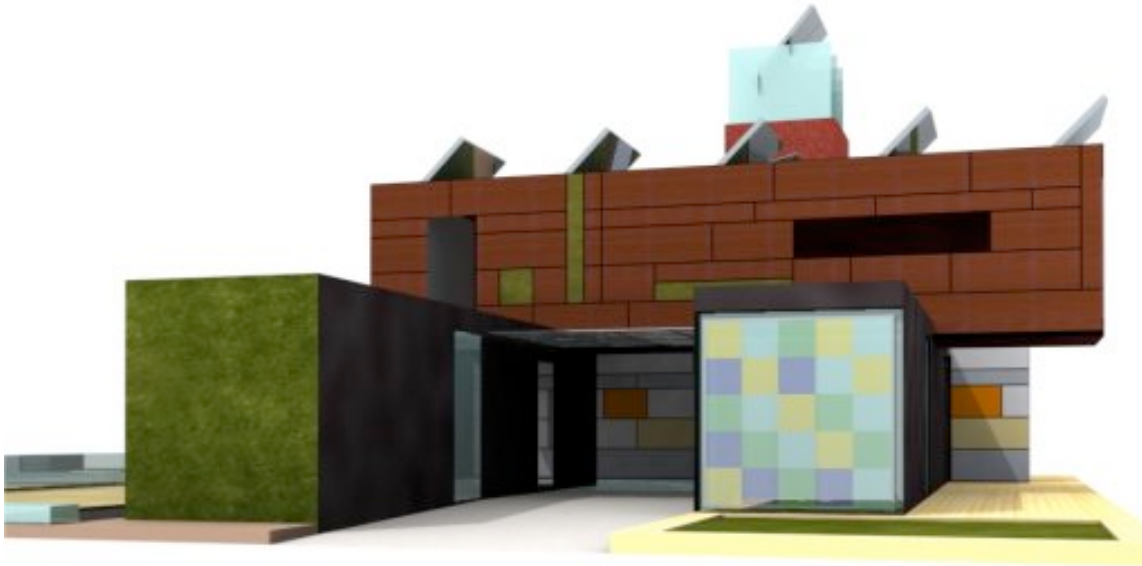


Fig. 3.10 Exterior

8. Reutilizabilidad total de todos los componentes arquitectónicos. Todas las piezas con las que se ha construido R4House se han ensamblado en seco mediante tornillos y abrazaderas. De este modo, una vez desmontadas las viviendas (superada su vida útil) todas las piezas pueden volverse a utilizar en la construcción de un nuevo edificio.

Por último, además de diseñar las estrategias arquitectónicas más adecuadas (materiales, orientación, envolvente, radiación solar, abastecimiento, instalaciones, consumo de energías alternativas y no mediante materias fósiles, etc) se definen materiales más óptimos para la ejecución de una vivienda más eco-sostenible, materiales que cumplen los requisitos establecidos en el CTE y demás normativa de calidad y legislación española.

En definitiva, convertir un contenedor de carga marítimo en un edificio habitable y funcional puede convertirse en un excelente ejercicio de arquitectura ecológica, sostenible y bioclimática. Pero, para ello debemos enfocar las decisiones hacia la ecología analizando cada material y cada sistema constructivo teniendo en cuenta indicadores objetivos que aseguren una sostenibilidad real del conjunto.

3.4 Casa WFH / Arcgency, Contenedores separados

Arquitectos Arcgency

Localización Wuxi, China

Equipo de Proyecto worldFLEXhome. (Nordisk Staal).

Área 180.0 m²

Año de Proyecto 2012

Fotografía Jens Markus Lindhe



Fig. 3.10 Exterior vivienda

El estudio de arquitectura de Dinamarca Arcgency creó el concepto de World Flex Home (WFH), con el cual crean espacios habitacionales con una estructura de contenedores empleando estos elementos estándar de 12m.

Esta construcción la ejecutaron en Wuxi, china en el año 2012.



Fig. 3.11 Interior vivienda

La edificación se compone de 3 contenedores, dos de ellos apilados y el tercero enfrentado a estos creando una espacio interior amplio y luminoso gracias a un gran lucernario situado en la cubierta que se genera con la cubrición de toda la construcción, para la cual emplean bambú.

Este espacio FLEX da una variedad de soluciones para la subdivisión tanto en el nivel inferior como el superior

Según indica el estudio es una vivienda que se adapta a las condiciones climáticas y puede ser configurada según los estándares de aislamiento y eficiencia energética muy elevadas, también emplean materiales reciclables, que se adaptan a los términos de diseño requeridos. Crean espacios para el ser humano con una gran flexibilidad y abundante luz natural. (Franco, 2013)



Fig. 3.12 Interior en construcción

Los tiempos de montaje son muy cortos y como en todas las edificaciones de este tipo es desmontable para su reciclaje o relocalización.

Integra 20 m² de paneles fotovoltaicos, y la cubierta ecológica recoge y aprovecha el agua de lluvia para las cisternas de los inodoros y para limpieza y lavado.

Todos los elementos de cocina están diseñados para generar más espacio y facilitar las conexiones de los aparatos igual que el espacio central diáfano tiene la función de comunicar todas las estancias de la casa y también la de “eliminar metros cuadrados para la logística”.



Fig. 3.13 Fachada en construcción

En lo que se refiere a los dormitorios, tiene 4, destinados para múltiples propósitos, dormitorio principal, para niños, estudio... Una característica reseñable de estas habitaciones es que según las necesidades las paredes se pueden quitar en su totalidad o en partes para dar una mayor flexibilidad al espacio y adaptándose a las necesidades del usuario

construcción con contenedores, desde los cortes que

se generan en la estructura y su posterior refuerzo a

las uniones que se generan al colocar los

revestimientos tanto interiores como exteriores. (Franco, 2013)

3.5 Urban Space Management, Container city I, Bloque de viviendas

Arquitectos

Localización Londres

Equipo de Proyecto

Área

Año de Proyecto 2001

Fotografía



Fig. 3.14 Exterior edificio

El proyecto original de Containers City I está ubicado en el Trinity Buoy Wharf, en el corazón de los Docklands de Londres.

La base del proyecto se encuentra en recuperar componentes de naturaleza industrial y estudiar soluciones constructivas innovadoras.

El resultado es un sistema modular, organizado de modo flexible gracias a la combinación de elementos de formas y dimensiones diferentes.



Fig. 3.15 Exterior

Container City I, se inauguró en mayo de 2001, comprendiendo 12 viviendas/locales, a los que luego se sumaron tres más. Fue el primero de 14 edificios de contenedores que actualmente funcionan en Inglaterra.

Un año más tarde se sumó otro grupo de edificios, Container City II, que sumó más unidades habitables. El departamento más pequeño tiene 30 m² —el tamaño de un

contenedor— y alquilarlo cuesta entre 100 y 240 dólares al mes. Este tipo de unidades es ocupado, principalmente, por estudios de artistas y diseñadores. Y hay lista de espera para alquilarlos.

Combinación de varios contenedores para componer viviendas modernas, inteligentes y asequibles. Los contenedores se unen para crear configuraciones que cubren superficies de 90 m² a 270 m². A cada contenedor se le recortan trozos de pared, suelo o techo, para crear aberturas exteriores y de conexión entre ellos.

En lugar de utilizar el criterio de un 1 contenedor = 1 unidad, su sistema se basa en la combinación para crear espacios adaptables según las necesidades.

El interior austero es la línea general de la decoración de esta ciudad.

Como en todas las construcciones de este tipo, las unidades se trasladaron desde el almacén donde se ensamblaron hasta el punto final y colocadas en su ubicación final con la ayuda de grúas

Para finalmente pintar el exterior con colores vivos y capaces de defenderles de la herrumbre.

Las unidades tienen puertas-ventana corredizas con balcones (hechos también de contenedores), ventanas circulares, pisos de madera flotante, baño, cocina, agua, electricidad y calefacción, entre otras comodidades. Desde afuera, los contenedores parecen grandes bloques Lego que crean una fachada de diferentes colores.

La Ciudad de Contenedores está construida en un 80% con material reciclado.



Fig. 3.16 Exterior

3.6 Ampliación de vivienda, Integración de contenedores con vivienda tradicional.

Arquitectos Christophe Nogry

Localización Nantes, Francia

Equipo de Proyecto N/A

Área 150.0 m²

Año de Proyecto 2009

Fotografía Stéphane Chalmeau



Los franceses de N/A, con Christophe Nogry a la cabeza, recibieron en 2009 el encargo de realizar una ampliación de una vivienda en Nantes, Francia.

Tras ver la parcela disponible, lo que querían los dueños y el presupuesto disponible, hicieron una propuesta innovadora que acabó encantando a los propietarios.

Fig. 3.17 Exterior vivienda



Fig. 3.18 Bocetos

Por medio de contenedores de transporte marítimo se añadirían las dos dependencias que los propietarios querían incluir en el ala oeste de su vivienda.

Por un lado, la planta inferior parte de un contenedor de 40 pies de largo para anexar al comedor existente, una sala de estar con biblioteca, espacio para vinilos y CD's, es decir una zona dedicada a la relajación y al bienestar.

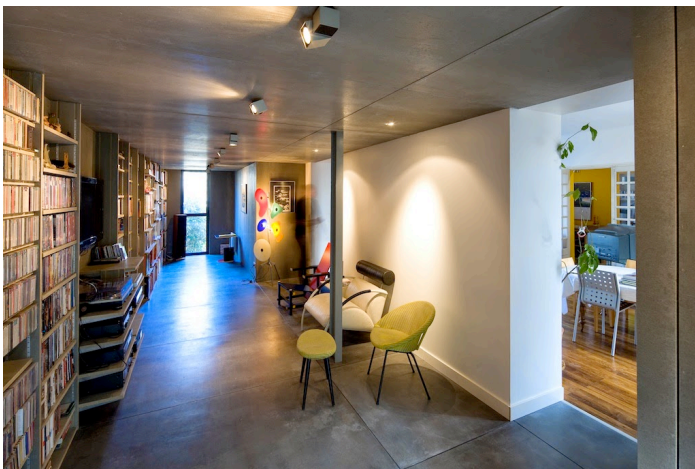


Fig. 3.19 Interiores ampliación

Por otro lado, en la planta superior los propietarios querían incluir un dormitorio extra, el cual disfrutara de cuarto de baño incorporado. Para ello, un contenedor de 20 pies era suficiente. (Komik, 2013)



Fig. 3.20 Interior habitación

La construcción partió de un material industrializado como son los contenedores de transporte, a los cuales se les unieron los preceptivos materiales ecológicos que suelen acompañar a este tipo de obras, paneles de corcho en las paredes y techos. Particiones interiores de madera-cemento ponían la guinda a esta ampliación en la que lo más complejo fue hacer coincidir la altura de los suelos al contar con una construcción ya terminada.

La composición final rompe completamente la parte antigua de la vivienda con la nueva, pero precisamente, de esta diferencia surge la belleza de la ampliación, pues deja claro desde el primer momento de lo orgulloso que se está de esta modificación.

(Kotnik, 2013)

CAPITULO IV Proyecto de vivienda familiar en Cartagena

4.1 Contexto

Los clientes son tres hermanos con una finca en propiedad y quieren una vivienda en la que poder juntarse en vacaciones y disponer un espacio para cada grupo familiar.

En total son dos familias, una de ellas con dos hijos adolescentes, la otra con una hija adulta y el último hermano soltero y que en el presente vive en la casa que actualmente hay en el terreno, insuficiente para dar cabida a toda la familia, únicamente tiene una dormitorio, salón, baño y una amplia cocina.

El proyecto se compondrá de una gran vivienda, con una gran espacio común y de esparcimiento, una estancia donde juntarse toda la familia, dispondrá de una terraza o terrazas en las que poder permanecer mucho tiempo sin que la climatología afecte demasiado, tiene que poder usarse este espacio tanto en invierno como en verano, con algún elemento que genere sombra pero que permita que la luz del sol entre en el interior de la vivienda.

Las habitaciones no tienen que ser muy grandes ya que la vida se hace fuera de la casa, y sería conveniente que la vivienda y la terraza se pueda convertir en un espacio único, en definitiva un espacio polivalente.

La finca se sitúa en la provincia de Murcia en la ciudad de Cartagena cerca del mar y en terreno rústico, con un suelo muy árido y seco. La vegetación existente en la parcela se compone principalmente por arboles frutales y pinos, de bajo porte, y de tres algarrobos de gran porte, que son los que dan sombra principalmente a la casa existente.

Este terreno es ideal para el tipo de construcción que hemos estado estudiando, dando solución a una finca en la que no se puede construir una vivienda tradicional y que sobre todo el impacto medioambiental que se genera es mínimo, ya que existe una entrada asfaltada ancha y un espacio central de terreno compacto grande sin elementos que interrumpen la maniobrabilidad de los vehículos de transporte de los contenedores y de las obras de ejecución pertinentes.

4.2 El lugar

Terreno rústico situado en las inmediaciones de la ciudad de Cartagena, Murcia.

Con una superficie total de terreno de 3.185m²



Fig. 4.1 España

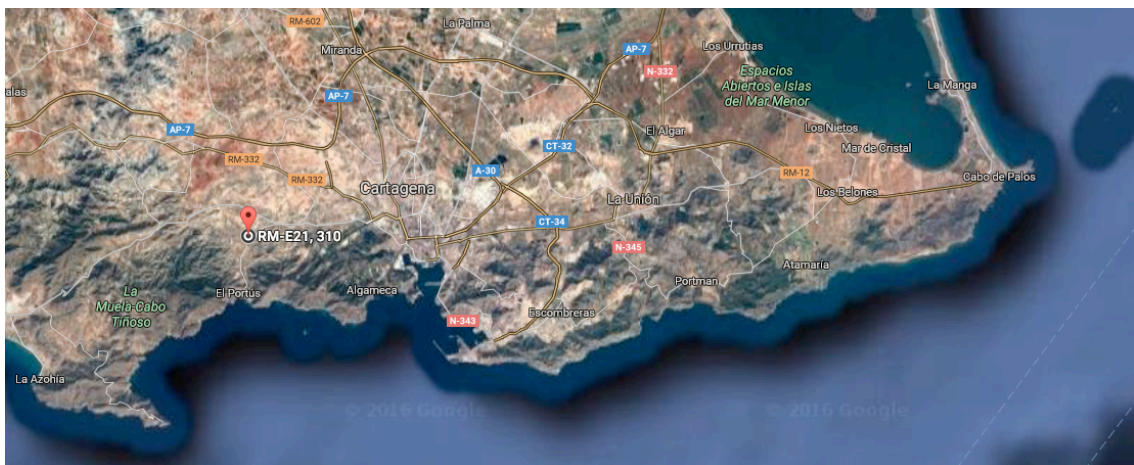


Fig. 4.2 Cartagena



Fig. 4.3 Plano finca



Fig. 4.4 Imagen finca

Como vemos en la imagen superior derecha hay tres puntos arbóreos notables, en la parte inferior de la finca tenemos una pequeña pinada y un poco mas arriba hacia el centro del terreno nos encontramos con los tres algarrobos, de gran porte. El resto de arboles existentes dentro de la finca son del tipo frutal, limoneros, naranjos y almendros, los cuales no nos van a afectar para la ejecución de la vivienda ni como elementos de sombreadamiento para la casa.

4.3 Programa

Los clientes plantean la necesidad de una vivienda de gran superficie y de una única planta, dándole mucha importancia a un espacio que funcione como eje central de la vivienda y que sea el espacio de ocio. El número de habitaciones tiene que dar cabida con cierta holgura a todos los miembros, pudiendo ser individuales, dobles o incluso con la posibilidad de convertir alguna habitación en triple.

Le dan mucha importancia a tener un espacio comunitario exterior donde pasar la mayoría del día, ya que el tiempo de esta zona es calurosa y muy poco lluviosa en todo el año, y la vida se hace fuera de la vivienda.

La zona de noche no tiene gran valor para ellos, únicamente un espacio para pernoctar, lo que si quieren es un salón-cocina que se pueda comunicar de alguna manera con el exterior, donde se situará la piscina y la zona de ocio.

Otra de las características que tiene que tener la casa es la simplicidad y funcionalidad, la zona común que sea lo más confortable posible y con distintas opciones de uso, terraza, comedor, solárium y piscina.

Que la nueva construcción esté comunicada con la vivienda existente y por último que haya alguna zona o zonas donde refugiarse del viento y del sol.

4.4 La ubicación



El terreno se sitúa en el municipio de Cartagena provincia de Murcia, España, a 8 km del centro de la ciudad y 4 km de la playa del Portús.

El clima predominante es cálido y semiárido.

La posición marítima suaviza las temperaturas, con una media anual ligeramente superior a los 20 °C. El mes más frío es enero con una media de 13.7 °C. En agosto, el mes más caluroso, la temperatura media es de 28.7 °C.

En cuanto a las precipitaciones, éstas rondan los 270mm anuales. El Campo de Cartagena es una de las zonas menos lluviosas de la Península Ibérica. La ciudad de Cartagena posee una media anual de precipitación de 256mm, mientras que La Azohía constituye el punto más seco de la Región de Murcia, con apenas 183mm anuales. Hacia el Este, la media de precipitaciones va aumentando gradualmente, llegando a los 332 mm/anuales en la zona del Mar Menor (Estación meteorológica de San Javier),¹⁰ y alcanzando un máximo de 364 mm/anuales recogidos en Cabo de Palos (Estación meteorológica 7019 Cabo de Palos/salinas).

El viento constituye uno de los factores climáticos más importantes de la comarca. Son los flujos del tercer y primer cuadrante los que predominan a lo largo del año, debido al efecto de barrera que suponen las sierras litorales de las cordilleras Béticas, que favorecen un cambio de rumbo a suroeste, y a la canalización de los flujos en el portillo tectónico que constituye Cartagena y el Mar Menor. (AEMET)

 Parámetros climáticos promedio de Castillo de Galeras (230 msnm) 													
Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Temp. media (°C)	11.7	11.9	12.3	13.8	16.5	19.9	23.2	23.9	21.9	18.2	14.8	12.1	15.4
Precipitación total (mm)	36.5	15.7	25.6	23.1	23.8	7.0	5.7	8.2	15.6	50.8	29.4	34.0	265.4

Fuente: 'El Campo de Cartagena. Clima e hidrología de un medio semiárido'.¹²

Tabla 4.1 Parámetros climáticos

La finca limita por la parte noroeste y noreste por 2 fincas de uso agrícola, por el sureste por una de uso residencial y por la parte suroeste por una rambla (rio seco).

Al estar situada junto a la rambla los vientos se canalizan por ella y contribuye a la bajada de las altas temperatura existentes en la zona, la temperatura puede variar hasta 2 grados respecto a la ciudad de Cartagena.



Fig. 4.5 Imágenes del terreno

4.5 La propuesta arquitectónica

Para nuestro proyecto optamos por reutilizar 5 contenedores de 20 pies, debido a que trabajamos con dimensiones mínimas, y así evitar una vivienda de gran escala. Se llega a esta solución después de hacer varias propuestas con contenedores de 40 pies, con los que las propuestas de la vivienda no eran las optimas requeridas por los clientes, nos estábamos cerrando en emplear únicamente los contenedores para hacer todos los espacios de la vivienda, sin generar espacios entre ellos, esto nos impedía llegar a la solución final, con ello concluimos que es mejor usar los contenedores como estructura y para espacios de bajo uso habitacional, una vez llegada a esta conclusión la solución final fue simple.

Los propios contenedores serán los que den la forma final a nuestra vivienda, siendo un generador de espacios con una gran identidad.

El contenedor lo empleamos para situar los espacios de almacenaje y zonas húmedas de la vivienda, como armarios, almacenes, baño y cocina, también se emplean los contenedores como sistema estructural de toda la construcción, con esta medida alcanzamos un aprovechamiento máximo tanto del espacio interior como de forma con las características propias intrínsecas del contenedor.

Al emplear el contenedor como sistema estructural vamos a crear un cerramiento exterior basado en sistemas de construcción prefabricados, mediante paneles tipo fachada ligera de Aquapanel, consiguiendo que la vivienda requiera de pocos medios logísticos para su levantamiento y con el consiguiente ahorro de tiempo en la ejecución total de la obra, únicamente se requieren unas pequeñas cimentaciones en los puntos donde se situarán los contenedores.

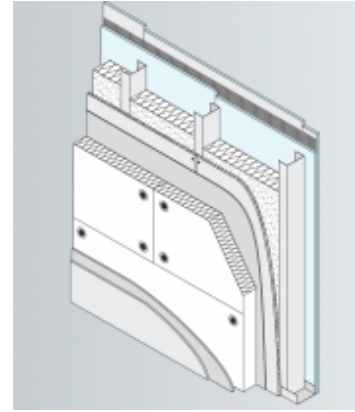


Fig. 4.6 Fachada exterior

Y como los contenedores en su mayor parte van a estar en un ambiente interior no va a ser necesario aislarlos completamente, solo en las zonas que están en contacto con el exterior, y únicamente se aislarán interiormente, como vimos en el apartado 2.1.3, como en este caso son espacios de uso mínimo como son los baños y armarios, también para obtener la visión que buscamos en este proyecto, que los contenedores sean el punto visual de toda la vivienda.

El contenedor se encuentra elevado del terreno evitando que tenga contacto directo con el suelo, tal como analizamos en el apartado 2.3 y así conseguimos frenar la oxidación del contenedor, y además con la diferencia de altura existente se formará un área donde se aprovechará de forma natural las corrientes de aire y también para situar las instalaciones sanitarias o de desagüe.

El proyecto cuenta con un área de cocina, dentro de uno de los 5 contenedores empleados en toda la vivienda, en donde se disponen todos los elementos necesarios para la actividad, con forma en “U” donde se ubican todos los electrodomésticos y el fregadero, a continuación se pone una encimera en forma de “L”. Con la parte que da al salón más elevada que la parte de la cocina y así usarla como barra.

En la parte posterior del área de la cocina (dentro del contenedor) queda un espacio en el cual se ubica un almacén de apoyo para la propia cocina y como cuarto para la lavadora y secadora.

El resto de contenedores se emplean para el uso de baños y armarios.

El salón es un gran espacio diáfano con grandes ventanales y acceso directo a la zona de la piscina, pudiendo abrirse y comunicarse con esta zona sin elemento fijos entre medias y creando así una gran zona común y polivalente tal como los clientes piden.

En el pasillo de comunicación de todas las habitaciones se empleará un sistema estructural con doble función, por un lado funciona como fachada exterior y por otra de armario interior, colocando ventanas entre cada módulo de armarios, con este sistema junto con el de las puertas con ventana superior creamos la corriente necesaria para ventilar la vivienda de forma natural, sin tener que recurrir a ningún elemento mecánico.

La vegetación existente en el lugar, servirá de sombreado, además nos proporcionará un ambiente sano y agradable para los usuarios, generando un estado de tranquilidad y sosiego.

La sustentabilidad en este proyecto es uno de las grandes pilares, es por ello que toda la obra está pensada para que la forma de la vivienda, los materiales y sistemas constructivos empleados sean lo menos invasivos para el medio ambiente.

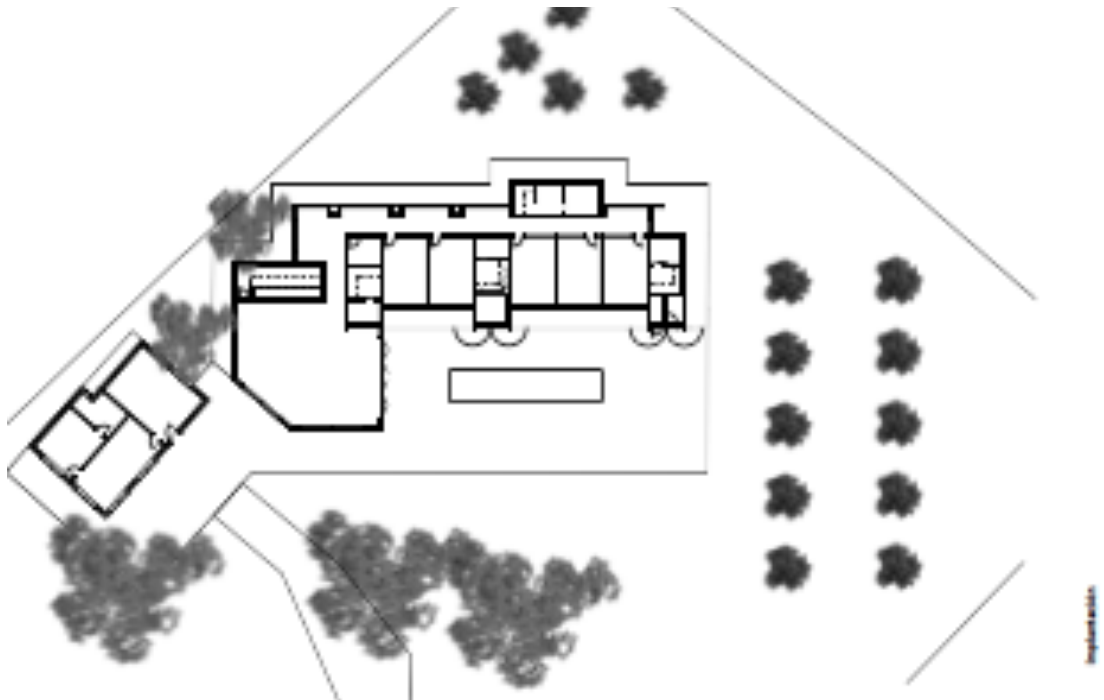


Fig. 4.7 Planta de situación

Económicamente se busca la manera de minimizar los costes de la construcción mediante el uso de materiales ya sean reciclados o reutilizados, sistemas de construcción alternativos y la aplicación de un diseño funcional haciendo del espacio un lugar cómodo para vivir y por eso se emplea un sistema constructivo prefabricado.

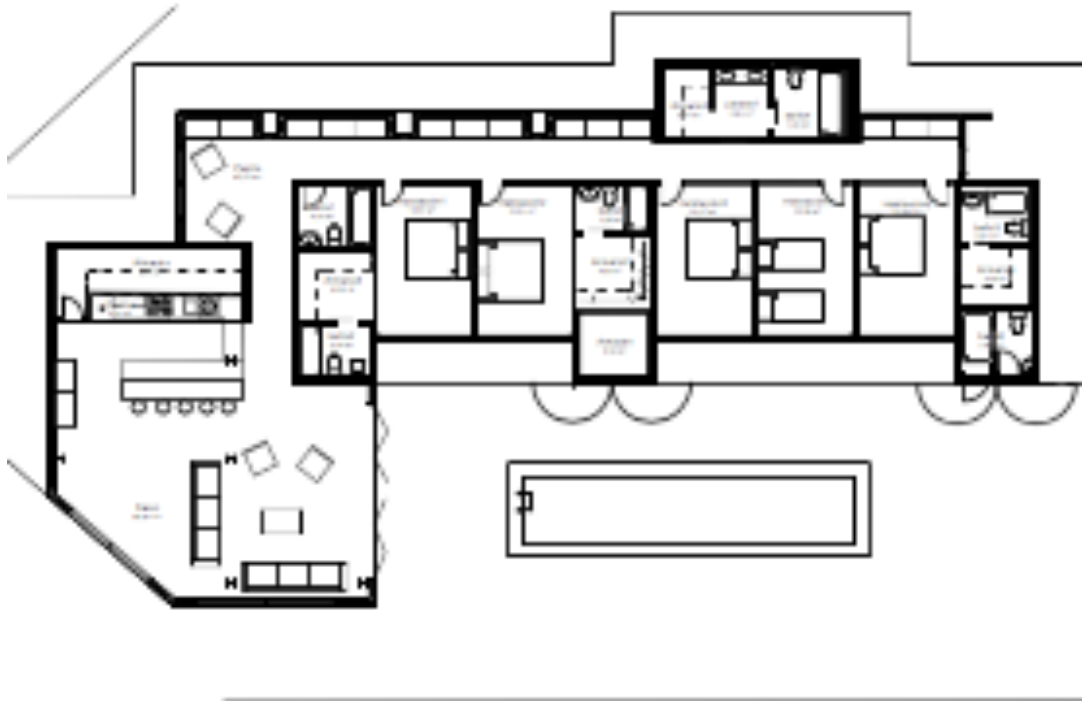


Fig. 4.7 Planta de distribución

4.6 Los materiales y sistemas constructivos

Los materiales empleados en toda la construcción de la vivienda como venimos observando en todo el trabajo son materiales con poco impacto medioambiental, reciclados o reutilizados y con un funcionamiento térmico y acústico óptimos.

Toda la vivienda será prefabricada, los contenedores ya vendrán finalizados de fábrica así como todos los elementos de la fachada exterior y de la tabiquería interior.

Únicamente el suelo es lo que se contruirá in-situ en el lugar de ejecución. Todo lo demás vendrá pre-montado.

Detalle del Forjado de toda la vivienda

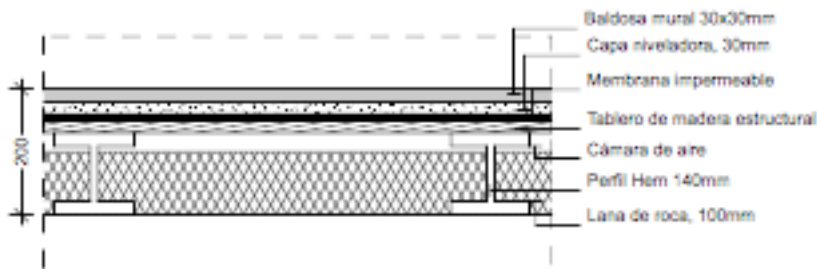


Fig. 4.8 Forjado

Ver a escala en anexo 9.1

Detalle de la fachada tipo de la vivienda

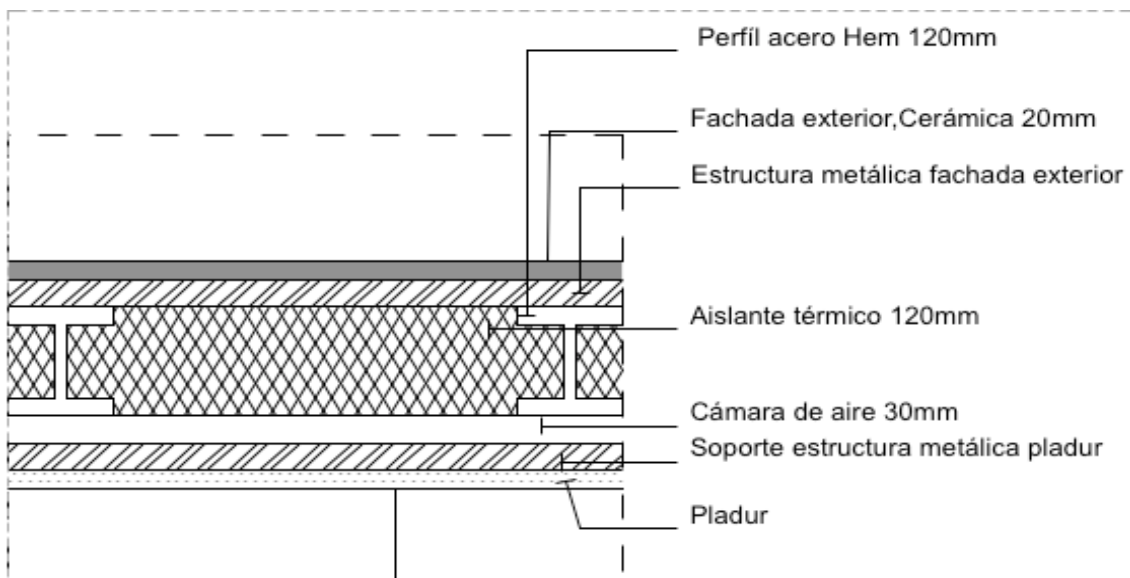


Fig. 4.9 Fachada

Ver a escala en anexo 9.1

Detalle de la cubierta:

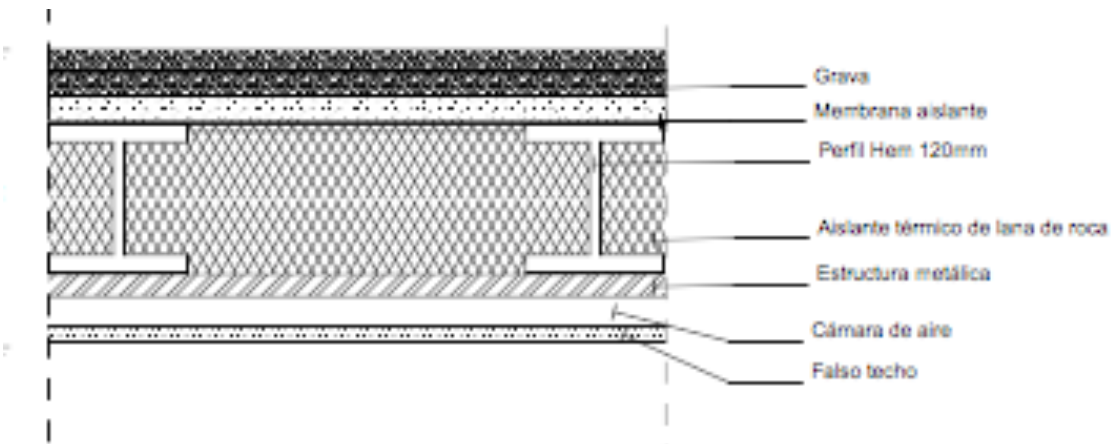


Fig. 4.10 Cubierta plana

Ver a escala en el anexo 9.1

El aislante empleado para el interior de los contenedores es lana de roca, mucho más beneficiosa para el medio ambiente que la espuma proyectada, cuando haya una unión entre un contenedor y otro elemento, ya sea fachada, ventano u otro sistema prolongaremos el aislante unos 50mm para evitar así los puentes térmicos.

Detalle constructivo de la unión del contenedor con fachada exterior

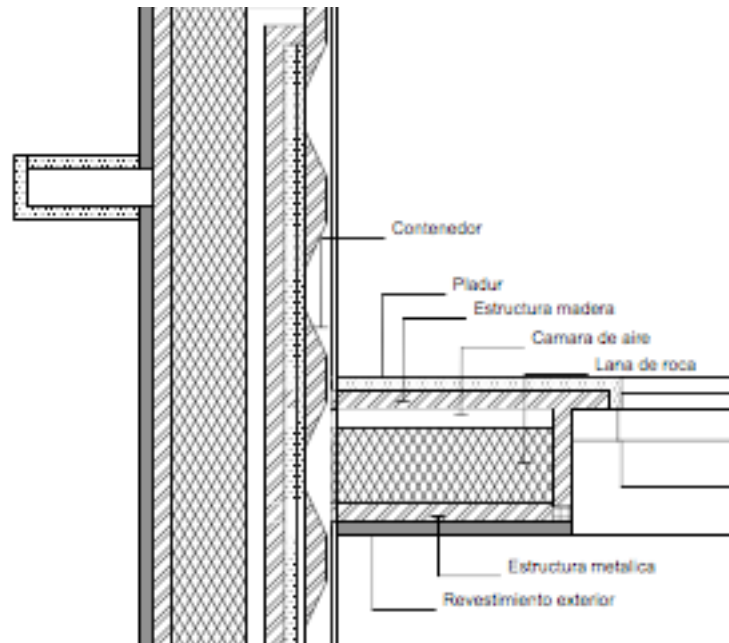


Fig. 4.11 Unión fachada con contenedor

Ver a escala en el anexo 9.1

4.7 Análisis del impacto ambiental de los materiales

4.7.1 Evaluación energética de la vivienda

La inercia térmica indica la cantidad de calor que puede conservar un cuerpo y la velocidad con que lo cede o absorbe. Esta cualidad se emplea en construcción para conservar la temperatura del interior estable a lo largo del día. Durante el día los materiales se calientan y por la noche, van cediendo el calor al interior.

Un adecuado uso de esta propiedad puede evitar el uso de sistemas artificiales de climatización interior.

La inercia térmica prácticamente sólo se puede lograr aumentando la masa de los edificios. A mayor masa, mayor inercia térmica, y por tanto mejor comportamiento térmico, mayor confort y menor consumo energético. Por tanto, para realizar un correcto y efectivo diseño bioclimático, necesariamente se debe aumentar la masa de los edificios.

A continuación vamos a analizar las graficas extraídas del programa Archicad en lo que se refiere a los parámetros bioclimáticos de la vivienda.

Valores Clave			
Datos generales del proyecto		Coefficientes de transfer.	
Nombre Proyecto:	TESIS3.3_evaluaci...	Valor U	[W/m²K]
Ubicación Ciudad:		Promedio Edificio Entero:	0,58
Latitud:	37° 36' 31" N	Pavimentos:	0,19 - 0,19
Longitud:	1° 4' 13" O	Externo:	0,21 - 0,31
Altitud:	0,00 m	Subterráneo:	--
Origen de Datos Climáticos:	ESP_Mu...WEC.epw	Aberturas:	1,65 - 3,28
Fecha de Evaluación:	30 jun 2017 17:55:47		
Datos de geometría del edificio		Valores Anuales Especificos	
Área bruta de la planta:	262,29 m²	Energía calorífica Neta:	6,26 kWh/m²a
Área de Suelo Tratado:	237,64 m²	Energía refrigerante Neta:	0,00 kWh/m²a
Área del Envoltente Exterior:	465,35 m²	Energía Neta Total:	6,26 kWh/m²a
Volumen ventilado:	572,47 m³	Consumo de Energía:	95,93 kWh/m²a
Ratio acristalamiento:	14 %	Consumo de Combustible:	29,47 kWh/m²a
		Energía Primaria:	133,90 kWh/m²a
		Coste Combustible:	2,81 EUR/m²a
		Emisión CO ₂ :	1,56 kg/m²a
Datos de rendimiento de la estructura		Días-Grado	
Infiltración a 50Pa:	3,70 AAH	Calefacción (HDD):	1676,17
		Refrigeración (CDD):	2236,20

Fig. 4.12 Evaluación energética

Esta primera tabla nos indica que la transmitancia de la vivienda es muy baja, esto quiere decir que la fachada tiene una gran dimensión y que funciona adecuadamente, las capas empleadas son las correctas, ver detalle de fachada en el anexo 9.1.

La siguiente gráfica, nos indica a lo largo de un año la energía empleada por la vivienda para un correcto funcionamiento de los elementos eléctricos.

Como vemos el balance energético de la vivienda indica un funcionamiento adecuado de los sistemas de ventilación, de calor y de los materiales empleados para la construcción de la vivienda.

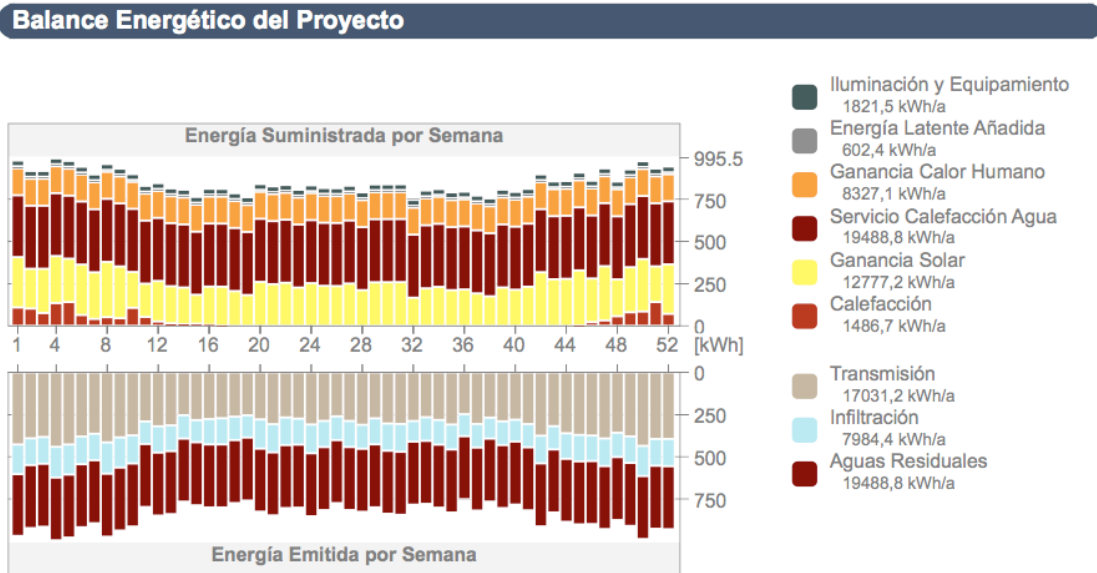


Tabla 4.13 Balance energético

Las ganancias caloríficas se mantienen relativamente constantes durante todo el año, en el invierno son un poco mayores respecto a las del verano, esta situación sucede de manera similar en lo que se refiere al servicio de agua caliente.

Con respecto a la calefacción el consumo de energía podemos decir que es un poco elevado pero dentro de un consumo normal.

Los sistemas tanto mecánicos como naturales empleados en la vivienda para climatizarla son:

Ventilación natural

Horno de pastillas(pellets) con paneles solares.

Con el empleo de estos dos únicos sistemas conseguimos que el impacto medioambiental sea mínimo, y las emisiones de CO₂ sean escasas, como vemos en la imagen inferior, Estos valores los conseguimos al estar empleando el 60% de la energía de fuentes renovables como energía solar los pellets y por último del viento. Para ver con más detalle la información sacada del Archicad sobre el impacto medioambiental de la vivienda ver anexo 9.2




Consumo de Energía por Fuentes					
Tipo Fuente	Energía			Coste	Emisión CO ₂
	Nombre de Origen	Cantidad	Primario		
		MWh/a	MWh/a	EUR/a	kg/a
Renovable	 Solar (Térmico & PV)	15	15	NA	0
	 Bolita	2	3	24	69
Secundario	 Electricidad	4	12	642	301
Total:		22	31	667	371

Fig. 4.14 Resumen impacto medioambiental

4.7.1 Huella ecológica de los materiales empleados en la construcción de la vivienda.

Con todas las premisas que analizamos en los apartados anteriores del trabajo, los materiales escogidos cumplen con todas las exigencias de este tipo de construcción bioclimática.

Vamos a ver una pequeña comparación de los distintos materiales empleados en la fachada de la vivienda justificando su utilización en base a su buen funcionamiento y sobre todo que cumplan con las premisas de la bioclimática. Los datos que vamos a analizar son los referidos a la transmitancia térmica, el carbón añadido y la energía incorporada, con ello vamos a ver que hay que analizar varios parámetro en conjunto para elegir el material correcto para que se cumpla con lo exigido medio ambientalmente.

Todos estos datos los obtenemos de la base de datos del programa Archicad que empleamos para el levantamiento de la vivienda.

Nombre	Volumen [m3]	Carbón Incorporado	Energía Incorporada	Conductividad Térmica
Aislamiento - Fibra Blanda	85,13	1,15	14,60	0,03 W/mK
Cámara de Aire	27,81	0	0	0,15 W/mK
Panel de Yeso	5,82	0,39	6,75	0,25 W/mK
Vidrio	2,17	4975,62	82016,1	1,30 W/mK
		140.558,91 kgCO ₂	1969122,83MJ	

Tabla 4.3 Impacto medioambiental de materiales

Lo que podemos concluir de esta tabla y después de estar probando distintos materiales para dar con la solución correcta, es que hay que ir valorando en conjunto todos los materiales y no ir uno por uno, es decir que no es mejor elegir los materiales con valores o precios bajos nos dará la solución correcta, hay que ir compensándolos, analizando precio, funcionamiento y características intrínsecas de los materiales.

Ahora vamos a ver una pequeña comparativa de los aislantes y por que se eligió uno y no otros, vamos a analizar la lana de roca, el corcho y la espuma proyectada.

Comparación de varios aislantes.

U: 0,04W/mK

Lana de Roca 9,42€/m²

E. incorporada: 14,300 MJ/kg

Carbón incorporado: 1,080kgCo₂/kg

Corcho 22,5€/m²

E. incorporada: 4,000 MJ/kg

Carbón incorporado: 0,190kgCo₂/kg

Espuma proyectada 5€/m²

E. incorporada: 87,400MJ/kg

Carbón incorporado: 3,4200kgCo₂/kg

En los que se refiere a los aislantes el que mejor funciona térmicamente es el corcho y la huella ecológica es la mejor comparado con los otros aislantes, al ser de origen natural y no emplear elementos químicos para formar el aislante en sí, el gran jandicap de este material es el precio, casi duplica al anterior en precio, la lana de roca, es por ello que desechamos el corcho del proyecto.

Una vez eliminamos el corcho, comparamos los otros dos materiales, la lana y la espuma. Observamos que los datos de energía y carbón del material es bastante diferente siendo los más altos los de la espuma, y viendo estos datos y con lo que hemos estudiado, no es beneficioso para el medio ambiente, aunque en precio es más bajo que la lana, ecológicamente no compensa.

En definitiva nos decantamos por la lana pues entre estos dos la huella ecológica de la espuma es superior al de la lana y aunque en precio es inferior, la elección correcta para el proyecto es la fibra de lana de roca.

A continuación vamos a comparar dos tipos de estructuras, la de hormigón y la de acero, con esta comparación queremos justificar el empleo de una estructura metálica en vez de una tradicional, y también el impacto medio ambiental de estos dos materiales.

Para obtener el volumen total necesario en un metro lineal del hormigón armado y de una viga HEM de 120mm en términos de igual resistencia mecánica. Necesitamos saber el área de la sección de cada material, en el caso del hormigón tiene una sección cuadrada de 30x30cm, con un área de 0,3m² y el de la viga 0,00664m².

La siguiente tabla nos indica volumen, área y longitud de cada material, con esto datos sabremos si compensa utilizar el acero o el hormigón para la construcción de la vivienda, necesitamos multiplicar el área por la longitud, obteniendo así el volumen total de cada material:

	Volumen [m3]	Área [m2]	Longitud	Carbón Incorporado	Energía Incorporada	Volumen total [m3]
Acero	0,01	0,00664	1	92,34	1271,24	0,01
Hormigón Armado - Estructural	0,09	0,3	1	52,27	503,28	0,09

Tabla 4.4 Comparación entre el hormigón y el acero

Los datos obtenidos nos indica que necesitaremos un 89% menos de acero que de volumen que de hormigón para realizar la misma tarea. Es por ello que aunque sea mucho más contaminante nos decantamos por este material para la construcción de nuestra vivienda, puesto que se requiere menos material para ejecutar la casa.

En la siguiente tabla vemos la cantidad total de energía y carbón incorporado empleada en toda la estructura de la vivienda

Acero incorporado en la vivienda

Nombre	Volumen	Carbón Incorporado	Energía Incorporada	Conductividad Térmica
Acero - Vigas	22,94	292341,95	4367752,75	60,00 W/mK
Acero - Contenedor	9,32	120682,99	1824785,01	60,00 W/mK
	32,26	413024,94kgCO₂	6192537,76MJ	

Tabla 4.5 Carbón y energía incorporada

En esta tabla estudiamos la cantidad de acero que lleva la vivienda y que dato total de impacto ambiental obtenemos, pero como dijimos anteriormente tenemos que despreciar el acero del que se componen los contenedores, dando un resultado final de 171658,96 kgCO₂ para el Carbón incorporado y de 2542967,74MJ en la Energía incorporada.

En definitiva como mencionamos en el apartado 2.2 los materiales prioritarios para ser reutilizados deben ser los más dañinos para el medio ambiente como es el caso del acero, que necesita un gasto energético alto para su creación.

Es por ello que al reutilizar los contenedores este impacto medioambiental se suprime en nuestro proyecto, el dato que sacamos del programa Archicad sobre este impacto de los contenedores en el medio ambiente es de 120682,99 kgCO₂ un dato muy elevado viendo el del resto de materiales empleados en el proyecto pero como ya dijimos lo omitimos en los cálculos futuros. Lo que no omitimos en estos cálculos es el acero de la estructura de forjados, cubiertas y fachadas.

5- CONCLUSIONES

El interés de la arquitectura con estos contenedores queda demostrado por la innumerable cantidad de proyectos y obras que han sido realizadas alrededor de todo el mundo, debido en gran parte a las ventajas que ofrecen para el transporte, por ejemplo Toma prestadas las condiciones de estandarización de los contenedores y con estas los medios homologados de manipulación y transporte.

La posibilidad de trasladar unidades de edificios completamente acabadas desde la fábrica hasta el lugar final de ejecución, reduciendo las tareas en obra como es la cimentaciones e instalaciones, siendo de gran interés la prefabricación.

Este tipo de construcciones aunque a simple vista parecen idóneas para dar solución a los problemas actuales de vivienda, como pueden ser el precio, el impacto ambiental y el espacio, también tienen sus ventajas e inconvenientes respecto a la construcción tradicional.

A partir de este proyecto concluimos que podemos construir con contenedores de una manera distinta a lo existente, los contenedores como elementos estructurales y como generador de espacios. Al emplearlos de esta manera, la estructura de la vivienda queda solventada con los contenedores y aprovechamos los espacios intermedios para diseñar las habitaciones de la vivienda a partir de su localización, ver Fig. 4.7, para terminar revistiendo la casa con un sistema de cerramiento que expusimos en el apartado 4.6, solventando así las necesidades tanto constructivas como bioclimáticas para un correcto funcionamiento tanto estructural como de confort habitacional.

Es necesario tener en cuenta que al momento de escoger los contenedores que se encuentren en buen estado estructural, es decir, que no se aprecien síntomas del maltrato excesivo, corrosión muy avanzada, falta de áreas de acero, reparaciones con soldaduras, entre otros, los cuales puedan afectar la calidad estructural de la vivienda y produzcan problemas durante o después de su construcción. Como analizamos en el apartado 1.4.3. Una de las grandes ventajas de estos elementos es que el contenedor sale terminado de fábrica, únicamente hay que situarlo en su posición final en el terreno.

Como vimos en las tablas e imágenes del capítulo 4 los contenedores son unos elementos constructivos que estructuralmente funcionan muy bien, pero tanto en confort térmico como ecológicamente tiene sus limitaciones, por lo tanto, para que cumplan con los parámetros exigidos para una correcta comodidad y funcionalidad los que empleamos para espacios de uso menos frecuente o espacios que no requieran de grandes dimensiones, es por ello que los ubicamos los cuartos húmedos, espacios de almacenaje y cocina, así como el mayor número de instalaciones posibles. Con esta solución conseguimos desmarcarnos de la construcción que se está llevando en la actualidad de usar el contenedor como una unidad habitacional completa, con los inconvenientes que ello conlleva, unos espacios mínimos y restrictivos. Pero sobre todo la huella ecológica que deja en el medio ambiente es nula puesto que al estar reutilizando los contenedores suprimimos este dato de nuestro proyecto tal como estudiamos en el apartado 4.7.

Respecto a la situación que hay en España con este tipo de construcción es algo confusa. La normativa existente limita en muchos casos el poder aprovechar materiales de otras viviendas o procedente de otros lugares, al necesitar estos de ensayos, los cuales incrementan el precio final de los materiales, suponiendo un gran lastre para este tipo de desarrollo.

No obstante, este hecho, no hace sino destacar la situación de la sociedad en la que vivimos, la necesidad de regular absolutamente todo, esto nos limita las posibilidades de ser respetuosos con el medio ambiente.

La construcción sostenible realizada con contenedores de transporte marítimo se presenta pues como una solución viable para reemplazar las viviendas de corte tradicional y sustituirlas o reconvertirlas por las de este tipo.

En definitiva la arquitectura modular toma prestadas características inherentes al objeto, esta emplea sus condiciones de estandarización y con ella los medios homologados de manipulación y transporte. Al ser rescatados de un puerto o un almacén estamos contribuyendo a darle una segunda oportunidad de ser un elemento útil de nuevo.

En el proceso de diseño la unidad habitable resultante, preserva las cualidades tanto de transportabilidad, resistencia y estabilidad del objeto, combinado con los materiales y sistemas constructivos prefabricados que conforman el conjunto de la vivienda dejando abierto el ciclo de la reutilización y el reciclaje.

Sin lugar a duda estas propuestas son innovadoras, funcionales, que ofrecen multiplicidad y facilidad al usuario. Esta arquitectura invita a una vida diferente en la que la sustentabilidad se torna el foco principal de las propuestas.

De esta manera podemos afirmar que los proyectos con contenedores son innovadores para la realización de una nueva arquitectura que busca la comodidad familiar yendo de la mano del confort y diversidad que se puede crear con estos elementos.

6- BIBLIOGRAFÍA

Libros

- Anderson, M. Anderson, P. (2007) *Prefab Prototypes: Site-specific Design for Offsite Construction*, PAPress publication, Nueva York, EEUU, 2007, ISBN 1568985606.
- Davies, C, (2005), *The Prefabricates Home*, London, Reaktion Books Ltd.
- De Garrido, L. (2011). *Sustainable Architecture Containers*, Barcelona, Monsa.
- De Garrido, L. (2013). *Sustainable Architecture Containers 2*, Barcelona, Monsa.
- Gonzalez, F. (2004), *Arquitectura bioclimatica en entorno un entorno sostenible*, Madrid, Munillalera.
- Fossoux, E & Chevriot, S, (2016), *Constuire sa maison container*, Paris, Eyrolles.
- Kalkin, A. (2008) *Quik Build: Adam Kalkin's ABC of Container Architecture*, London, William F. McLean
- Knaack, U. et alii. (2010) *Prefabricated Systems: Principles of Construction Paperback*, Switzerland, Birkhäuser Basel.
- Kieran, S. & Timberlake, J. (2004). *Prefabricating architecture: How manufacturing methodologies are poised to transform building construction*. New York, McGraw-Hill.
- Klose, A, (2009) *The Container Principle, How a Box Changes the Way We Think*, London, The MIT Press
- Kotnik, J. (2008) *Container Architecture, This book contains 6348 containers*, Barcelona, linksbooks.
- Kotnik, J. (2013) *New Container Architecture, Manual práctico y 30 proyectos*, Barcelona, linksbooks.
- Le Corbusier, (1998), *Hacia una Arquitectura*, Madrid, Apóstrofe
- Levinson, M. (2006) *The Box: How the Shipping Container Made the World Smaller and the World*, Princeton, Princeton University Press,
- Minke, G. (2005), *Techos verdes, Planificación , ejecución, consejos prácticos*, Malaga, Fin de Siglo
- Olgyay, V. (1998). *Arquitectura y Clima. Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. Barcelona, Gustavo Gili

- Pezzi, C. (2007), *Un vitruvio ecológico: principios y práctica del proyecto arquitectónico sostenible*, Barcelona, Gustavo Gili.
- Rojas, J. (2015) *La magia de lo reciclable, construction whith containers*. *Arquitectura viva*, nº178, 11 de noviembre, p. [4-7].
- Slawik, H., et alii. (2010). *CONTAINER ATLAS. A practical guide to container architecture*. Berlín, Gestalten.
- Smith, R. (2013). *Prefab Architecture: A Guide to Modular Design and Construction*. New Jersey, John Wiley & Sons, Inc.
- Wassouf, M. (2014) *De la casa pasiva al estandar passivhaus: la arquitectura pasiva en climas calidos*, Barcelona, Gustavo Gili.

Tesis

- Fernandez Campillo, S. (2014) *Construcción sostenible con contenedores de transporte*, Proyecto fin de grado, Ingeniería de la edificación, Universidad de Granada

Artículo de Revista electrónica

- Idealista, *Cómo ahorrar energía en función de la orientación de la vivienda*, [En línea] Disponible
<<https://www.idealista.com/news/inmobiliario/vivienda/2013/08/29/656721-como-ahorrar-energia-en-funcion-de-la-orientacion-de-la-vivienda-infografia>> [Consultado en noviembre de 2016]

Legislación

- Sede electrónica del catastro, gobierno español, [En línea] Disponible
<<https://www.sedecatastro.gob.es>> [consultado el 15-11-2016]
- Código técnico de la edificación [En línea] Disponible
<http://www.codigotecnico.org/index.php/component/finder/search?q=containers&Search=>, [consultado el 15-11-2016]

Página Web

- Agencia Estatal De Meteorología city [En línea] Disponible en
<http://www.aemet.es/es/portada>> [Consultado en Diciembre de 2016]

- Container city [En línea] Disponible en <<http://www.containercity.com/>> [Consultado en Septiembre de 2016]
- Google maps, [En línea] Disponible en <https://www.google.mpas.es>, [Consultado en Diciembre de 2016]
- LOT-EK [En línea] Disponible <www.lot-ek.com/>, [Consultado en Julio de 2016]
- Patentes google, , [En línea] Disponible en <https://patents.google.com>, [Consultado en Diciembre de 2016]

Post Blogs

- Alternativas a la vivienda tradicional: contenedores marítimos, [En línea] Disponible en <<http://flavinfoarquitectura.blogspot.com.es/2014/12/alternativas-la-vivienda-tradicional.html>> [Consultado en Enero , 2016]
- Alario,E., *Puntos a tener en cuenta para construir viviendas con ISO Containers*, [En línea] Disponible en <<http://www.enriquealario.com/construir-viviendas-con-iso-containers/>> [Consultado en Octubre , 2015].
- Ayarra,J.M, *La construcción con contenedores marítimos*, [En línea] Disponible en <<http://www.mimbrea.com/contruccion-con-contenedores-martimos/>> [Consultado en Noviembre , 2016].
- Franco, T, *Casa WFH / Arcgency*,. Plataforma Arquitectura.. [En línea] Disponible en <<http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/619569/casa-wfh-arcgency>> [Consultado en Enero , 2016]
- Freire Obando G. (2015) *Tipos de contenedores*, [En línea] Disponible <<http://comunidad.todocomercioexterior.com.ec/profiles/blogs/tipos-de-contenedor>> [Consultado en Enero , 2016]
- Rodriguez, L. *Habitainer, contenedores habitables*, [En línea] Disponible <http://habitainer.blogspot.com.es/> > [Consultado el 5-10-2015]
- Seguí, P. (2014) *La construcción o arquitectura con contenedores marítimos*, Ovacen, [En línea] Disponible en <<http://ovacen.com/>> [Consultado el 3-11-2015]

7- INDICE IMÁGENES

Capítulo 1

Fig 1.1 R4HOUSE, *Sustainable Architecture Containers* De Garrido, L. (2011).

Fig 1.2 Catálogo de las Kit-Houses de Sears, Roebuck & Co. entre 1908 y 1940, resanmodular, *Prefab Architecture: A Guide to Modular Design and Construction*, Smith, R.

Fig 1.3 Casas de la colonia Meudon en Francia, de Jean Prouvé resanmodular, *Prefab Prototypes: Site-specific Design for Offsite Construction*, Anderson, M. Anderson, P

Fig 1.4 Prototipo de casa Dymaxio, de Buckminster Fuller, resanmodular, *Prefab Prototypes: Site-specific Design for Offsite Construction*, Anderson, M. Anderson, P

Fig 1.5 Perspectiva y esquema de montaje de cápsulas, y planta de la torre, *Prefab Architecture: A Guide to Modular Design and Construction*, Smith, R.

Fig 1.6 Malcon Mclean, Levinson, M. *The Box: How the Shipping Container Made the World Smaller and the World*.

Fig 1.7 Puerto de Barcelona, Disponible en www.PortdeBarcelona.com, [Consultado en Octubre , 2016].

Fig 1.8 Barco Transportando Contenedores, Disponible en www.PortdeBarcelona.com, [Consultado en Octubre , 2016].

Fig 1.9 Forma de un contenedor, Disponible en <http://ovacen.com/> [consultado el 3-11-2015]

Fig 1.10 Contenedor con fines militares, Disponible en <http://ovacen.com/> [consultado el 3-11-2015]

Fig 1.11 Patente US 4854094 A, Disponible en <https://patents.google.com>, [Consultado en Diciembre de 2016]

Fig 1.12 Distintos tipos de contenedores, Disponible en <http://comunidad.todocomercioexterior.com.ec/profiles/blogs/tipos-de-contenedor>> [Consultado en Enero , 2016]

Fig 1.13 gráfico de precios de contenedores, Disponible en <http://ovacen.com/> [consultado el 3-11-2015]

Fig 1.14 Suelo del contenedor, autoría propia

Fig 1.15 Puertas del contenedor, autoría propia

Fig 1.16 Cantonera de un contenedor, autoría propia

Fig. 1.17 container-twistlock, Disponible en <http://www.pacificmarine.net>, [Consultado en Junio , 2016].

Fig 1.18 Bridge fitting, Disponible en <http://www.pacificmarine.net>, [Consultado en Junio , 2016].

Fig. 1.19. Soldadura, *Constuire sa maison container*, Paris, E Fossoux, E & Chevriot, S, (2016).

Capítulo 2

Fig. 2.1 Grafico de orientación para una vivienda, Disponible en <https://www.idealista.com/news/inmobiliario/vivienda/2013/08/29/656721-como-ahorrar-energia-en-funcion-de-la-orientacion-de-la-vivienda-infografia> [Consultado en noviembre de 2016]

Fig. 2.2 Interior de un contenedor, autoría propia

Fig. 2.3 aislante interior, *Constuire sa maison container*, Paris, E Fossoux, E & Chevriot, S, (2016).

Fig. 2.4 aislante exterior, *Constuire sa maison container*, Paris, E Fossoux, E & Chevriot, S, (2016).

Fig. 2.5 Esquema de soluciones para cubierta y suelo, *Sustainable Architecture Containers* De Garrido, L. (2011).

Fig. 2.6 Esquema para generar aire fresco, *Sustainable Architecture Containers* De Garrido, L. (2011).

Fig. 2.7 Lámina impermeabilizante, *Constuire sa maison container*, Paris, E Fossoux, E & Chevriot, S, (2016).

Fig. 2.8 Lateral de un contenedor, autoría propia

Fig. 2.9 Exterior de un contenedor, autoría propia

Capítulo 3

Fig. 3.1 Exterior vivienda guest house, *Sustainable Architecture Containers 2* De Garrido, L. (2013).

Fig. 3.2 Interior vivienda guest house, *Sustainable Architecture Containers 2*, De

Garrido, L. (2013)..

Fig. 3.3 Planta guest house, *Sustainable Architecture Containers 2*, De Garrido, L. (2013).

Fig. 3.4 Exterior casa árbol, Disponible en http://www.golanyarchitects.com/Golany%20Architects_Residence%20nr%20Jerusalem_01.htm [Consultado en Enero , 2016]

Fig. 3.5 Exteriores casa árbol, Disponible en http://www.golanyarchitects.com/Golany%20Architects_Residence%20nr%20Jerusalem_01.htm [Consultado en Enero , 2016]

Fig. 3.6 Interior de la vivienda, Disponible en http://www.golanyarchitects.com/Golany%20Architects_Residence%20nr%20Jerusalem_01.htm [Consultado en Enero , 2016]

Fig. 3.7 Planta casa árbol, Disponible en http://www.golanyarchitects.com/Golany%20Architects_Residence%20nr%20Jerusalem_01.htm [Consultado en Enero , 2016]

Fig. 3.8 Exterior vivienda R4House, *Sustainable Architecture Containers* De Garrido, L. (2011).

Fig. 3.9 Exterior R4House, *Sustainable Architecture Containers* De Garrido, L. (2011).

Fig. 3.10 Fachada principal casa WFH, Disponible en <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/619569/casa-wfh-arcgency> [Consultado en Enero , 2016]

Fig. 3.11 Interiores casa WHF, Disponible en <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/619569/casa-wfh-arcgency> [Consultado en Enero , 2016]

Fig. 3.12 Interior casa WHF en fase de construcción, Disponible en <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/619569/casa-wfh-arcgency> [Consultado en Enero , 2016]

Fig. 3.13 Detalle de la estructura de la fachada de la casa WHF, Disponible en <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/619569/casa-wfh-arcgency> [Consultado en Enero , 2016]

Fig. 3.14 Vista general de la edificación, Disponible en <http://www.containercity.com/> [Consultado en Septiembre de 2016]

Fig. 3.15 Edificio Container city, Disponible en <http://www.containercity.com/>

[Consultado en Septiembre de 2016]

Fig. 3.16 Fachada lateral del edificio, Container city, Disponible en <http://www.containercity.com/> [Consultado en Septiembre de 2016]

Fig. 3.17 Exterior vivienda tradicional con una ampliación con contenedores, Disponible en <http://www.sergiofcampillo.blogspot.com.es>, [Consultado en Septiembre de 2016]

Fig. 3.18 Bocetos del proyecto de ampliación, Disponible en <http://www.sergiofcampillo.blogspot.com.es>, [Consultado en Septiembre de 2016]

Fig. 3.19 Interior del contenedor como parte de la vivienda, Disponible en <http://www.sergiofcampillo.blogspot.com.es>, [Consultado en Septiembre de 2016]

Fig. 3.20 Habitación situada en el contenedor, Disponible en <http://www.sergiofcampillo.blogspot.com.es>, [Consultado en Septiembre de 2016]

Capítulo 4

Fig. 4.1 Mapa de España, Disponible en [http:// https://www.google.es/maps/](http://https://www.google.es/maps/) [Consultado en Diciembre de 2016]

Fig. 4.2 Región de Cartagena, Disponible en [http:// https://www.google.es/maps/](http://https://www.google.es/maps/) [Consultado en Diciembre de 2016]

Fig. 4.3 Plano del catastro, Disponible en <https://www.sedecatastro.gob.es> [Consultado en Diciembre de 2016]

Fig. 4.4 Finca del proyecto, autoría propia

Fig. 4.5 Exteriores de la finca, autoría propia

Fig. 4.6 Situación de la vivienda en la finca, diseño propio

Fig. 4.7 Planta de distribución, diseño propio

Fig. 4.8 Detalle constructivo forjado , autoría propia

Fig. 4.9 Detalle constructivo de la fachada, autoría propia

Fig. 4.10 Cubierta plana

Fig. 4.11 Detalle constructivo de fachada con el contenedor, autoría propia

Fig. 4.12 Valores del informe bioclimáticos de la vivienda, autoría propia

Fig. 4.13 Valores del impacto medioambiental, autoría propia

Fig. 4.14 Resumen impacto medioambiental, autoría propia

8- INDICE TABLAS

Capítulo 1

T. 1.1 Dimensiones genéricas de los contenedores, Disponible en <http://ovacen.com/>
[Consultado en Diciembre de 2015]

T. 1.2 Dimensiones de los contenedores en pies, 20, 40 y 40 Hc, Disponible en
<http://ovacen.com/> [Consultado en Diciembre de 2015]

Capítulo 4

T. 4.2 Valores del balance energético del proyecto, autoría propia

T. 4.3 Datos del impacto medioambiental de los materiales, autoría propia

T. 4.4 Tabla 4.4 Comparación entre el hormigón y el acero, autoría propia

T. 4.5 Carbón y Energía del acero

9- ANEXOS

9.1 Planos del proyecto

9.2 Informe de evaluación

9.1 Planos del proyecto

- 1. Emplazamiento**
- 2. Planta vivienda actual**
- 3. Secciones y Alzados vivienda actual**
- 4. Implantación**
- 5. Planta principal**
- 6. Cotas planta principal**
- 7. Secciones transversales**
- 8. Secciones longitudinales**
- 9. Cotas sección**
- 10. Alzados**
- 11. Pormenores**
- 12. Vistas generales**

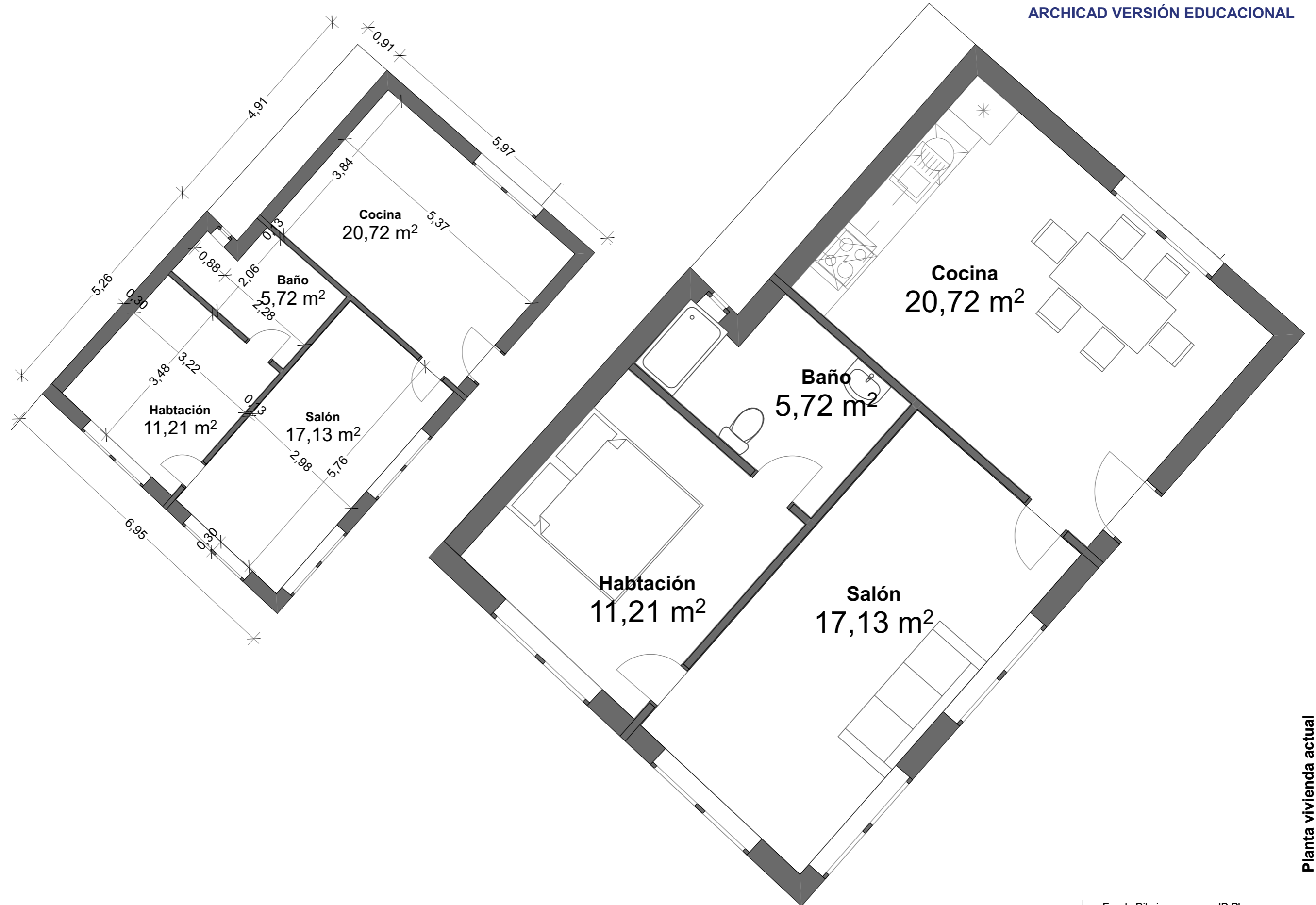


1:500



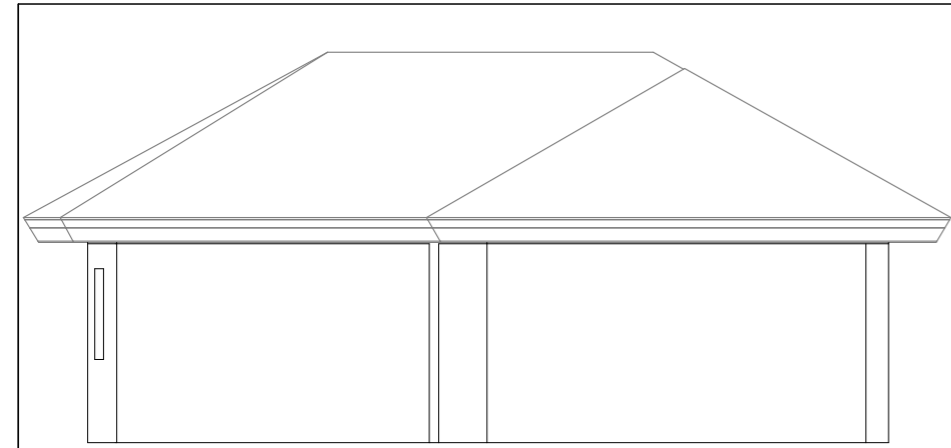
Emplazamiento





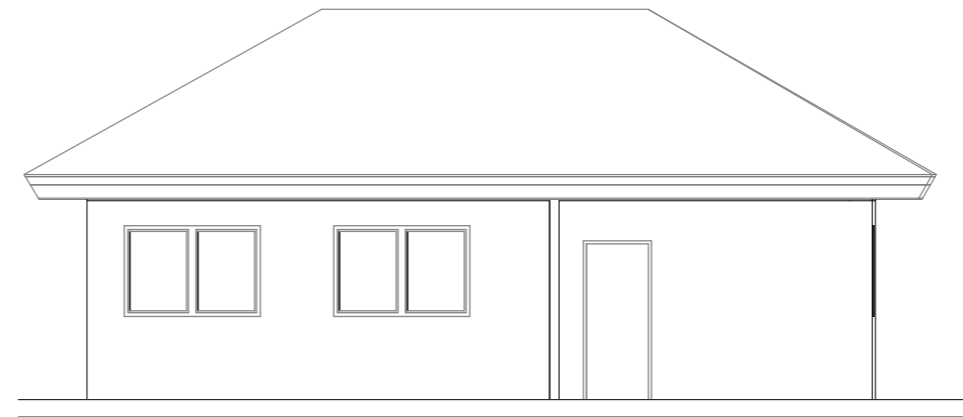
Planta vivienda actual





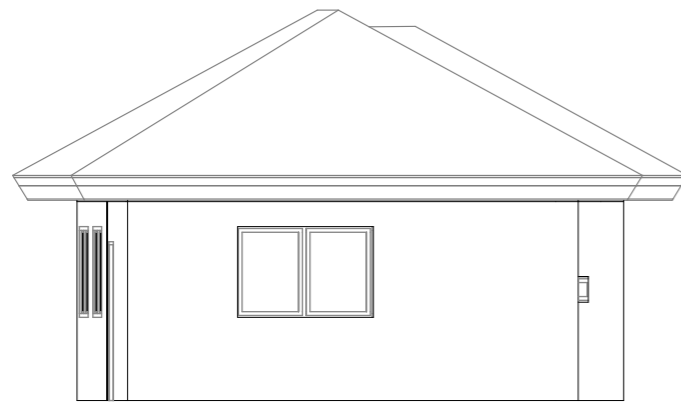
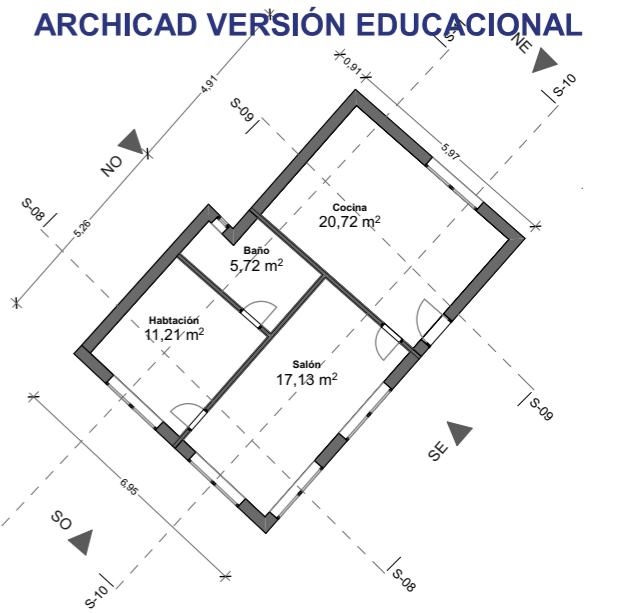
NE

1:100



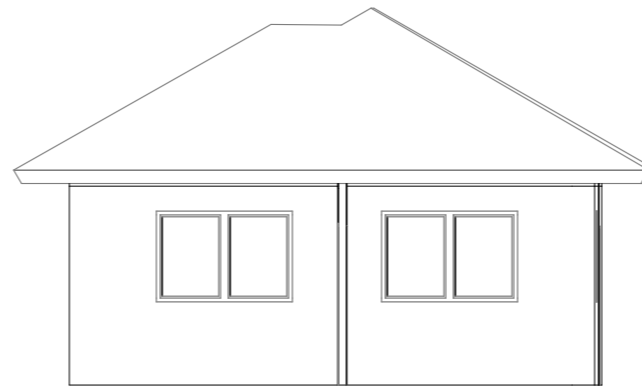
SE

1:100



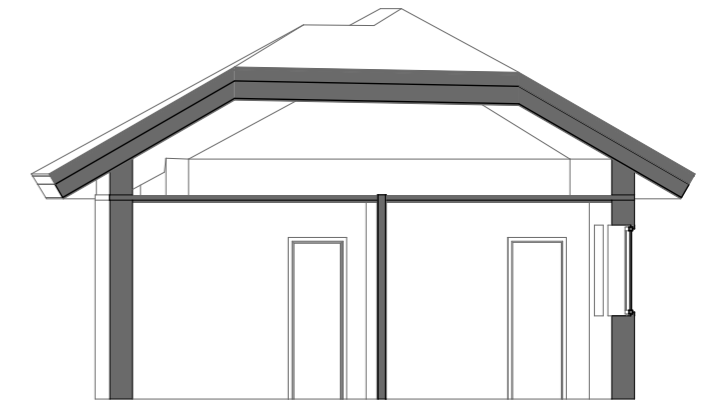
SE

1:100



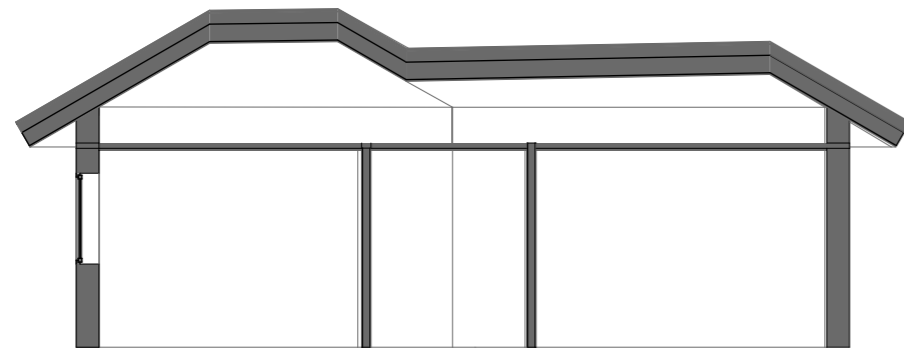
SO

1:100



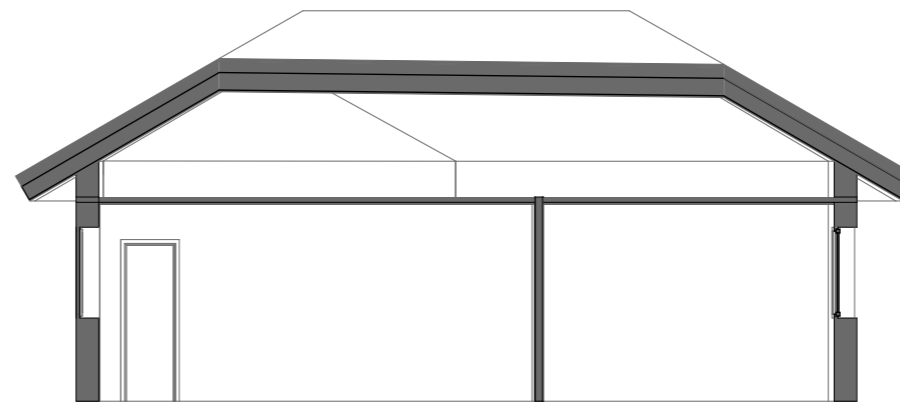
S-08

1:100



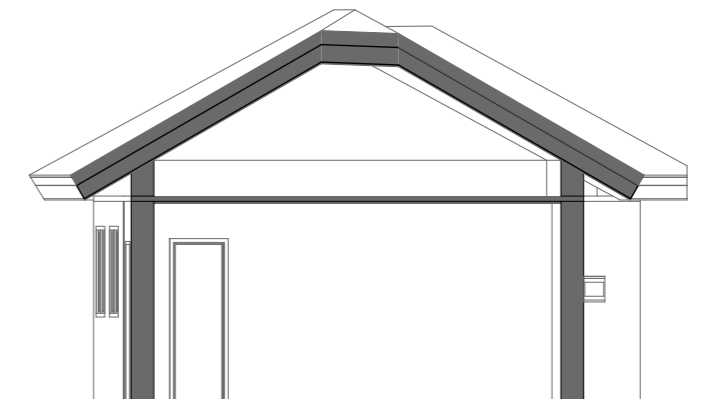
S-11

1:100



S-10

1:100

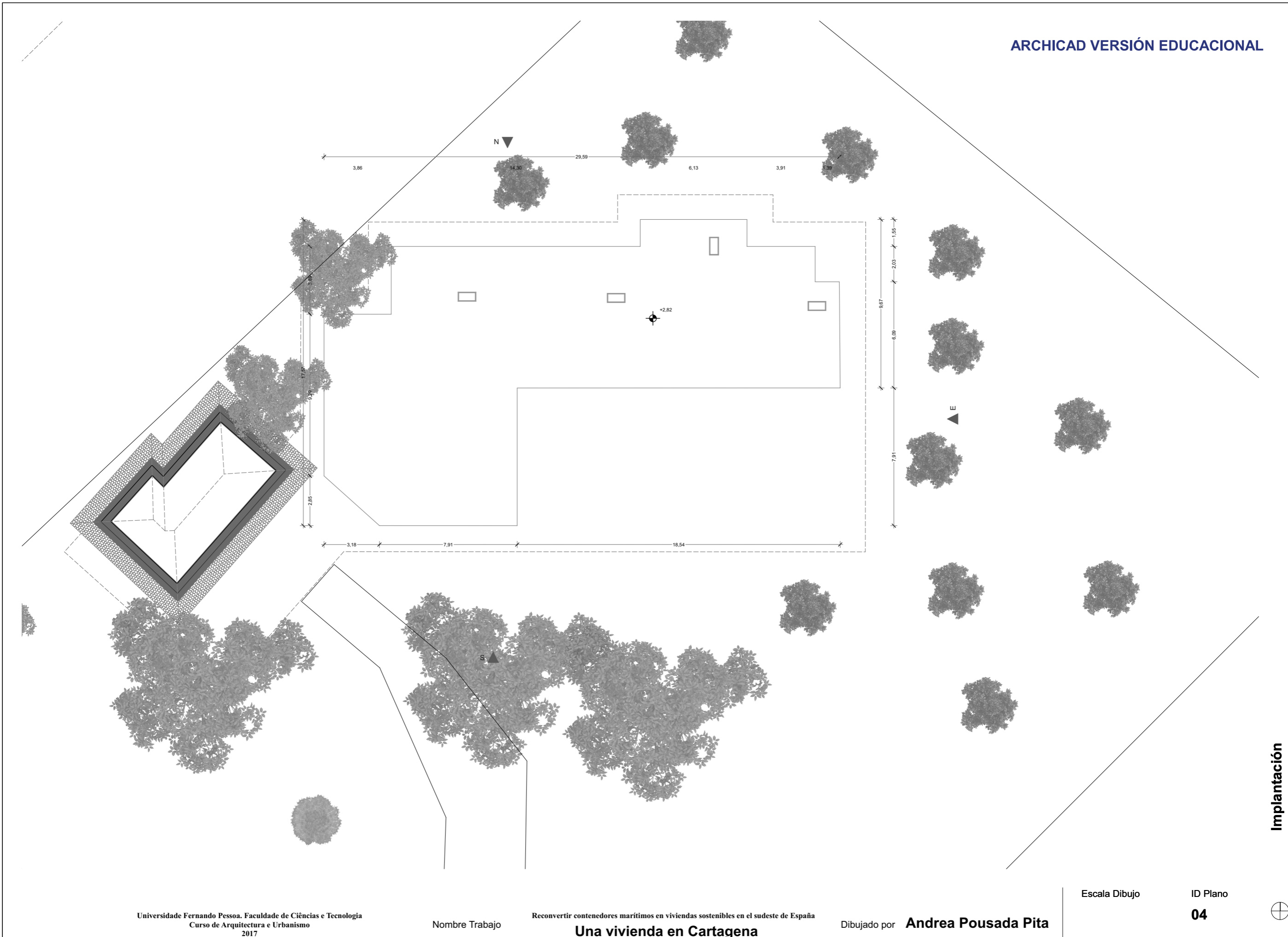


S-09

1:100

Secciones, Alzados





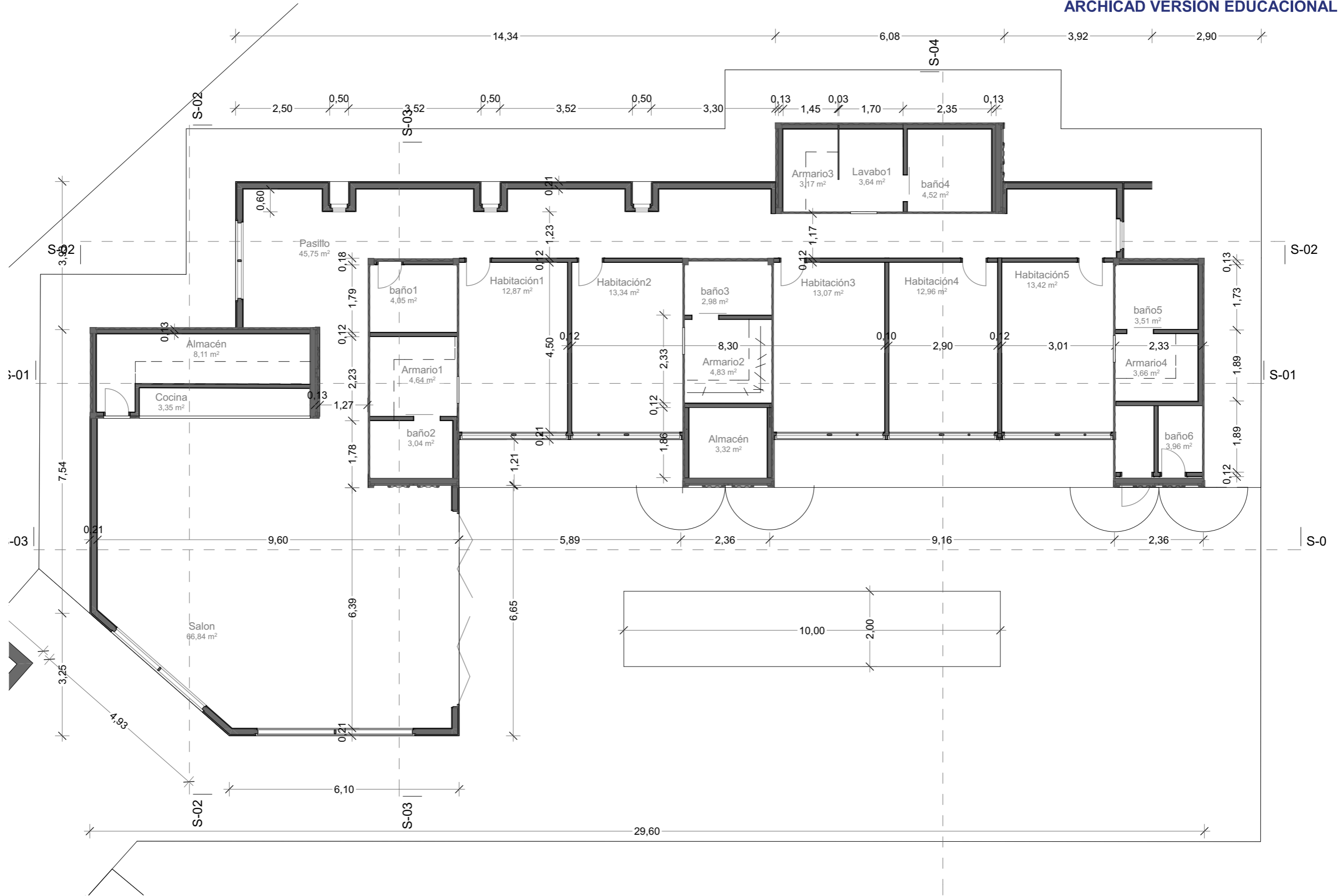
Implantación





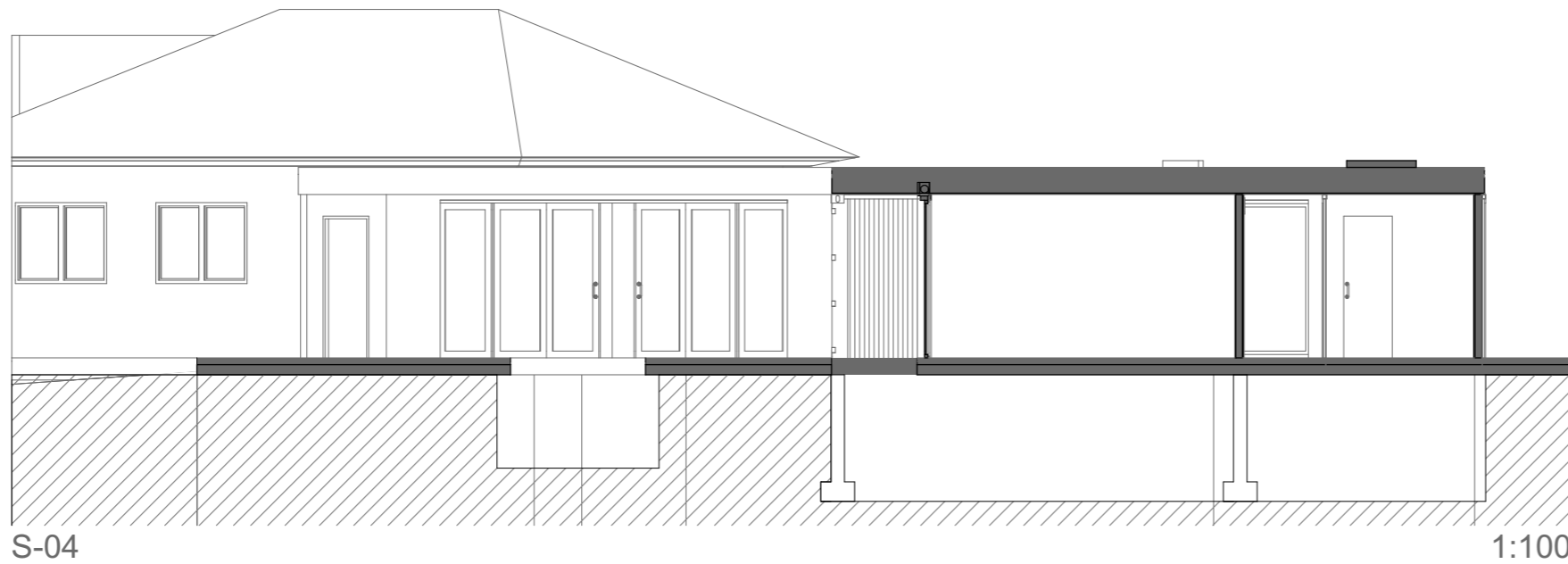
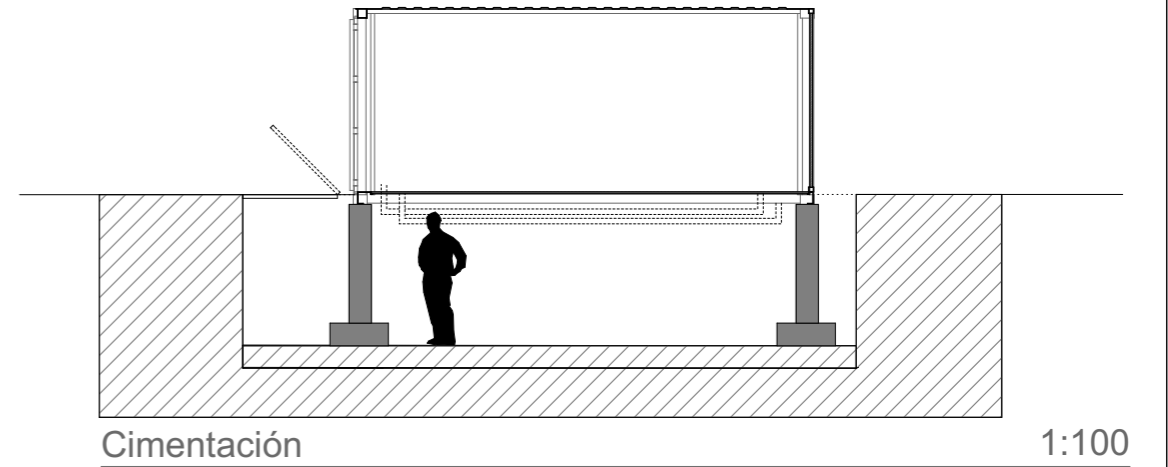
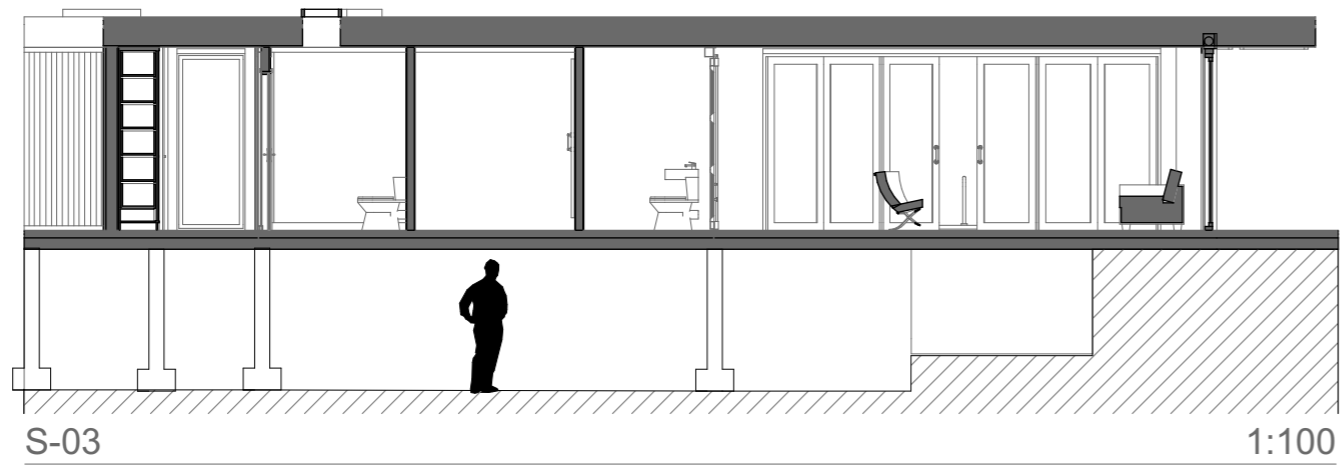
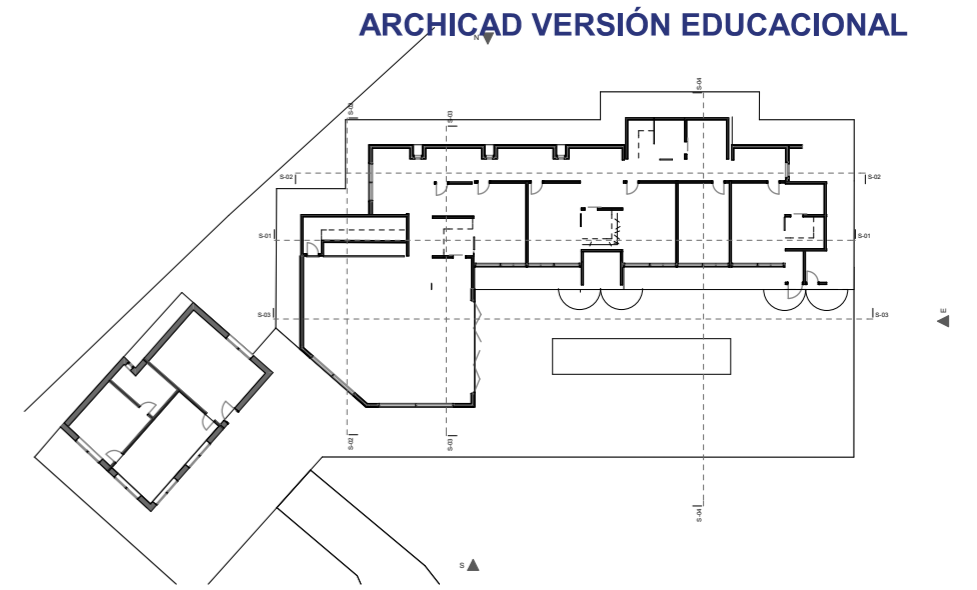
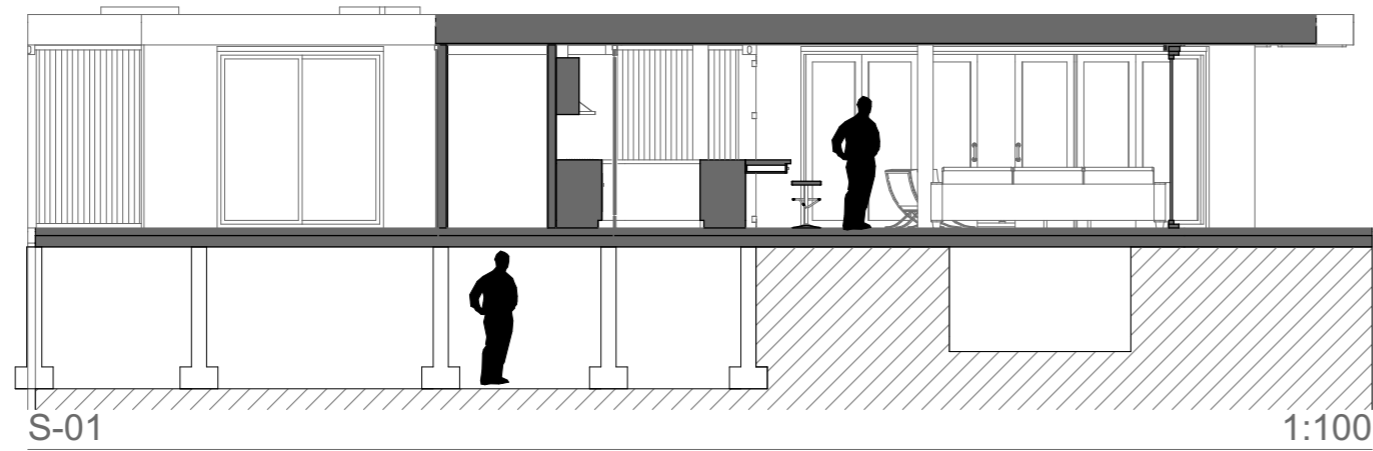
Planta principal





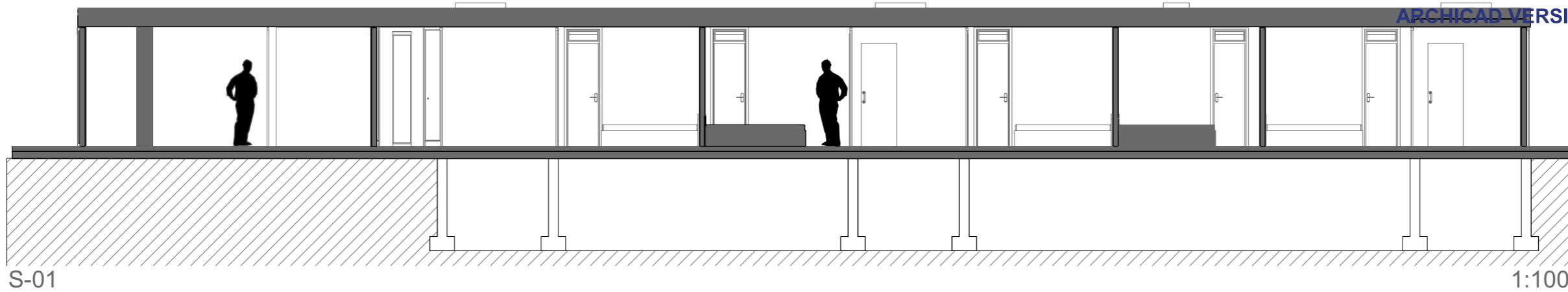
Cotas planta principal





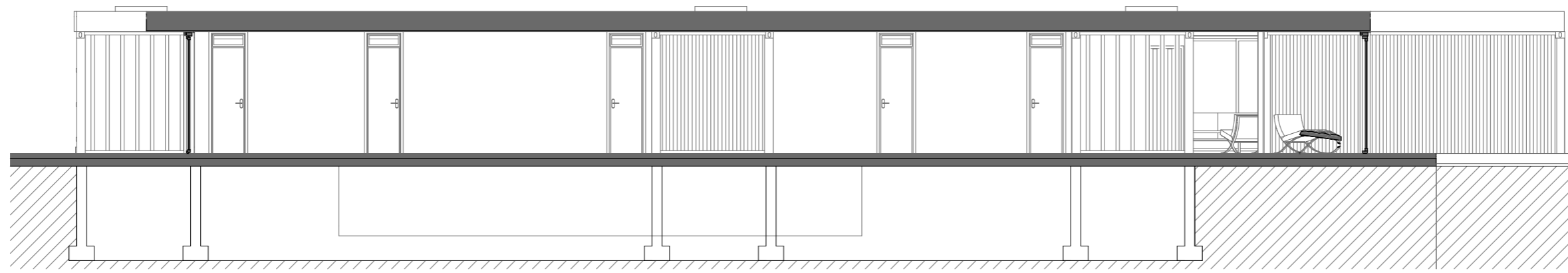
Secciones Transversales





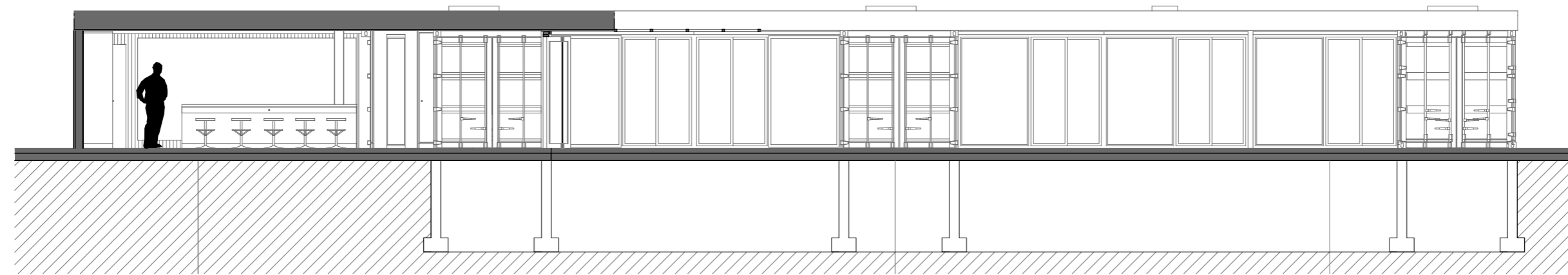
S-01

1:100



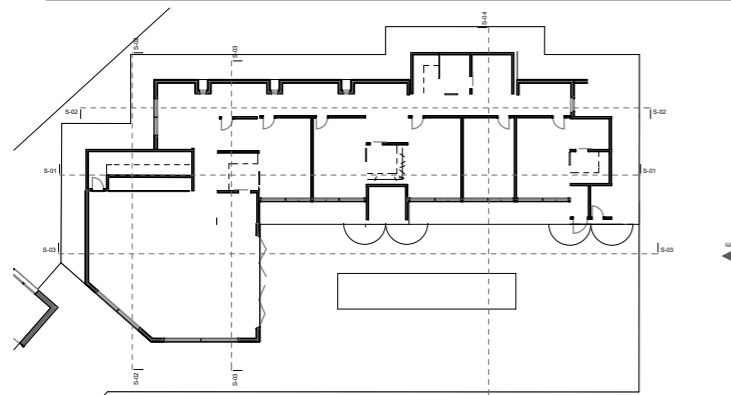
S-02

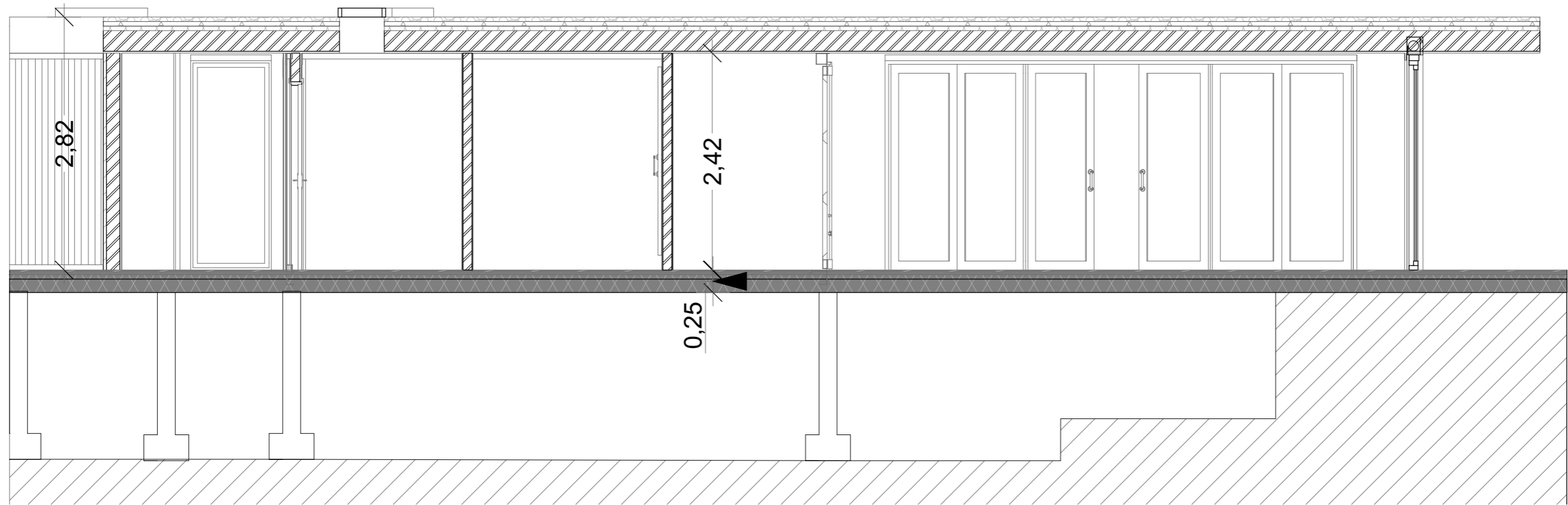
1:100



S-03

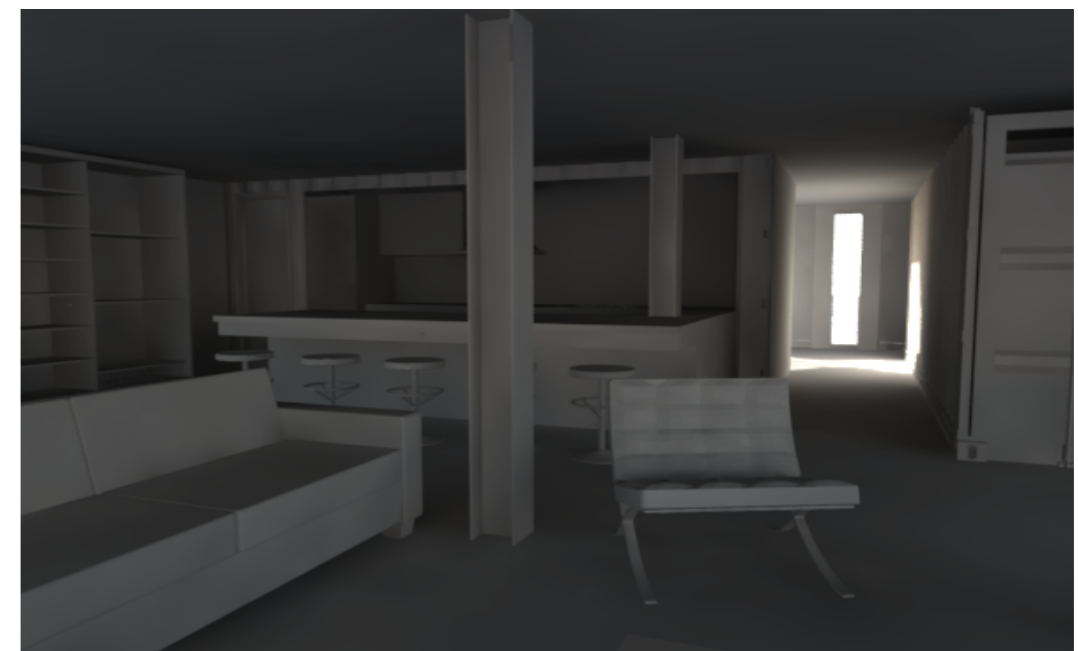
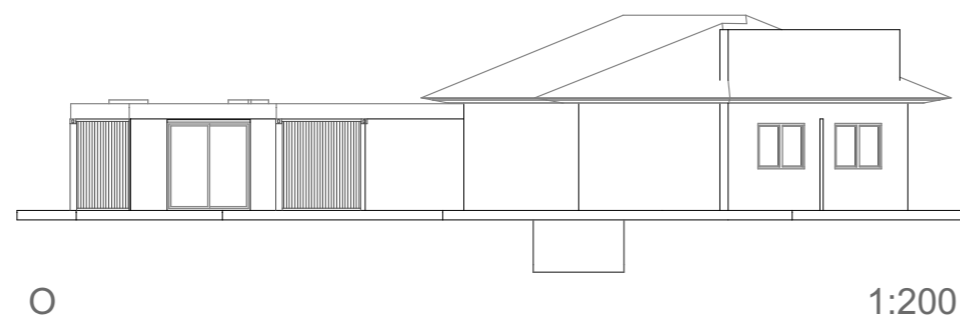
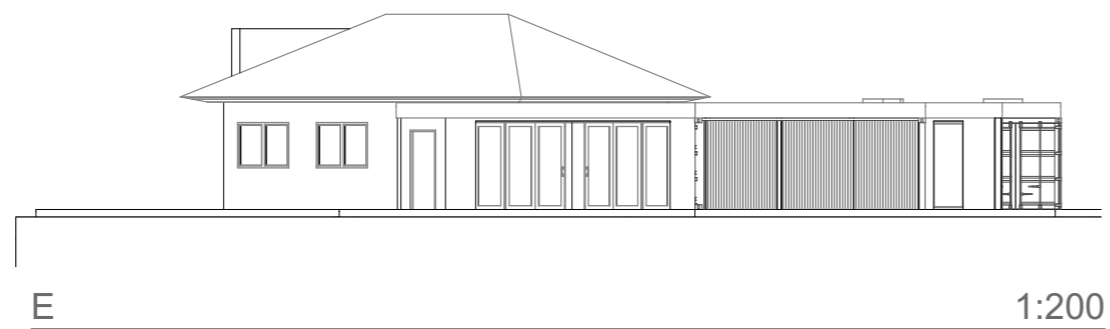
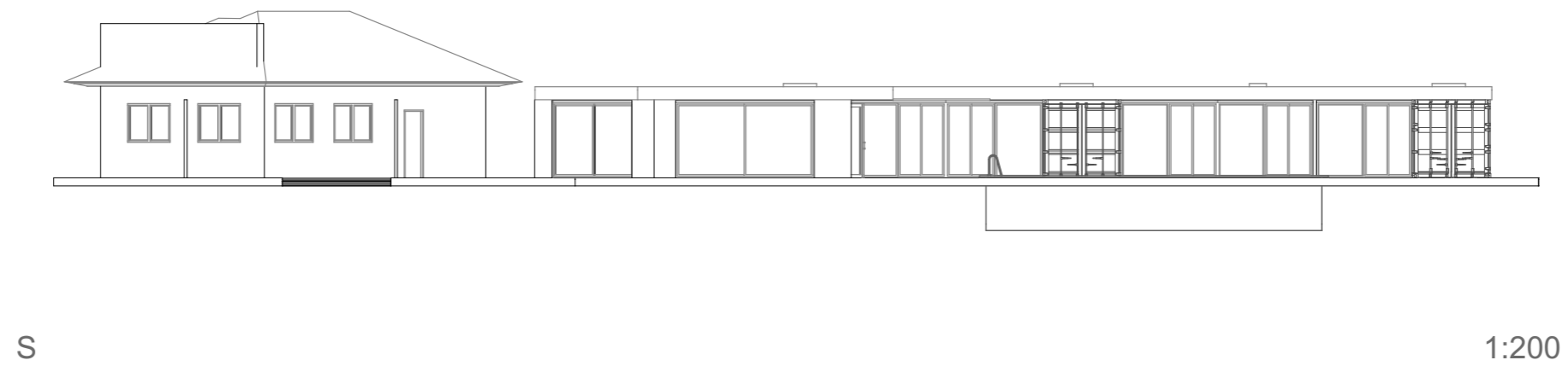
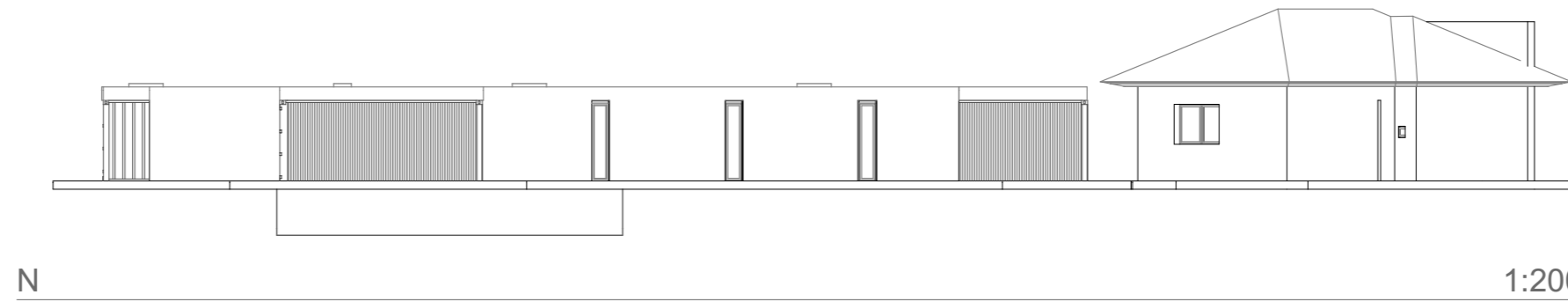
1:100





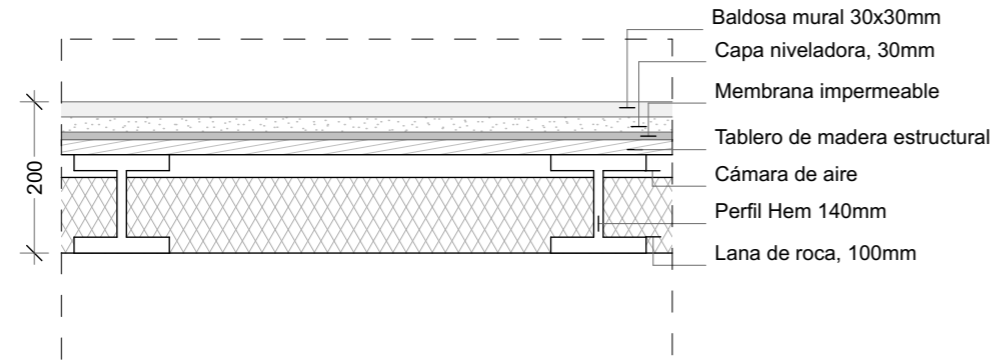
Cotas sección





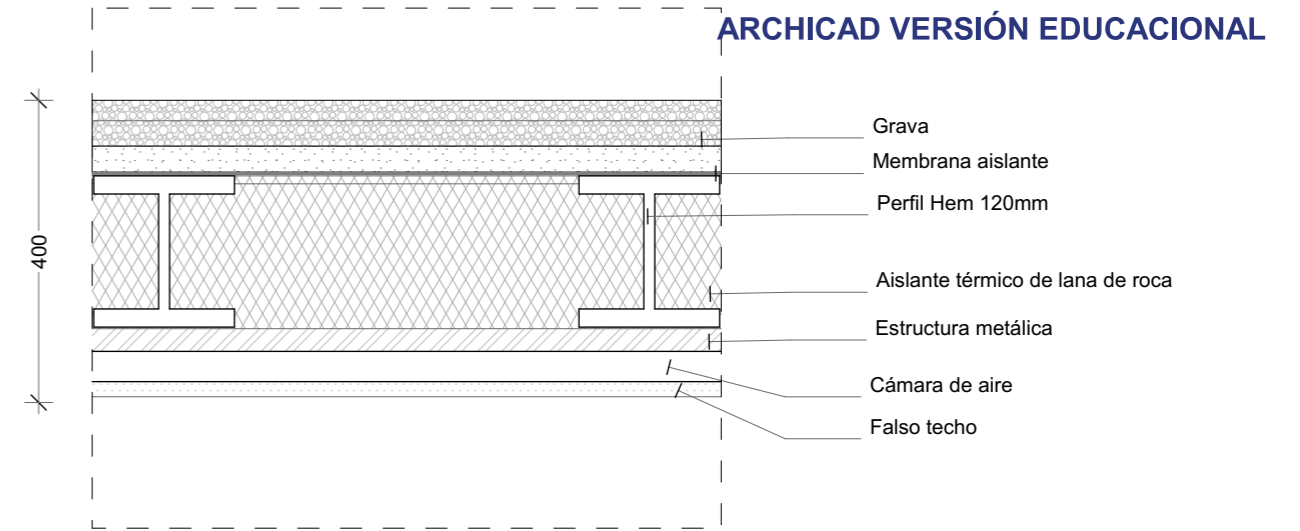
Alzados





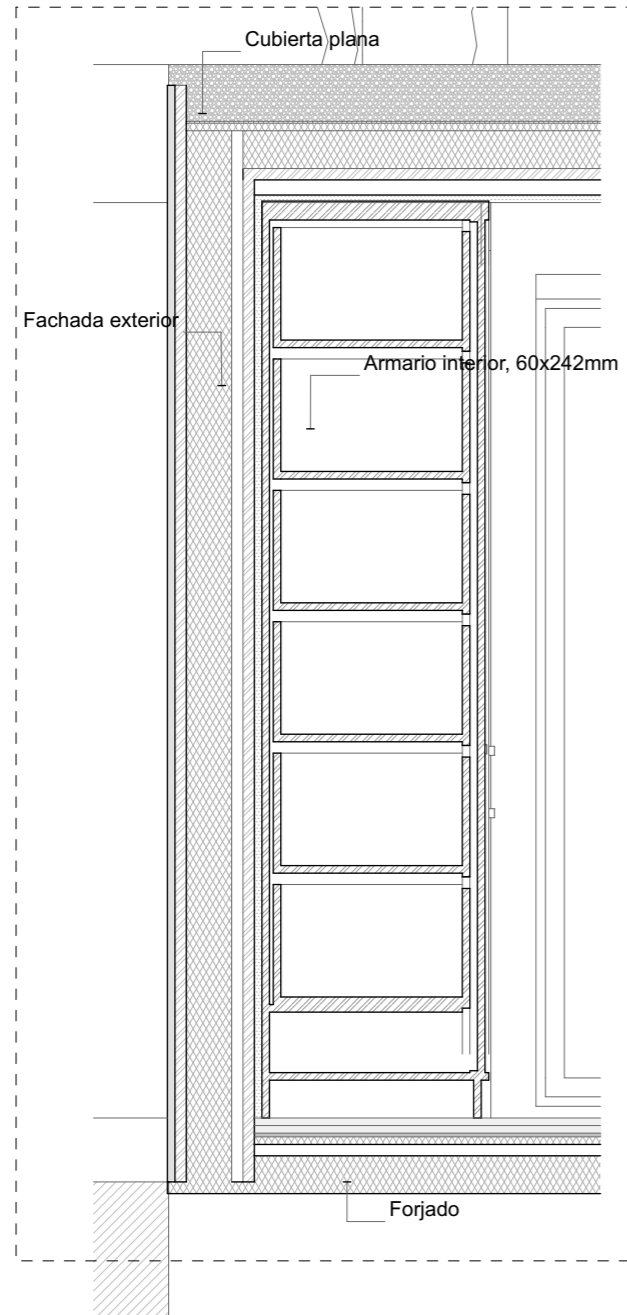
Forjado

1:10



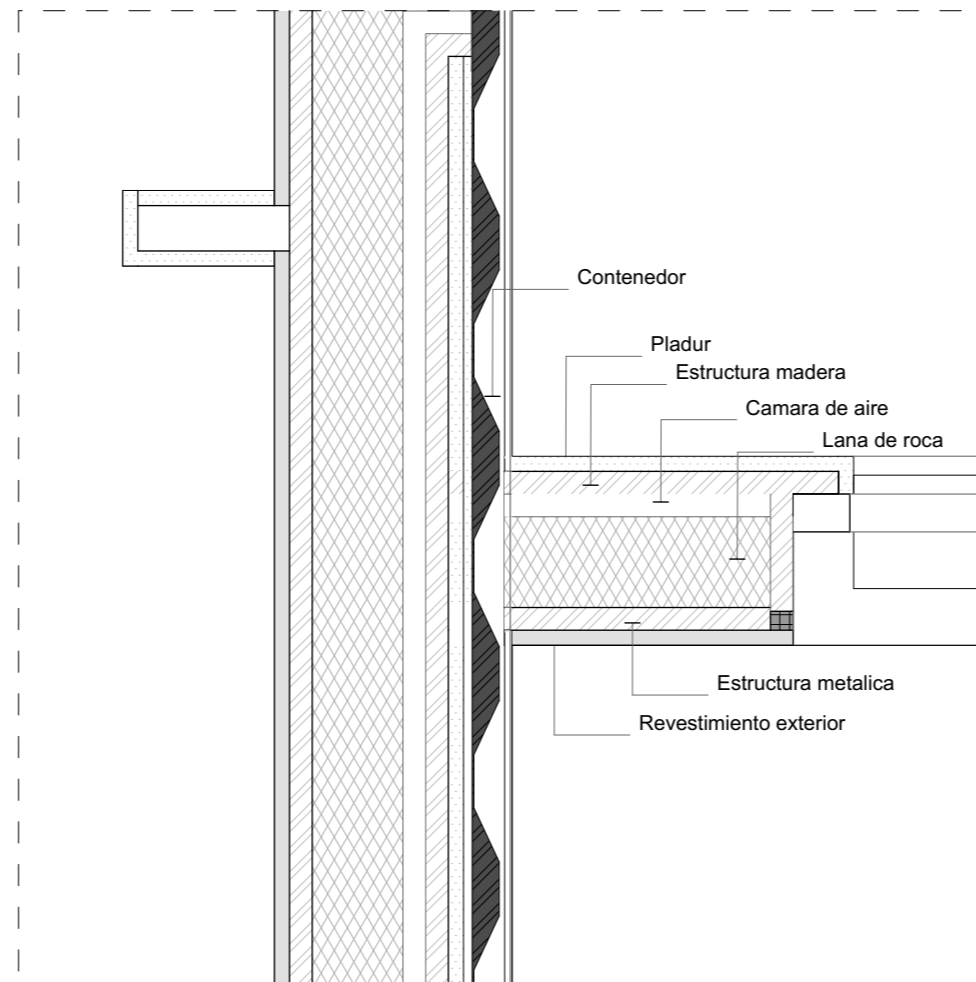
Cubierta

1:10



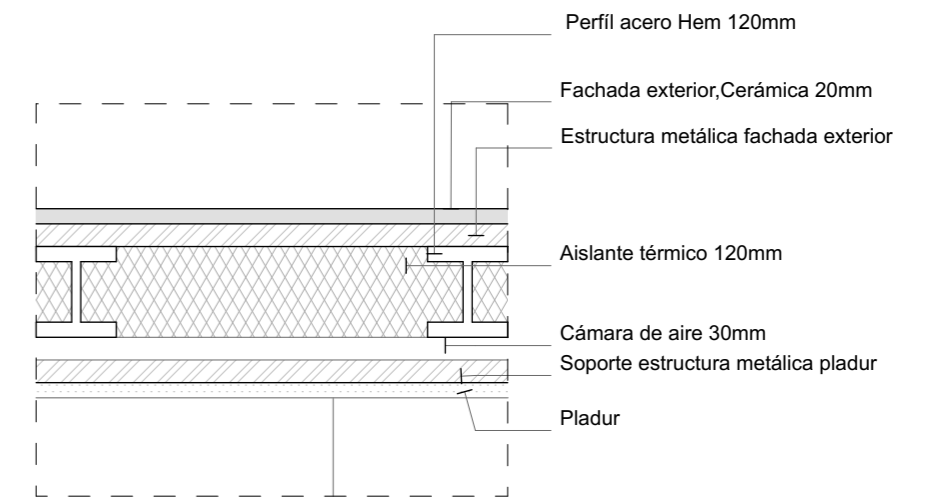
Armario

1:20



Unión fachada exterior con contenedor

1:10

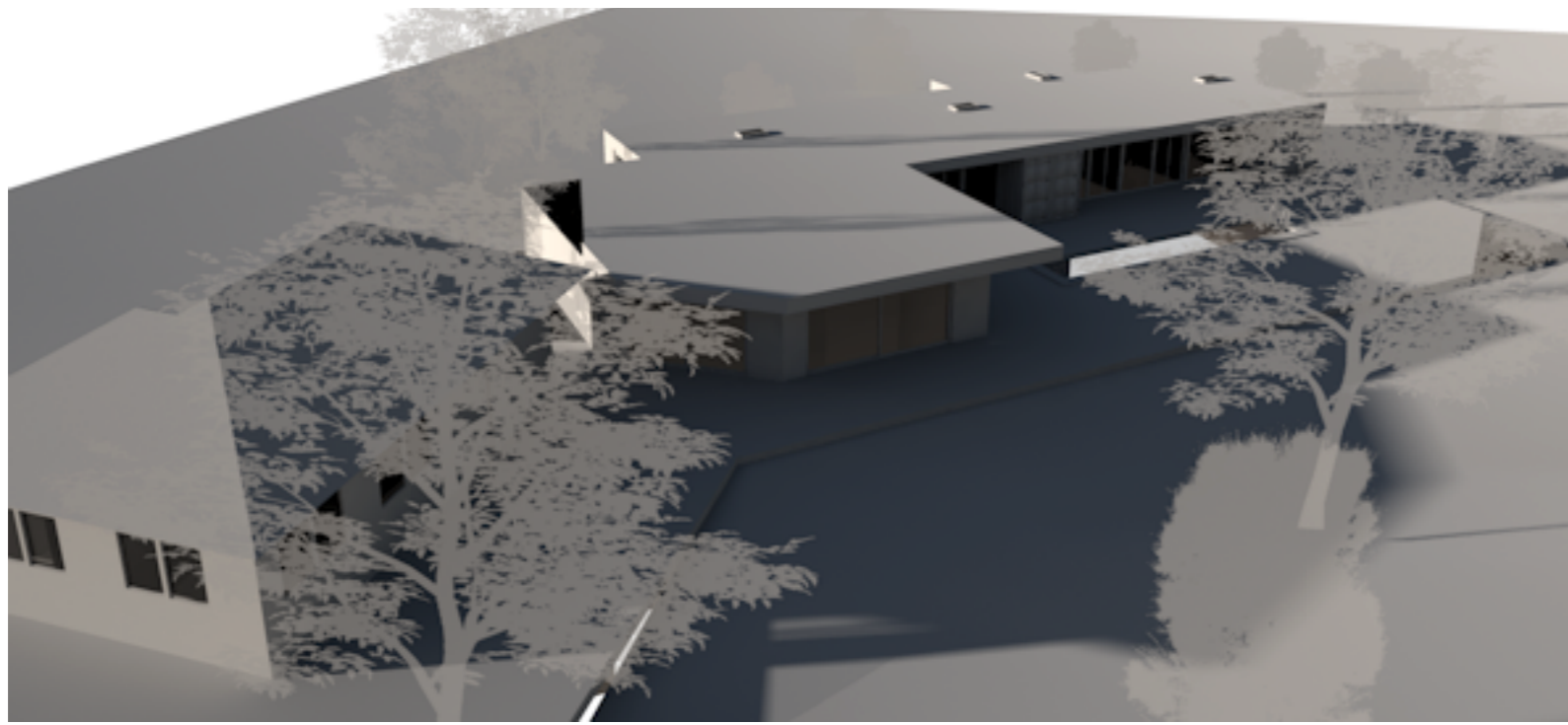


Fachada exterior

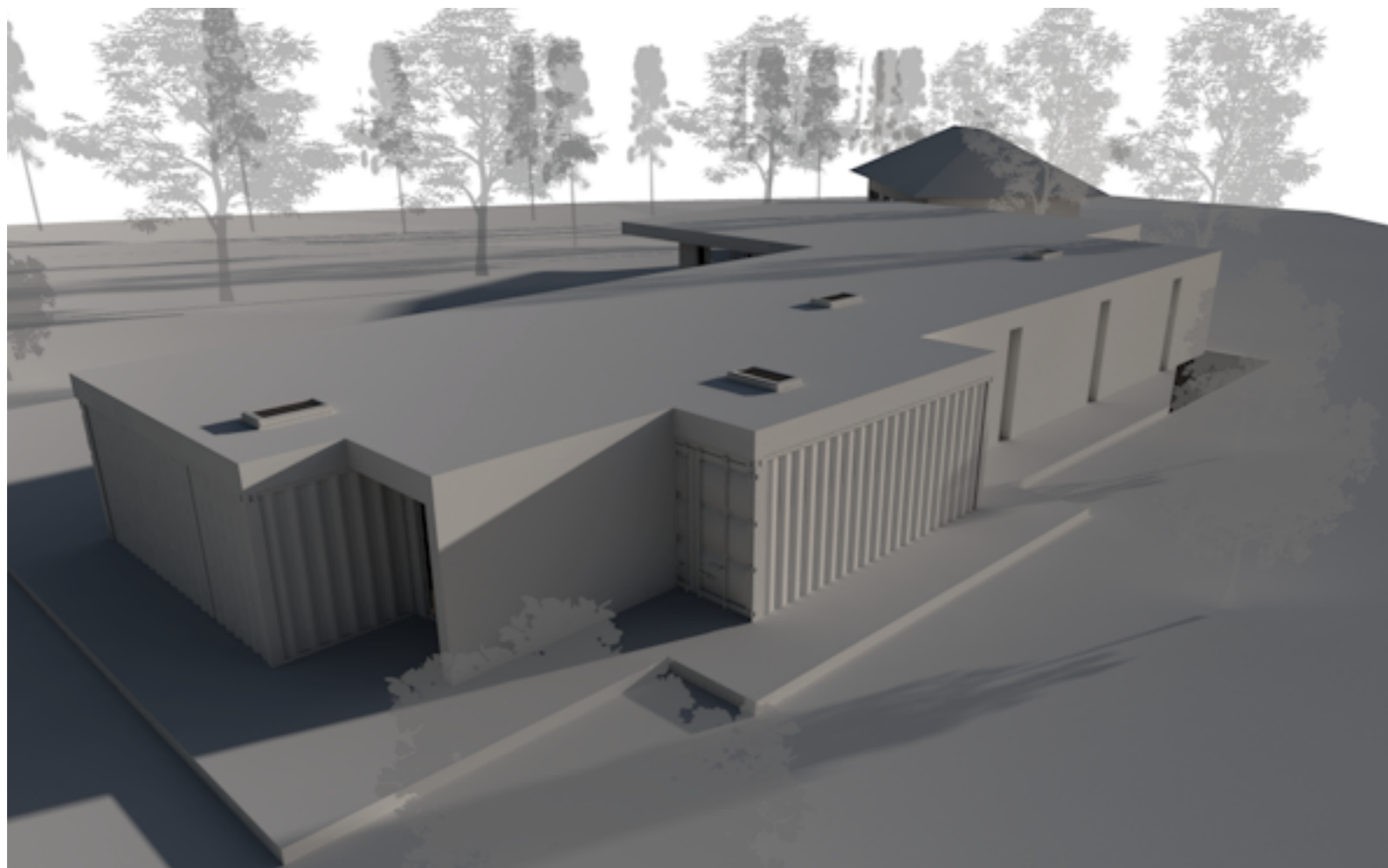
1:10

Pormenores

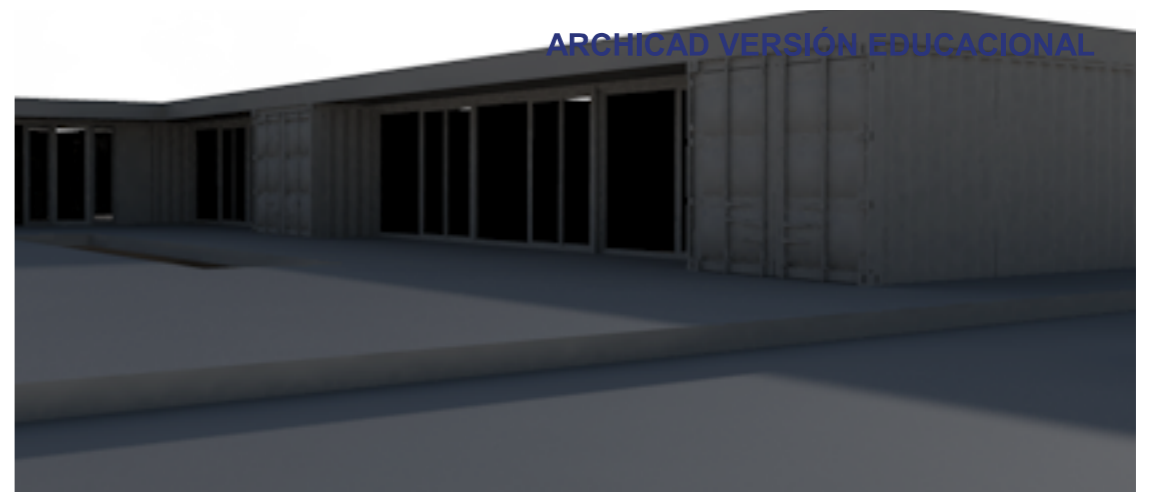




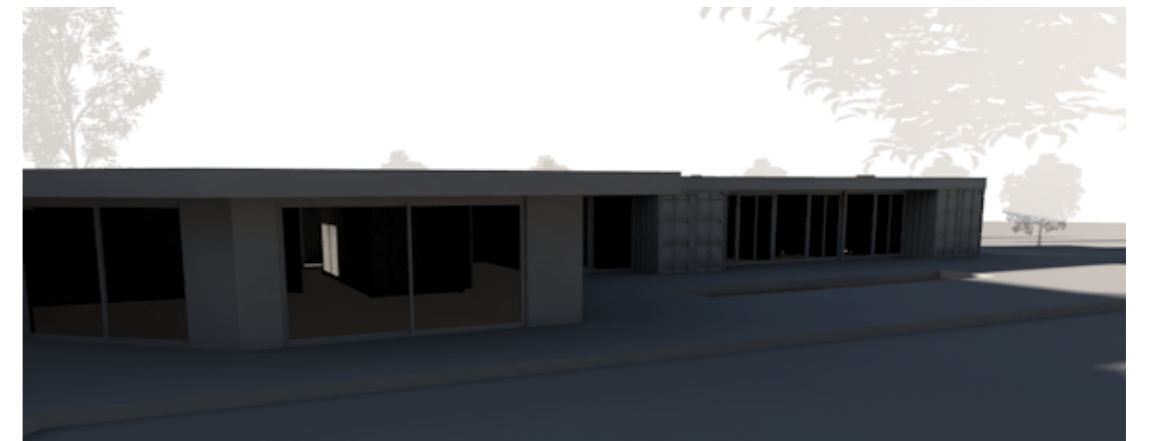
Vista aerea 2



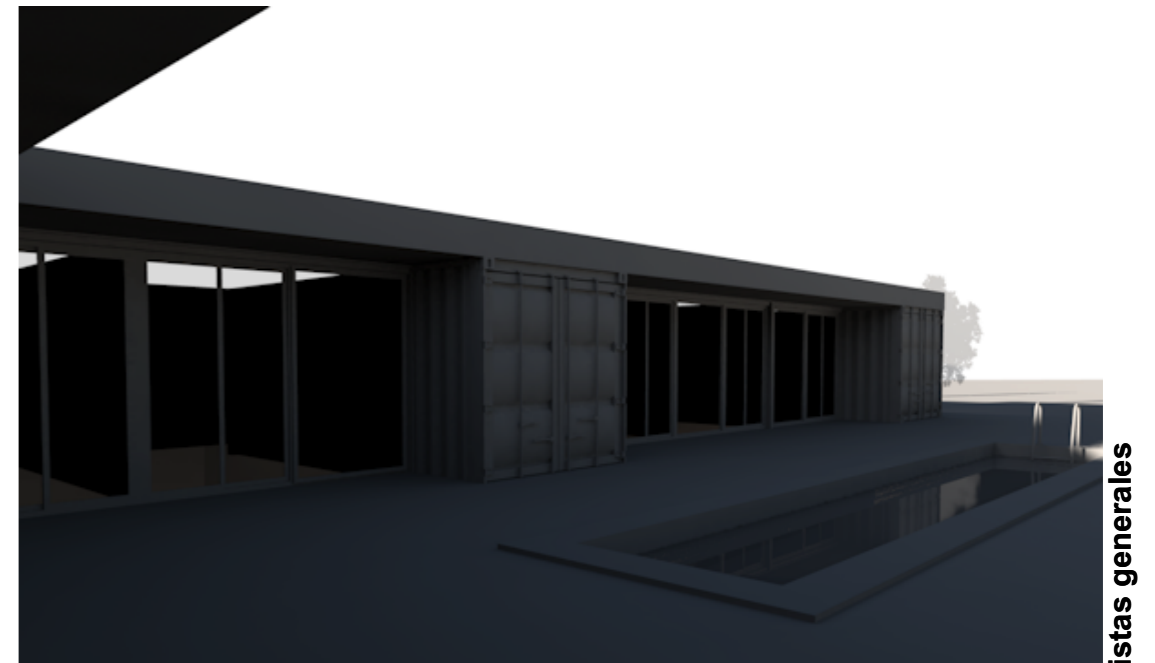
Vista aerea 2



Vista1



Vista 2



Vista 3

Vistas generales



9.2 Informe de evaluación

Evaluación del Rendimiento Energético

[Número de Proyecto] [Nombre Proyecto]

Valores Clave

Datos generales del proyecto

Nombre Proyecto: TESIS3.3_evaluaci...
 Ubicación Ciudad:
 Latitud: 37° 36' 31" N
 Longitud: 1° 4' 13" O
 Altitud: 0,00 m
 Origen de Datos Climáticos: ESP_Mu...WEC.epw
 Fecha de Evaluación: 30 jun 2017 17:55:47

Coefficientes de transfer.

Valor U [W/m²K]
 Promedio Edificio Entero: **0,58**
 Pavimentos:
 Externo: **0,19 - 0,19**
 Subterráneo: --
 Aberturas: **1,65 - 3,28**

Datos de geometría del edificio

Área bruta de la planta: **262,29** m²
 Área de Suelo Tratado: **237,64** m²
 Área del Envolvente Exterior: **465,35** m²
 Volumen ventilado: **572,47** m³
 Ratio acristalamiento: **14** %

Valores Anuales Específicos

Energía calorífica Neta: **6,26** kWh/m²a
 Energía refrigerante Neta: **0,00** kWh/m²a
 Energía Neta Total: **6,26** kWh/m²a
 Consumo de Energía: **95,93** kWh/m²a
 Consumo de Combustible: **29,47** kWh/m²a
 Energía Primaria: **133,90** kWh/m²a
 Coste Combustible: **2,81** EUR/m²a
 Emisión CO₂: **1,56** kg/m²a

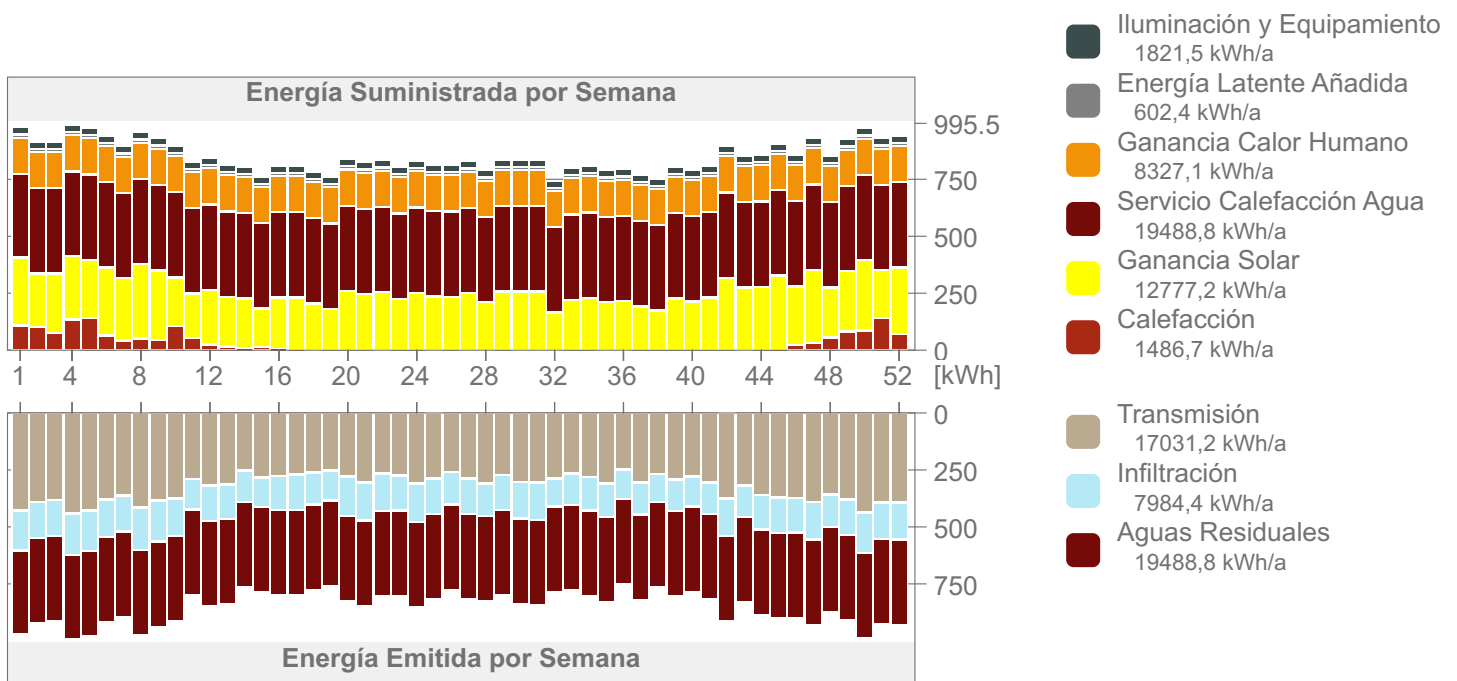
Datos de rendimiento de la estructura

Infiltración a 50Pa: **3,70** AAH

Días-Grado

Calefacción (HDD): **1676,17**
 Refrigeración (CDD): **2236,20**

Balance Energético del Proyecto



Bloques Térmicos

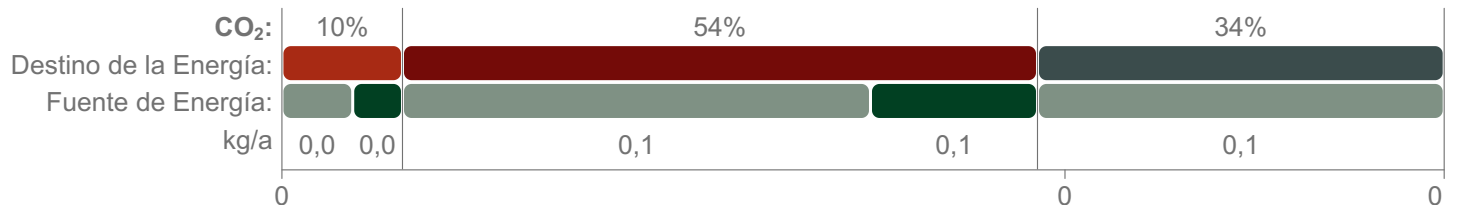
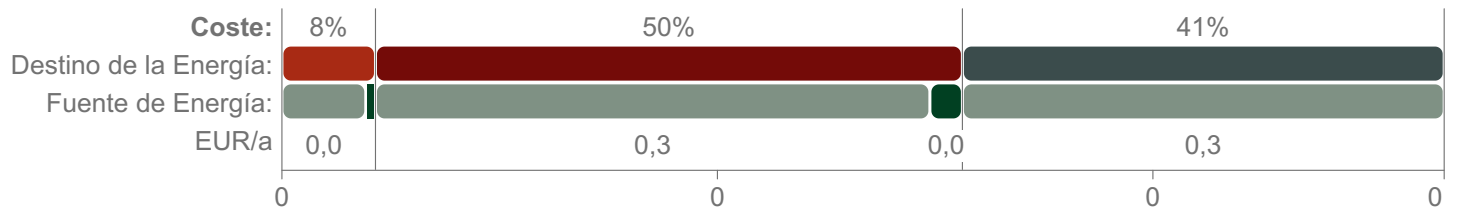
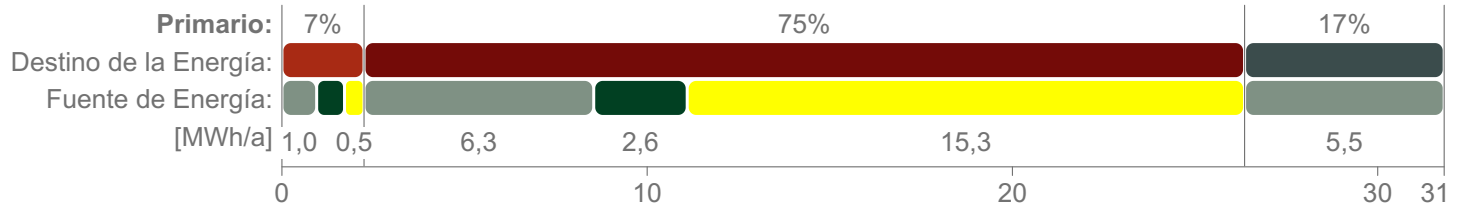
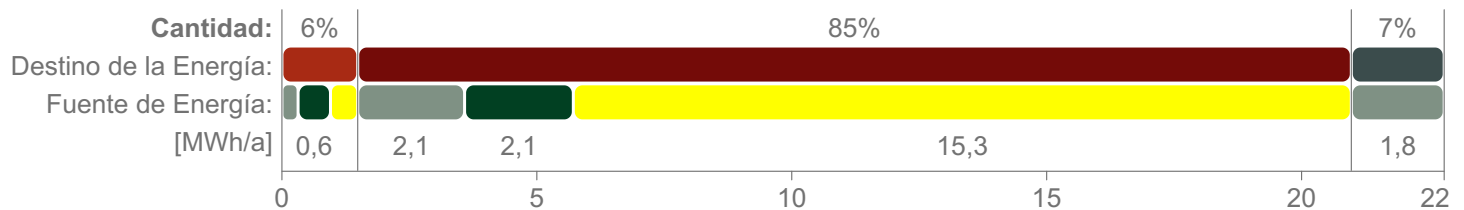
Bloque Térmico	Zonas Asignado(a)	Perfil de Operación	Área Bruta de la m²	Volumen m³
001 Habitable	6	Residencial	202,23	442,71
002 No habitable	12	Residencial	60,06	129,76
Total:	18		262,29	572,47

Evaluación del Rendimiento Energético

[Número de Proyecto] [Nombre Proyecto]

Consumo de energía por Objetivos

Nombre Destino	Energía			CO ₂ Emisión kg/a
	Cantidad MWh/a	Primario MWh/a	Coste EUR/a	
Calefacción	1	2	53	38
Refrigeración	0	0	0	0
Servicio de Agua Caliente	19	24	336	202
Ventiladores	0	0	0	0
Iluminación & aparatos	1	5	276	129
Total:	22	31	667	371



Fuentes de Energía

Renovable

Solar (Térmico & PV)

Bolita

Secundario

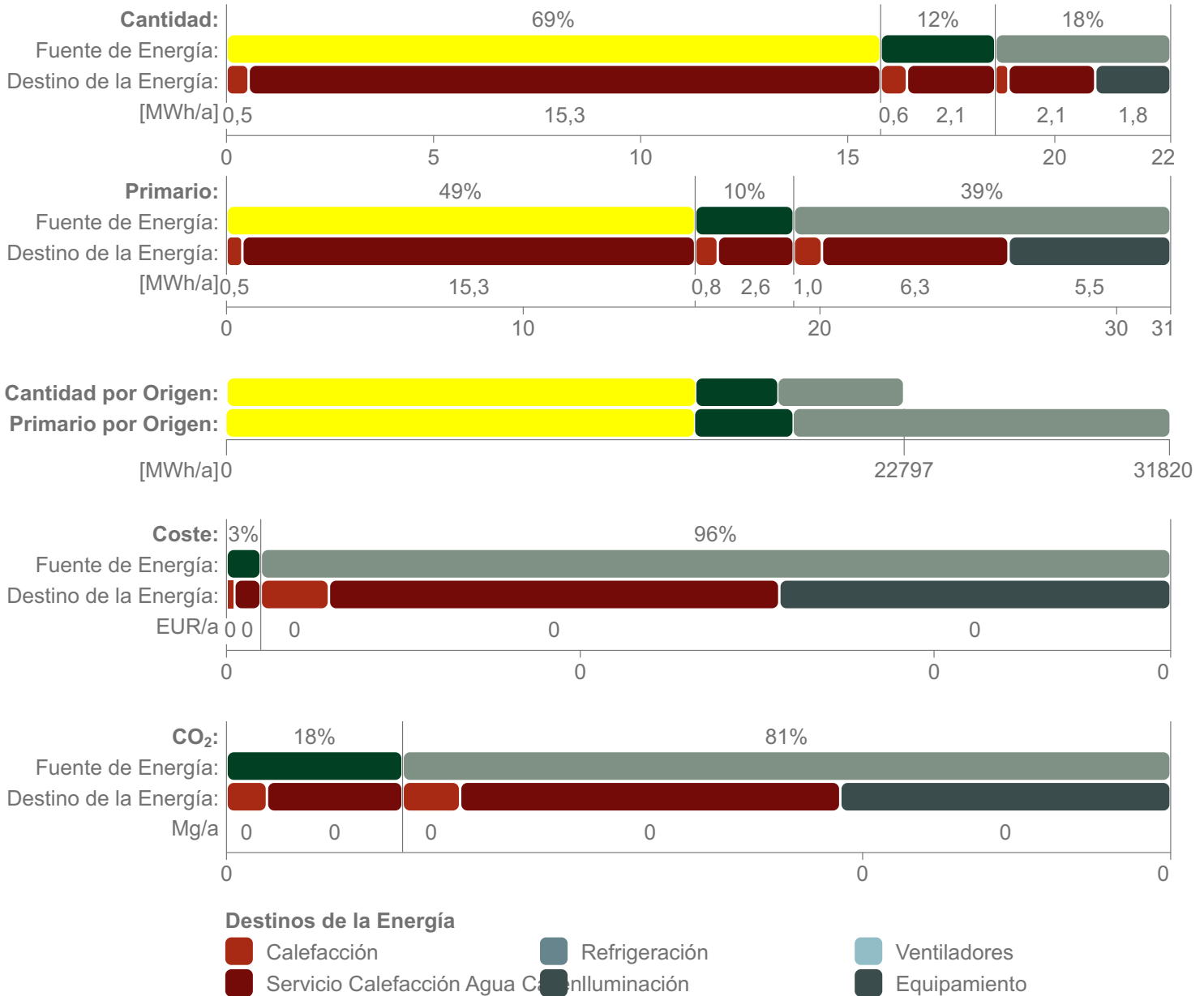
Electricidad

Evaluación del Rendimiento Energético

[Número de Proyecto] [Nombre Proyecto]

Consumo de Energía por Fuentes





Tipo Fuente	Energía			Coste EUR/a	Emisión CO ₂ kg/a
	Nombre de Origen	Cantidad MWh/a	Primario MWh/a		
Renovable	Solar (Térmico & PV)	15	15	NA	0
	Bolita	2	3	24	69
Secundario	Electricidad	4	12	642	301
Total:		22	31	667	371



Evaluación del Rendimiento Energético

[Número de Proyecto] [Nombre Proyecto]

Impacto Medioambiental

Tipo Fuente	Nombre de Origen	Energía Primaria MWh/a	Emisión CO ₂ kg/a
Renovable	 Solar (Térmico & PV)	15	0
	 Bolita	3	69
Secundario	  Electricidad	12	301
Total:		31	371