

Universidad Técnica Federico Santa María
Departamento de Arquitectura
Valparaíso - Chile



*VIVIENDA MODULAR ADAPTATIVA (V.M.A.) EN LAS EX V Y VI REGIÓN
DE CHILE:
CERTIFICACIONES Y SOSTENIBILIDAD*

Práctica Projectual

Catalina Francisca Jiménez Muñoz

Memoria para optar al título de Arquitecta
Profesora referente: Nina Hormazábal

Julio 2024

M O D A L I D A D D E T Í T U L O
Práctica Proyectual

AUTORA

Catalina Francisca Jiménez Muñoz

PROFESORA REFERENTE

Nina Hormazábal

OFICINA DE ARQUITECTURA

GVAA Arquitectos

AGRADECIMIENTOS

En agradecimiento a mi familia, por su amor incondicional, paciencia y apoyo constante en todo este proceso. Gracias por sus palabras, contención y aliento.

Principalmente a mi madre Solange y mi padre Ricardo, gracias por confiar en mi y apoyarme en todo momento, por permitirme estudiar y ser lo que soy hoy en día... una profesional con grandes valores. Espero hacerles sentir orgullosos cada día que pase. Sus sacrificios y amor han sido la base sobre la cual he construido mis sueños, y este logro es tanto suyo como mío.

A quienes me han acompañado y abierto su corazón: mi primo, mis amigas y amigos, tías y tíos. Gracias por enseñarme y escucharme siempre desde el amor, contención y comprensión.

A mis grandes amigas y colegas Catalina Rojas y Michel Quintanilla. Juntas hemos superado este proceso lleno de risas, estrés y llanto. Mis grandes amigas que hicieron todo este proceso universitario maravilloso, y lo disfruté cada día a su lado. Gracias por su compañía, por ser mi apoyo en los momentos difíciles y por compartir conmigo los momentos más felices. Sus risas y su amistad han sido un faro de luz en este viaje.

*Para Solange Muñoz García
Para Graciela García Norambuena*

DEDICATORIA

RESUMEN

La presente memoria titulada “Vivienda Modular Adaptativa en las ex V y VI región de Chile: Certificaciones y Sostenibilidad” aborda diversas dimensiones en tres tópicos clave para el estudio en estas regiones, este estudio, gestado por la oficina GVAA, surge de la imperante necesidad de innovar en el ámbito de la vivienda modular. Con un enfoque decidido hacia la eficiencia y la bioclimática como estudiante. Consciente de la creciente importancia de la sostenibilidad en el diseño arquitectónico, se propone explorar nuevas áreas de integración como oficina, no solo eficientes en el uso de recursos, sino también adaptable de manera inteligente a las condiciones climáticas locales. Este proyecto refleja un compromiso con la creación de soluciones habitacionales que no solo cumplan con estándares de eficiencia, sino que también establezcan un nuevo paradigma donde la arquitectura modular contribuya activamente a la salud del entorno y al bienestar de sus habitantes. En esta travesía hacia la innovación, se aspira a rediseñar el futuro de la vivienda modular, fusionando armoniosamente la sostenibilidad y adaptabilidad.

A través de los siguientes tres temas de investigación:

1. Minimización de Energía

Explora estrategias bioclimáticas y eficiencia energética en el diseño de viviendas modulares adaptativas (sistemas pasivos).

Analiza sistemas de climatización, incorporación de energías renovables y el comportamiento energético de equipos para reducir el consumo de energía.

2. Adaptabilidad y Economía Circular

Examina la flexibilidad en el diseño de espacios y la adaptabilidad de las viviendas modulares a las necesidades cambiantes.

Aborda la economía circular mediante la Declaración Ambiental de Productos (DAP), certificación de materiales.

3. La sostenibilidad en la arquitectura: Equilibrando ética, técnica y rentabilidad

Reflexiona sobre el rol de la sostenibilidad en el diseño arquitectónico. Destaca la necesidad de un enfoque holístico que integre consideraciones ambientales, sociales y éticas en todas las etapas del proceso de diseño y construcción.

Analiza la tensión existente entre la búsqueda de sostenibilidad y la rentabilidad en la práctica arquitectónica contemporánea. Discute cómo lograr un equilibrio entre la responsabilidad ambiental y la viabilidad económica, evitando que la priorización de la técnica y la estética se anteponga a la sostenibilidad y el impacto a largo plazo.

El estudio proporciona un enfoque integral mediante estos tres aspectos para lograr viviendas modulares más sostenibles, conscientes y adaptativas en las ex V y VI región de Chile.

ABSTRACT

The present thesis titled "Adaptive Modular Housing in the V and VI regions of Chile: Certifications and Sustainability" addresses various dimensions within three key topics for the study in these regions. This study, developed by the GVAA office, emerges from the urgent need to innovate in the field of modular housing. With a determined focus on efficiency and bioclimatics as a student, aware of the increasing importance of sustainability in architectural design, it is proposed to explore new areas of integration as an office, not only efficient in resource use but also intelligently adaptable to local climatic conditions. This project reflects a commitment to creating housing solutions that not only meet efficiency standards but also establish a new paradigm where modular architecture actively contributes to environmental health and the well-being of its inhabitants. In this journey towards innovation, the aim is to redesign the future of modular housing, harmoniously merging sustainability and adaptability.

Through the following three research themes:

1. Energy Minimization

Explore bioclimatic strategies and energy efficiency in the design of adaptive modular homes (passive systems).

Analyze heating and cooling systems, integration of renewable energies, and the energy performance of equipment to reduce energy consumption.

2. Adaptability and Circular Economy

Examine the flexibility in space design and the adaptability of modular homes to changing needs.

Address the circular economy through Environmental Product Declarations (EPD), material certification, and the reduction of water demand.

3. Sustainability in Architecture: Balancing Ethics, Technique, and Profitability

Reflects on the role of sustainability in architectural design. Highlights the need for a holistic approach that integrates environmental, social and ethical considerations at all stages of the design and construction process.

Analyzes the existing tension between the pursuit of sustainability and profitability in contemporary architectural practice. Discusses how to strike a balance between environmental responsibility and economic viability, avoiding prioritizing technique and aesthetics over sustainability and long-term impact.

The study provides a comprehensive approach through these three aspects to achieve more sustainable, mindful, conscious and adaptive modular housing in the former V and VI regions of Chile.

G L O S A R I O

O.G.U.C.

Ordenanza General de Urbanismo y Construcción.

L.G.U.C.

Ley General de Urbanismo y Construcción.

MINVU

Ministerio de Vivienda y Urbanismo.

CEV

Calificación Energética de Vivienda

DAP

Declaración Ambiental de Productos

ERNC

Energía Renovables no Convencionales

Zonificación

División de una zona o área en secciones específicas con características y regulaciones distintas.

Vivienda Modular Adaptativa (VMA)

Construcciones prefabricadas que se diseñan para ser flexibles, adaptables y sostenibles, ajustándose a las necesidades cambiantes.

Inercia Térmica

Capacidad de materiales o sistemas para resistir cambios de temperatura, estabilizando el ambiente y contribuyendo a la eficiencia energética en arquitectura.

Demanda de Calefacción

Cantidad de energía requerida para mantener una temperatura confortable en un edificio; se busca minimizar con estrategias eficientes en el diseño.

Energía fotovoltaica

Electricidad generada al convertir la luz solar en electricidad mediante paneles solares; es una práctica común en arquitectura sostenible para utilizar fuentes renovables.

Orientación Solar

Posicionamiento y alineación de un edificio para aprovechar la luz y calor solar de manera óptima.

Huella de Carbono (CO₂)

Cantidad total de gases de efecto invernadero emitidos directa o indirectamente por una persona, organización, evento o producto.

Gestión del Espacio

Organización efectiva de los elementos en un espacio para maximizar su utilidad.

Diseño Sostenible

Enfoque de diseño que busca minimizar el impacto ambiental y maximizar la eficiencia y durabilidad.

Eficiencia Térmica

Capacidad de un sistema o material para retener o resistir el intercambio de calor.

G L O S A R I O

Calefacción Pasiva

Aprovechamiento de fuentes naturales de calor, como la radiación solar, para calentar un espacio sin sistemas activos

Eficiencia Energética

Uso eficiente de la energía para lograr los mismos resultados con menos consumo.

Radiación Solar:

Energía emitida por el sol en forma de ondas electromagnéticas; es clave en diseño arquitectónico para estrategias de iluminación y calefacción natural.

Sostenibilidad

Prácticas que buscan minimizar el impacto ambiental y garantizar la viabilidad a largo plazo de los recursos.

RESCON

Residuos de Construcción

Todos aquellos sólidos generados en faenas tales como la construcción, reconstrucción, reparación, alteración, ampliación y demolición de edificios y obras de urbanización de cualquier naturaleza, sean urbanas o rurales.

ODS

Objetivos de desarrollo sostenible

LCA

Siglas en inglés que significan Life Cycle Assessment, es decir Evaluación del Ciclo de Vida

ÍNDICE

Resumen..... 6

Abstract..... 7

Glosario..... 8

Introducción..... 13

Oficina GVAA..... 14

Algunas obras..... 17

Práctica proyectual..... 24

Contexto de la Memoria bajo la modalidad de práctica proyectual..... 25

 Estado actual de la vivienda modular adaptativa (V.M.A.) en Chile..... 26

 Diversidad geográfica y climática (Aplicación en la ex V y VI Región de Chile)..... 27

 Sostenibilidad (Certificaciones CEV y DAP)..... 27

 Innovación en la construcción..... 28

 Marco Normativo..... 28

 Materiales y residuos..... 29

 Calidad del ambiente interior..... 30

 Acceso a la vivienda..... 31

 Origen del tema de estudio..... 31

 Sello como empresa 32

 Casos ejemplares de viviendas sustentables en Chile..... 33

Primera etapa de diseño experimental GVAA, en busca de una V.M.A: Condiciones de diseño..... 36

 Programa de espacios Flexibilidad y adaptabilidad..... 36

 Zona climática del estudio - Acondicionamiento..... 81

 Orientación..... 87

Justificación del Estudio..... 88

Subtemas de la memoria..... 89

Revisión de conceptos claves.....	91
Vivienda modular adaptativa, diferenciación de la vivienda modular industrializada.....	91
Bioclimática y su importancia en la vivienda - sistemas pasivos.....	91
Desempeño energético.....	92
Huella de carbono, construcción y sostenibilidad.....	93

TEMA 1: MINIMIZACIÓN DE ENERGÍA

Bioclimática.....	95
Envolvente térmica.....	95
Estructura de muros.....	96
Estructura de cielo.....	97
Estructura de piso ventilado.....	98
Ventanas.....	99
Calificación Energética de Viviendas (CEV).....	101
Comportamiento energético de los equipos de calefacción y agua caliente sanitaria.....	102
Sistema de climatización.....	102
Sistema de agua caliente sanitaria (ACS).....	105
Incorporación de energías renovables no convencionales (ERNC).....	106
Sistemas solares térmicos.....	106
Generación eléctrica fotovoltaica.....	109
Conclusión tema 1.....	111

TEMA 2: ADAPTABILIDAD Y ECONOMÍA CIRCULAR

Economía circular.....	114
Declaración Ambiental de Productos (DAP).....	115
Diseño final experimental GVAA: Adaptación.....	118
Transporte.....	139
Conclusión tema 2.....	140

TEMA3: ARQUITECTURA SOSTENIBLE, EQUILIBRANDO ÉTICA, TÉCNICA Y RENTABILIDAD

Introducción..... 141

La sostenibilidad en la arquitectura: equilibrando ética, técnica y rentabilidad.....142

Definición de sostenibilidad en arquitectura: Qué es y para dónde va la arquitectura sostenible..... 142

Función ética de la arquitectura en la sostenibilidad..... 144

Conflicto entre rentabilidad y sostenibilidad..... 146

El enfoque en la técnica versus la sostenibilidad..... 148

Conclusión tema 3..... 149

Conclusiones generales..... 150

Referencias bibliográficas..... 151

Anexos

Viviendas pre fabricadas, estudio de mercado..... 159

Comparación de sistemas según Especificaciones Técnicas de viviendas modulares 158

industrializadas actuales

INTRODUCCIÓN

La evolución constante de las necesidades habitacionales y la creciente conciencia ambiental han instado a replantearse paradigmas en el diseño y la construcción de viviendas en el contexto chileno (ver fig.01). En torno a esto, la vivienda modular adaptativa surge como una alternativa innovadora y en algunos casos sostenible, siendo esta misma capaz de adaptarse a las demandas cambiantes y necesidades de los usuarios, y al mismo tiempo, reducir su impacto ambiental en su vida útil, abordando así desafíos ambientales y de sostenibilidad.

En esta memoria de título nos sumergimos en la vivienda modular adaptativa en Chile, centrándonos en la aplicación en las regiones de Valparaíso y del Libertador Bernardo O'Higgins, considerando las condiciones climáticas y entorno construido. La búsqueda de certificaciones como el Certificado Energético de Vivienda (CEV) y el Desempeño Ambiental de Proyectos (DAP), incorporando un enfoque bioclimático. Presentando esto como una opción destacable a la hora de elegir una vivienda modular adaptativa en Chile, siendo un compromiso con la sostenibilidad y el ámbito social en el desarrollo habitacional.

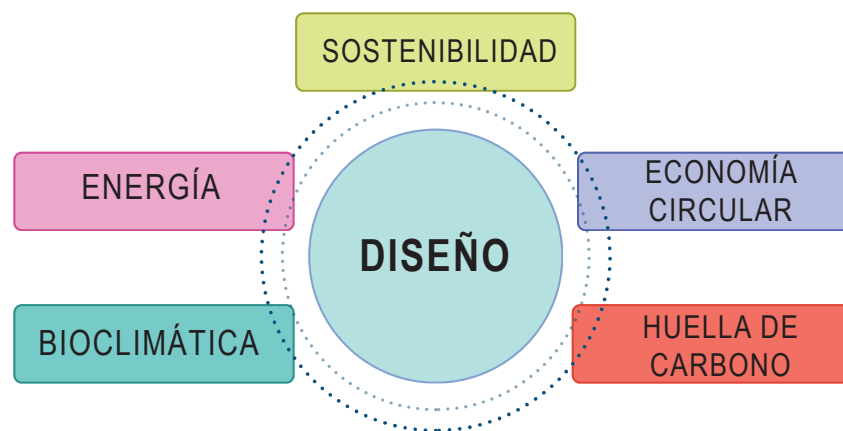


Fig 01 | Esquema de los paradigmas actuales en torno al diseño de viviendas.

fuentes: Elaboración propia

OFICINA DE ARQUITECTURA

La oficina GVAA se dedica a la arquitectura y construcción de una amplia variedad de proyectos. Su enfoque abarca desde viviendas, remodelaciones y locales comerciales, hasta plantas industriales de gran tamaño.



Giannini+Villaruel Arquitectos Asociados

Fig 02 | Logo oficina de arquitectura.
fuente: GVAA, 2022.

MISIÓN

“Diseño y construcción de proyectos de arquitectura desde renovaciones hasta plantas industriales. Igualmente se busca desarrollar proyectos en necesidad y contexto de los clientes, no hay una línea estandarizada de proyectos, si no más bien se enfocan en resolver las problemáticas desde la arquitectura espacial y constructiva, independiente de la escala del proyecto.”

VISIÓN

“Ser reconocidos como líderes innovadores en la arquitectura, destacándonos por nuestra capacidad de transformar espacios con soluciones creativas e innovadoras. Se enfocan en influir en el entorno construido, trascendiendo las expectativas del cliente y contribuyendo positivamente a las comunidades a través de diseños excepcionales y prácticas responsables.”

NUEVOS PROYECTOS

“Fomentar la vanguardia en el diseño arquitectónico es un objetivo, abrazando la innovación con proyectos pioneros como las viviendas modulares adaptativas, donde la creatividad y la funcionalidad se unen para redefinir el concepto de hogar sostenible y adaptable.”

(GVAA, 2023)

ORGANIGRAMA DE OFICINA



Giannini+Villarroel Arquitectos Asociados

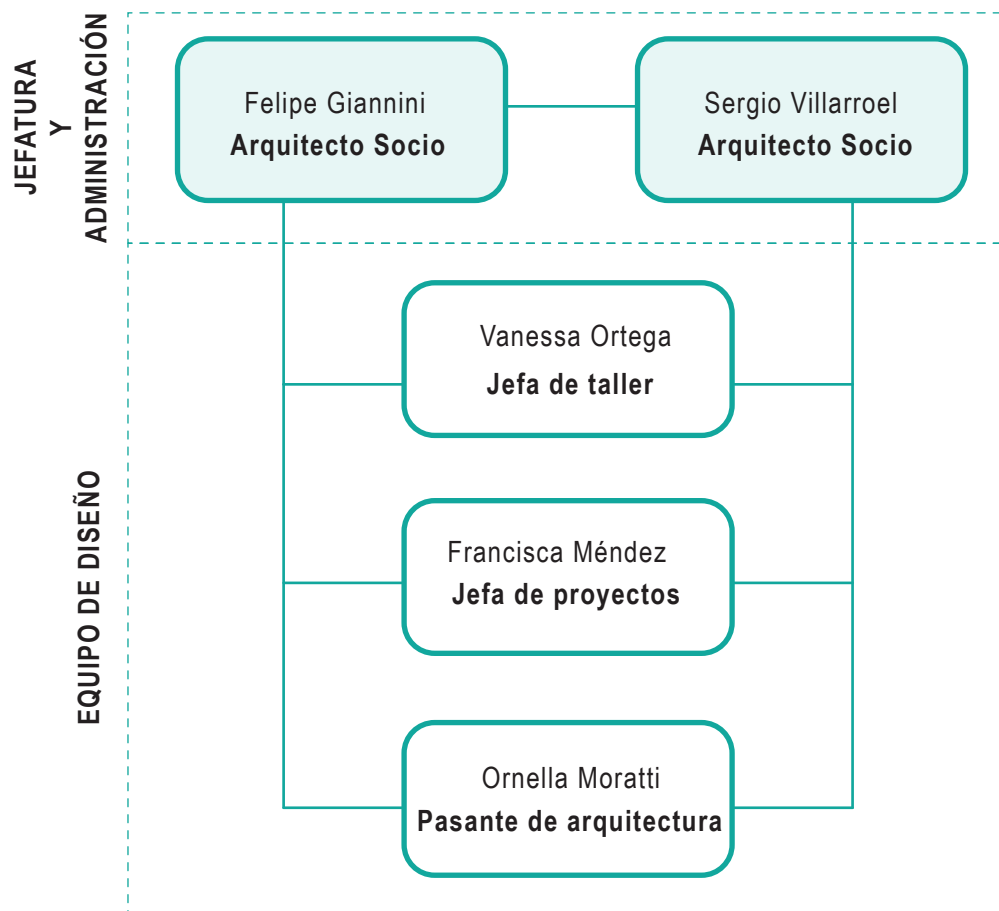


Fig 03 | Organigrama de los profesionales de GVAA.
fuente: Elaboración propia

METODOLOGÍA DE TRABAJO

La oficina maneja simultáneamente 3 proyectos asignados por arquitecto, estos se organizan en función de la prioridad de entrega o el tipo de proyecto que se está abordando (individualmente).

La oficina está compuesta por un equipo de 2 arquitectos, quienes se encargan del diseño, coordinación y gestión del proyecto en conjunto con los arquitectos socios jefes (Giannini + Villarroel). Aunque hay un arquitecto asignado para cada proyecto, también se dan instancias en las que se realiza un trabajo colaborativo de toda la oficina para abordar ciertas decisiones o problemáticas y llegar así a una entrega que satisfaga al cliente y a sus necesidades (ver figura 03). La oficina posteriormente encarga mediante contratistas la construcción de sus propios proyectos ofreciendo estas soluciones para el proceso constructivo.

Orden de ejecución de un proyecto:

Levantamiento de información

- > Se realiza una investigación sobre el proyecto, incluyendo requisitos del cliente, normativas locales, condiciones del sitio y consideraciones medioambientales.

Análisis y Conceptualización del cliente

- > Se analiza la información recopilada y los referentes para desarrollar conceptos y estrategias de diseño, se designa a un arquitecto. Se define la visión y los objetivos del proyecto acordado.

Colaboración Externa

- > Coordinar con diferentes equipos y disciplinas como por ejemplo consultores externos, contratistas, ingenieros y otros colaboradores para garantizar la viabilidad y eficacia del diseño.

Presentaciones

- > Se preparan presentaciones para mostrar avances relevantes del proyecto para el cliente.

Implementación y Construcción

- > Se supervisa la construcción donde la oficina ha solamente diseñado el proyecto para asegurar que el diseño se ejecute según lo planificado o alternatively se **ejecuta la construcción** con los contratistas. Para resolver problemas que puedan surgir durante la ejecución.

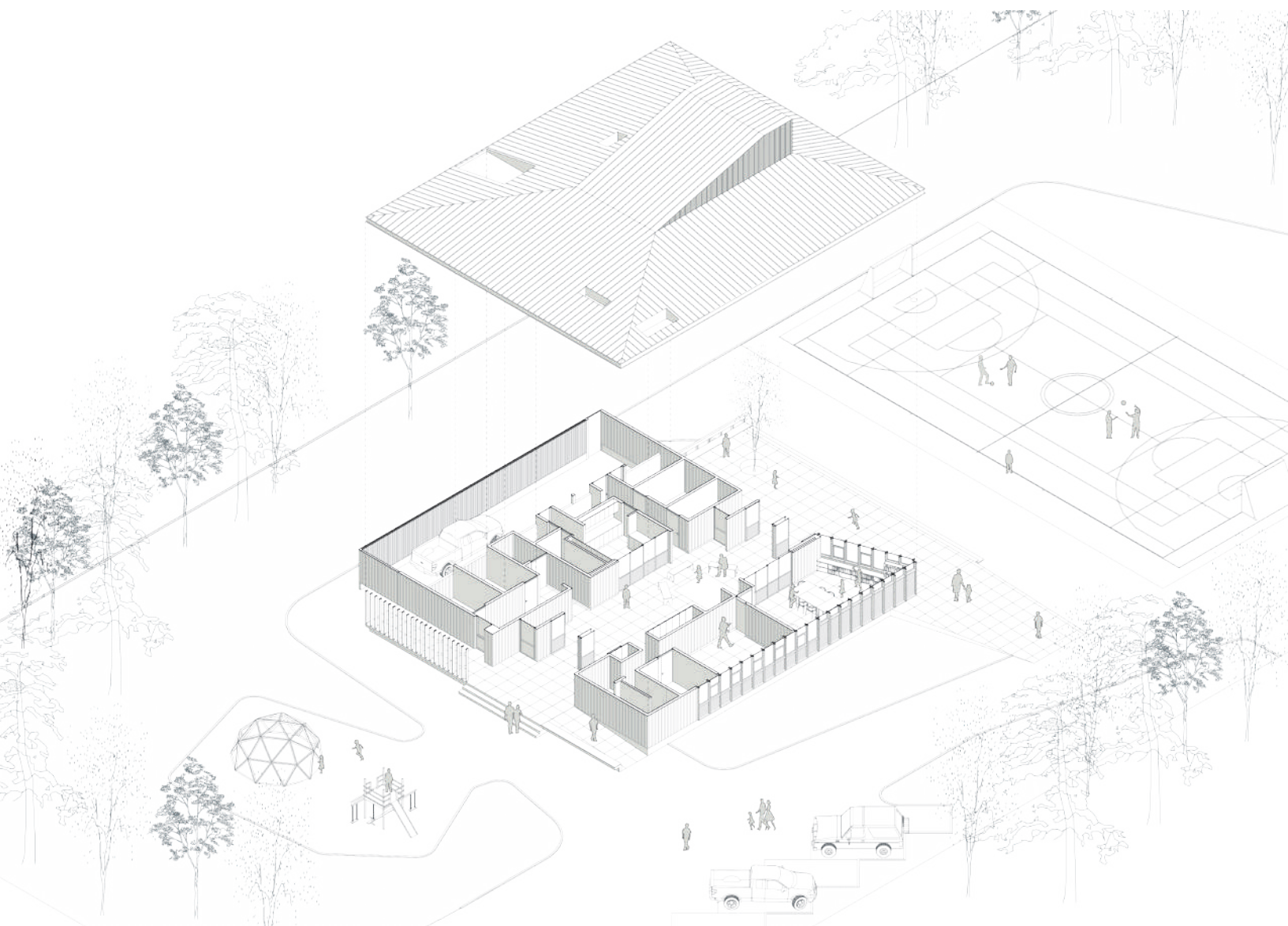
Control de Calidad

- > Implementar procesos de control de calidad para garantizar que el diseño y/o construcción cumpla con los estándares y requisitos establecidos.

Entrega y Evaluación Posterior

- > Finalmente se entrega el proyecto al cliente y se evalúa el desempeño del diseño en la práctica. Se busca obtener siempre una retroalimentación para mejorar procesos futuros.

ALGUNAS OBRAS



ESCUELA RURAL MELIREHUE

Ubicación: Gorbea, Temuco. Chile

Año: 2016

Arquitectos: GVAA + Borghero & Villaroel Arquitectos.

Superficie proyectada: 383 m²

Estado: 1º Lugar Concurso público. Construido (2019).

Publicado Archdaily



CASA LOS CANARIOS

Ubicación: Las Condes. Chile.

Año: 2022

Arquitectura y construcción: GVAA

Superficie proyectada: 419,65 m²

Estado: Construido



CASA LA DIVISA

Ubicación: Maitencillo. Chile.

Año: 2015

Arquitectos: GVAA

Superficie proyectada: 150 m²

Estado: Construido



CASA TM

Ubicación: Lo Barnechea. Chile.

Año: 2019

Arquitectos: GVAA

Superficie proyectada: 473 m²

Estado: Proyecto





OFICINAS VGROUP

Ubicación: Apoquindo. Las Condes

Año: 2019

Arquitectura y construcción: GVAA

Superficie proyectada: 200 m2

Estado: Construido



FOODLOSOFY

Ubicación: Moneda, Santiago Centro

Año: 2018

Arquitectos: GVAA

Superficie proyectada: 200 m2

Estado: Construido

PRÁCTICA PROYECTUAL

En el tiempo transcurrido en la oficina GVAA, me dedique a trabajar y colaborar en distintos proyectos, desde tiendas comerciales, hasta remodelaciones y viviendas. Esto contemplo la elaboración de planimetrías, documentos municipales, renders, modelación en 3D, cotizaciones, entre otros.

Al aprender de las diferentes áreas de la oficina y comprender la dinámica y la responsabilidad ante los clientes, pude aprender y ser un aporte ante los requerimientos solicitados. La práctica me permitió adquirir una visión integral del proceso de diseño y desarrollo de proyectos.

El aporte de esta memoria de título para la oficina nace a partir de un nuevo proyecto conversado previamente, que consistía en incursionar en el mercado de las viviendas modulares. Para ello, trabajamos desde el estudio del mercado (Anexo 1) hasta llegar a distintas tipologías de diseño y modelación 3D, con el objetivo de llegar a dos propuestas que se adaptaran a los objetivos de la oficina GVAA.

De esta manera, se tomó una de estas propuestas y se le dio una distinción ante el mercado de Viviendas Modulares Adaptativas (VMA), buscando que estas puedan llegar a ser certificadas mediante la Certificación Energética de Vivienda (CEV) al contemplar criterios de sostenibilidad

En resumen, mi practica en la oficina GVAA me permitió participar en una amplia variedad de proyectos, adquirir conocimientos multidisciplinarios y ampliar mis conocimientos técnicos, además de la importancia de la colaboración y la comunicación en un entorno profesional. Asimismo aportar en el desarrollo de una nueva línea de Vivienda Modular Adaptativa (VMA) estas viviendas se destacan por su eficiencia energética y sostenibilidad, reflejando el compromiso de la oficina con la innovación.

CONTEXTO DE LA MEMORIA BAJO LA MODALIDAD DE PRÁCTICA PROYECTUAL.

La vivienda modular adaptativa en el mundo ha sido explorada como una solución para abordar desafíos de vivienda, sostenibilidad y adaptabilidad. Empresas y organizaciones mundiales han estado desarrollando proyectos que incorporan tecnologías modulares y diseños adaptables para crear viviendas más eficientes y personalizables, llegando así a Chile.

A pesar de este gran progreso en Chile, especialmente en el sector empresarial, es evidente que dicho avance no siempre considera las consecuencias ambientales y sociales. Este fenómeno se manifiesta en una explotación desmedida de la huella de carbono y repercute directamente en la calidad de vida de los habitantes.

En este contexto, las deficiencias persisten en cuanto a la oferta de viviendas sostenibles.

En particular, la necesidad de soluciones habitacionales que se adapten a diferentes entornos geográficos y climáticos se vuelve imperativa. La vivienda modular, con su enfoque innovador y versátil, emerge como una respuesta potencial a estos desafíos. Sin embargo, la implementación efectiva de esta alternativa se ve obstaculizada por la falta de consideración hacia la sostenibilidad en los procesos industriales y la planificación urbana.

Es esencial reconocer la importancia de repensar la forma en que se aborda la vivienda en Chile. Adoptar prácticas de industrialización más sostenibles, integrando la vivienda modular como una opción viable, podría no solo satisfacer las necesidades habitacionales actuales, sino también allanar el camino hacia un desarrollo urbano más equitativo, eficiente y respetuoso con el medio ambiente.



*Fig 04 | Plan de Emergencia Habitacional. Casablanca.
fuente: MINVU, 2022.*

ESTADO ACTUAL DE LA VIVIENDA MODULAR ADAPTATIVA (V.M.A.)

En la ex V y VI región de Chile se ha experimentado un notorio crecimiento urbano en las últimas décadas, marcado por el aumento constante de la población y el desarrollo económico. Este fenómeno ha generado una presión significativa sobre el mercado de la vivienda, desencadenando una demanda creciente y diversificada en términos de opciones habitacionales. (Biblioteca del Congreso Nacional de Chile, 2021)

El crecimiento poblacional, impulsado por migraciones internas y la concentración de oportunidades laborales, ha creado una necesidad urgente de soluciones habitacionales que no solo sean accesibles y eficientes, sino también adaptables a las cambiantes dinámicas sociales y demográficas. La estructura familiar ha experimentado transformaciones, con una mayor diversidad de arreglos familiares y un aumento en la movilidad laboral, creando un escenario donde la vivienda debe cumplir con requisitos de flexibilidad y versatilidad que los usuarios requieren en la actualidad. (Diario Financiero, 2023).

La falta de viviendas adecuadas se ha convertido en un desafío palpable, especialmente en áreas urbanas en expansión. Este déficit habitacional, combinado con la creciente conciencia ambiental y la necesidad de prácticas constructivas más sostenibles, nos recalca la importancia de buscar soluciones innovadoras y sostenibles en el diseño y construcción de viviendas en estas regiones.

En este contexto, la investigación sobre las VMA emerge como unaposible respuesta ante el desafío que impone el desarrollo sostenible asumido por la oficina GVAA. La capacidad de estas viviendas para ajustarse a las necesidades cambiantes de los residentes, su eficiencia en el uso de recursos y su enfoque en certificaciones de sostenibilidad se posicionan como elementos clave para abordar la creciente demanda de viviendas y contribuir a un desarrollo urbano más equitativo y sostenible en las ex regiones V y VI de Chile. Este enfoque innovador no solo busca proporcionar soluciones habitacionales adecuadas, sino también liderar el camino hacia un futuro urbano más resiliente y respetuoso con el entorno y la sociedad.



Fig 05 | Fotografía de una vivienda modular adaptativa de BIOURBAN - Urbanismo sustentable.

fuelle: Biourban, 2023

DIVERSIDAD GEOGRÁFICA Y CLIMÁTICA (APLICACIÓN EN LA EX V Y VI REGIÓN DE CHILE)

Las características geográficas y climáticas específicas de las regiones de Valparaíso y del Libertador General Bernardo O'Higgins se convierten en un campo de aplicación relevante para la vivienda modular adaptativa (VMA), debiendo considerarse factores claves como la orientación de las viviendas, las medidas de optimización y uso sustentable del agua, la selección de materiales resistentes y eficientes, entre otros. Para lo cual se exploraron estrategias específicas que maximizarán la adaptabilidad y eficiencia para este contexto regional específico.

SOSTENIBILIDAD (CERTIFICACIONES CEV Y DAP)

La obtención de estas certificaciones llega a ser un realce para el rubro de las viviendas modulares, con un enfoque hacia el futuro, representando un reconocimiento formal a la eficiencia energética, al desempeño ambiental y en términos de sostenibilidad de las viviendas modulares adaptativas en Chile. Estas certificaciones no son solo un sello de calidad, sino también un reflejo del compromiso por parte de la empresa en contribuir positivamente al entorno construido, asimismo el ciclo de vida útil de la vivienda. Un dialogo entre diseño, objetivos, construcción, operación y mantenimiento.

CEV: Certificación Energética de Vivienda, creada en el 2012 por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo MINVU, en conjunto con el Ministerio de Energía. Esta es una forma de calificar una vivienda en la etapa de uso, considerando la **calefacción, enfriamiento, iluminación y agua caliente sanitaria**. La calificación se representa mediante etiquetas que van desde la A+ hasta la G, donde A+ es la que cumple con la eficiencia energética más alta y la G representa la menor eficiencia en los puntos anteriormente mencionados, como estándar se considera aceptable la letra E en la construcción según la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (O.G.U.C)

fuentes: Calificación energética de viviendas, 2023

DAP: Declaración Ambiental de Productos de construcción, creada por diversas organizaciones y entidades a nivel internacional, como por ejemplo ISO (Organización Internacional de Normalización), EPD System, ENEP (European Network of Environmental Professionals) y algunas organizaciones nacionales y regionales (gubernamentales, industriales o relacionadas con la normalización). La DAP proporciona información en la totalidad de la vida útil del producto, desde la **extracción de materias primas** hasta su **disposición final**. Con esta certificación se busca **transparentar y comunicar** de manera estandarizada los aspectos ambientales asociados a la construcción de la vivienda (en este caso objetivo).

fuentes: Manual para la Implementación de Declaraciones Ambientales de Productos de Construcción, 2018

INNOVACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN

La innovación en la construcción es un tema crucial en la actualidad, y su impacto abarca desde la eficiencia operativa hasta la sostenibilidad ambiental. El poder explorar diversas opciones en el estado de la industria de construcción en Chile, con un enfoque en métodos y tecnologías emergentes como opciones viables es innovador, tal es el caso de la construcción modular y las técnicas de diseño eficientes, que si bien no es nuevo, innovar precisamente es cambiar un estado pre-existente introduciendo novedades. Esto puede implicar una gama de áreas innovadoras en el rubro desde tecnologías constructivas como enfoques sostenibles y sociales, obteniendo el mismo objetivo y fin que es el de conducir a que el sector de

MARCO NORMATIVO

Por un lado, la OGUC es un marco regulatorio en Chile que establece normativas y estándares para el desarrollo urbano y la construcción de edificaciones, cuyo objetivo es garantizar la planificación eficiente y sostenible de las ciudades, promoviendo la seguridad, accesibilidad y calidad de vida. La OGUC aborda aspectos como zonificación, densidad, altura de edificaciones, requisitos estructurales, eficiencia energética y normativas específicas para distintas zonas del país.

Por otro lado, la LGUC es a base legal que regula el desarrollo urbano y la construcción de edificaciones en el país. Su principal objetivo es establecer normas y directrices para lograr un ordenado crecimiento de las ciudades, considerando aspectos como la planificación territorial, la zonificación, los estándares de construcción, y la seguridad estructural. La ley proporciona un marco legal para la toma de decisiones en materia de urbanismo y construcción, asegurando la adecuada gestión del territorio y la calidad de las edificaciones en términos de seguridad, habitabilidad y sostenibilidad.

Esta es un área a tener en cuenta en el contexto chileno, que incluye el conjunto de leyes, regulaciones y normativas que rigen para el ámbito de la arquitectura, la construcción, certificaciones y uso de viviendas en el país, destacando en la actualidad aspectos como la eficiencia energética, sostenibilidad ambiental y acceso a la vivienda. La Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (O.G.U.C.) y la Ley General de Urbanismo y Construcción (L.G.U.C.), da las herramientas de las normas técnicas para la construcción, mientras que la Calificación Energética de Viviendas (CEV) evalúa la eficiencia energética mencionada anteriormente. Normativas ambientales, subsidios gubernamentales y certificaciones específicas contribuyen a la sostenibilidad y la accesibilidad mientras que la innovación tecnológica y la adaptabilidad contribuyen a las necesidades habitacionales, las cuales también son importantes dentro de este marco normativo.

MATERIALES Y RESIDUOS

En el panorama siempre cambiante, y tomando en consideración lo conservador de la industria de la construcción en Chile, la selección de materiales y la gestión de residuos desempeñan un papel crucial en la búsqueda de prácticas más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente.

Se identifica que los RESCON (Residuos de Construcción y Demolición) corresponden al 34% del total de residuos generados en Chile, (*Reporte del Estado del Medio Ambiente 2022 – SINIA, s. f.*).

Se debe buscar la selección cuidadosa de elementos que impliquen el menor impacto ambiental en el contexto de la construcción, preferir materiales regionales y que así se pueda apoyar la economía local, reducir el transporte y otros, preferir materiales con contenido reciclado, de rápida renovación, materiales con atributos de alta durabilidad y/o con sus certificaciones como, por ejemplo, maderas certificadas de gestión sustentables. Son objetivos óptimos para hacernos responsables y consientes de una manera mas sostenible al medio ambiente, con una perspectiva en el área de la construcción y cumpliendo con la certificación DAP.

fuentes: Estándares de Construcción Sustentable para Viviendas de Chile Tomo IV Materiales y Residuos, 2018

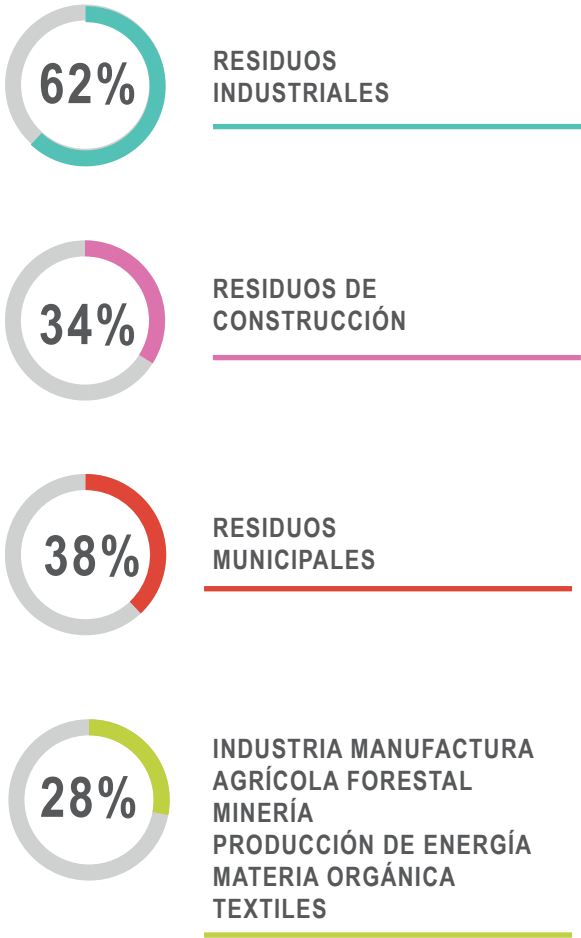


*Fig 06 | Porcentajes de residuos.
fuente: Elaboración propia.*

CALIDAD DEL AMBIENTE INTERIOR

Este concepto puede generar un impacto significativo en la salud y bienestar de los ocupantes de las viviendas, “...se busca el confort sin contaminar y sin aumentar el consumo de fuentes energéticas que degraden el medio ambiente” (Vargas y Gallego, 2005)

Alcanzar niveles mínimos en el consumo de energía, ya sea en invierno o verano, se ha vuelto más común para la climatización. Este consumo, junto con la utilización de filtros para partículas respirables en el interior, contribuye significativamente al impacto ambiental y salud de los habitantes. Por otro lado, todavía persisten los altos costos energéticos asociados con el mantenimiento de condiciones óptimas en el interior resultan en una mayor contaminación del entorno y del aire tanto interior como exterior. Este ciclo de aumento de costos y contaminación crea necesidades de un manejo equilibrado entre demandas de climatización y la minimización del impacto ambiental.

Algunos parámetros que contribuyen a la calidad del ambiente interior son:

Calidad del aire, ya que la presencia de contaminantes en el interior como, por ejemplo, partículas, compuestos orgánicos volátiles (COV) o alérgenos, puede afectar la salud respiratoria. Una buena ventilación, filtros de aire y la selección de **materiales con bajas emisiones** son estrategias para mejorar la calidad del aire.

Temperatura y la humedad, ya que, al mantener niveles adecuados se puede proporcionar una mejor salud y confort. Ambientes demasiado fríos o calientes, así como niveles de humedad excesivos, pueden contribuir a problemas de salud al crecimiento.

fuentes: Estándares de Construcción Sustentable para Viviendas de Chile Tomo I Salud y Bienestar, 2018

ACCESO A LA VIVIENDA

Dentro del contexto de las necesidades habitacionales en Chile es esencial comprender la demanda y los desafíos a los que nos enfrentamos en un rubro como el de la vivienda que además está en un constante cambio. El **crecimiento demográfico**, la **estratificación socioeconómica** y las **tendencias urbanas y rurales** influyen en la variedad de requerimientos habitacionales. La **accesibilidad al financiamiento** y la **calidad de las viviendas** son consideraciones fundamentales. Los desafíos urbanos, como la **descarbonización** y la **planificación eficiente**, requieren atención, al igual que las iniciativas gubernamentales y programas de vivienda con un enfoque más sostenible para el medioambiente. La **adaptabilidad** a las **tendencias demográficas** y el enfoque en la calidad y accesibilidad son esenciales para abordar las diversas necesidades habitacionales en Chile.

Es por ello que la vivienda modular adaptativa podría desempeñar un papel significativo en mejorar el acceso a la misma, darle lugar a la gente influyendo en la conciencia ambiental para diferentes segmentos de la población, incluidas aquellas comunidades que enfrentan desafíos económicos.

ORIGEN DEL TEMA DE ESTUDIO

Este tema de estudio, titulado 'Vivienda modular adaptativa (V.M.A.) en las ex V y VI región de Chile: Certificaciones y Sostenibilidad', nace a través de la labor desarrollada por la oficina de arquitectura y construcción GVAA. La inspiración para abordar este proyecto de memoria de título proviene del análisis sobre las necesidades y tendencias actuales en el mercado de la construcción.

El interés inicial se centró en un proyecto de viviendas modulares previo que la oficina GVAA estaba desarrollando. Al observar el panorama del mercado, se identifica la oportunidad de destacarse y aportar innovación mediante la certificación de estas viviendas modulares. Para fundamentar esta decisión, se llevó a cabo un análisis de la oferta y la demanda, evidenciando la necesidad creciente de soluciones habitacionales eficientes, sostenibles y adaptativas (ver Anexo 1 y Anexo 2).

ORIGEN DEL TEMA DE ESTUDIO

A partir del origen de este estudio surgen tres temáticas que aborda cuestiones fundamentales para el futuro de la construcción sostenible en nuestro país:

MINIMIZACIÓN DE ENERGÍA

Se enfoca en estrategias y tecnologías que permitan reducir el consumo energético en las viviendas modulares. Se busca identificar soluciones eficientes y viables desde el punto de vista técnico.

ADAPTABILIDAD Y ECONOMÍA CIRCULAR

Aspecto clave para la sostenibilidad a largo plazo. La memoria de título explorará cómo las viviendas modulares pueden adaptarse a las localidades del estudio y cómo se pueden integrar principios de economía circular en el ciclo de vida de la construcción.

DESCARBONIZACIÓN

En línea con las tendencias globales hacia la descarbonización, se investigarán materiales y tecnologías de construcción que contribuyan a reducir las emisiones de carbono asociadas con la fabricación y el uso de las viviendas modulares.

SELLO FUTURO COMO EMPRESA

Desarrollar viviendas modulares que se adapten a las necesidades cambiantes de quienes la habitan fusionadas con innovación, sostenibilidad y adaptabilidad es fundamental para un futuro habitacional consciente. Estas estructuras, certificadas en eficiencia y cuidado medioambiental, van más allá de ser simples hogares, ellas son en la base para desarrollar comunidades sostenibles. Ofreciendo como empresa un sello diferenciador con un compromiso de contribuir al respeto por el entorno, mejorando la calidad de vida de los habitantes. En la intersección de la sostenibilidad y la accesibilidad, representan un paso hacia un habitar más consciente y equitativo.



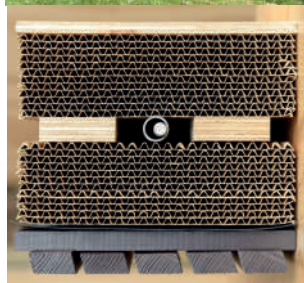
Giannini+Villaruel Arquitectos Asociados

Fig 07 | Logo y misión de la oficina de arquitectura GVAA.

fuentes: GVAA, 2022.

COMPROMISO
ADAPTABILIDAD
SOSTENIBILIDAD
INNOVACIÓN

CASOS EJEMPLARES DE VIVIENDAS SUSTENTABLES EN CHILE

**Wikkellhouse****MÓDULOS**

Araucanía + Aysén

Wikkellhouse es un proyecto Holandés (proveniente de Amsterdam), creado por Oep Schilling, fundador de Fiction Factory. Este proyecto busca introducirse en el mercado de la construcción con un sello innovador, sustentable. Actualmente llega a Chile en el 2021. Se trata de casas prefabricadas en base a madera contrachapada y aislamiento de cartón, estas viviendas permiten su instalación en un día y una durabilidad que podría alcanzar los 100 años.

Wikkellhouse se introduce a Chile a través de la empresa ARAUCO, empresa maderera que generó un vínculo con el arquitecto y así mismo con el fundador de TroncoNoble (Andrés Gutiérrez).

... “desde nuestra compañía, tenemos la convicción de que la mejor manera de combatir el cambio climático es con más naturaleza y sabemos que la industria de la construcción es clave para avanzar en modelos de desarrollo sostenible”. (Shen, 2023).

La construcción de este proyecto se lleva a cabo utilizando materiales renovables, con un enfoque continuo en la reducción constante de emisiones de carbono. Se emplean materiales completamente sostenibles, siendo el 60% de ellos de madera y el 100% fabricación chilena.

fuelle: Wikkellhouse, 2023



C a s a F E N I X

VIVIENDA SOCIAL

Valparaíso

Casa FENIX surgió como una solución habitacional de emergencia en Valparaíso en 2014. Los residentes desempeñaron un papel activo en la configuración del proyecto al contribuir ideas sobre la disposición de los espacios mediante módulos prefabricados a escala. Estratégicamente ubicada entre los cerros Las Cañas y El Litre, esta vivienda se destaca por su diseño que armoniza con el clima, considerando factores como latitud, topografía y orientación. El objetivo era cumplir con los estándares técnicos establecidos por el MINVU. La estructura principal, fabricada de manera prefabricada en madera, se complementa con el revestimiento del piso, techo y paredes utilizando diversos materiales locales.

La envolvente opaca de la vivienda fue calculada para adaptarse eficientemente a la zona climática específica de la latitud de Valparaíso, su valor de transmitancia térmica es de $0,45 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$ (6.6 veces menor a lo exigido en la reglamentación térmica actual). Esta vivienda genera un aporte muy importante para la conservación energética y para el clima interior de la misma, lo que se reduce en una mejor habitabilidad para el usuario y una reducción casi 0 en la demanda de calefacción. Certificando la vivienda con un ahorro que alcanzaría el 80%.

Además la vivienda cuenta también con cuatro paneles fotovoltaicos para la generación eléctrica y un sistema solar térmico para ACS (mixto solar/-gas). Lo que significa que permite generar prácticamente el 100% de la demanda energética de la vivienda, generando 1097 kWh/año, del cual el 50% va directamente al consumo de la familia y el otro se inyecta a la red. (Sánchez, 2023)



Casa Núcleo

VIVIENDA SOCIAL

Aysén

Casa Núcleo nace del primer concurso de diseño "Vivienda Social Sustentable en la Patagonia", ganando el primer lugar en 2014, se busca crear un prototipo de casa asequible y ecológica hecha de madera. El enfoque principal es reducir los costos de calefacción y disminuir las emisiones de CO₂ asociadas al uso predominante de leña y materiales.

La relación de modulación, usos libres y la sustentabilidad forman este "núcleo" que da origen al concepto.

En términos de materiales, el núcleo se compone por muros de alta inercia térmica. Estos se alimentan de radiación solar que incide a través de las zonas translúcidas de los muros y la cubierta. Esto permite que el núcleo posea un invernadero que permite secar la ropa y la leña, haciendo esta última menos contaminante. A su vez, el invernadero funciona como espacio de almacenamiento térmico que sube las temperaturas en la época de invierno. La coronación de la pieza central varía si la casa está orientada hacia el norte, el oriente o el poniente, buscando siempre la mayor radiación posible.

Integrando las medidas eficientes de aislamiento y aprovechamiento del calor, la demanda de calefacción es de 60,05 kWh/m² - año, superando las normativas térmicas de la zona.

El sistema se hace cargo de la realidad de las viviendas sociales y las distintas intervenciones que estas poseen a lo largo del tiempo. Las ampliaciones consideran la posibilidad de dar distintos usos a los recintos, haciendo de la vivienda un sistema flexible y adaptable presentando diversas opciones de plantas. (Valencia, 2023)

PRIMERA ETAPA DE DISEÑO EXPERIMENTAL GVAA, EN BUSCA DE UNA V.M.A

PROGRAMA DE ESPACIOS

FLEXIBILIDAD Y ADAPTABILIDAD

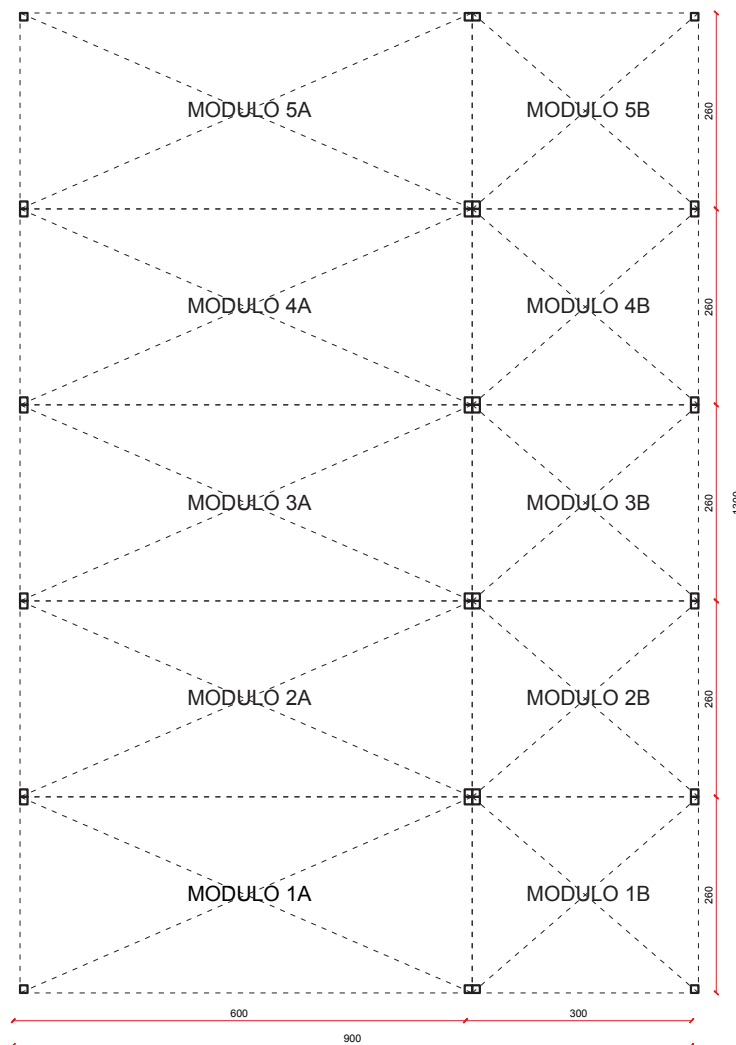
En la primera etapa de diseño la oficina me encarga la modulación e investigación de medidas adecuadas (cumpliendo con el tipo de módulo y diseño interior) para cumplir con los estándares de transporte.

Para este primer estudio se simulan 2 tipologías de vivienda “A” y “B”.

Tipología “A” es una vivienda de $62,4 \text{ m}^2$ y cuenta con 1 dormitorio, 1 baño y terraza. Se consideran 4 tipologías de módulos para esta propuesta del tipo A (1A - 2A - 3A - 4A de $6 \times 2,6 \times 2,6 \text{ m}$ cada uno).

Tipología “B” es otro modelo de vivienda de $138,43 \text{ m}^2$ cuenta con 3 dormitorios, 2 baños y terraza. En este caso se consideran 5 tipologías de módulos “A” (1A - 2A - 3A - 4A - 5A $6 \times 2,6 \times 2,6 \text{ m}$) y 5 módulos tipo “B” (1B - 2B - 3B - 4B - 5B $3 \times 2,60 \times 2,6 \text{ m}$) como se muestra en la planta de la configuración modular.

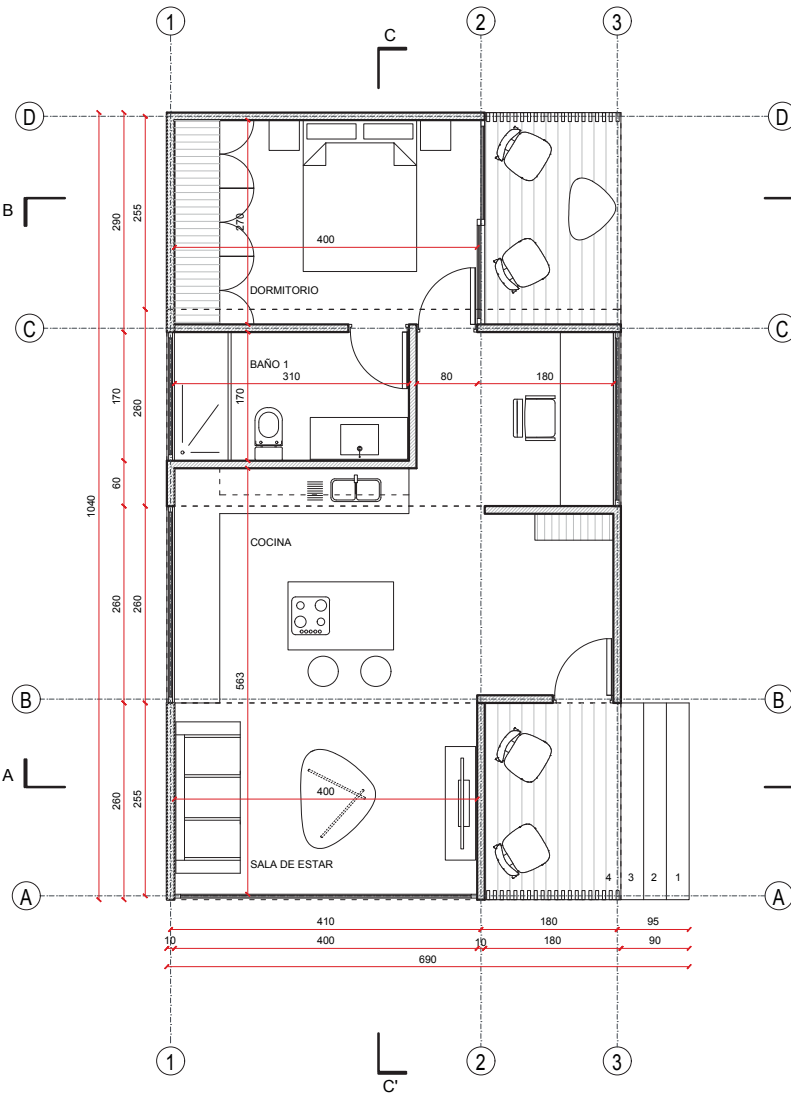
Estas viviendas son el primer anteproyecto que se define bajo las opciones posibles para el estudio final que se considerarán para la investigación, se contemplan módulos de $15,6 \text{ m}^2$ (módulo A) y $7,8 \text{ m}^2$ (módulo B) y una altura de $2,60 \text{ m}$ en total.



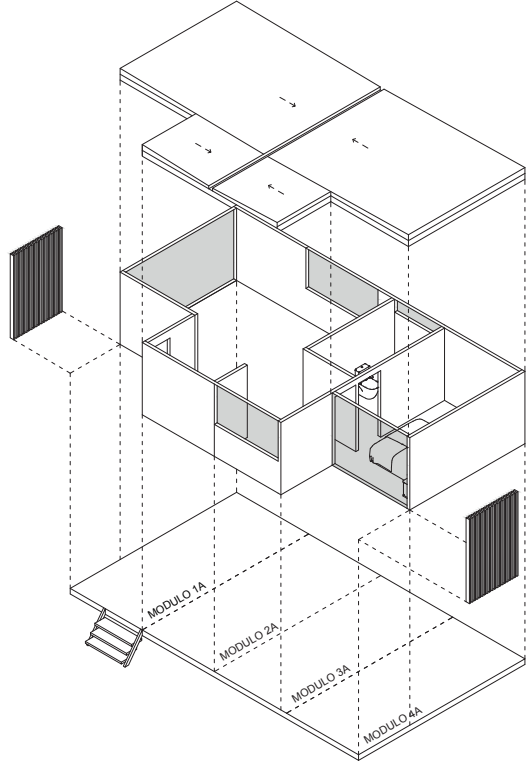
Planta configuración modular

Escala 1:100

MODULACIÓN PLANTA ESTUDIO TIPO "A"



Planta arquitectura tipología A
Escala 1:100



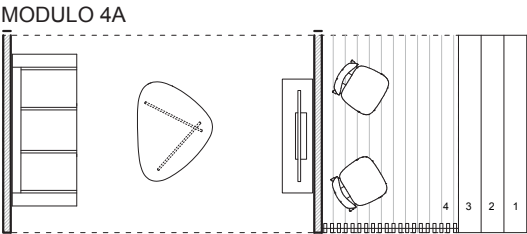
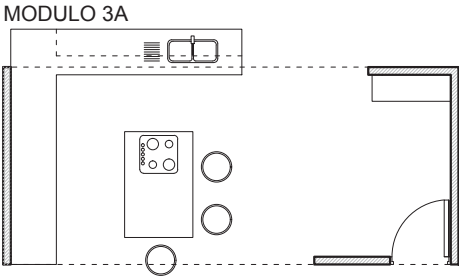
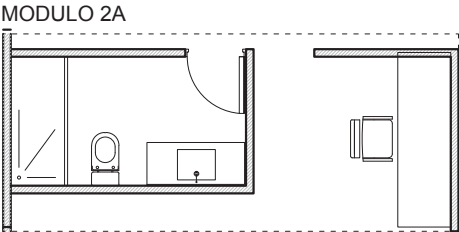
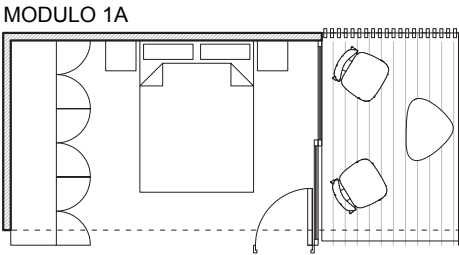
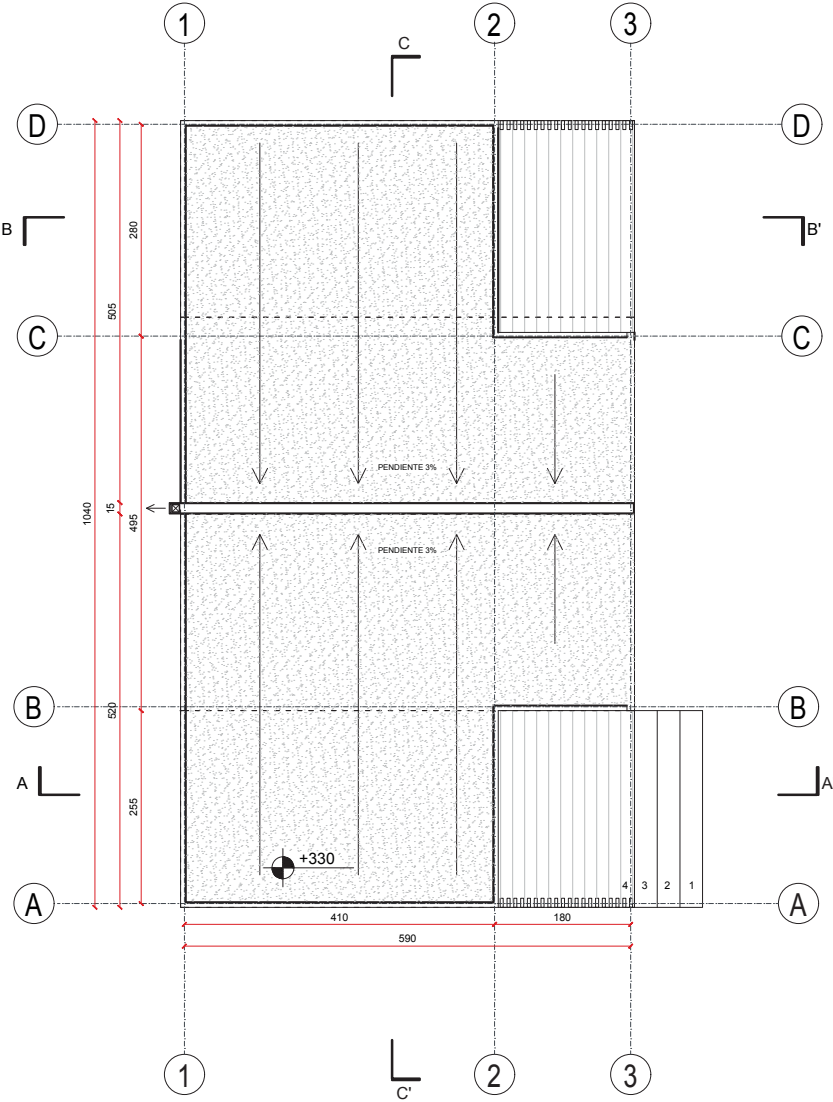
Isométrica explotada tipología A

Tabla 01 | Superficies Generales Estudio VMA tipo "A"

SUPERFICIES GENERALES	
INTERIORES	52,68 m ²
EXTERIORES	12,06 m ²
MÓDULO	15,6 m ² C/U
TOTAL	64,74 m ²

Los espacios se dividen mediante la condición modular conformando la tipología "A" como primera propuesta estudio.

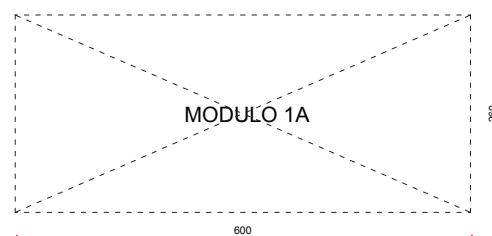
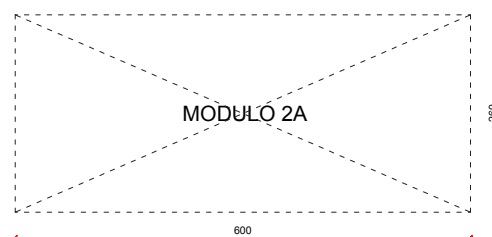
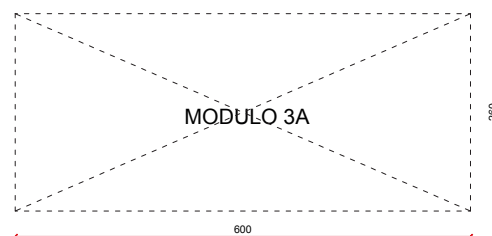
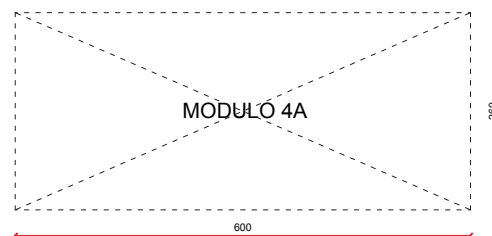
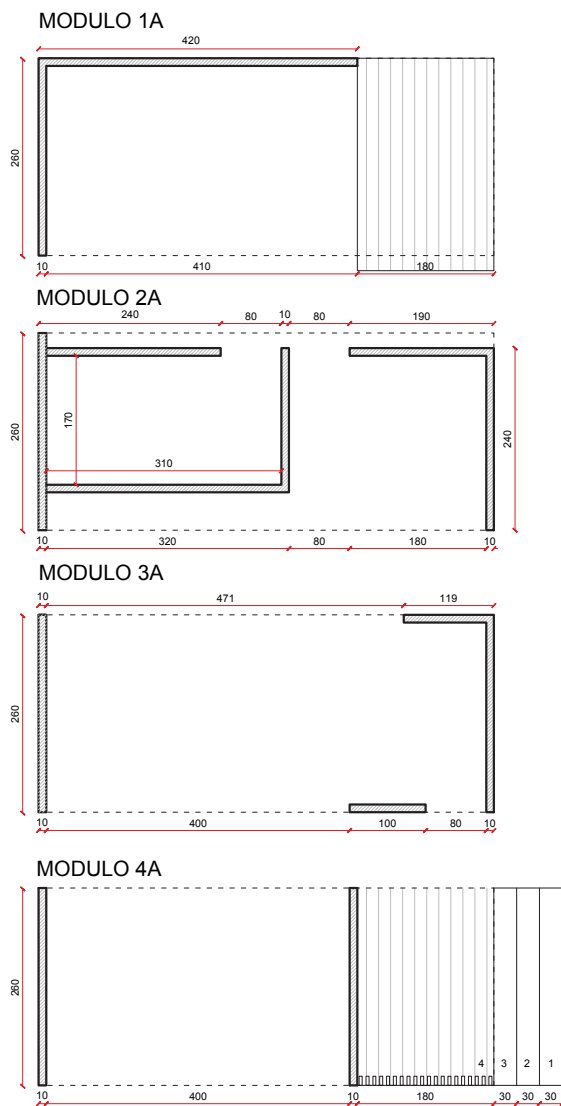
MODULACIÓN PLANTA ESTUDIO TIPO “A”



Planta arquitectura de cubierta
Escala 1:100

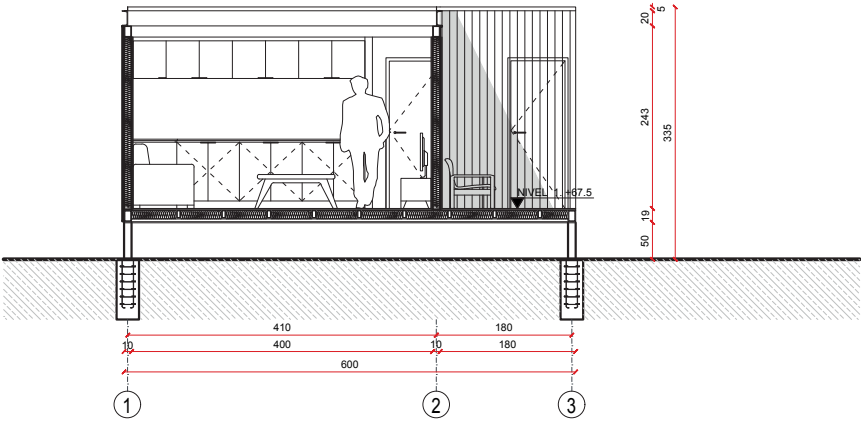
Despliegue módulos espacialidad con muebles y
muros.

MODULACIÓN PLANTA ESTUDIO TIPO "A"



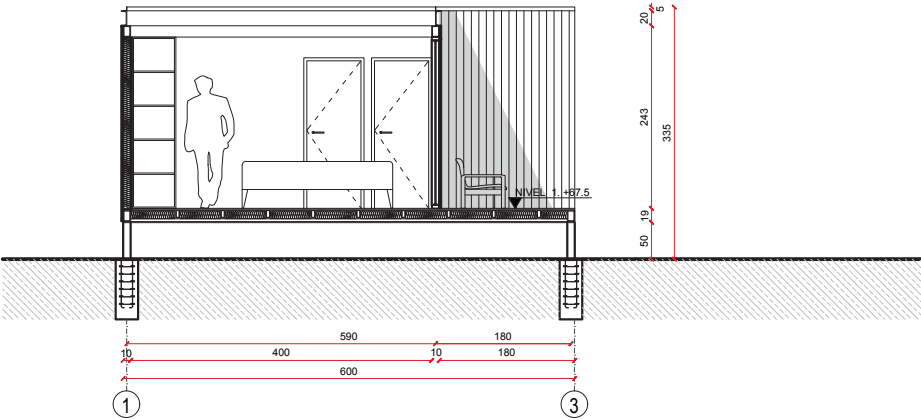
Despliegue módulos espacialidad sin muebles y con muros.

Despliegue módulos tipo "A".



Corte A - A'

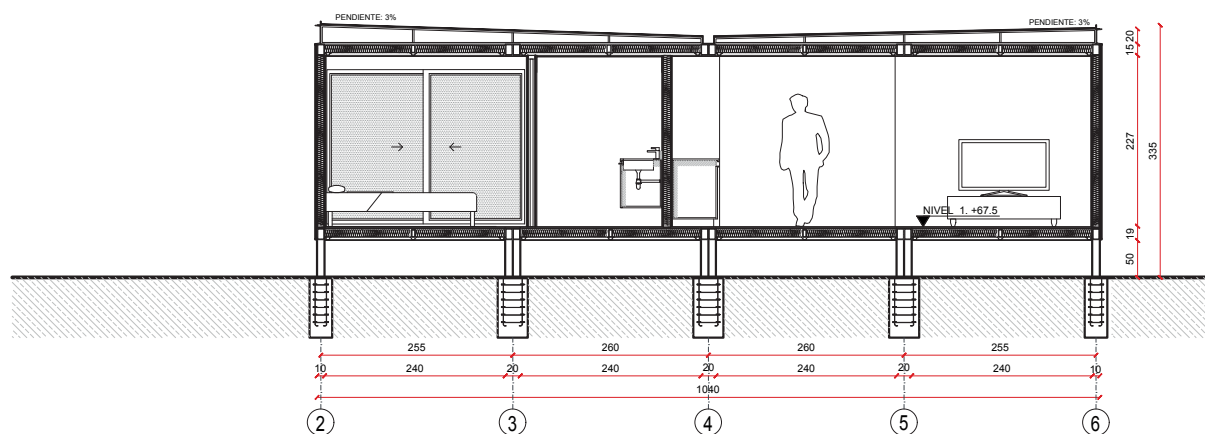
Escala 1:100



Corte B - B'

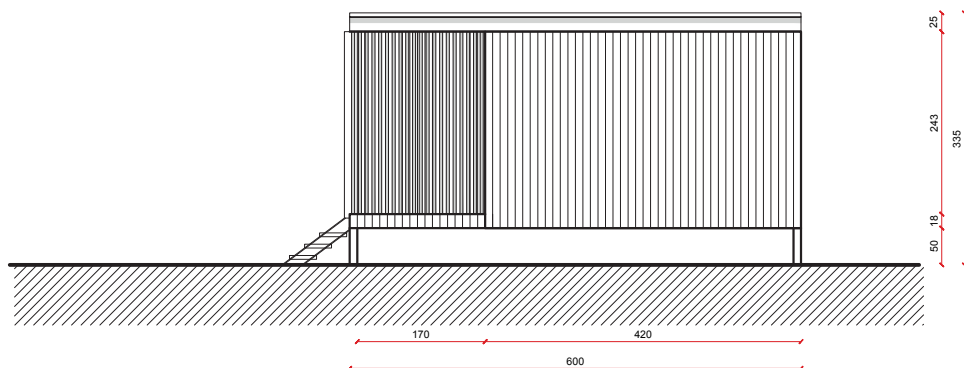
Escala 1:100

Se muestra en el corte A - A' el espacio de cocina, living y terraza con el acceso principal a la casa. En el corte B - B' se muestra el dormitorio principal y su terraza.

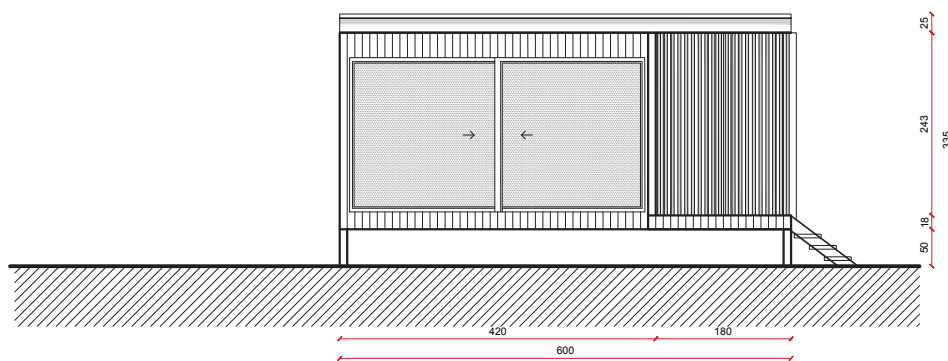


Corte C - C'
Escala 1:100

Para este corte longitudinal C - C' se observa el dormitorio principal, baño 1, cocina y living. Además se comienza la discusión sobre las fundaciones adecuadas, esto va a ser según la condición de terreno situado.

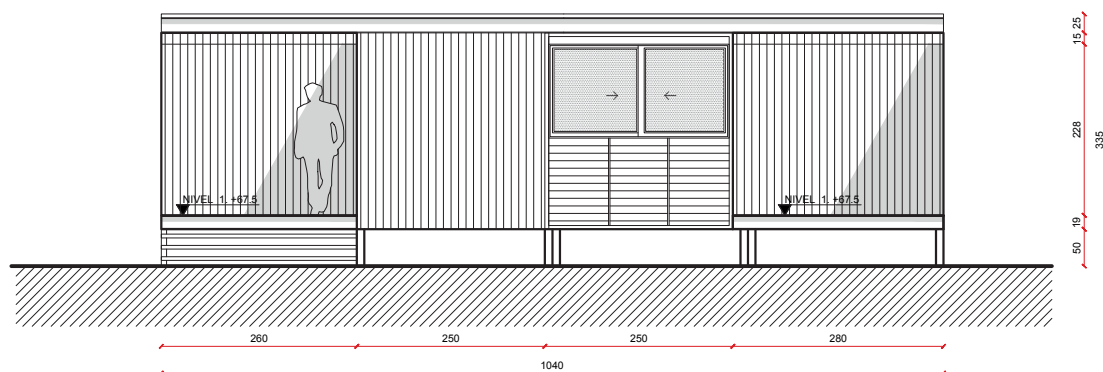


Elevación lateral derecha
Escala 1:100

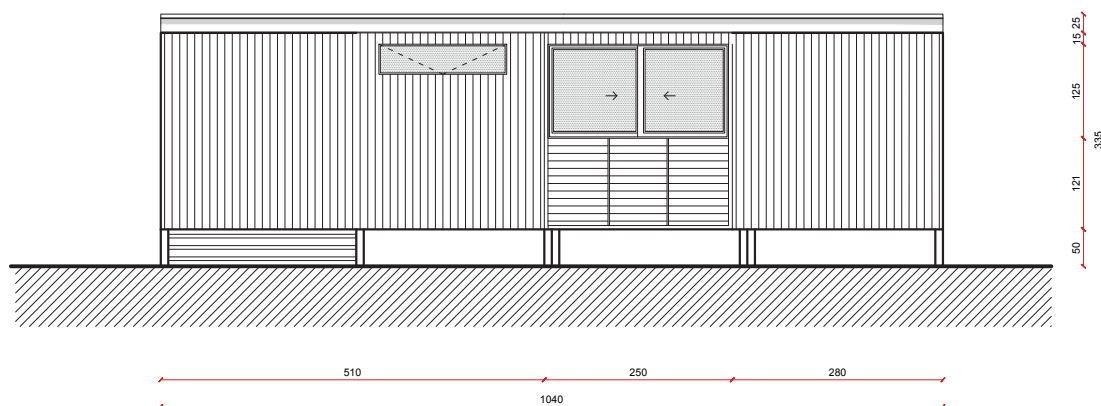


Elevación lateral izquierda
Escala 1:100

En cuanto a las fachadas se contempla en la propuesta un gran ventanal en el dormitorio para una mayor iluminación, además en los laterales como se aprecia en la isométrica explotada de mejor manera se constatan unas celosías para conservar una privacidad dentro de la misma vivienda y delimitación de espacios.



Elevación frontal
Escala 1:100



Elevación posterior
Escala 1:100

En las elevaciones longitudinales se observa la ventana del baño y ventana de cocina en la fachada posterior y las terrazas en la elevación frontal

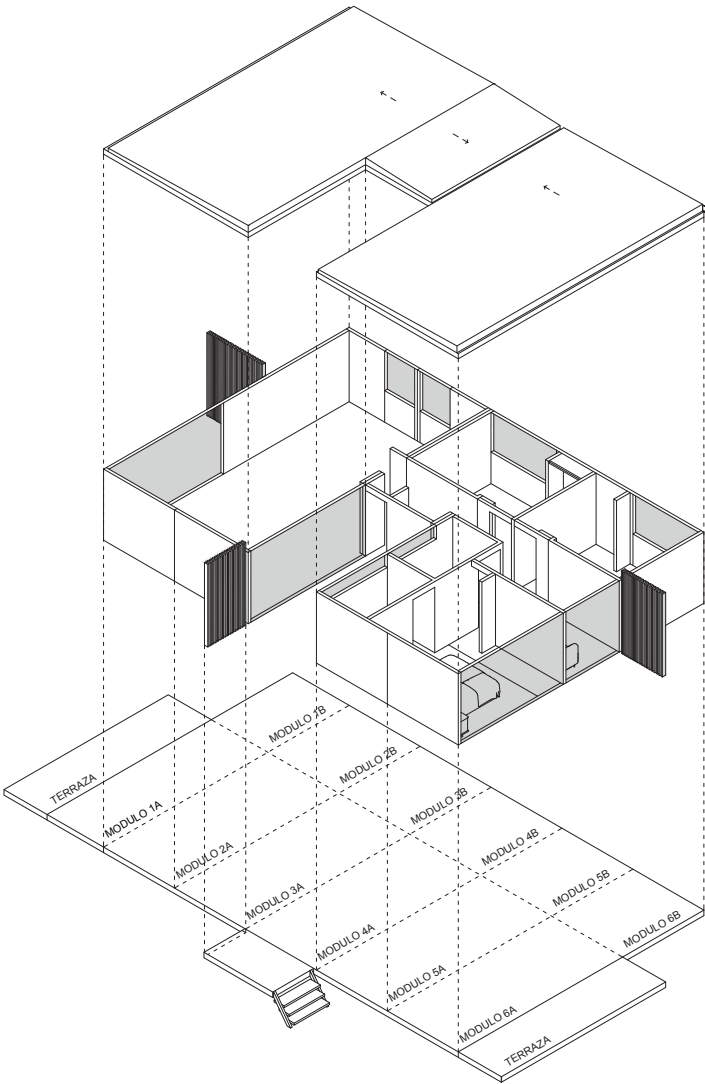
Vivienda tipo “B”.

Para esta propuesta los espacios trascienden de lo privado a lo público dentro de la casa, se contemplan dos terrazas que son anexas a la estructura de módulos (son consideradas en el total de las superficies exteriores)

5 tipologías de módulos “A” (1A - 2A - 3A - 4A - 5A 6 x 2,6 x 2,6 m) y 5 módulos tipo “B” (1B - 2B - 3B - 4B - 5B 3 x 2,60 x 2,6 m) como se muestra en la planta de la configuración modular y la isométrica explotada.

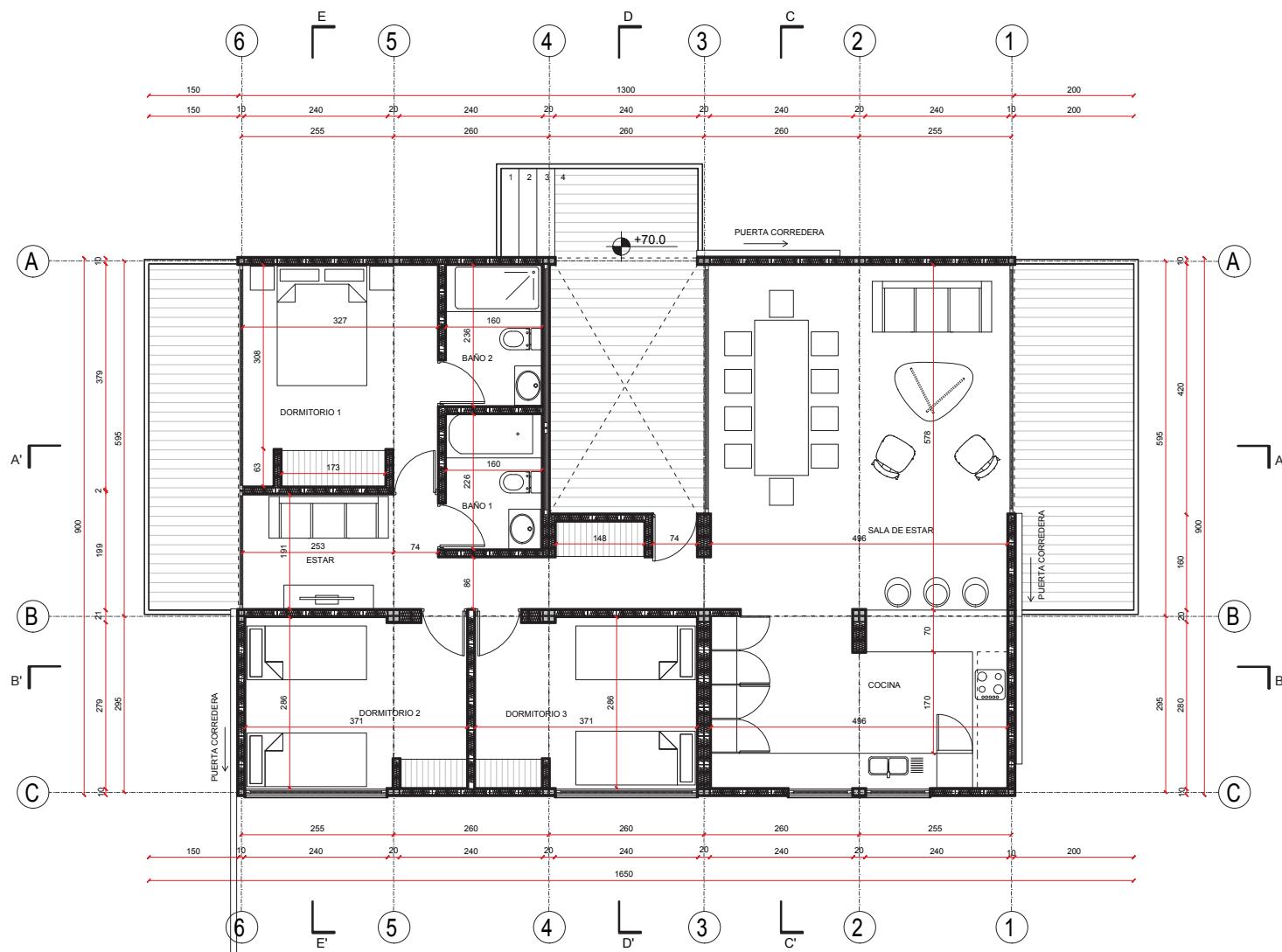
Tabla 02 | Superficies Generales Estudio VMA tipo “B”

SUPERFICIES GENERALES	
INTERIORES	105,82 m²
EXTERIORES	32,61 m²
MÓDULO	15,6 m² C/U
TOTAL	138,43 m²



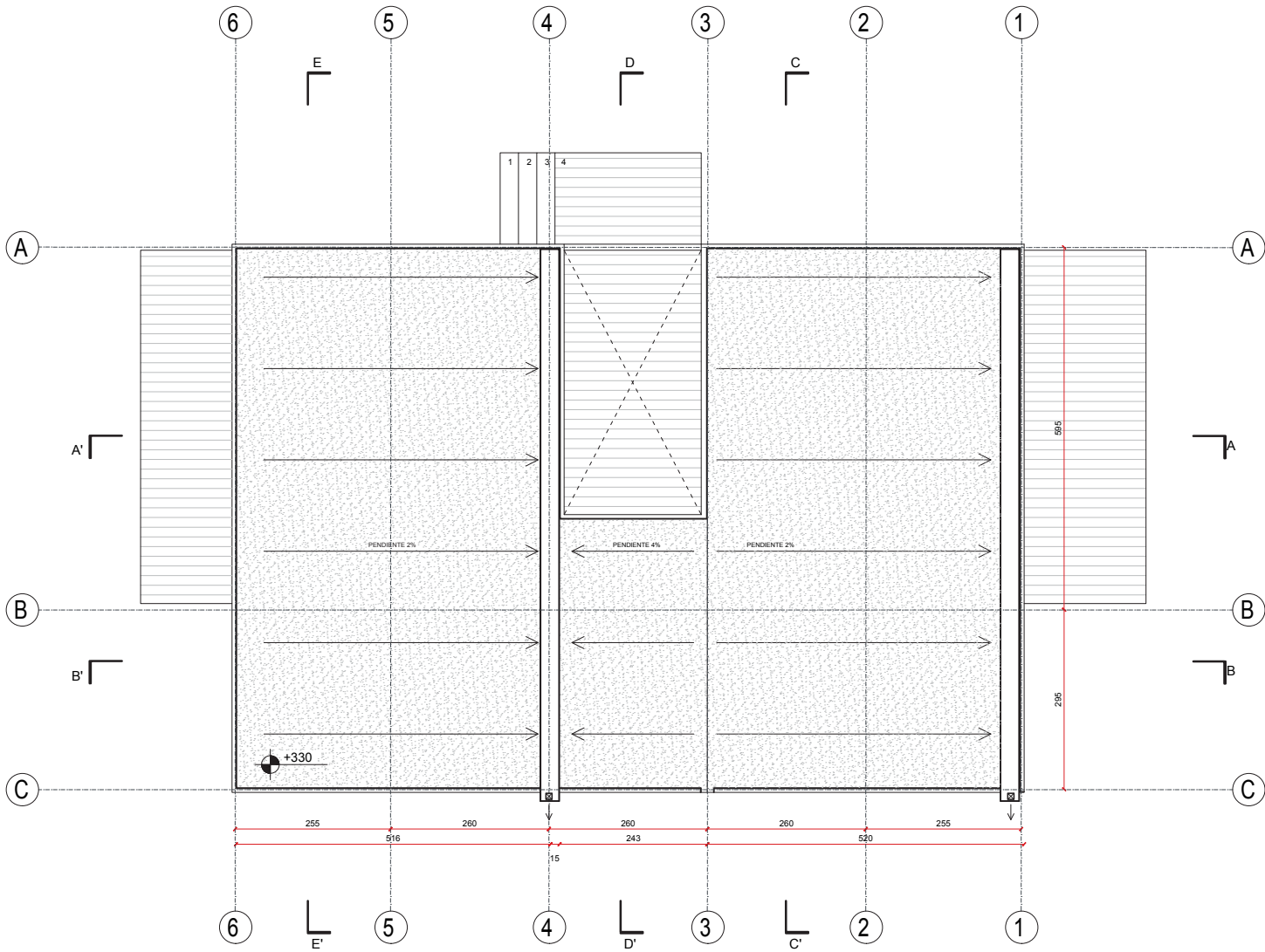
Isométrica explotada tipología B

CONDICIONES DE DISEÑO

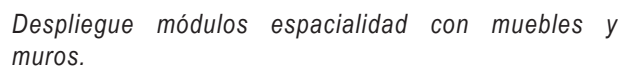


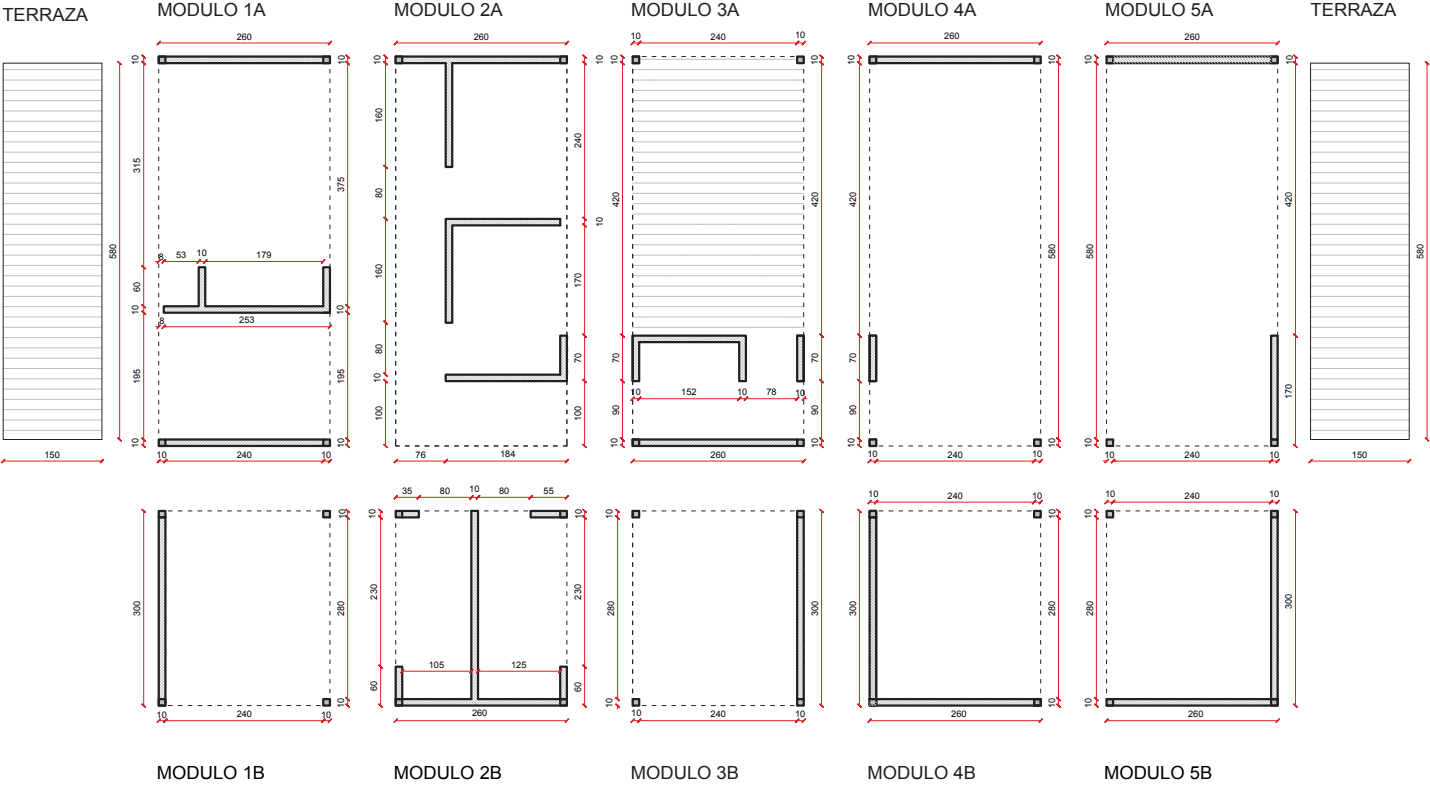
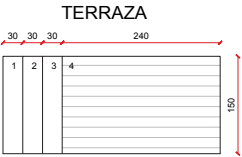
Planta arquitectura
Escala 1:110

Los espacios programáticos se dividen mediante la condición modular por área de los mismos en esta tipología "B" modelo de vivienda de 138,43 m².



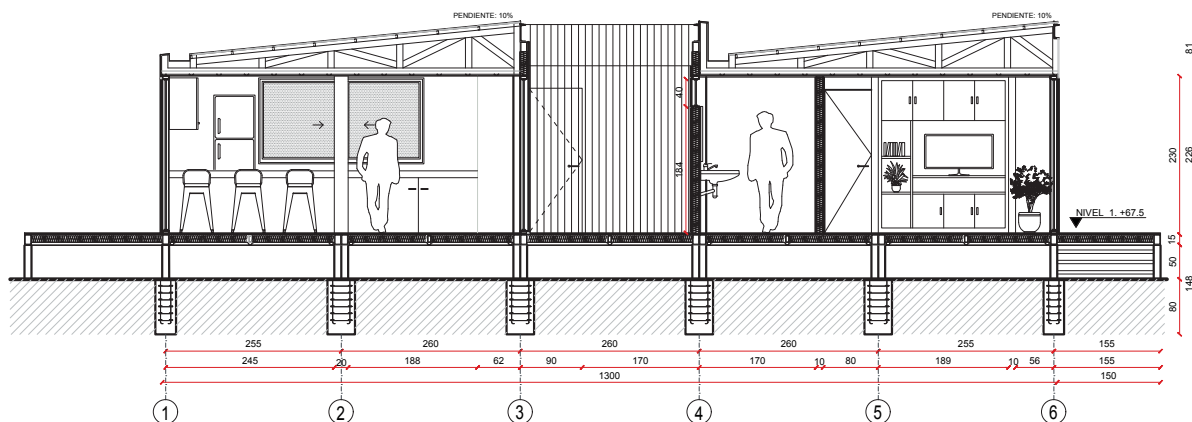
Planta arquitectura de cubierta
Escala 1:110

[illegible]



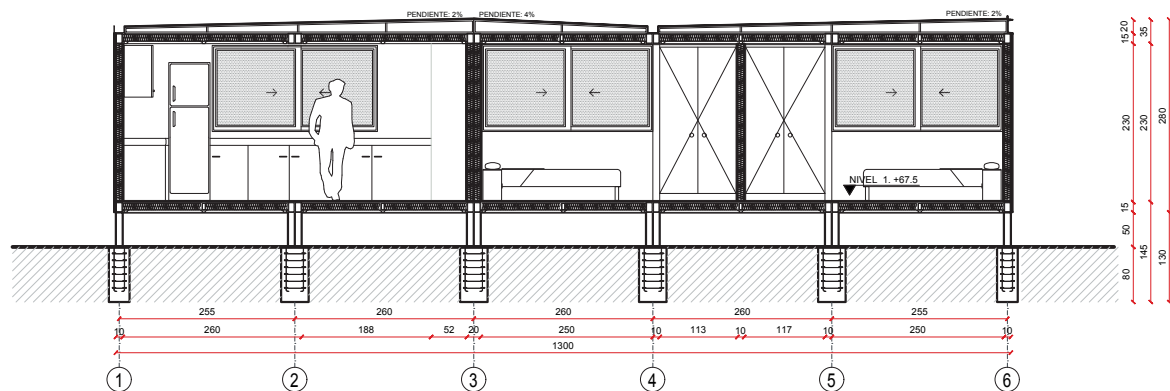
Despliegue módulos espacialidad sin muebles y con muros.

CONDICIONES DE DISEÑO



Corte A - A'

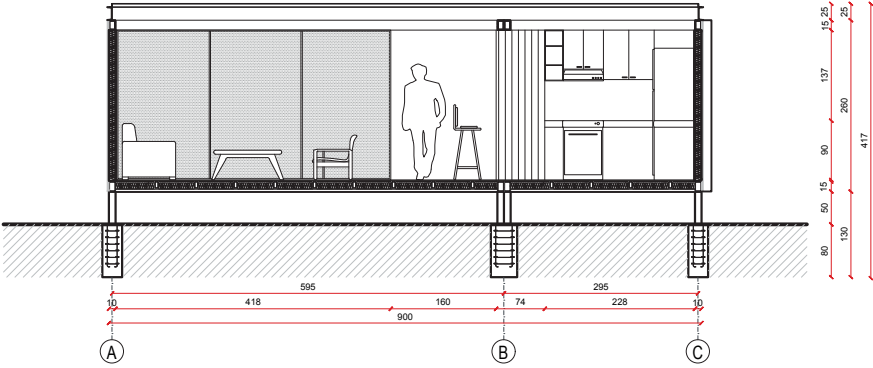
Escala 1:110



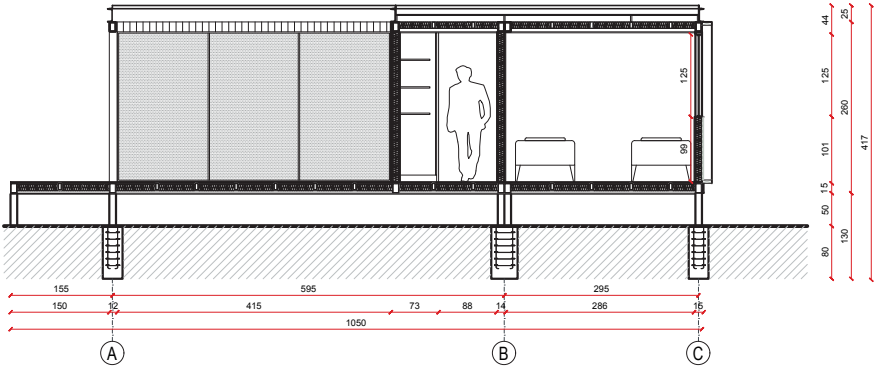
Corte B - B'

Escala 1:110

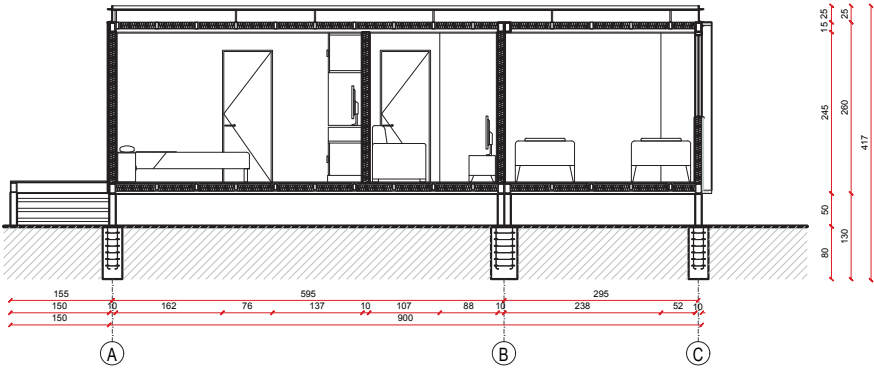
En los cortes longitudinales se atraviesa por las zonas con mayor relevancia desde la cocina hasta los espacios mas privados como dormitorios. En el corte A - A' se observa el acceso por la puerta principal de la vivineda.



Corte C - C'
Escala 1:110

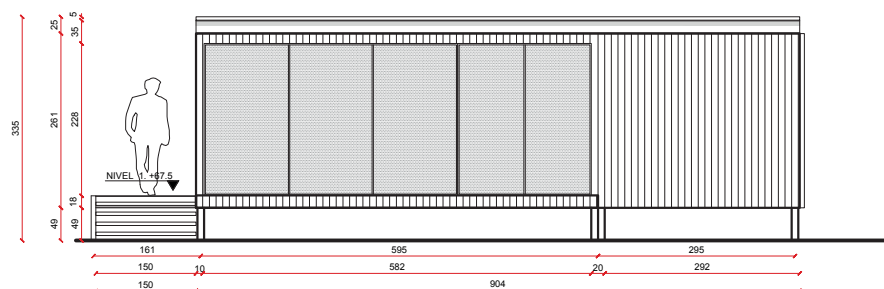


Corte D - D'
Escala 1:110

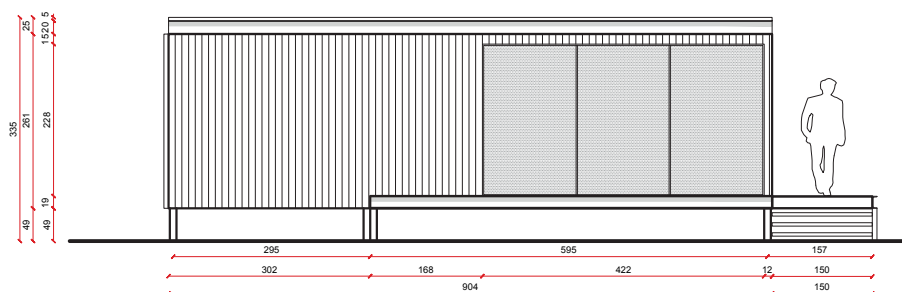


Corte E - E'
Escala 1:110

CONDICIONES DE DISEÑO

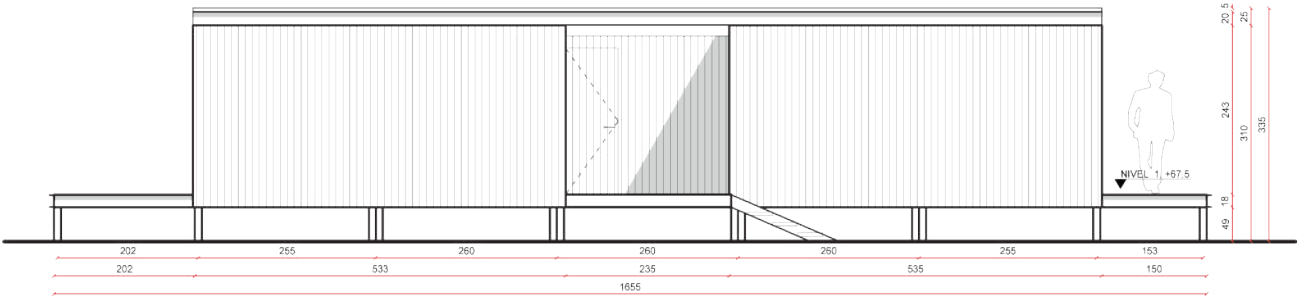


Elevación lateral derecha
Escala 1:110

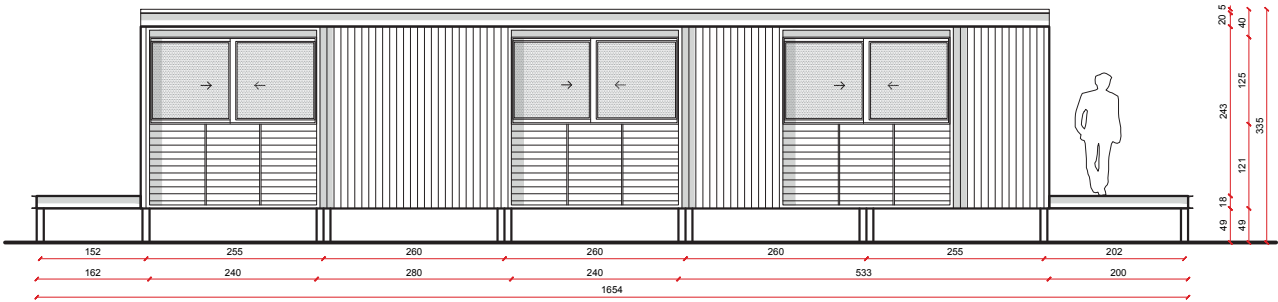


Elevación lateral izquierda
Escala 1:110

En esta propuesta se logra ver la importancia que se le dió a la visual con ventanales y terrazas exteriores, manteniendo una propuesta iluminada todas sus posibles orientaciones de emplazamiento.



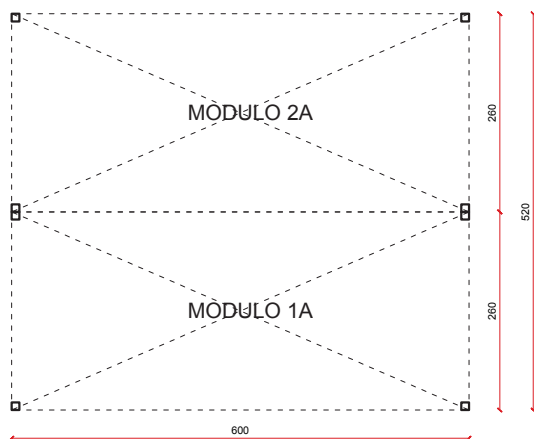
Elevación frontal
Escala 1:110



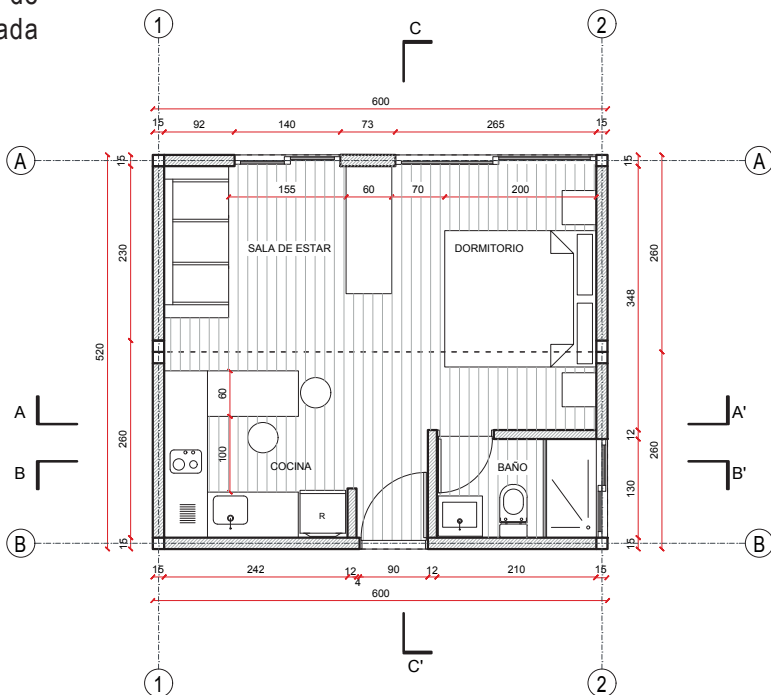
Elevación posterior
Escala 1:110

En el segundo estudio de tipología, se busca maximizar la estructura y su condición espacial tanto en 6 módulos como en 2 módulos. Esto implica considerar una planta de 6 x 2,6 x 2,6 m. para cada módulo, lo que resulta en un total de 31,2 m² de superficie.

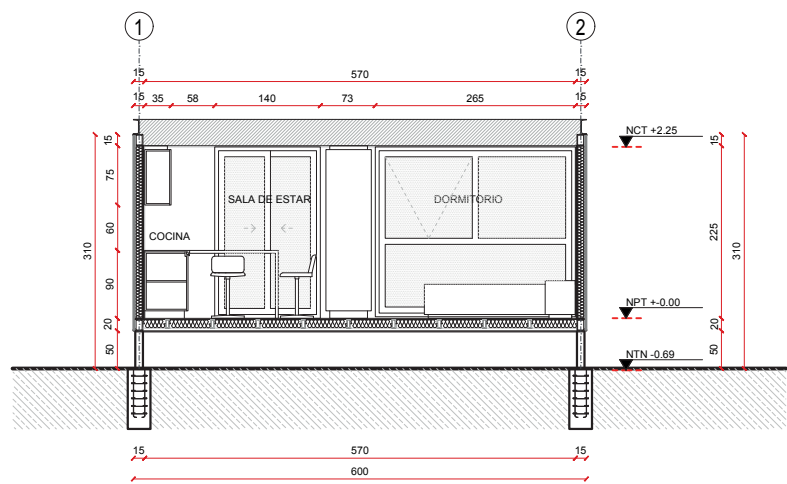
Esta distribución espacial se diseña con el objetivo de optimizar el uso del espacio disponible y garantizar una disposición funcional y eficiente de los elementos arquitectónicos dentro de cada módulo.



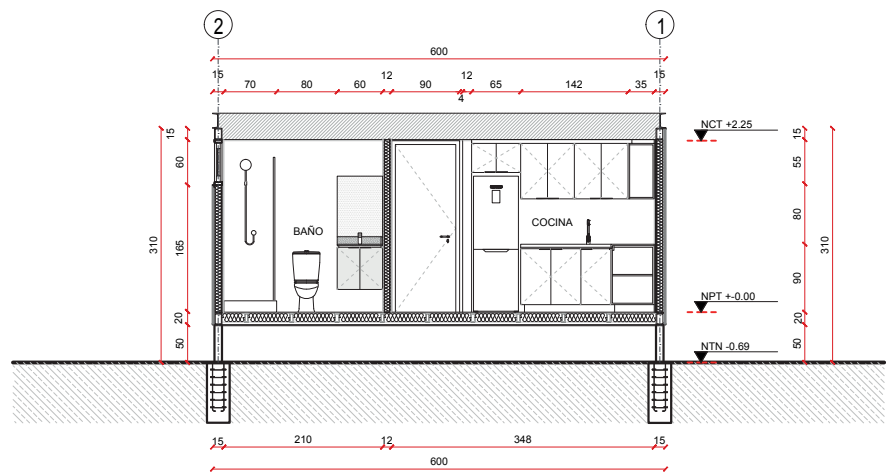
Planta configuración modular
Escala 1:100



Planta arquitectura tipología A
Escala 1:100

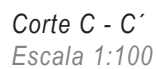


Corte A - A´
Escala 1:100

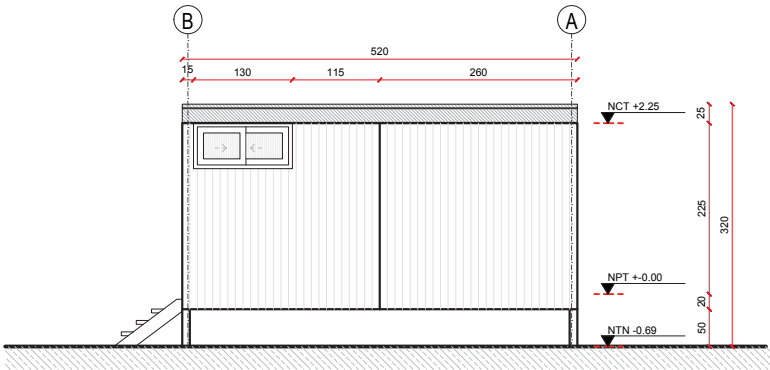


Corte B - B´
Escala 1:100

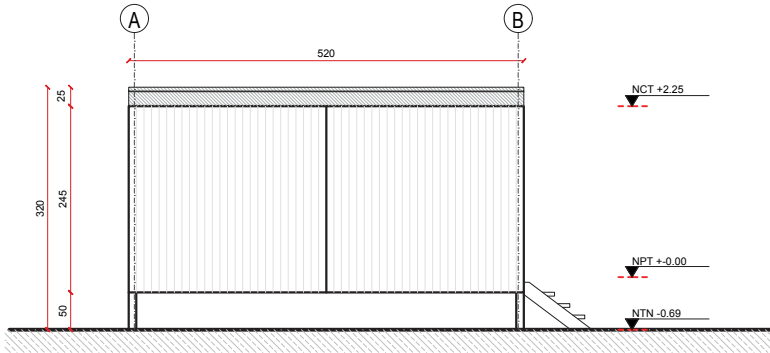
Se muestra en el corte A - A´ el espacio de cocina, living y terraza con el acceso principal a la casa. En el corte B - B´ se muestra el dormitorio principal y su terraza.



Para este corte longitudinal C - C' se observa el dormitorio principal, baño 1, cocina y living. Además se comienza la discusión sobre las fundaciones adecuadas, esto va a ser según la condición de terreno situado.

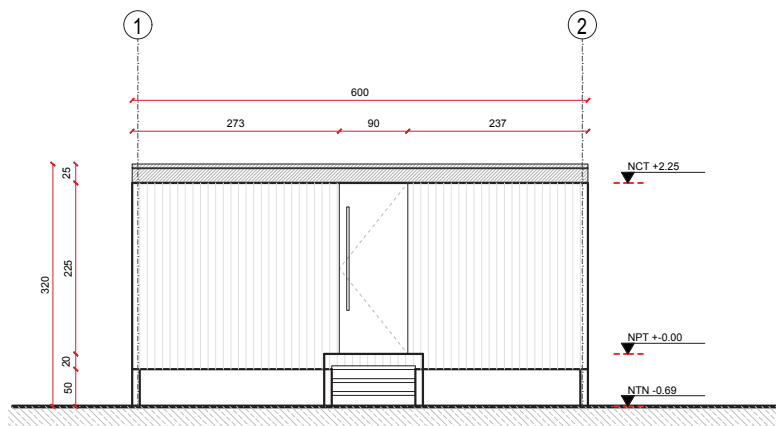


Elevación lateral derecha
Escala 1:100

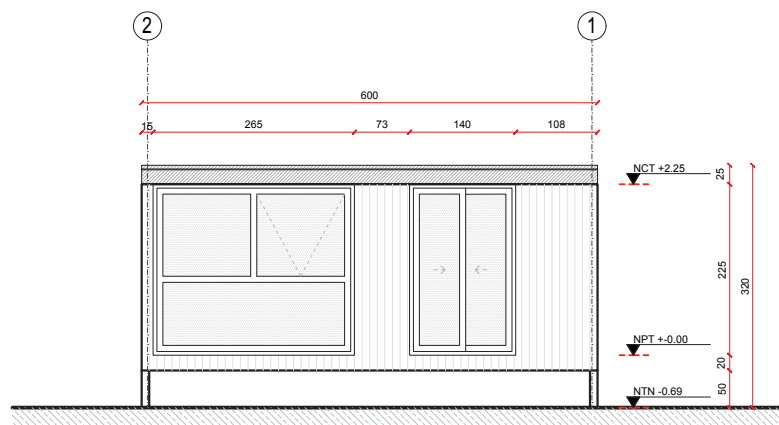


Elevación lateral izquierda
Escala 1:100

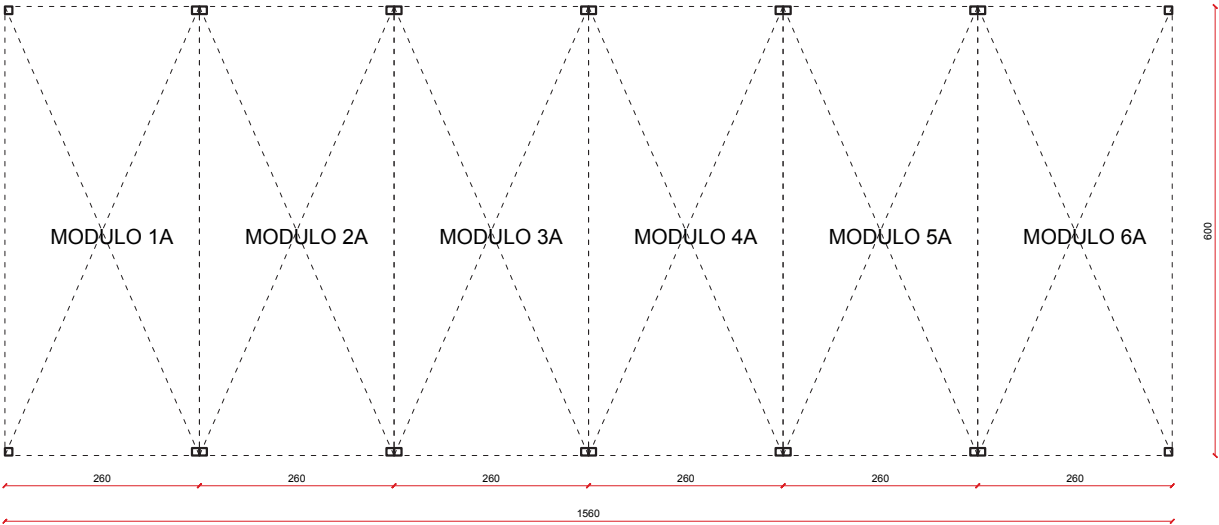
CONDICIONES DE DISEÑO



Elevación frontal
Escala 1:100



Elevación posterior
Escala 1:100

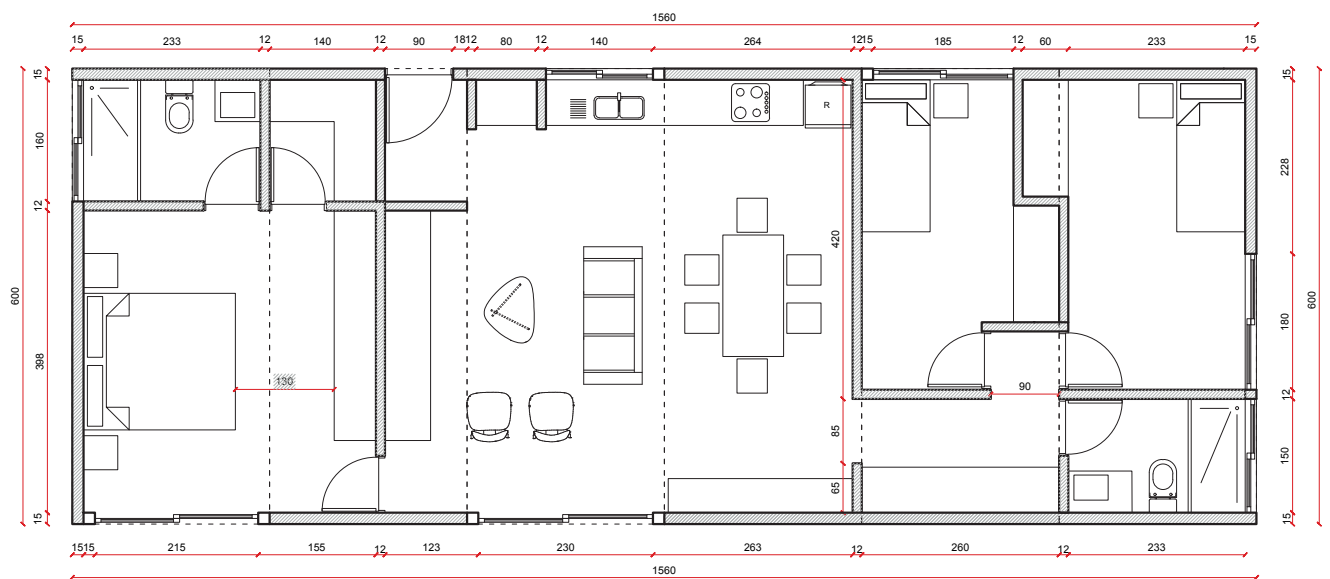
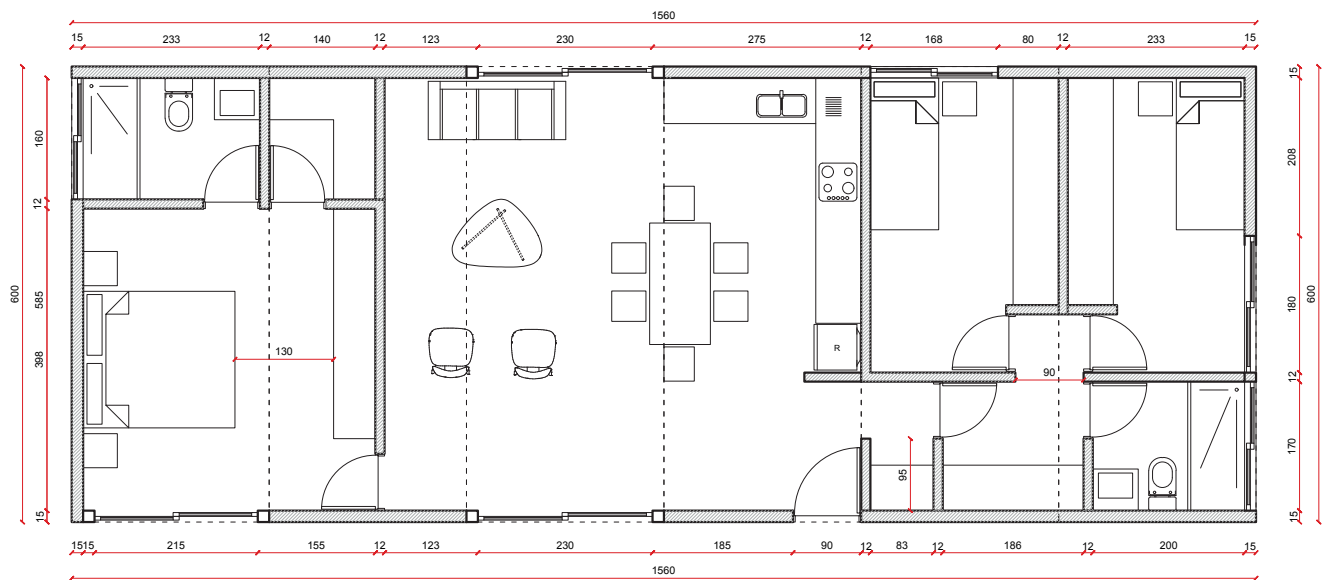


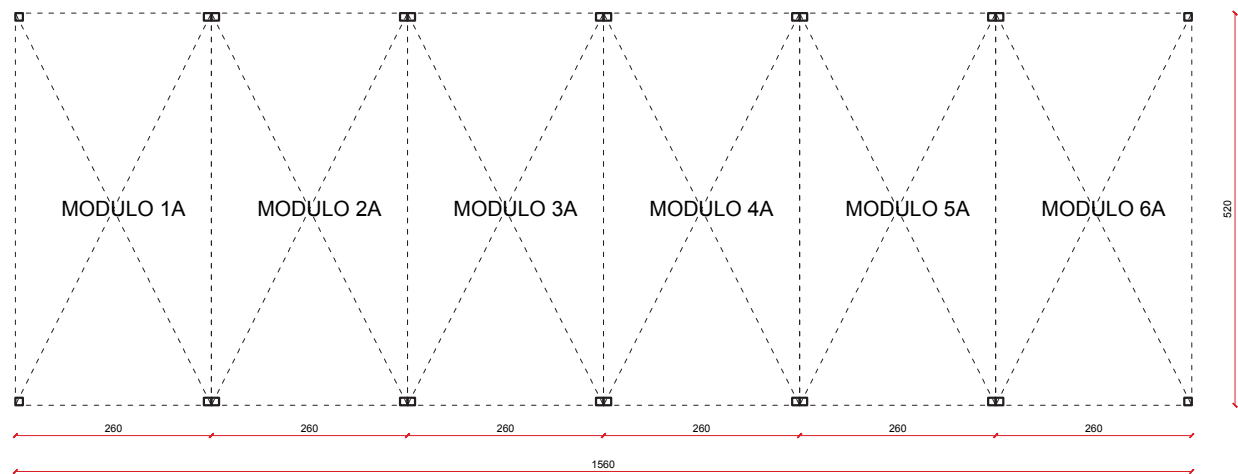
Para estas dos propuestas de 6 módulos (6 x 2,6 x 2,6 m) varía los dormitorios secundarios, cocina, living comedor, puerta de acceso principal a la vivienda, mueble de tablero de TDA, entre otras. Se mantiene en el dormitorio principal una cama tamaño king y un walk-in closet con su propio baño dentro de la habitación.

El propósito de esta estrategia de distribución de módulos es facilitar la descarga y el ensamblaje de los módulos en el lugar de montaje.

Planta configuración modular
Escala 1:100

CONDICIONES DE DISEÑO



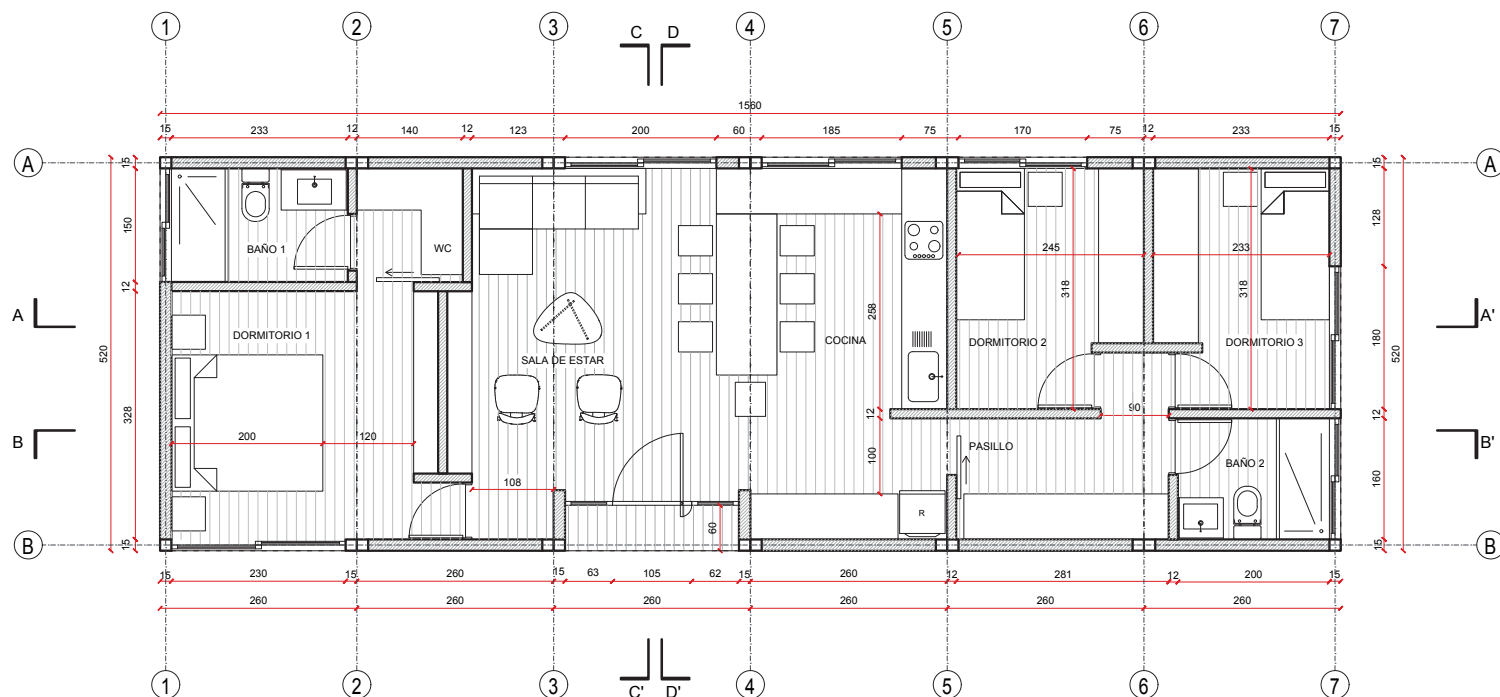


Se consideró también la posibilidad de crear dos opciones de módulos con dimensiones de 2,6 x 5,2 x 2,6 m, es decir, con el largo duplicando su ancho, con el fin de visualizar las configuraciones del estudio en todas sus orientaciones posibles. Estas medidas se ajustan a los límites permitidos por transporte y optimización de recursos.

Planta configuración modular
Escala 1:100

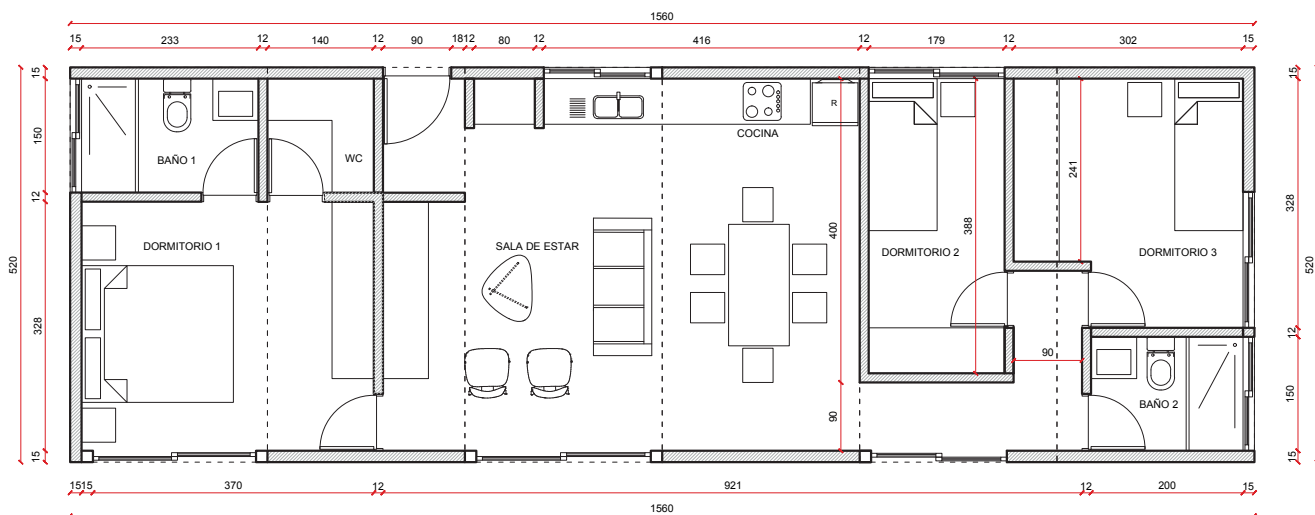
Entre estas dos opciones, se desarrolla como estudio la opción 1 con cortes y elevaciones.

CONDICIONES DE DISEÑO



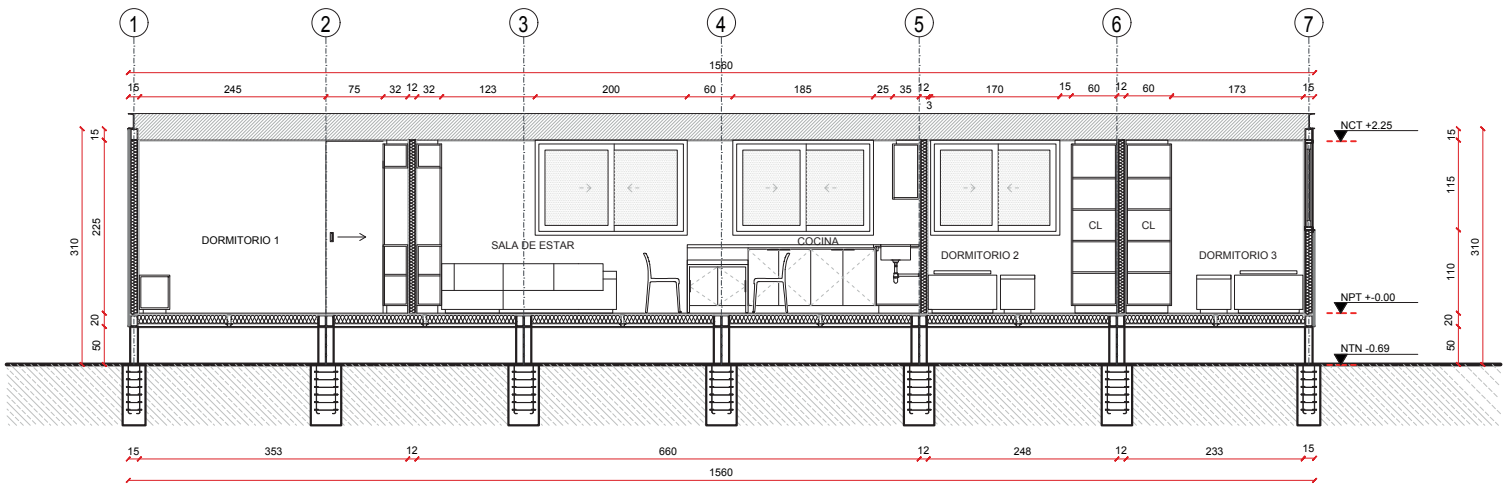
Planta arquitectura opción 1

Escala 1:100



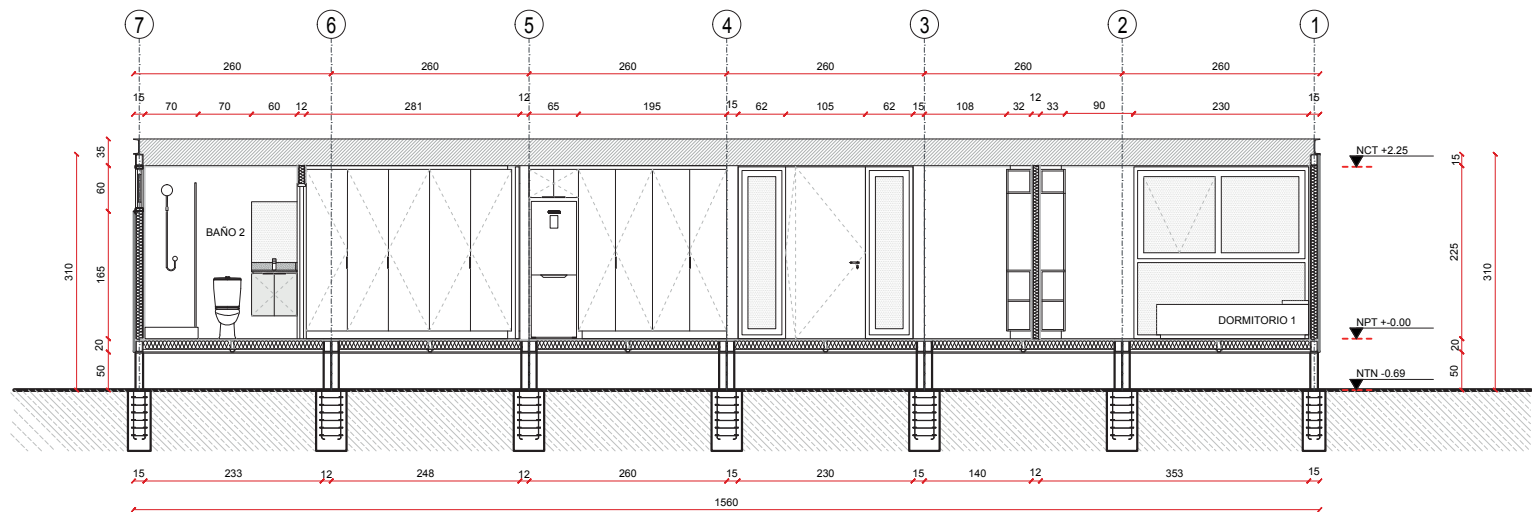
Planta arquitectura opción 2

Escala 1:100



Corte A - A'

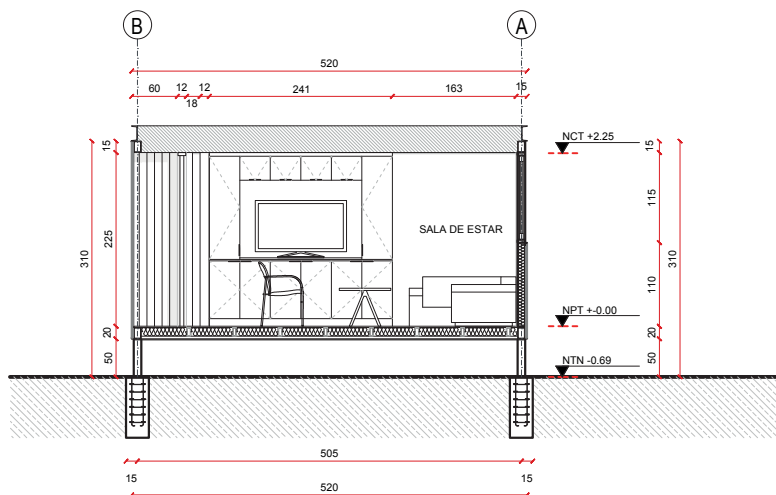
Escala 1:100



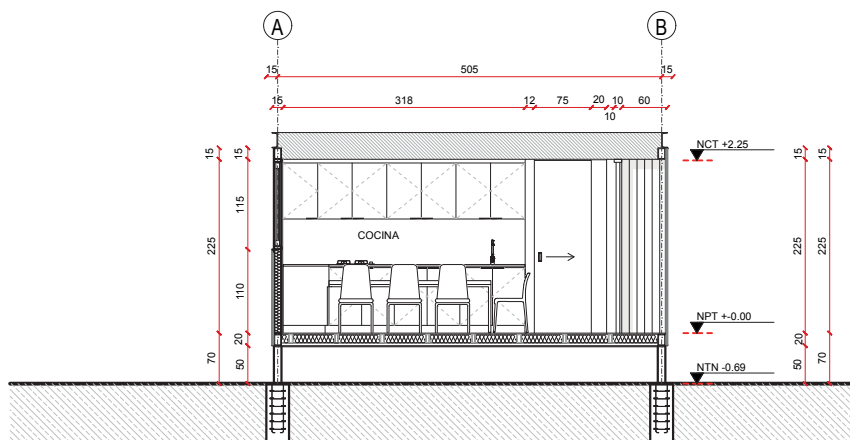
Corte B - B'

Escala 1:100

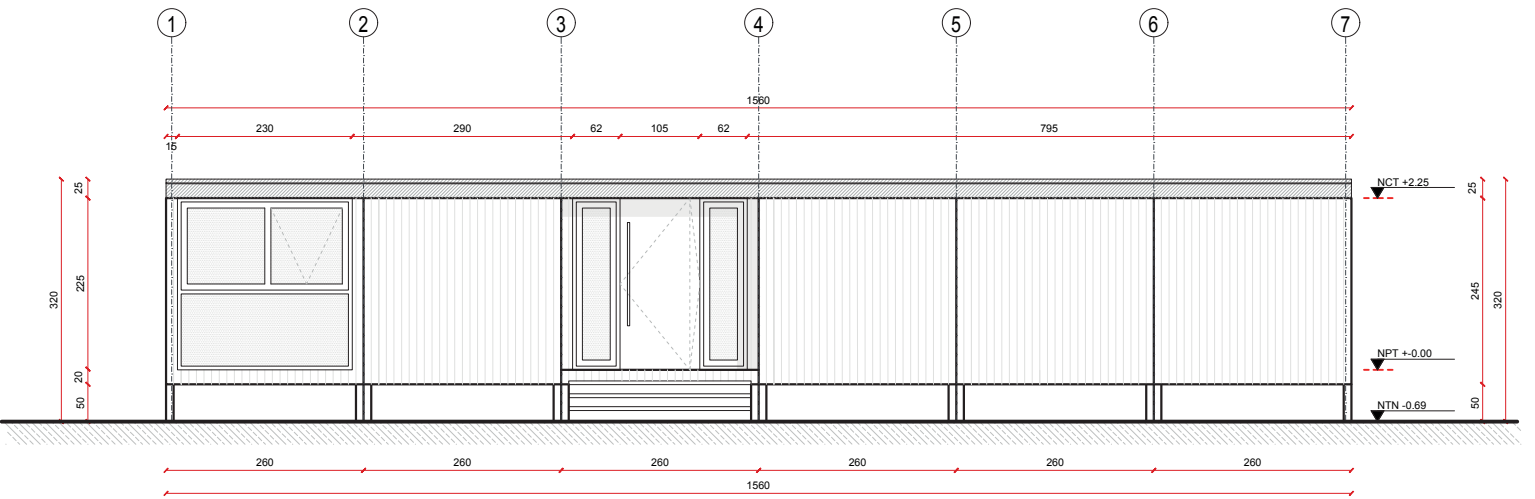
CONDICIONES DE DISEÑO



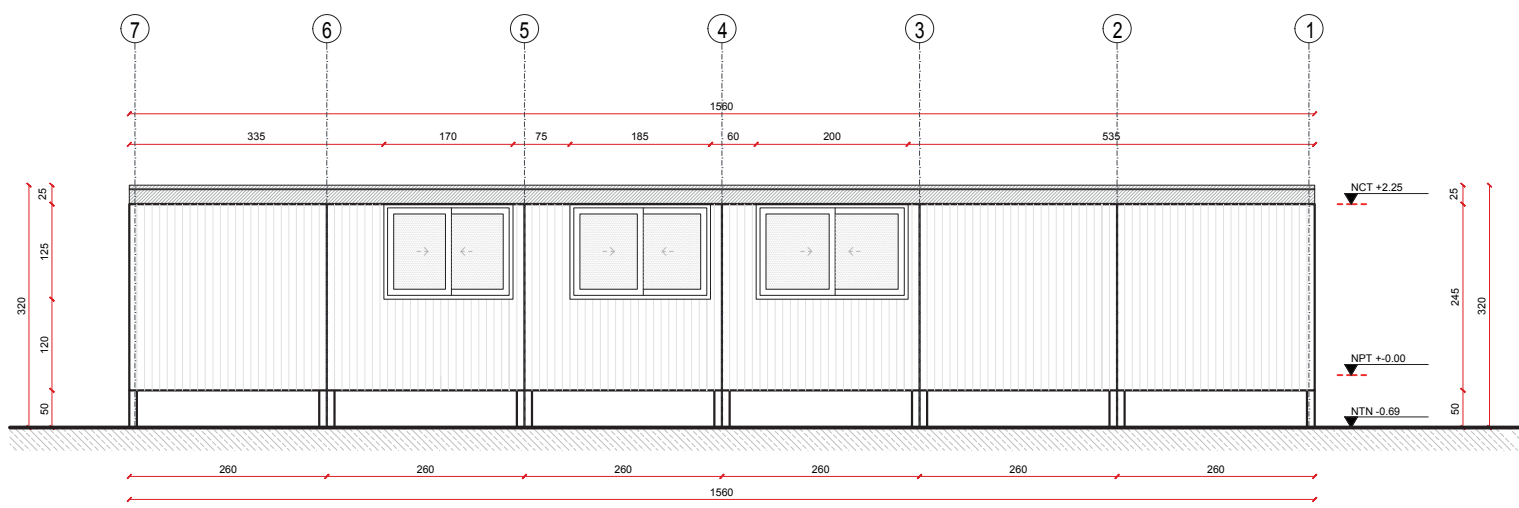
Corte C - C'
Escala 1:100



Corte D - D'
Escala 1:100

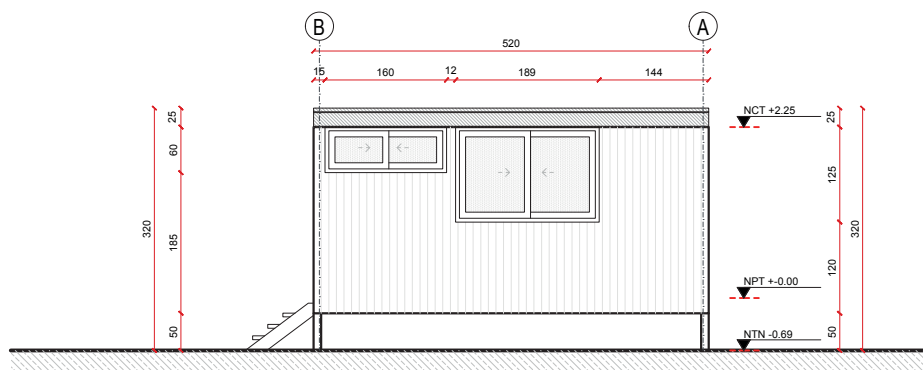


Elevación frontal
Escala 1:100

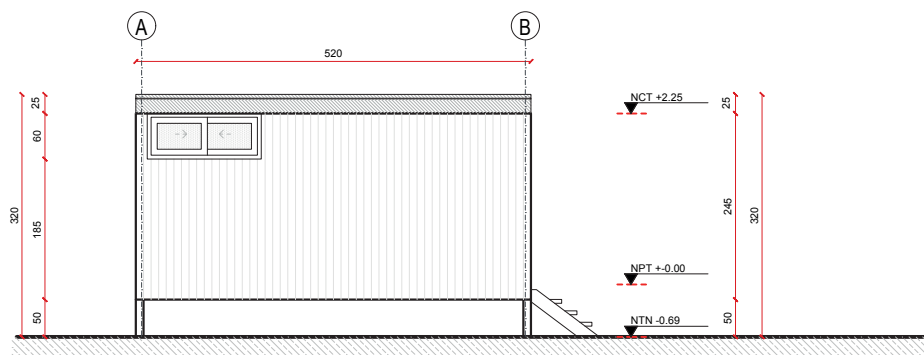


Elevación posterior
Escala 1:100

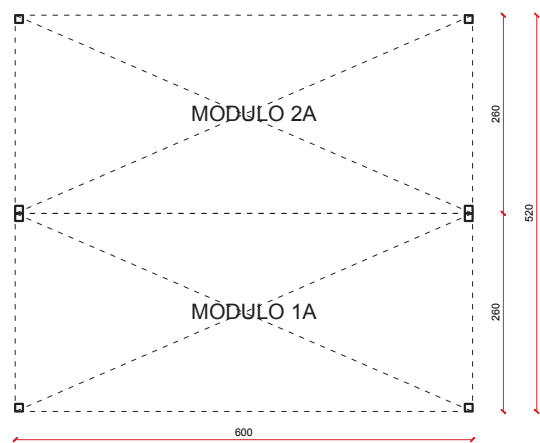
CONDICIONES DE DISEÑO



Elevación lateral derecha
Escala 1:100



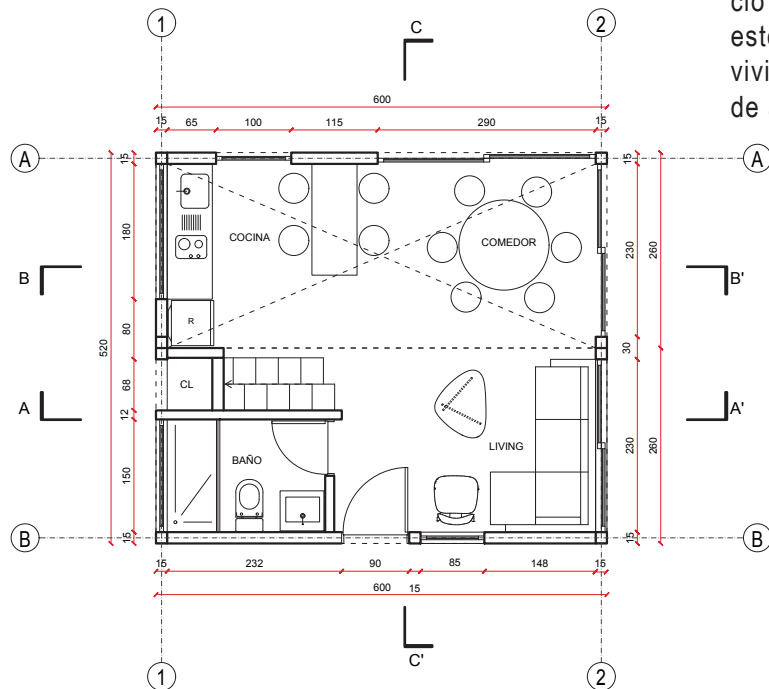
Elevación lateral izquierda
Escala 1:100



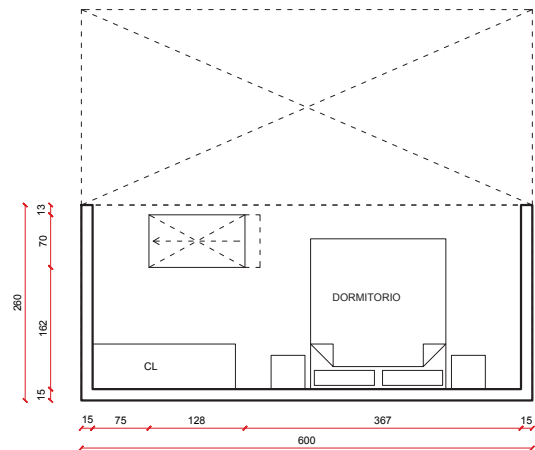
Planta configuración modular
Escala 1:100

Durante el proceso de análisis, se evaluaron diversas alternativas que incluían la implementación de un segundo nivel tipo altillo en los módulos, los cuales tienen medidas de 6 x 2,6 x 2,6 m. En este contexto, se diseñaron cinco tipos de plantas de arquitectura diferentes que presentaban doble altura. Estas plantas estaban compuestas por dos módulos en la parte inferior y uno en la parte superior en el mismo sentido, lo que generaba un espacio con doble altura.

Se priorizó la importancia del living como el espacio principal en algunos de estos modelos, dado que es el área donde convergen los diferentes programas, especialmente en espacios reducidos. Esta estrategia permite optimizar el uso del espacio disponible y crear ambientes funcionales y estéticamente atractivos en el diseño de las viviendas modulares, además de diversas formas de ascender al segundo nivel.

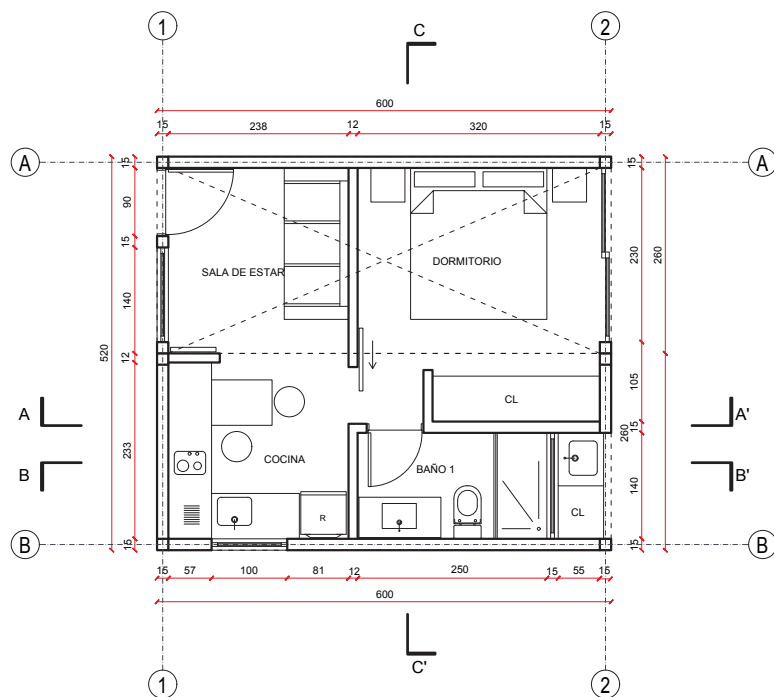


Planta arquitectura opción 1 primer nivel
Escala 1:100

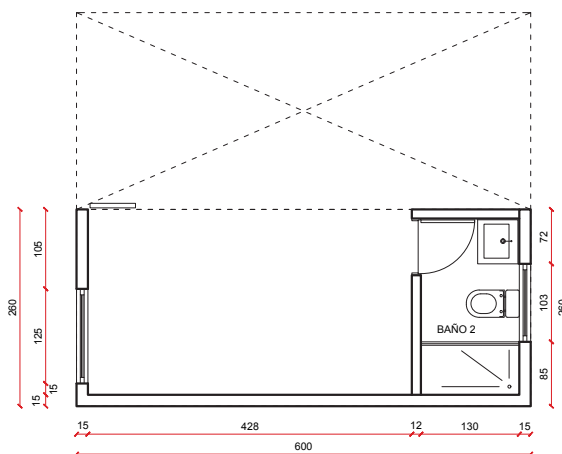


Planta arquitectura opción 1 segundo nivel
Escala 1:100

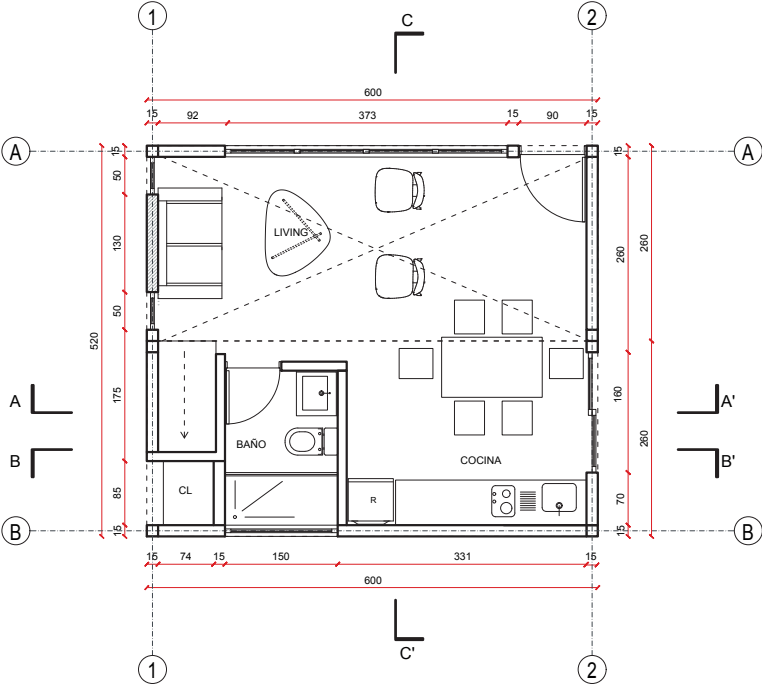
CONDICIONES DE DISEÑO



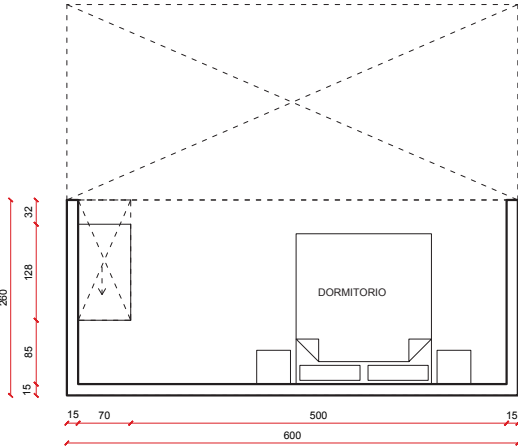
Planta arquitectura opción 1 primer nivel
Escala 1:100



Planta arquitectura opción 1 segundo nivel
Escala 1:100

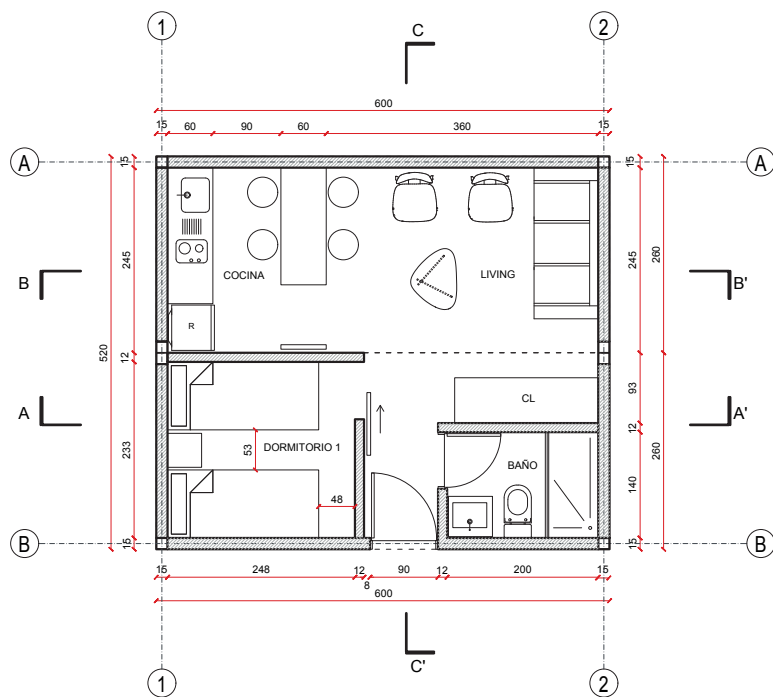


Planta arquitectura opción 3 primer nivel
Escala 1:100

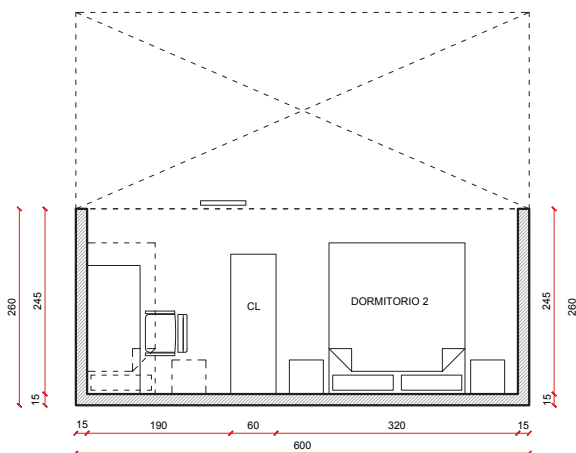


Planta arquitectura opción 3 segundo nivel
Escala 1:100

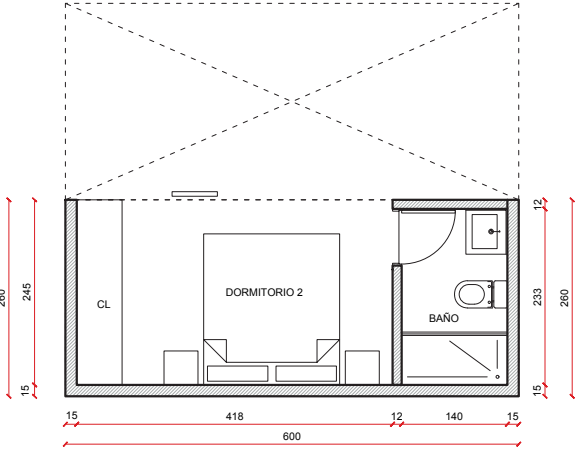
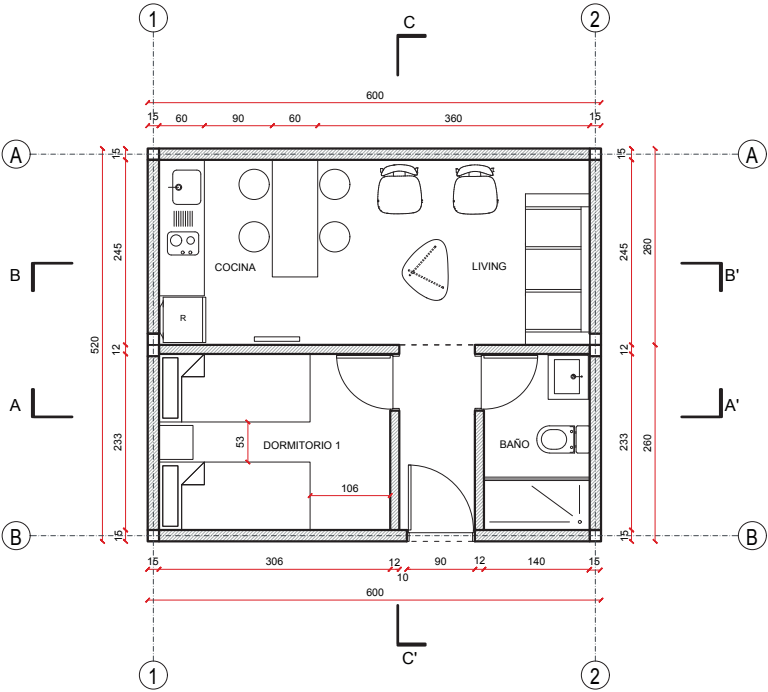
CONDICIONES DE DISEÑO



Planta arquitectura opción 4 primer nivel
Escala 1:100



Planta arquitectura opción 4 segundo nivel
Escala 1:100

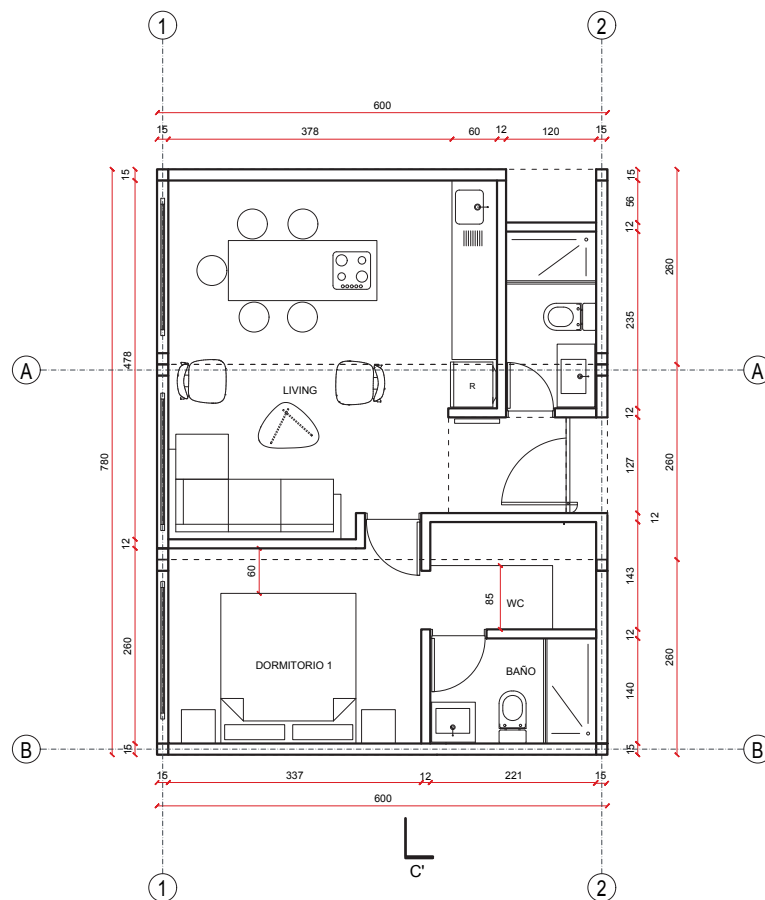


Planta arquitectura opción 5 primer nivel
Escala 1:100

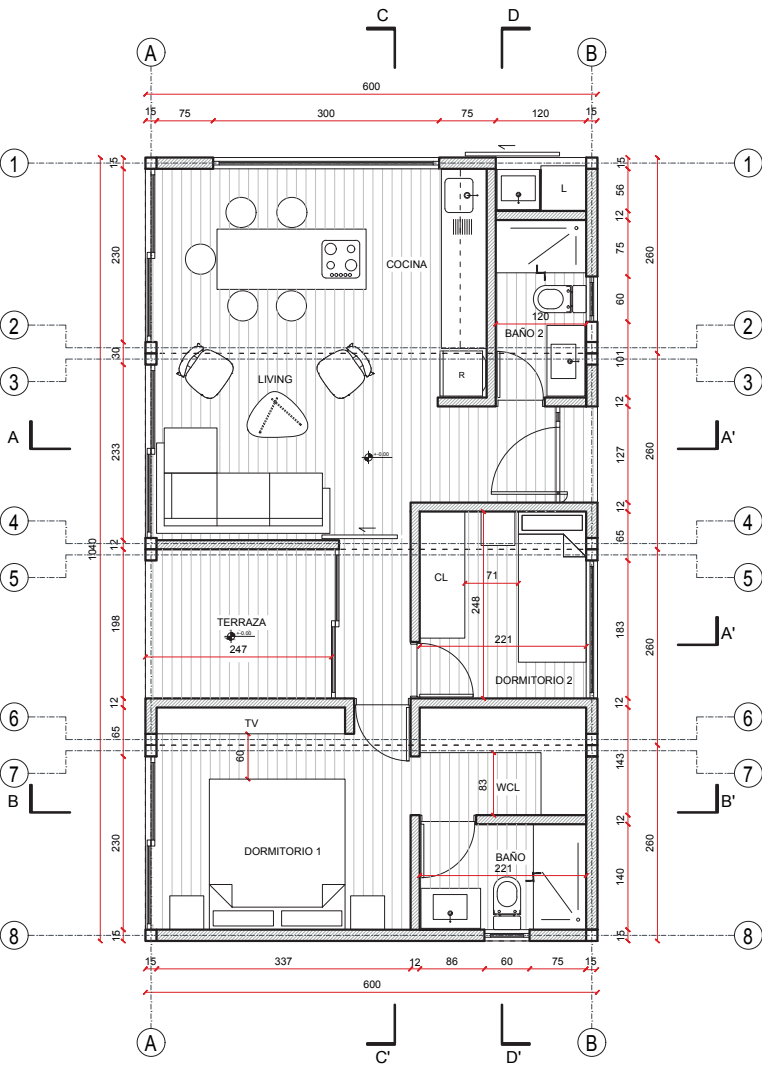
Planta arquitectura opción 5 segundo nivel
Escala 1:100

En esta nueva propuesta, se busca una optimización de los espacios en un solo nivel, implementando un diseño que consta de tres módulos consecutivos con dimensiones de 6 x 2,6 x 2,6 m cada uno. Esto equivale a un total de 46,8 m² disponibles para distribuir de manera eficiente los distintos ambientes y programas.

En este contexto, la vivienda se organiza de manera funcional, incluyendo un dormitorio, walking closet, baño, cocina y living comedor. A diferencia de propuestas anteriores, en esta versión no se considera la inclusión de un altillo, lo que permite una distribución más simplificada y accesible de los espacios, asegurando al mismo tiempo un diseño confortable y práctico para sus habitantes.



Planta arquitectura
Escala 1:100



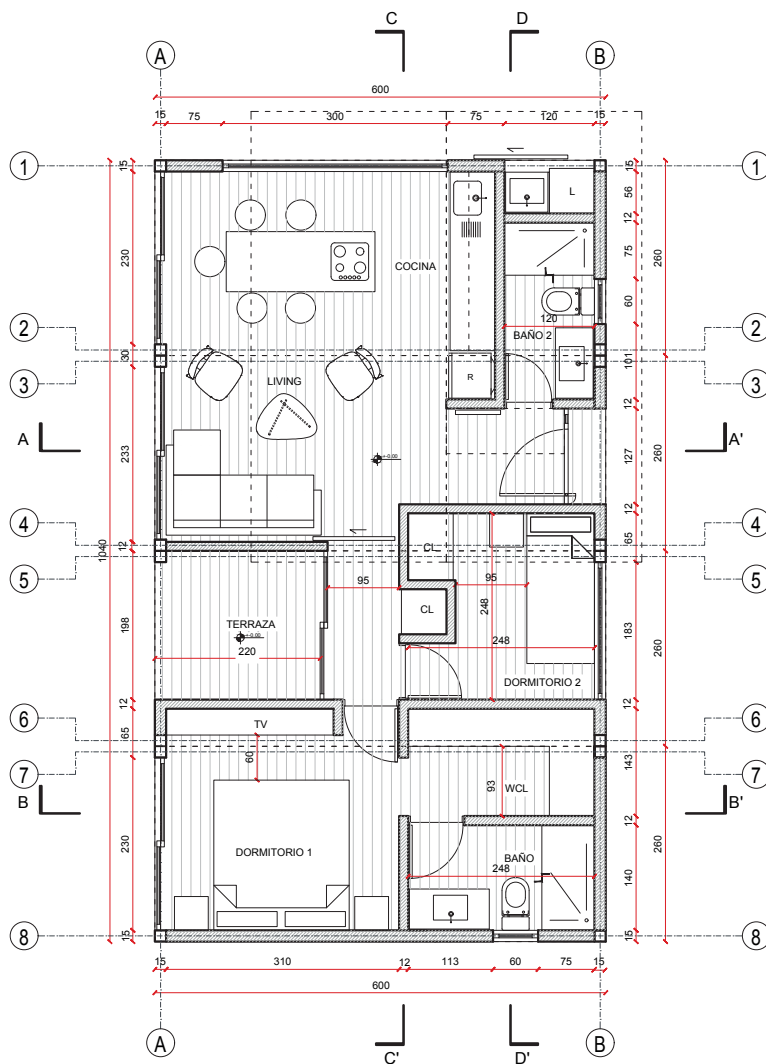
Planta arquitectura
Escala 1:100

Se diseñó una vivienda con cuatro módulos continuos de 6 x 2,6 x 2,6 metros, totalizando 62,4 metros cuadrados. Ofrece dos dormitorios, dos baños, un walk-in closet, living, comedor y cocina. Se considera una logia en el exterior y una terraza en la parte posterior para mayor disfrute y conexión con el entorno.

Tabla 03 | Superficies Generales Estudio VMA

SUPERFICIES GENERALES	
INTERIORES	56,68 m²
EXTERIORES	5,72 m²
MÓDULO	15,6 m² C/U
TOTAL	62,4 m²

CONDICIONES DE DISEÑO



Se desarrollan cuatro opciones para el diseño, contemplando un altillo nuevamente mediante dos módulos superiores. Estos pueden estar alineados en el mismo sentido que los modelos inferiores o en sentido contrario. Además, se están evaluando diversas opciones de programas, incluyendo la posibilidad de crear una doble altura hacia el living-comedor.

A medida que avanzamos en estas propuestas, estamos progresando hacia la definición de dos tipologías finales para el estudio. Durante este proceso, estamos analizando las oportunidades y desafíos de cada opción, especialmente en términos de funcionalidad, construcción y usabilidad.

Planta arquitectura opción 1 primer nivel
Escala 1:100

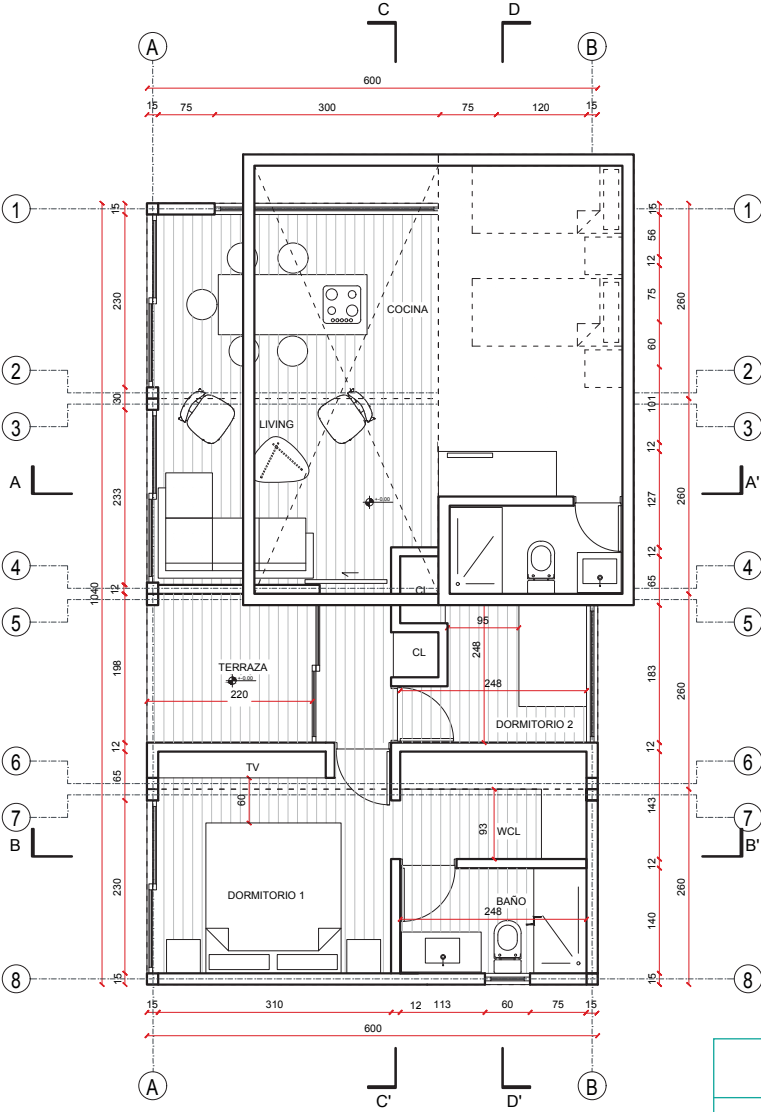


Tabla 04 | Superficies Generales Estudio VMA
opción 1

SUPERFICIES GENERALES	
INTERIORES	56,68 m²
EXTERIORES	5,72 m²
MÓDULO	15,6 m² C/U
TOTAL	62,4 m²

Planta arquitectura opción 1 segundo nivel
Escala 1:100

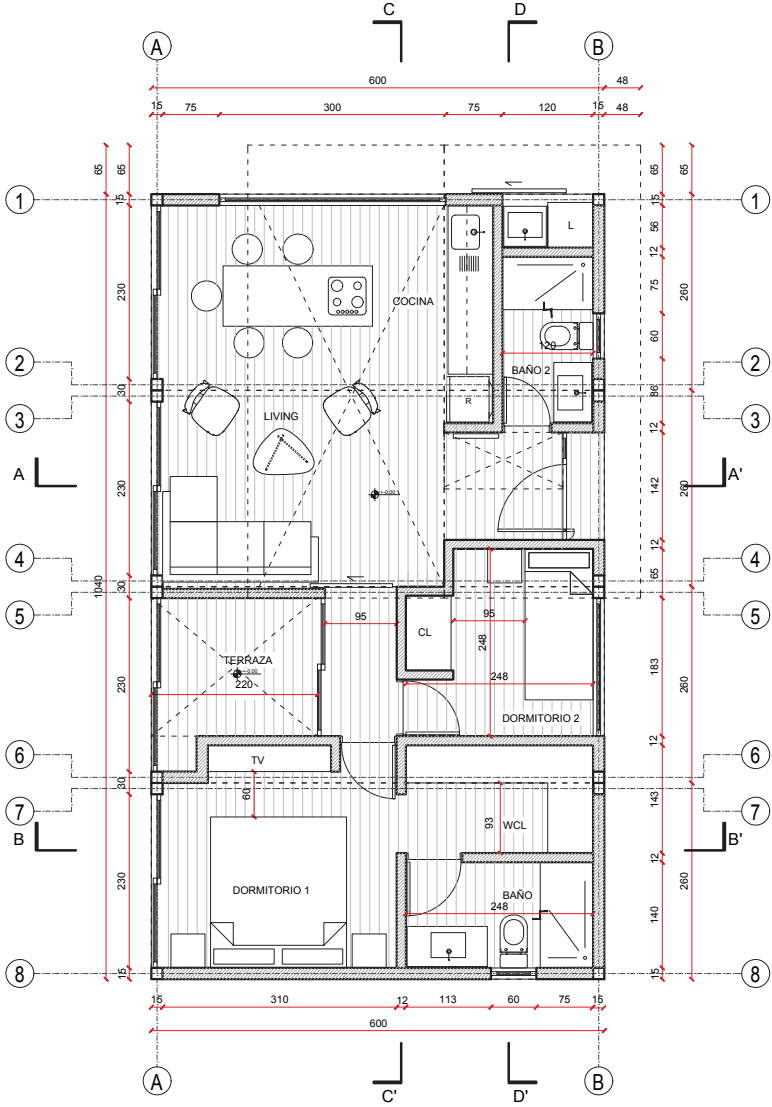
CONDICIONES DE DISEÑO

La idea previa está siendo refinada continuamente, especialmente en términos de cómo los módulos superiores del segundo nivel se apoyan estructuralmente.

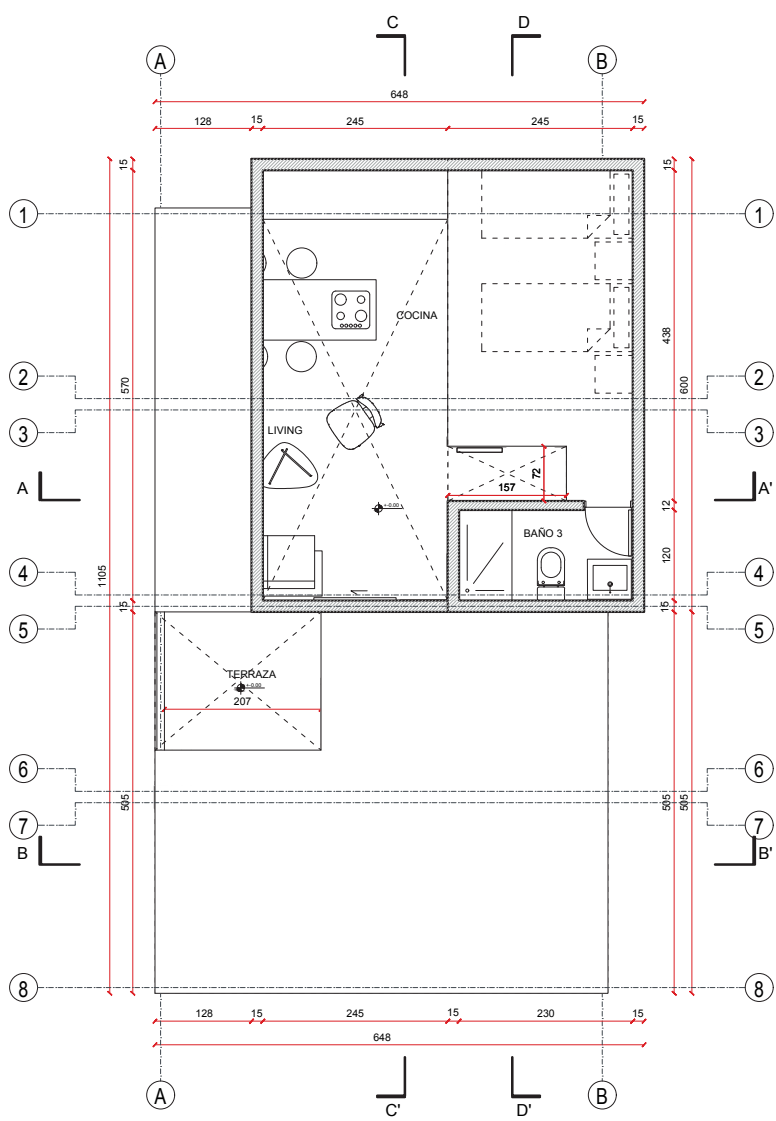
Estamos evaluando la forma de construcción y cómo el proyecto podría desarrollarse de manera más simplificada y eficiente, conservando los mismos programas vistos en la planta anterior.

Tabla 05 | Superficies Generales Estudio VMA
opción 2

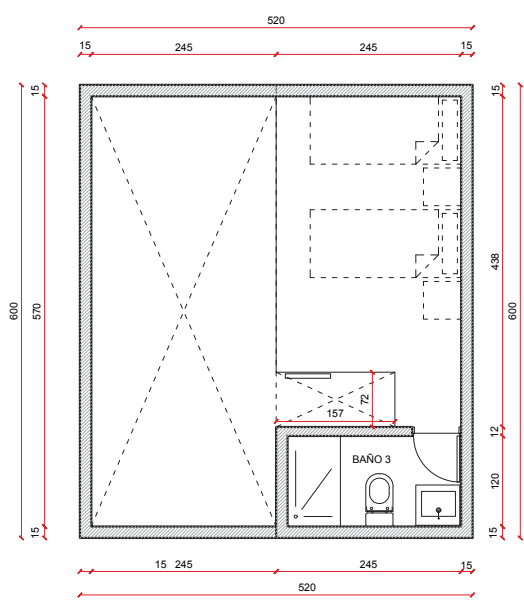
SUPERFICIES GENERALES	
INTERIORES	75,61 m ²
EXTERIORES	4,03 m ²
MÓDULO	15,6 m ² C/U
TOTAL	93,6 m ²



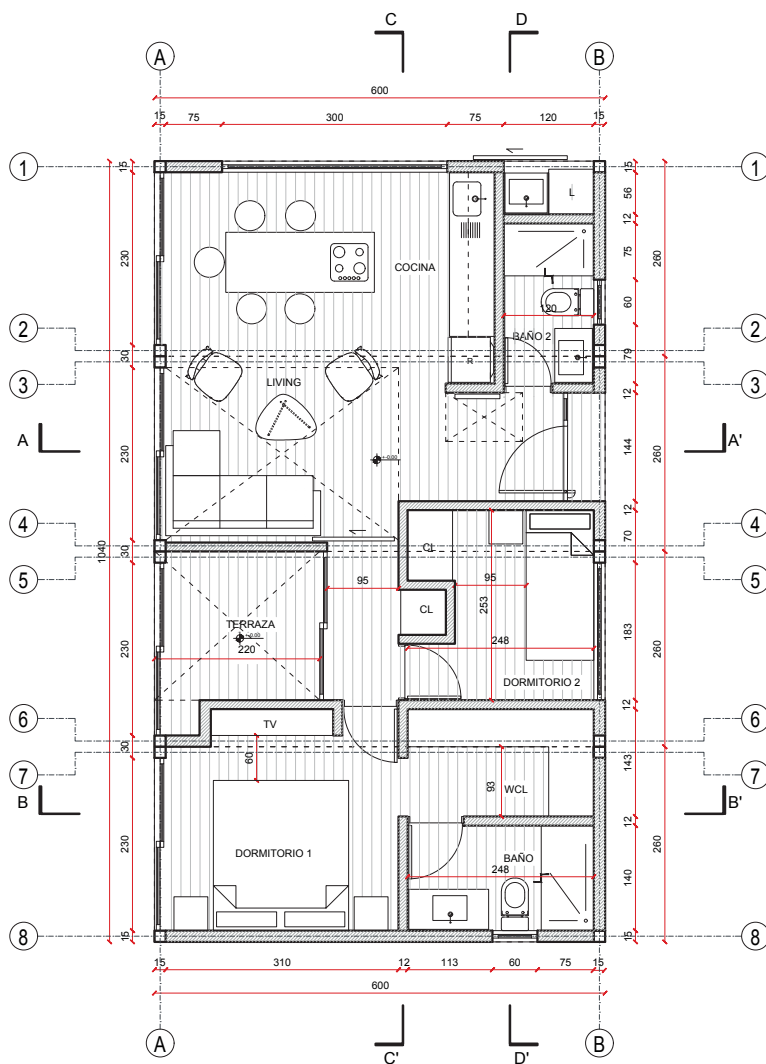
Planta arquitectura opción 2 primer nivel
Escala 1:100



Planta arquitectura opción 2 segundo nivel
Escala 1:100

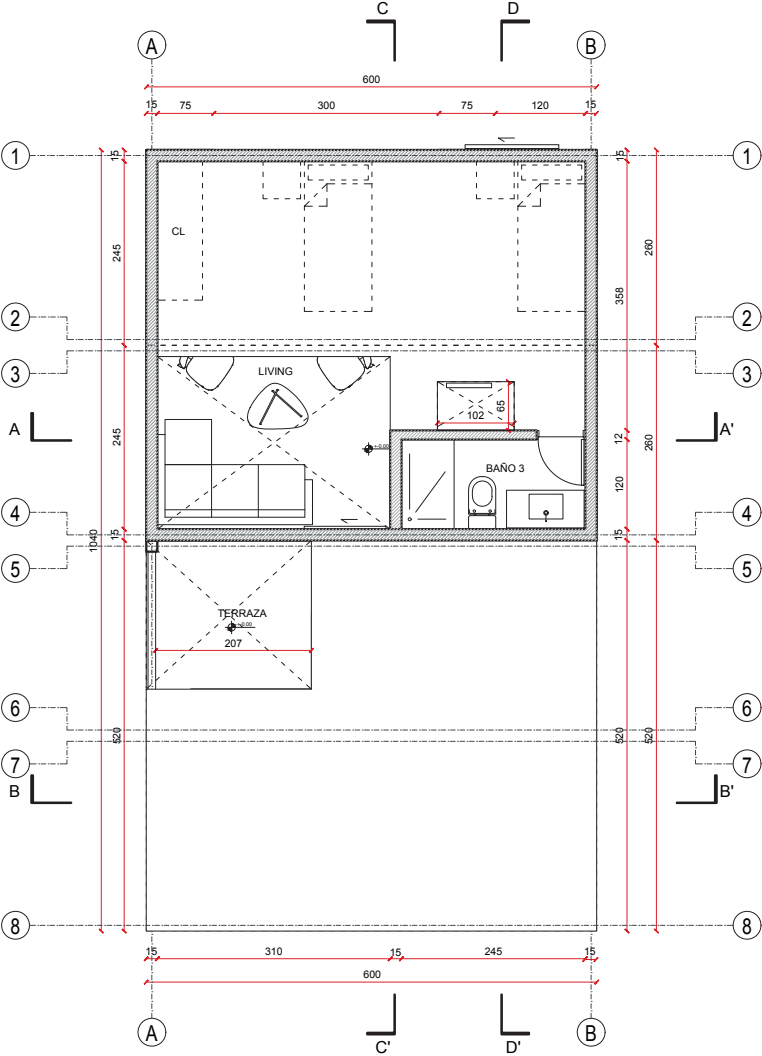


Planta arquitectura opción 2 detalle segundo nivel
Escala 1:100

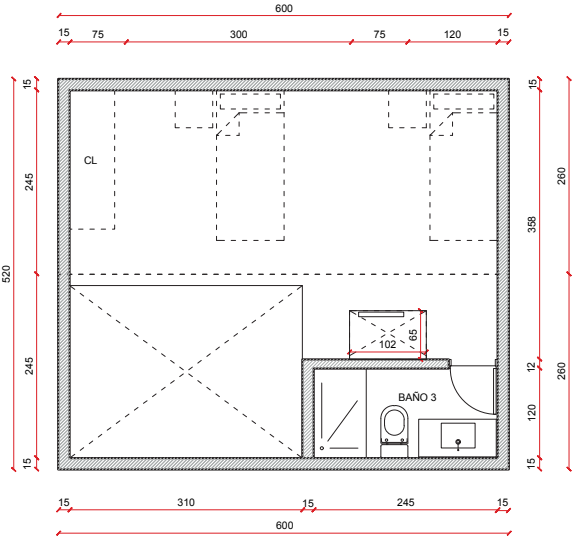


Planta arquitectura opción 3 primer nivel
Escala 1:100

SUPERFICIES GENERALES	
INTERIORES	75,61 m²
EXTERIORES	4,03 m²
MÓDULO	15,6 m² C/U
TOTAL	93,6 m²



Planta arquitectura opción 3 segundo nivel
Escala 1:100



Planta arquitectura opción 3 detalle segundo nivel
Escala 1:100

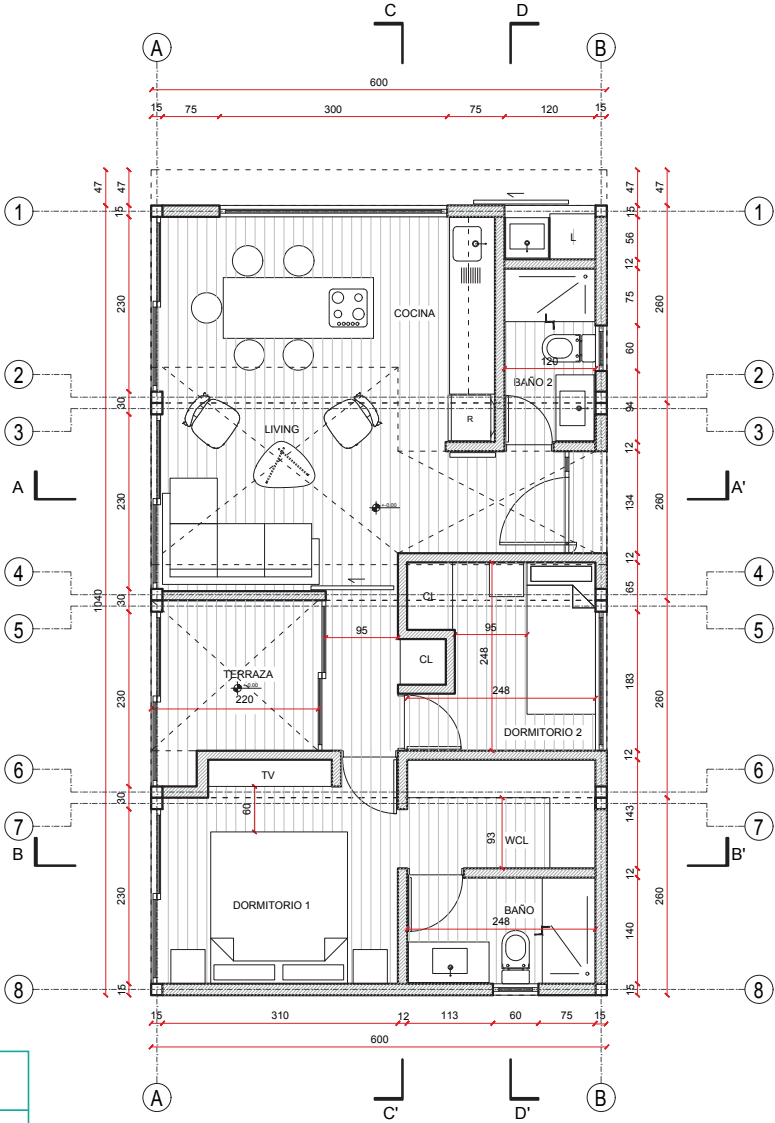
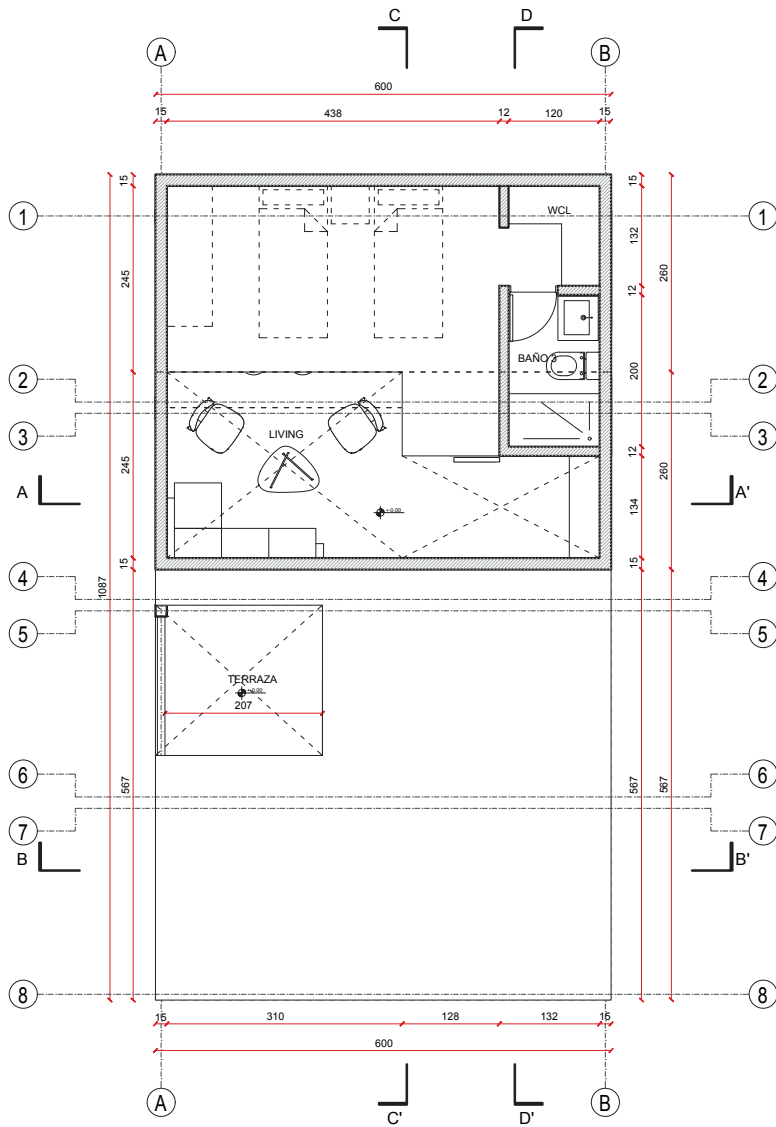


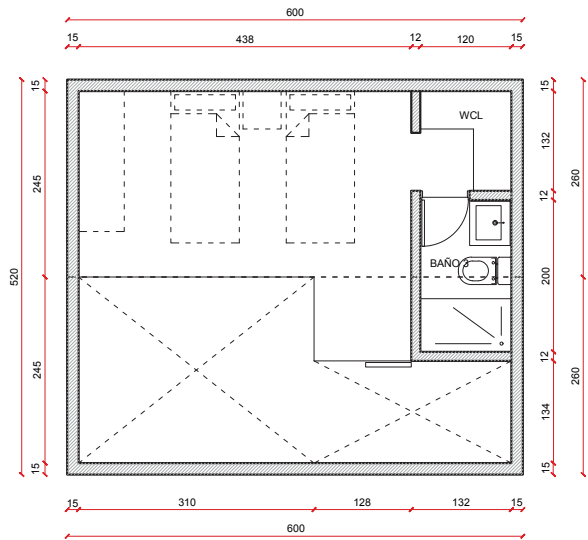
Tabla 07 | Superficies Generales Estudio VMA
opción 4

SUPERFICIES GENERALES	
INTERIORES	75,61 m ²
EXTERIORES	4,03 m ²
MÓDULO	15,6 m ² C/U
TOTAL	93,6 m ²

Planta arquitectura opción 4 primer nivel
Escala 1:100



Planta arquitectura opción 4 segundo nivel
Escala 1:100



Planta arquitectura opción 4 detalle segundo nivel
Escala 1:100

ZONA CLIMÁTICA DEL ESTUDIO - ACONDICIONAMIENTO

TEMPERATURA
HUMEDAD
RADIACIÓN SOLAR
VIENTOS

Parámetros y factores del clima

Las zonas particulares del estudio son Quilpué (V Región) y Pichilemu (VI Región), presentando las siguientes condiciones:

1. TEMPERATURA

La temperatura del aire está condicionada básicamente por la radiación solar, y su impacto en los cuerpos. Para favorecer una mayor temperatura, del aire habrá mayor vapor de agua y partículas en suspensión, y por el contrario, en un aire muy limpio y seco, la radiación desde la masa del suelo afecta en menor medida la temperatura del aire.

La relación entre temperaturas, arquitectura y clima es fundamental en las condiciones de diseño. Las variaciones térmicas influyen en las estrategias de aislamiento, ventilación y uso de materiales para optimizar la eficiencia energética. Por lo cual, en climas cálidos, se busca minimizar la ganancia de calor, mientras que en climas fríos se enfoca en la retención de calor. Adaptar la arquitectura a las condiciones térmicas locales es esencial para crear espacios habitables y sostenibles.

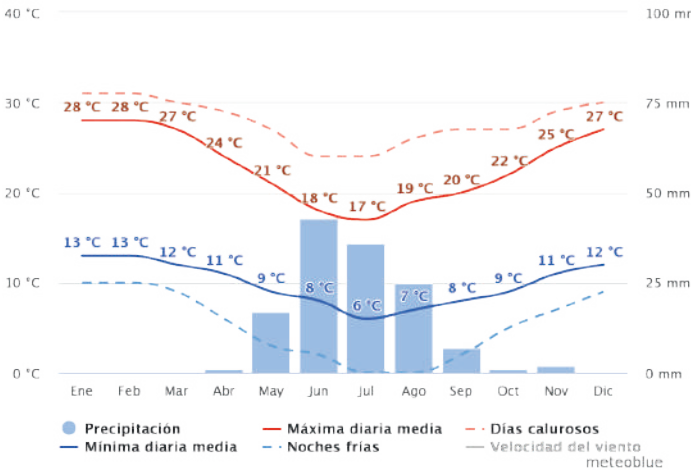


Fig 08 | Gráfico de temperaturas - Quilpué
fuente: Meteoblue, 2024 (Michaelaschloegl, s. f.)

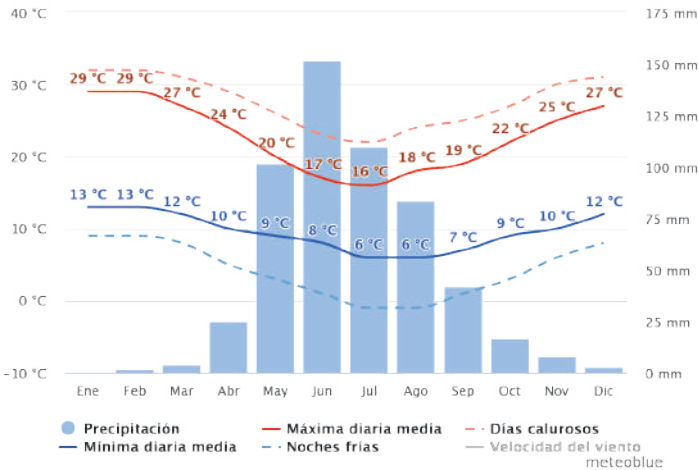


Fig 09 | Gráfico de temperaturas - Pichilemu
fuente: Meteoblue, 2024 (Michaelaschloegl, s. f.-a)

2. HUMEDAD

La humedad se expresa en un porcentaje (%) entre cantidad de vapor de agua contenida en el aire a cierta temperatura y la máxima cantidad de vapor de agua que puede contener el mismo aire a esa misma temperatura. Por ende, el aire a mayor temperatura tiene una mayor capacidad de contener vapor de agua, lo que le denominamos humedad relativa.

En base a esto, la humedad tiene un impacto significativo en la arquitectura y el clima, afectando el confort y la durabilidad de las estructuras. En climas húmedos, es crucial gestionar la humedad para prevenir problemas como la proliferación de moho y la degradación de materiales. La ventilación adecuada, el control de la condensación y el uso de materiales resistentes a la humedad son consideraciones clave en el diseño arquitectónico para garantizar ambientes saludables y duraderos.

Para Quilpué, los meses con la humedad relativa más alta son Julio, Agosto y Septiembre (71%). El mes con la humedad relativa más baja es Abril (64%). Sin embargo, la humedad relativa a lo largo del año tiene muy poca variabilidad.

Para Pichilemu, el mes con la humedad relativa más alta es Agosto (78%). Los meses con la humedad relativa más baja son Marzo y Abril (70%). Sin embargo, la humedad relativa a lo largo del año tiene muy poca variabilidad.

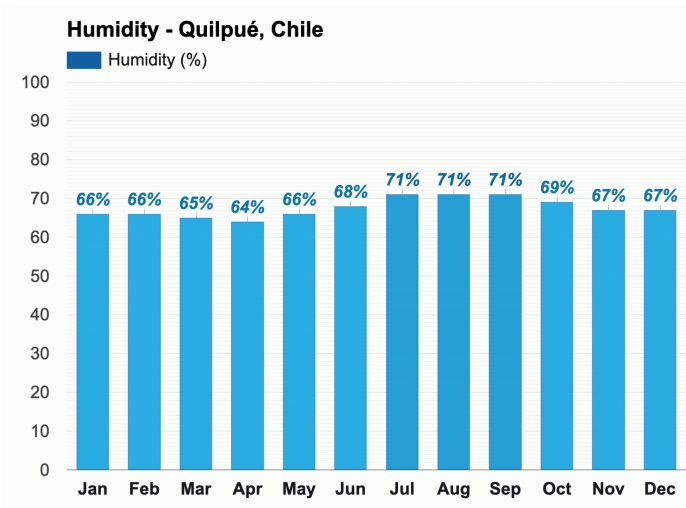


Fig 10 | Gráfico de humedad relativa - Quilpué
fuente: Weather atlas, 2024 (Atlas, s. f.-b)

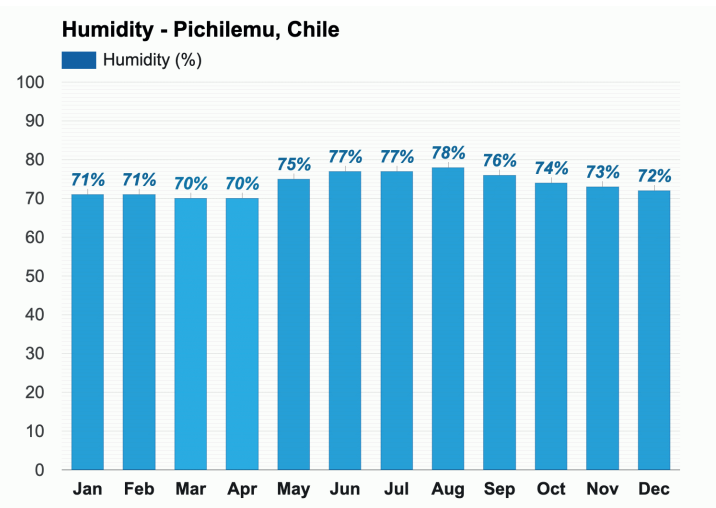


Fig 11 | Gráfico de humedad relativa - Pichilemu
fuente: Weather atlas, 2024 (Atlas, s. f.)

3. RADIACIÓN SOLAR Y SOLEAMIENTO

La radiación solar, que incluye luz y calor del sol, influye en la orientación de edificios y la eficiencia energética. El soleamiento, o la exposición directa al sol, es esencial para el diseño de espacios con iluminación natural y para estrategias de calefacción pasiva. Ambos elementos requieren consideraciones precisas en el diseño arquitectónico para optimizar la iluminación, la temperatura y la eficiencia energética de los espacios habitables. *(Estándares de Construcción Sustentable para Viviendas de Chile Tomo II Energía, 2018)*

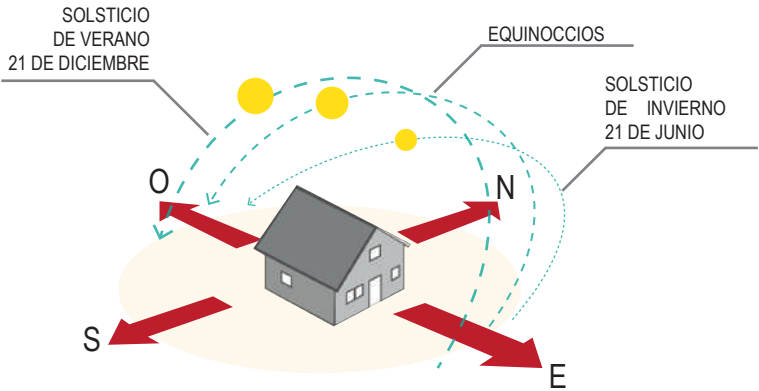


Fig 12 | Trayectoria solar y soleamiento
Orientación y superficie de ventanas

INDICES RADIACIÓN SOLAR QUILPUÉ

Radiación anual (kWh/m ² /día)	Global inclinado 34° (kWh/m ² /día)	Directa Normal (kWh/m ² /día)	Difusa Horizontal (kWh/m ² /día)
5,20	5,64	6,91	1,10

INDICES RADIACIÓN SOLAR PICHILEMU

Radiación anual (kWh/m ² /día)	Global inclinado 34° (kWh/m ² /día)	Directa Normal (kWh/m ² /día)	Difusa Horizontal (kWh/m ² /día)
4,93	5,35	6,12	1,41

4. VIENTO

Los vientos son producidos a partir de diferencias de presión en la atmósfera causada por diversos factores climáticos, normalmente hay mayor calentamiento diferenciado en las masas de aire sobre la tierra que sobre el mar. Las gráficas que representan los vientos normalmente son variadas, pero la mayoría se basa en un sistema de coordenadas polares, por lo que se conoce como rosa de los vientos, esta muestra la velocidad promedio del viento en un período determinado.

La velocidad y dirección del viento afectan la ventilación natural de los edificios, lo que puede ser aprovechado para el enfriamiento pasivo en climas cálidos o para reducir la carga en sistemas de calefacción en climas fríos. Considerar el impacto del viento en la orientación, la forma y los materiales de las edificaciones es fundamental para lograr un diseño arquitectónico que optimice el confort térmico y la eficiencia energética.

El viento en Quilpué va desde el Este-Noreste (ENE) hasta el Suroeste (SW).

El viento en Pichilemu va desde el Sur-Suroeste (SSW) hasta Norte-Noreste (NNE) .

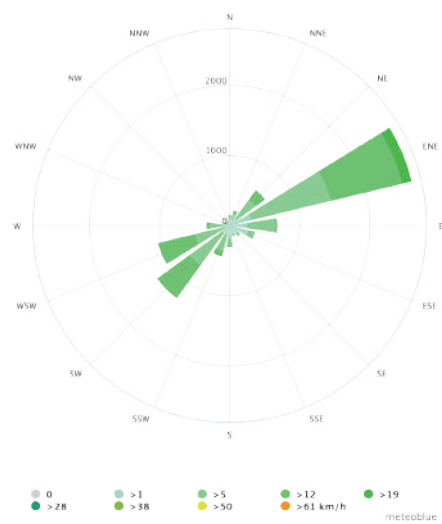


Fig 13 | Rosa de los vientos - Quilpué
fuente: Meteoblue, 2024 (Michaelaschloegl, s. f.)

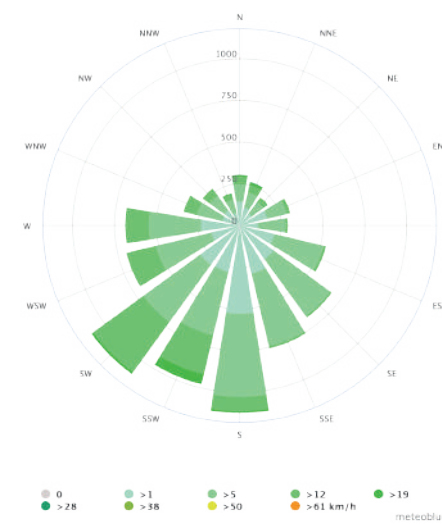


Fig 14 | Rosa de los vientos - Pichilemu
fuente: Meteoblue, 2024 (Michaelaschloegl, s. f.-a)

Tabla 08 | Detalle zonificación climática del estudio
Fuente: Capítulo IX eficiencia energética en vivienda social: un desafío posible, 2009.

REGIÓN	COMUNA	ZONA TÉRMICA	ZONA CLIMÁTICA DE LA NCh 1079	GRADOS DÍA ANUALES DE CALEFACCIÓN BASE 15°C
DE VALPARAÍSO	QUILPUÉ	D	CENTRAL INTERIOR ZONA 2	>500; ≤750
DEL LIBERTADOR B. O'HIGGINS	PICHILEMU	C	CENTRAL LITORAL ZONA 3	>750; ≤1000

QUILPUÉ

Latitud -33,04°
Longitud -71,43°
Elevación 117 msnm

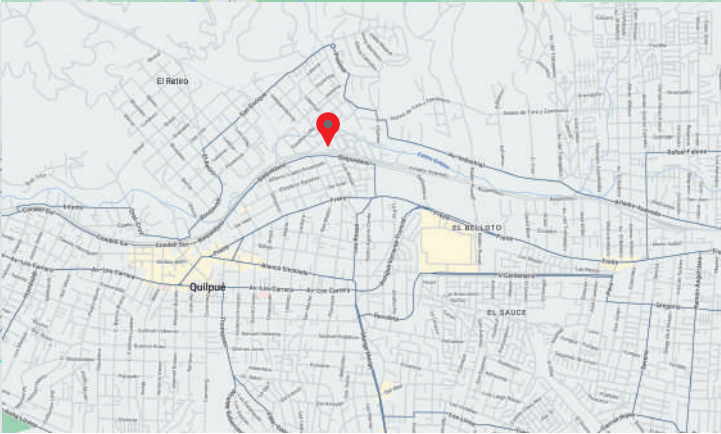
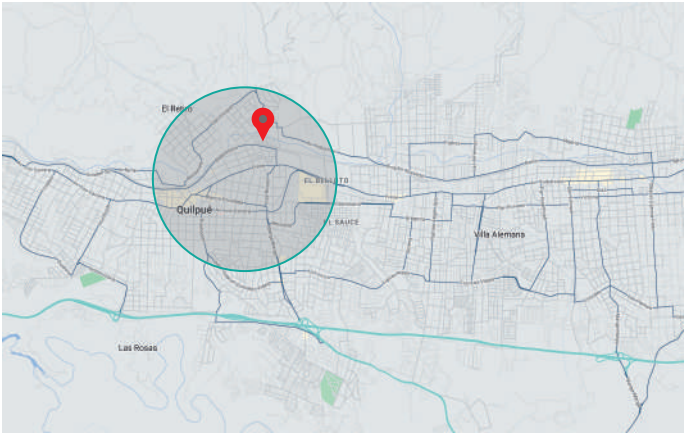
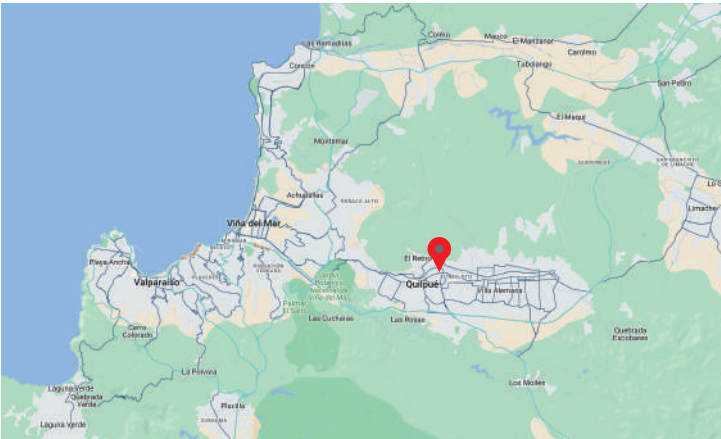


Fig 15 | Mapa ubicación zona emplazamiento Quilpué
fuente: Google maps, 2024.

PICHILEMU

Latitud	-34,43°
Longitud	-72,04°
Elevación	13 msnm

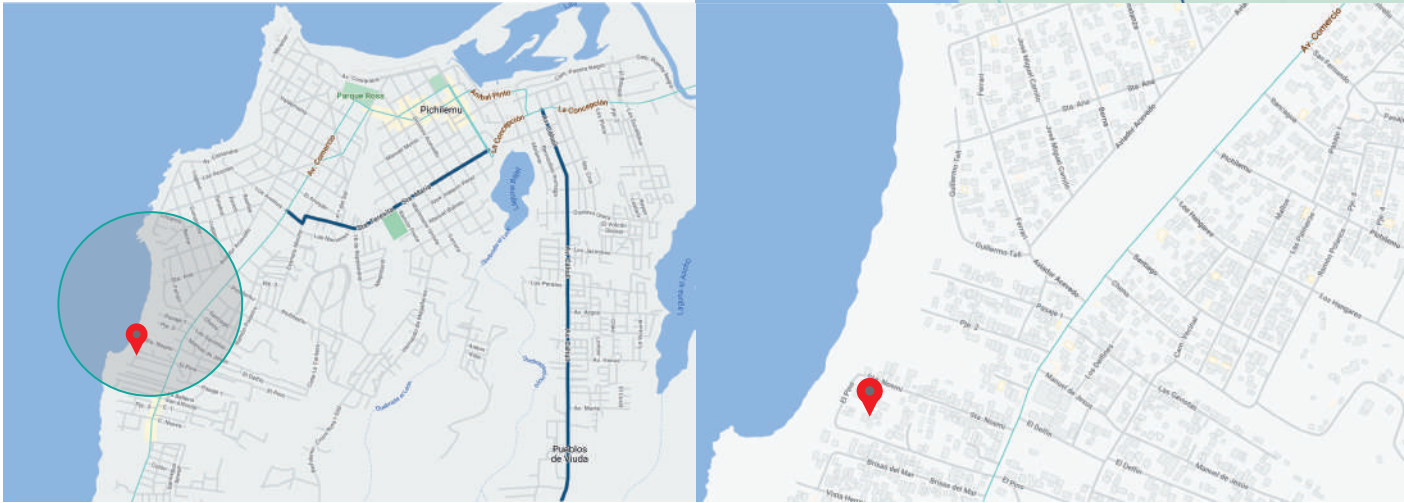


Fig 16 | Mapa ubicación zona emplazamiento Pichilemu
fuente: Google maps, 2024.

ORIENTACIÓN DE LAS V.M.A.

Estas tipologías se adaptarán a la situación de emplazamiento, para aprovechar las corrientes de aire naturales, maximizar la entrada de luz solar para la iluminación natural y de radiación solar en los meses de invierno y mejorar la eficiencia energética.

PICHILEMU

ORIENTACIÓN NORTE:

Aprovechar la luz natural difusa y reducir la exposición directa a la radiación solar.

PROTECCIÓN CONTRA VIENTOS:

Orientar las ventanas con el fin de minimizar la exposición directa de los vientos provenientes del océano.

APROVECHAR EL SOL INVERNAL:

En climas más fríos, es beneficioso orientar alguna ventana al norte para aprovechar la luz solar directa durante los meses de invierno y ayudar en el calentamiento pasivo.

CONTROL TÉRMICO:

Dispositivos de sombreado para controlar la calidad de radiación solar que ingresa en el verano y permitir un mayor ingreso en invierno.

VENTILACIÓN CRUZADA:

Aprovechar la ventilación cruzada, permitiendo que los vientos del mar atraviesen la casa para mantenerla fresca durante el verano y con ventilación necesaria en invierno para evitar condensación debido al clima húmedo.

QUILPUÉ

ORIENTACIÓN NORTE:

Para el clima mediterráneo de la zona es beneficioso orientar ventanas al norte para aprovechar la luz solar directa durante los meses de invierno y ayudar en el calentamiento pasivo.

PROTECCIÓN CONTRA RADIACIÓN SOLAR EXCESIVA:

Veranos cálidos, se considera utilizar elementos de sombreado para proteger las ventanas del exceso de radiación solar y mantener el interior fresco.

VENTILACIÓN CRUZADA:

Aprovechar la orientación de las ventanas para facilitar la ventilación natural cruzada permitiendo que los vientos predominantes ingresen y refresquen la vivienda durante los días calidos, y propicien los cambios de aire necesarios para un ambiente saludable.

AISLAMIENTO TÉRMICO:

La utilización de ventanas con buen aislamiento térmico contribuye a mantener una temperatura interior confortable durante todo el año.

PROTECCIÓN CONTRA LLUVIAS Y HUMEDAD:

Por los inviernos húmedos de la zona se busca una calidad óptima en las carpinterías y los sellos de ventanas.

JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

La presente memoria de título busca abordar una necesidad crítica en el ámbito de la Arquitectura y construcción en Chile, específicamente en las regiones de Valparaíso y del Libertador Bernardo O'Higgins.

La investigación se justifica por la relevancia de las certificaciones en un contexto global y local de sostenibilidad, con un enfoque en la **minimización del impacto medioambiental y la mejora del bienestar de los habitantes de la zona de estudio**.

Se destaca la adaptación a las condiciones climáticas regionales como un factor clave, considerando las variaciones propias de la misma.

La memoria aspira a contribuir al conocimiento en arquitectura sostenible en el ambiente laboral de una oficina interesada en innovar en estos temas a través de un producto de V.M.A., ofreciendo soluciones prácticas para el desarrollo local y abordando íntegramente las necesidades habitacionales de estas regiones.

SUBTEMAS DE LA MEMORIA

CERTIFICACIÓN DE VIVIENDAS MODULARES APLICADAS EN LA V Y VI REGIÓN DE CHILE

- Evaluar y proponer procesos para certificar viviendas modulares adaptativas en estas zonas de investigación.
- Analizar como las certificaciones CEV y DAP se pueden aplicar y adaptar a las condiciones específicas de estas regiones aplicadas al estudio.

EFICIENCIA ENERGÉTICA Y BIOCLIMÁTICA

- Estudiar estrategias para mejorar la eficiencia energética de las viviendas adaptativas propuestas bajo las condiciones climáticas de la V y VI región.
- Explorar los principios de la bioclimática y aplicarlos al diseño de viviendas modulares previamente propuestas por la oficina.

NECESIDADES HABITACIONALES Y CERTIFICACIONES

- Visualizar como las certificaciones pueden satisfacer las necesidades habitacionales específicas de los usuarios en la V y VI región y así impulsar la adopción de este tipo de viviendas con estas modalidades.
- Proponer recomendaciones para ajustar las certificaciones a las necesidades y demandas habitacionales de estas regiones.

LCA, HUELLA DE CARBONO Y CIRCULARIDAD

- Examinar y seleccionar los materiales que competan prácticas responsables en la construcción de viviendas modulares y en relación a su huella de carbono.

CONSCIENCIA AMBIENTAL EN ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN

- Examinar y seleccionar los materiales que competan prácticas responsables en la construcción de viviendas modulares.

Todos estos conceptos que se han ido revisando y analizando en torno a las VMA son trascendentales para las evaluaciones y la visión bioclimática. Estos van de la mano con la funcionalidad y persiguen el mismo fin, promover consciencia ambiental en el ámbito de la arquitectura y construcción y visualizando las necesidades habitacionales actuales y futuras en coherencia con la declaratoria el Congreso Mundial de Arquitectos UIA 2023 que celebró bajo el lema "Futuros Sostenibles - No Dejar a Nadie Atrás". A partir del decálogo se destacan 6 de los 10 señalados:

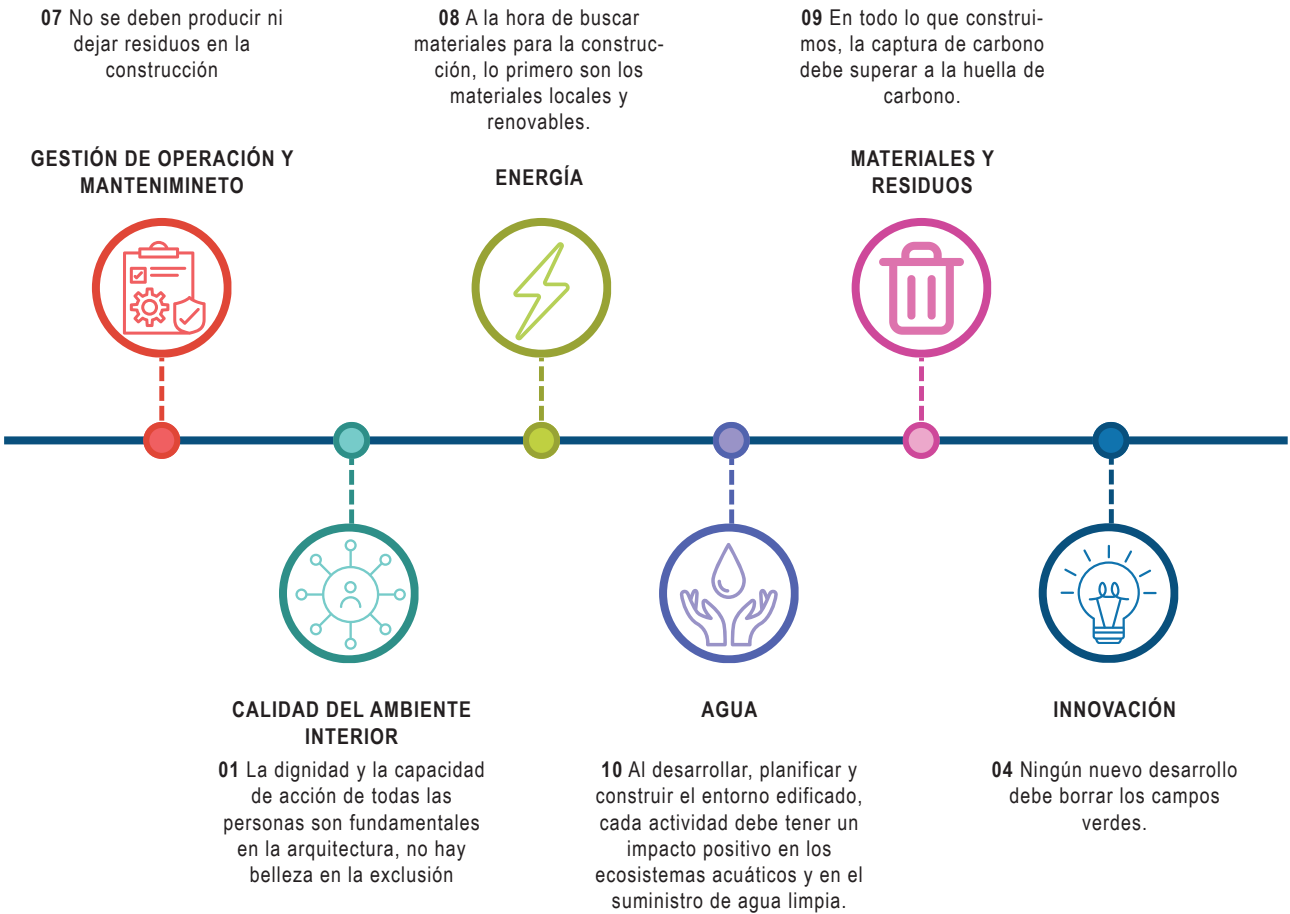


Fig 17 | Objetivos del Congreso Mundial de Arquitectura UIA 2023 que componen los objetivos de memoria con mirada arquitectónica, constructiva y con enfoque hacia las ODS

REVISIÓN DE CONCEPTOS CLAVES

1. VIVIENDA MODULAR ADAPTATIVA, DIFERENCIACIÓN DE LA VIVIENDA MODULAR INDUSTRIALIZADA

La vivienda modular adaptativa redefine el proceso tradicional de la construcción al incorporar elementos prefabricados independientes y tecnologías avanzadas. Ese enfoque no solo acelera el tiempo de construcción, sino que también permite una flexibilidad a la adaptación según la persona y sus necesidades cambiantes a través de sus años útiles a diferencia de la vivienda modular industrializada. Este tipo de vivienda (VMA) son transportadas al lugar de construcción y se ensamblan para formar la estructura completa de la vivienda, la principal ventaja es la flexibilidad del diseño y la capacidad de aplicación, ya que, los módulos pueden adaptarse y ensamblarse de diversas maneras según la necesidad y las condiciones del entorno (Construcción Industrializada. Qué Es y Qué Ventajas Ofrece | FindNido, 2023).

Por otro lado, una vivienda modular industrializada se refiere a un enfoque de construcción en el que los componentes de la vivienda se fabrican en entornos industriales controlados, luego se transportan al lugar de construcción para su ensamble, están enfocados en la rapidez y alta producción. Sin embargo, la adaptabilidad a cambios significativos a lo largo del tiempo pueden verse limitadas en comparación con la vivienda modular adaptativa (García, 2024).

Entonces, mientras que la vivienda modular adaptativa se centra en la capacidad de ajuste a las necesidades cambiantes, la vivienda modular industrializada se centra en la eficiencia de la producción y el montaje en un entorno controlado. Estos enfoques no son mutuamente excluyentes, es posible combinar los elementos de ambos para lograr viviendas que sean tanto adaptables como eficientes en términos de producción.

2. BIOCLIMÁTICA Y SU IMPORTANCIA EN LA VIVIENDA - SISTEMAS PASIVOS

La bioclimática en el desarrollo de una vivienda busca aprovechar y adaptarse al entorno natural, para alcanzar un ambiente interior más cómodo y eficiente (confort térmico y eficiencia energética). Este enfoque no solo ahorra recursos a largo plazo, sino que también contribuye a la sostenibilidad ambiental al reducir la huella de carbono en la vida útil de la vivienda. La adaptación al cambio climático, la promoción de la salud y el bienestar, y valorización de la propiedad son beneficios adicionales, creando entornos más sostenibles, eficientes y cómodos, adaptados a las condiciones climáticas locales. Este enfoque busca proporcionar flexibilidad a largo plazo.

3. DESEMPEÑO ENERGÉTICO

Este concepto hace relación a la eficiencia de uso de la energía, abordando factores como la eficiencia de los sistemas, el consumo diario, la integración de fuentes renovables y el uso de tecnologías inteligentes. La evaluación se traduce comúnmente en calificaciones, como el CEV, proporcionando información clave para tomar decisiones informadas. Un buen desempeño energético no solo reduce los costos para los residentes, sino que también contribuyen a la sostenibilidad ambiental al disminuir la huella de carbono asociada al consumo de energía. (*Estándares de Construcción Sustentable para Viviendas de Chile Tomo II Energía*, 2018)

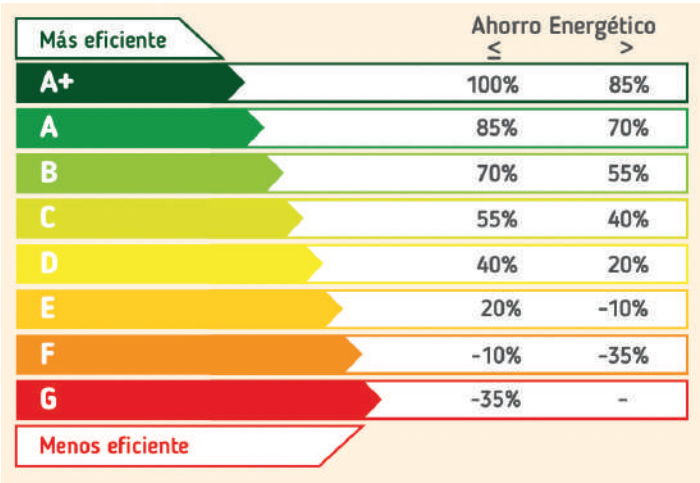


Fig 18 | Gráfico de calificación de eficiencia energética
fuente: Calificación energética de viviendas - MINVU

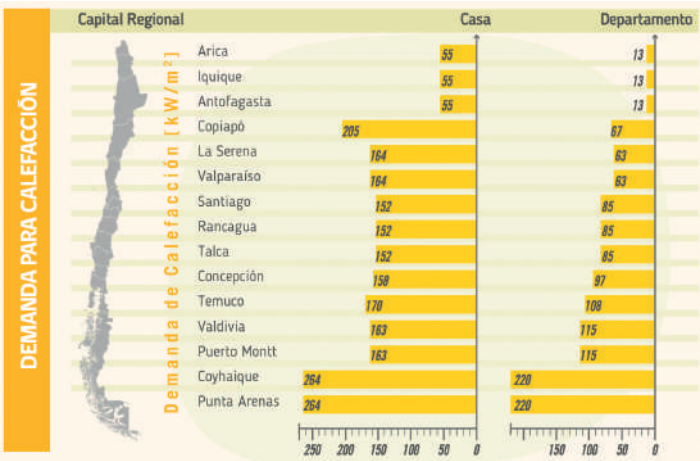


Fig 19 | Demanda de calefacción para casa y depto.
fuente: Calificación energética de viviendas - MINVU

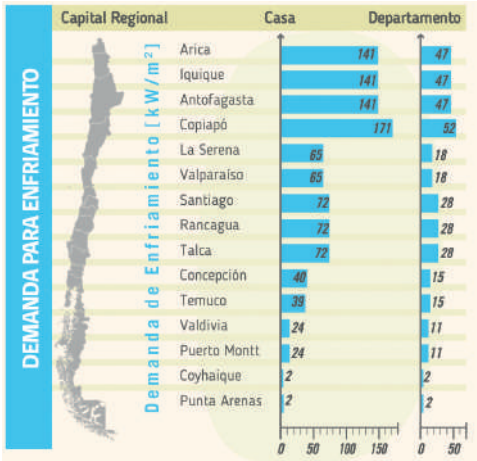


Fig 20 | Demanda de enfriamiento para casa y depto.
fuente: Calificación energética de viviendas - MINVU

4. HUELLA DE CARBONO, CONSTRUCCIÓN Y SOSTENIBILIDAD

La huella de carbono surge como método para medir y señalar el impacto que una actividad o proceso tiene en el cambio climático, y va más allá de los grandes emisores.

En esencia, representa todas las emisiones de gases de efecto invernadero vinculadas directa o indirectamente a individuos, organizaciones, productos, eventos o regiones geográficas, expresadas en CO₂ equivalente. Esta herramienta de gestión ayuda a comprender y mejorar las acciones que contribuyen a las emisiones, promoviendo un uso más eficiente de los recursos (Espíndola y Valderrama, 2012).

En el contexto de la construcción la evaluación del ciclo de vida (LCA) se utiliza comúnmente para poder evaluar el ciclo de vida de una edificación. La selección de materiales, la eficiencia energética y el diseño bioclimático son factores críticos que pueden influir. Por otro lado, las innovaciones en construcción sostenibles, certificaciones, y la importancia de la educación y conciencia ambiental en la reducción de la huella de carbono en la construcción es fundamental.

TEMA 1: MINIMIZACIÓN DE ENERGÍA

BIOCLIMÁTICA

ENVOLVENTE TÉRMICA

La envolvente térmica es la capa exterior de una edificación, esta actúa como barrera para controlar el intercambio de calor entre el interior y el exterior. Este elemento es fundamental para poder regular la temperatura interna y maximizar la eficiencia energética de un edificio. La envolvente térmica está compuesta por los muros, cielo, pisos, ventanas y puertas, los cuales se diseñan para minimizar la pérdida de calor en invierno y la ganancia de calor en verano. Un diseño eficaz de la envolvente térmica contribuye a la optimización de confort interior y a la reducción del consumo energético de la edificación (Serrano, 2023).

Para el presente estudio se utiliza una vivienda de 62,4m² desarrollado en el apartado de Diseño Concluido (un nivel, 2 dormitorios, 2 baños, terraza, living y comedor. Se contemplan 4 módulos)

$$U = \frac{1}{\frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \frac{d_3}{\lambda_3} + \dots + \frac{d_n}{\lambda_n}}$$

Donde:

d_n Es el espesor de cada capa (m)

λ_n Es la conductividad térmica de cada capa (W/m²K)

Tabla 09 | Exigencias de acondicionamiento térmico actualizada 2024
fuente: Diario Oficial DECRETO SUPREMO N° 47, 2024. O.G.U.C. Art.4.1.10

ZONA TÉRMICA	COMPLEJO DE TECHUMBRE		COMPLEJO DE MUROS PERIMETRALES		COMPLEJO DE PISO VENTILADO		COMPLEJO DE PUERTAS OPACAS	
	U(°)	Rt(°)	U(°)	Rt(°)	U(°)	Rt(°)	U(°)	Rt(°)
	W/m²K	m²K/W	W/m²K	m²K/W	W/m²K	m²K/W	W/m²K	m²K/W
A	0,84	1,19	2,10	0,48	3,60	0,28	---	---
B	0,47	2,13	0,80	1,25	0,70	1,43	1,70	0,59
C	0,47	2,13	0,80	1,25	0,87	1,15	1,70	0,59
D	0,38	2,63	0,80	1,25	0,60	1,67	1,70	0,59
E	0,33	3,03	0,60	1,67	0,60	1,67	1,70	0,59
F	0,28	3,57	0,45	2,22	0,50	2,00	1,70	0,59
G	0,28	3,57	0,40	2,50	0,39	2,56	1,70	0,59
H	0,25	4,00	0,30	3,33	0,32	3,13	1,70	0,59
I	0,25	4,00	0,35	2,86	0,32	3,13	1,70	0,59

ESTRUCTURA DE MUROS

Quilpué (Zona 2, Zona térmica D)

Muros:

Compuestos por panel SIP 114 mm de espesor, revestimiento interior Volcanita y revestimiento exterior fibrocemento.

- Volcanita e= 15 mm (0,12 W/m²K)
- OSB e= 11,1 mm (0,13 W/m²K)
- Poliuretano e= 91,8 mm (0,02 W/m²K)
- OSB e= 11,1 mm (0,13 W/m²K)
- Membrana Tyvek e= 5 mm (0,04 W/m²K)
- Fibrocemento e= 6 mm (0,40 W/m²K)

$$U = \frac{1}{\frac{0,006}{0,40} + \frac{0,0111}{0,13} + \frac{0,0918}{0,02} + \frac{0,0111}{0,13} + \frac{0,005}{0,04} + \frac{0,015}{0,12}} = 0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Total: 0,50 W/m²K (cumpliendo con el requisito de ≤ 0,80 W/m²K según tabla 1 de OGUC Artículo 4.1.10)

Pichilemu (Zona 3, Zona térmica C)

Muros:

Compuestos por panel SIP 114 mm de espesor, revestimiento interior Volcanita y revestimiento exterior fibrocemento.

- Volcanita e= 15 mm (0,12 W/m²K)
- OSB e= 11,1 mm (0,13 W/m²K)
- Poliuretano e= 91,8 mm (0,02 W/m²K)
- OSB e= 11,1 mm (0,13 W/m²K)
- Membrana Tyvek e= 5 mm (0,04 W/m²K)
- Fibrocemento e= 10 mm (0,40 W/m²K)

$$U = \frac{1}{\frac{0,006}{0,40} + \frac{0,0111}{0,13} + \frac{0,0918}{0,02} + \frac{0,0111}{0,13} + \frac{0,005}{0,04} + \frac{0,015}{0,12}} = 0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Total: 0,50 W/m²K (cumpliendo con el requisito de ≤ 0,80 W/m²K según tabla 1 de OGUC Artículo 4.1.10)

ESTRUCTURA DE CIELO

Quilpué (Zona 2, Zona térmica D)

Cielo:

Compuestos por panel SIP 162 mm de espesor, revestimiento interior pino machihembrado, revestimiento exterior planchas metálicas.

- Planchas metálicas $e = 5 \text{ mm}$ ($0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- OSB $e = 11,1 \text{ mm}$ ($0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- Poliuretano $e = 139,8 \text{ mm}$ ($0,01 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- OSB $e = 11,1 \text{ mm}$ ($0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- Pino machihembrado $e = 10 \text{ mm}$ ($0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$)

$$U = \frac{1}{\frac{0,005}{0,50} + \frac{0,011}{0,13} + \frac{0,1398}{0,01} + \frac{0,0111}{0,13} + \frac{0,01}{0,14}} = 0,38 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Total: $0,38 \text{ W/m}^2\text{K}$ (cumpliendo con el requisito de $\leq 0,38 \text{ W/m}^2\text{K}$ según tabla 1 de OGUC Artículo 4.1.10)

Pichilemu (Zona 3, Zona térmica C)

Cielo:

Compuestos por panel SIP 140 mm de espesor, revestimiento interior pino machihembrado, revestimiento exterior planchas metálicas.

- Planchas metálicas $e = 5 \text{ mm}$ ($0,50 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- OSB $e = 11,1 \text{ mm}$ ($0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- Poliuretano $e = 117,8 \text{ mm}$ ($0,01 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- OSB $e = 11,1 \text{ mm}$ ($0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- Pino machihembrado $e = 10 \text{ mm}$ ($0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$)

$$U = \frac{1}{\frac{0,005}{0,50} + \frac{0,011}{0,13} + \frac{0,1178}{0,01} + \frac{0,0111}{0,13} + \frac{0,01}{0,14}} = 0,43 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Total: $0,43 \text{ W/m}^2\text{K}$ (cumpliendo con el requisito de $\leq 0,47 \text{ W/m}^2\text{K}$ según tabla 1 de OGUC Artículo 4.1.10)

ESTRUCTURA PISO VENTILADO

Quilpué (Zona 2, Zona térmica D)

Piso Ventilado:

Compuestos por panel SIP 140 mm de espesor, revestimiento interior pino machihembrado.

- OSB e= 11,1 mm (0,13 W/m²K)
- Poliuretano e= 117,8 mm (0,02 W/m²K)
- OSB e= 11,1 mm (0,13 W/m²K)
- Pino machihembrado e= 20 mm (0,14 W/m²K)

$$U = \frac{1}{\frac{0,0111}{0,13} + \frac{0,1178}{0,02} + \frac{0,0111}{0,13} + \frac{0,02}{0,14}} = 0,60 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Total: 0,60 W/m²K (cumpliendo con el requisito de $\leq 0,60 \text{ W/m}^2\text{K}$ según tabla 1 de OGUC Artículo 4.1.10)

Pichilemu (Zona 3, Zona térmica C)

Piso Ventilado:

Compuestos por panel SIP 140 mm de espesor, revestimiento interior pino machihembrado.

- OSB e= 11,1 mm (0,13 W/m²K)
- Poliuretano e= 117,8 mm (0,02 W/m²K)
- OSB e= 11,1 mm (0,13 W/m²K)
- Pino machihembrado e= 20 mm (0,14 W/m²K)

$$U = \frac{1}{\frac{0,0111}{0,13} + \frac{0,1178}{0,02} + \frac{0,0111}{0,13} + \frac{0,02}{0,14}} = 0,60 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Total: 0,60 W/m²K (cumpliendo con el requisito de $\leq 0,87 \text{ W/m}^2\text{K}$ según tabla 1 de OGUC Artículo 4.1.10)

ENVOLVENTE TÉRMICA

Tabla 10 | Características térmicas de la envolvente, cálculos planilla CEV PBTD 01

3.- Características térmicas de la envolvente											
3.1.- Área y coeficiente de transferencia de calor por elemento constructivo											
Muros		Ángulo Azimut	Orientación	Densidad Muro	Area (m²)	U [W/m²K]	Puentes térmicos [m]			Posición Aislación	
							P01	P02	P03		
33	Muro 1	muro pre fabricado	0° ≤ Az < 22,5°	N	Liviano-Otro	11,0	0,5	7,4			Interior
34	Muro 2	muro pre fabricado	90° ≤ Az < 112,5°	E	Liviano-Otro	1,7	0,5	3,5			Interior
35	Muro 3	muro pre fabricado	0° ≤ Az < 22,5°	N	Liviano-Otro	2,9	0,5	1,2	2,8		Interior
36	Muro 4	muro pre fabricado	90° ≤ Az < 112,5°	E	Liviano-Otro	7,9	0,5	3,2		2,8	Interior
37	Muro 5	muro pre fabricado	157,5° ≤ Az < 180°	S	Liviano-Otro	1,3	0,5	3,3			Interior
38	Muro 6	muro pre fabricado	90° ≤ Az < 112,5°	E	Liviano-Otro	1,2	0,5	1,2	5,5		Interior
39	Muro 7	muro pre fabricado	0° ≤ Az < 22,5°	N	Liviano-Otro	1,3	0,5	3,3			Interior
40	Muro 8	muro pre fabricado	90° ≤ Az < 112,5°	E	Liviano-Otro	14,6	0,5	8,8		4,8	Interior
41	Muro 9	muro pre fabricado	157,5° ≤ Az < 180°	S	Liviano-Otro	15,7	0,5	8,8		2,4	Interior
42	Muro 10	muro pre fabricado	-90° ≤ Az < -67,5°	O	Liviano-Otro	4,1	0,5	6,0			Interior
43	Muro 11	muro pre fabricado	0° ≤ Az < 22,5°	N	Liviano-Otro	5,9	0,5	2,4	2,8		Interior
44	Muro 12	muro pre fabricado	-90° ≤ Az < -67,5°	O	Liviano-Otro	0,6	0,5	1,8	2,8		Interior
45	Muro 13	muro pre fabricado	157,5° ≤ Az < 180°	S	Liviano-Otro	5,9	0,5	2,4	2,8		Interior
46	Muro 14	muro pre fabricado	-90° ≤ Az < -67,5°	O	Liviano-Otro	4,8	0,5	8,1			Interior
47	Muro 15		-	-							
48	Muro 16 +		-	-							

VENTANAS

Para ambos casos de estudio (Quilpué, región de Valparaíso; y Pichilemu, región de Libertador General Bernardo O'Higgins) de vivienda de 62,4 m² se optó por utilizar productos de la empresa Dventanas, específicamente PVC DVP de la línea de perfiles ASPEN y están equipadas con doble vidriado hermético (DVH). El producto de esta empresa se caracteriza por:



Fig 21 | Características empresa DVP

fuelle: Catálogo perfiles para ventanas y puertas de PVC. DVP, 2024.

Aislación Certificada

Superando los ensayos ampliamente en términos de filtración de agua y aire, así como también a la deformación por cargas de viento. Contando además con la certificación del CITEC (Centro de Investigación en Tecnologías de la Construcción) de la Universidad del Bío-Bío, la cual puede garantizar una duración de 10 años.



Fig 22 | Principales Atributos de las Ventanas DVP

fuelle: DVP Catálogo de Perfiles para Puertas y Ventanas, 2020.

Esta empresa está inmersa en un sistema de ciclo cerrado de economía circular, donde el material de los excedentes es reciclado, dentro de este contexto, los despuntes de perfiles de PVC que se generan como resultado del armado de ventanas, tanto en su planta de producción, como en las distintas fábricas de su red de armadores, son recuperados por la empresa DVP, para posteriormente ingresarlos a un molino y obtener una nueva materia prima, la cual es utilizada para la fabricación de otros productos, como por ejemplo, pisos de autos o bases para escobas.



Fig 23 | Proceso de Economía Circular empresa DVP

fuelle: DVP Catálogo de Perfiles Para Puertas y Ventanas, 2020.

Tabla 11 | Ventanas utilizadas para cálculos planilla CEV planilla PBDT 01

Vidrios										
Nombre	Abreviatura	U vidrio [W/m2K]	FS Vidrio							
DVH con espaciador de 12mm	DVH con 12mm	2,85	0,77							
Tipo Ventana	Azímüt	Orientación	Elemento envolvente donde se encuentra	Tipo de Cierre de ventana	Posición Ventanal	Aislación Con/Sin retorno	Alto [m] (H)	Ancho [m] (W)	Categoría para PT y Infiltr	Tipo
Ventana (incluye marco)									Marco	
DVH con 12mm	0° ≤ Az < 22,5°	N	Muro prefabricado	Fija	Centrada	Sin	0,70	2,55	PVC	PVC
DVH con 12mm	90° ≤ Az < 112,5°	E	Muro prefabricado	Proyectante	Centrada	Sin	1,10	0,70	PVC	PVC
DVH con 12mm	90° ≤ Az < 112,5°	E	Muro prefabricado	Corredera	Centrada	Sin	1,10	1,83	PVC	PVC
DVH con 12mm	157,5° ≤ Az < 180°	S	Muro prefabricado	Proyectante	Centrada	Sin	1,10	0,70	PVC	PVC
DVH con 12mm	-90° ≤ Az < -67,5°	O	Muro prefabricado	Corredera	Interior	Sin	2,10	2,32	PVC	PVC
DVH con 12mm	-90° ≤ Az < -67,5°	O	Muro prefabricado	Corredera	Exterior	Sin	2,10	1,82	PVC	PVC
DVH con 12mm	-90° ≤ Az < -67,5°	O	Muro prefabricado	Corredera	Interior	Sin	2,10	2,33	PVC	PVC
DVH con 12mm	-90° ≤ Az < -67,5°	O	Muro prefabricado	Corredera	Interior	Sin	2,10	2,35	PVC	PVC

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE VIVIENDAS (CEV)

Para evaluar y clasificar la eficiencia energética de la vivienda modular adaptativa (VMA) en las zonas de estudio, se utiliza la Calificación Energética de Viviendas (CEV), una herramienta diseñada por el MINVU. Esta herramienta consta de tres planillas: PBTD 01, PBTD 02 y PBTD 03.

La planilla **PBTD 01 (Datos de arquitectura)** se utiliza para ingresar los datos generales del proyecto y del diseño arquitectónico de la vivienda.

La planilla **PBTD 02 (Motor de cálculo demanda de energía)**, se realiza el cálculo de la demanda de energía, seleccionando la planilla PBTD 01 y PBTD 03 determinando si se realizará un análisis no oficial o se calculará con el caso base de referencia.

Luego la planilla **PBTD 03 (Datos de equipos y resultados)** presenta los datos y resultados de la vivienda, incluyendo el nivel de eficiencia energética que se asigna con una letra según el rango de porcentaje de ahorro de energía.

(Calificación Energética de Viviendas | MINVU, 2024)



Manual CEV | MINVU

C

Tabla 12 | Cálculo CEV - Quilpué
CÁLCULO PLANILLAS CEV - QUILPUÉ

Demanda Calefacción	Demanda Refrigeración	Demanda Total	Ahorro Calefacción	Ahorro Refrigeración
kWh/m2año	kWh/m2año	kWh/m2año	%	%
65,2	114,5	179,7	74	37

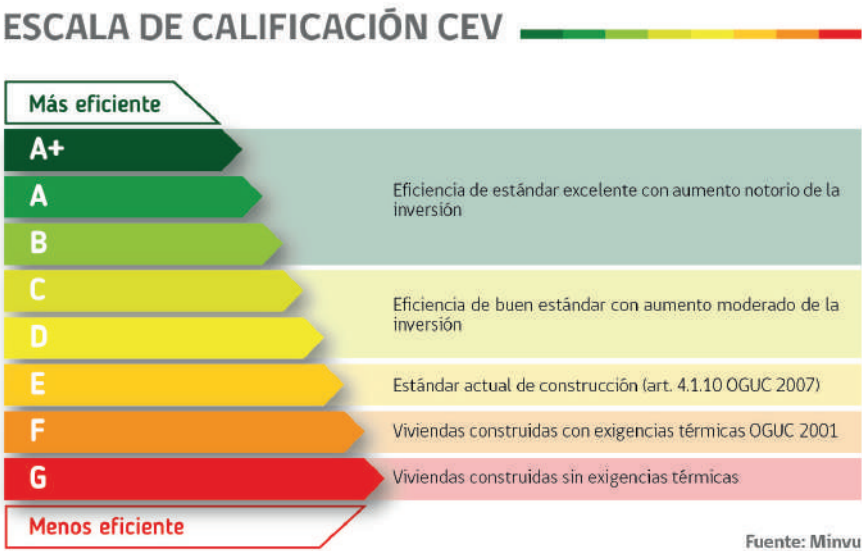
Ahorro Demanda	LETRA	Tiempo en Discomfort frío	Tiempo en Discomfort calor
%		%	%
58	B	93	115

Tabla 13 | Cálculo CEV - Pichilemu
CÁLCULO PLANILLAS CEV - PICHILEMU

Demanda Calefacción	Demanda Refrigeración	Demanda Total	Ahorro Calefacción	Ahorro Refrigeración
kWh/m2año	kWh/m2año	kWh/m2año	%	%
28,6	98,6	127,3	68	27

Ahorro Demanda	LETRA	Tiempo en Discomfort frío	Tiempo en Discomfort calor
%		%	%
43	C	56	125

El diseño de las VMA por GVAA permite alcanzar un ahorro del 58% de demanda energética para la zona de Quilpué y un 43% de ahorro para la zona de Pichilemu lo que ubica las viviendas como calificación B y C respectivamente (tabla 12 y 13). Estas calificaciones indica que se alcanzó los estándares de sostenibilidad y conservación energética de amplia manera con esta herramienta, lo que implica que es una propuesta eficiente en el uso de la energía.



LETRA
QUILPUÉ
B

LETRA
PICHILEMU
C

COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO DE LOS EQUIPOS DE CALEFACCIÓN Y AGUA CALIENTE SANITARIA

SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN

El sistema de climatización del estudio consiste en una bomba de calor aire-aire tradicional, que opera como un aire acondicionado tipo Split. Este sistema utiliza electricidad generada por paneles solares fotovoltaicos y por la red eléctrica nacional. Para calcular la potencia requerida para la calefacción, se utilizó la siguiente fórmula.

Ecuación para Estimar la Potencia de la Bomba de Calor

La ecuación general para calcular la carga térmica (Q) en watts es:

$$Q = \Sigma (U * A * \Delta T)$$

Donde:

U Es la transmitancia térmica del material (W/m²K)

A Es el área de la superficie (m²)

ΔT Es la diferencia de temperatura entre interior y exterior (K)

Entonces para la calefacción en Quilpué (región de Valparaíso) se consideran temperaturas interior deseada de **20°C** y exterior **3°C** en promedio en la temporada de invierno, según referencias de la dirección meteorológica de Chile (DMC).

En Pichilemu (región del Libertador Bernardo O'Higgins) se consideran temperaturas interior deseada de **20°C** y exterior **5°C** en promedio en la temporada de invierno, según referencias de la dirección meteorológica de Chile (DMC).

Tabla 14| Potencia Total Requerida para Calefacción - Quilpué

Quilpué (Zona 2, Zona térmica D)

Potencia Total Requerida para Calefacción				
Envolvente	U W/m²K	Área m²	ΔT	Potencia Total (w)
Muro	0,50	79,14	17	672,69
Piso	0,60	62,40	17	636,48
Cielo	0,38	58,032	17	374,8867
Ventanas	2,85	23,86	17	1.156,02
Total de Potencia (W)				2.849,077 (W)
Factor de Seguridad (0,25)				710,019
Total de Potencia Requerida para la Calefacción (W)				3.559,096(W)

Tabla 15 | Potencia Total Requerida para Calefacción - Pichilemu

Pichilemu (Zona 3, Zona térmica C)

Potencia Total Requerida para Calefacción				
Envolvente	U W/m²K	Área m²	ΔT	Potencia Total (w)
Muro	0,40	79,14	15	474,84
Piso	0,67	62,40	15	627,12
Cielo	0,43	58,032	15	374,31
Ventanas	2,85	23,86	15	1.020,015
Total de Potencia (W)				2.496,285 (W)
Factor de Seguridad (0,25)				624,07
Total de Potencia Requerida para la Calefacción (W)				3.120,36 (W)

COMPORTAMIENTO ENERGÉTICO

La potencia total requerida para el caso de **Quilpué es de 2.849,077 (W)** y en el estudio de **Pichilemu es de 2.496,285 (W)**, a lo que se le aplica el factor de seguridad (FS) 0,25; por lo cual la potencia necesaria para mantener la temperatura de confort de las VMA en invierno es de **3.559,096 (W) en Quilpué y 3.120,36 (W) para Pichilemu.**

El dispositivo seleccionado para el estudio es un aire acondicionado tipo Split Muro Inverter, con una capacidad de 18.000 BTU/hr, equivalente a 5.278,5924 vatios (W). Este equipo cumpliría los parámetros necesarios de calefacción de la vivienda con un margen de seguridad como se muestra en la tabla anterior (Tabla 12 y Tabla 13)

Este equipo dentro de sus características proporciona un sistema de control automático diseñado para regular la temperatura de manera eficiente.

Tabla 16 | Cálculo de Potencia del Equipo Aire Acondicionado Quilpué

QUILPUÉ

Equipo Seleccionado: Aire acondicionado	
Modelo	KSMI-18BC2
Capacidad BTU/hr	18.000
Potencia Absorbida (P) modo frío	1.600 (W)
Potencia Absorbida (P) modo calor	1.550 (W)
Eficiencia coeficiente de rendimiento (COP)	3,299

Total de Potencia del Equipo	P * COP
Total de Potencia del Equipo	5.278,6 (W)

Tabla 17 | Cálculo de Potencia del Equipo Aire Acondicionado Pichilemu

PICHILEMU

Equipo Seleccionado: Aire acondicionado	
Modelo	KSMI-12BC3
Capacidad BTU/hr	12.000
Potencia Absorbida (P) modo frío	997 (W)
Potencia Absorbida (P) modo calor	886 (W)
Eficiencia coeficiente de rendimiento (COP)	3,299

Total de Potencia del Equipo	P * COP
Total de Potencia del Equipo	3.519,06 (W)

SISTEMA DE AGUA CALIENTE SANITARIA (ACS)

Para el presente estudio, se ha considerado un sistema de agua caliente sanitaria que utiliza electricidad a través de un termo eléctrico de **120 litros de la marca Rheem modelo TM-120R**. El tanque está diseñado con una capacidad de recuperación de 3.43, lo cual es adecuado para satisfacer las necesidades mínimas de este hogar, considerando una ocupación de tres a cuatro personas, según la ficha técnica y las recomendaciones del fabricante. Esto quiere decir que si el agua del tanque se ha enfriado 20°C y el termo eléctrico tiene una temperatura de recuperación de 3.43°C/h, se tardará aproximadamente 10 horas en elevar la temperatura del agua a 54,3°C (considerando un aumento de 34,3°C).

MODELOS	CAPACIDAD	CÓDIGO	VOLTAJE	POTENCIA	T° RECUP ΔT=40 °C	PESO SIN AGUA
TM-30R	30L	361060030	220-240V	1,5KW/6,9A	56 min	13 KG
TM-50R	50L	361060050	220-240V	1,5KW/6,9A	1h 33 min	17 KG
TM-80R	80L	361060080	220-240V	1,5KW/6,9A	2h 29 min	25 KG
TM-100R	100L	3610600100	220-240V	1,5KW/6,9A	3h 29 min	29 KG
TM-120R	120L	3610600120	220-240V	1,5KW/6,9A	3h 43 min	32 KG

Presión máxima de Operación: 7,5 bar / Conexión de agua 1/2"

CAPACIDAD	RECOMENDACIONES DE USO	
30 Litros		Lavaplatos - Lavamanos
50 Litros		Lavaplatos - Lavamanos - Ducha consumo medio
80 Litros		Lavaplatos - Lavamanos - Ducha consumo medio
100 Litros		Lavaplatos - Lavamanos - Ducha consumo medio
120 Litros		Lavaplatos - Lavamanos - Ducha consumo medio

Considera una temperatura de acumulación de 75°C, temperatura de consumo de 40°C y caudal de agua de la ducha de 7 litros por minuto.

Fig 24 | Capacidad Recomendada de Litros por Persona
fuente: Catálogo termos Rheem, 2024.

ERNC

Las Energías Renovables No Convencionales, abreviadas como ERNC, se refieren a fuentes de energía provenientes de los recursos naturales que son inagotables y se renuevan continuamente.

Estas incluyen, entre otras, la energía solar, eólica, hidroeléctrica, geotérmica, y la biomasa.

A diferencia de las fuentes de energía convencionales, las ERNC son sostenibles a largo plazo y generan impactos ambientales reducidos, contribuyendo a la diversificación de la matriz energética y a la mitigación del cambio climático.

(¿Qué son las energías renovables? | Ministerio de Energía, 2024).

SISTEMAS SOLARES TÉRMICOS

Este enfoque en la eficiencia energética no solo asegura que se cubran las necesidades de agua caliente de la vivienda, sino que también reduce la huella de carbono y promueve la sostenibilidad, contribuyendo a un entorno de vida más respetuoso con el medio ambiente .

Para el uso del sistema de termo, se utilizará un colector solar (ERNC). Estos colectores proporcionan agua caliente sanitaria (ACS) para la vivienda, permitiendo aprovechar la energía proveniente del sol. Esta energía térmica es transferida directamente al termo para su posterior uso. Se utilizarán colectores solares térmicos de tipo plano, cada uno de los cuales tiene un área total de 2,02 m². El rendimiento óptimo de estos colectores es del 0,787. Además, tienen un coeficiente de pérdida térmica de 5 W/(m²K), lo que indica que minimizan las pérdidas de calor, según la ficha técnica del colector. (Aquaheiss, 2024)

La distancia entre el colector solar y el primer punto de consumo de la VMA se estima de 4 metros. Esto se debe tener en cuenta para calcular la eficiencia y el rendimiento del sistema.

En la figura 25 se observa a mayor detalle el sistema a utilizar.

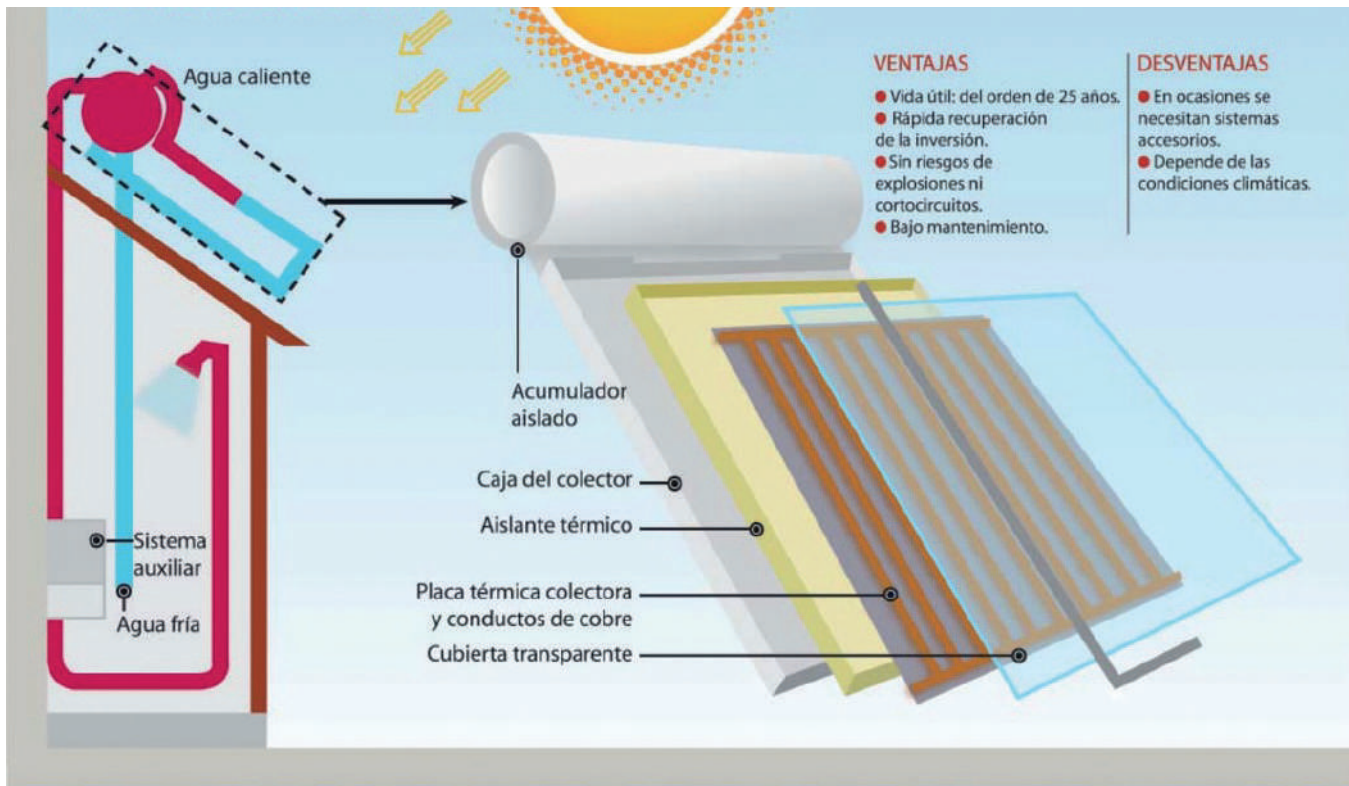


Fig 25 | Componentes de un colector solar.

fuentes: Manual energías renovables, 2024

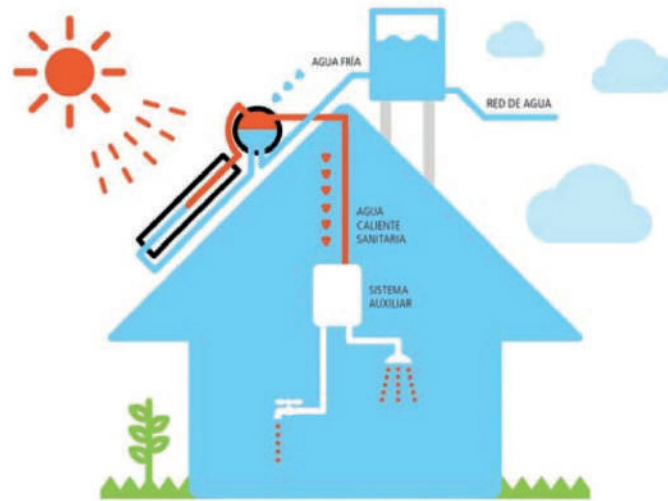


Fig 26 | Esquema de funcionamiento de colector solar
fuente: Manual energías renovables

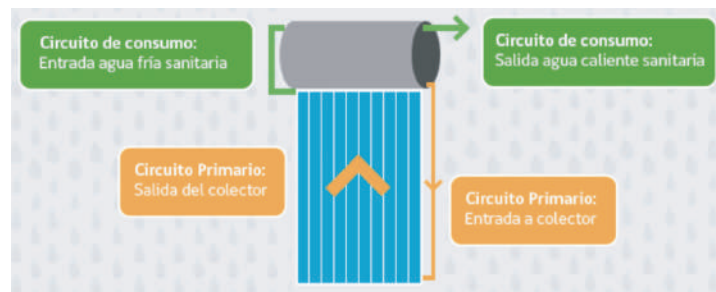


Fig 27 | Circulación en un equipo tipo termosifón con colector plano
fuente: Sistemas Solares Térmicos SST. Ministerio de Energía, 2024.

GENERACIÓN ELÉCTRICA FOTOVOLTAICA

Para el caso estudio se propone la instalación de paneles fotovoltaicos. El cálculo de la capacidad instalada de estos equipos requiere una evaluación del consumo energético total de la vivienda. Esto implica considerar varios factores, como la demanda de calefacción y enfriamiento, estimada en un proceso que se encuentra anexado, según los datos de la planilla CEV.

Para determinar el consumo energético final, dividimos estos valores por la eficiencia del sistema de calefacción de la vivienda en cada lugar del estudio (Quilpué y Pichilemu), que es un sistema de aire acondicionado tipo Split con un coeficiente de rendimiento de 3,29 (COP).

Paralelamente, se trabaja en el cálculo del consumo de energía primaria en agua caliente sanitaria (ACS) e iluminación. Cada valor se divide por 1,9 que representa el factor de energía primaria (FEP). Una vez finalizado este cálculo, se determina el resultado del consumo de energía final de la vivienda en las localidades establecidas y a través de ello se cumplen con los objetivos de calificación (letra B para la localidad de Quilpué y letra C para la localidad de Pichilemu).

Esto nos garantiza una distribución justa y eficiente de la generación fotovoltaica para cubrir las necesidades energéticas de la vivienda con los usuarios mencionados.

El modelo de panel a ocupar como propuesta para los cálculos en las planillas, que puede abarcar los requerimientos de la vivienda (comparando con otras viviendas ya certificadas con parámetros similares) estaría compuesto por tres paneles solares de Módulo PERC de media celda MBB, modelo JAM78S10-445/MR, con una potencia nominal de 445W cada uno. Obteniendo una capacidad instalada de 1,335 kW. Además, su diseño de media celda no solo mejora la eficiencia sino que también contribuye a la durabilidad y resistencia del panel frente a condiciones climáticas adversas. Los paneles tienen previsto ocupar una superficie de 6 m² del techo de la vivienda estudio. Cada panel tiene una superficie de 2 m² aprox, según ficha técnica del producto.

Para los paneles fotovoltaicos se añade un inversor de energía previo al circuito directo a las baterías, el inversor en Red String Omnik 1.5k-TL2-M, contemplando una eficiencia de 96,5% y una capacidad de inversor de 1,5 kW de potencia, según ficha técnica

Un inversor eficiente y el uso de paneles solares acorde permitirá aprovechar al máximo la energía solar disponible y reducir la dependencia de fuentes convencionales de energía (red eléctrica nacional), promoviendo la sostenibilidad y la eficiencia en la generación de electricidad para el estudio.

Al tener paneles fotovoltaicos para el consumo eléctrico proporciona una ganancia para la vivienda y para la empresa eléctrica al reducir la dependencia de fuentes convencionales con el excedente de energía que puede generar la vivienda en esos meses, permitiendo compensar el consumo en los meses menos favorecidos para el sistema, como lo es en invierno, cuando la generación de electricidad es reducida y la dependencia a la red sería mayor.



CONCLUSIÓN TEMA 1

La minimización de energía en edificaciones residenciales es un tema crucial en el contexto actual de cambio climático y la necesidad de sostenibilidad. La implementación de una envolvente térmica eficiente, en cumplimiento con la nueva normativa del artículo 4.1.10 de la OGUC (actualizada en 2024), es un paso a la actualización dinámica hacia la envolvente térmica de las edificaciones, asegurando una mejor eficiencia energética y un mayor confort térmico para los usuarios reduciendo las pérdidas de calor en invierno y las ganancias excesivas en verano.

La inclusión de ventanas certificadas que cumplen con los principios de la economía circular también representa un avance importante. Este caso no solo mejora el aislamiento térmico, si no también contribuyen a la sostenibilidad al ser diseñadas y fabricadas considerando el ciclo de vida completo del producto, desde la producción hasta el reciclaje. Esto refleja un enfoque más holístico y responsable hacia la construcción sostenible.

La Certificación Energética de Vivienda (CEV) juega un papel esencial en este contexto. Proporciona una evaluación clara y estandarizada del rendimiento energético de las viviendas en este estudio, lo que permite comprender mejor su consumo energético y las posibles mejoras futuras. Esta certificación es una herramienta completa para poder impulsar las prácticas más sostenibles y energéticamente eficientes en el sector residencial. Además, la CEV puede ser un factor diferenciador en el mercado inmobiliario, incentivando la construcción de viviendas más eficientes.

Durante el proceso de cálculo de la CEV para las Viviendas Modulares Adaptativas (VMA), se logró obtener una calificación óptima que cumple con los estándares actuales de construcción. No obstante, se presentaron dificultades en los cálculos, ya que la CEV es sumamente sensible y requiere un trabajo complejo de estudio previo. A pesar de estos retos, se lograron los objetivos del presente estudio estando por sobre las exigencias de las localidades.

Este tiempo pude observar que en Chile, con su diversidad de climas extremos, debe adaptar constantemente sus normativas energéticas y de sostenibilidad para responder a las necesidades cambiantes y específicas de cada región. La adaptación dinámica y la actualización de estas normas para abordar los desafíos del cambio climático. Esto incluye desarrollar cálculos más dinámicos que reflejen las variaciones climáticas, en lugar de modelos más estáticos.

El compromiso energético de los equipos de calefacción y agua caliente es otro aspecto crucial. El uso de un sistema de climatización basado en una bomba de calor aire-aire, que opera como un aire acondicionado tipo Split a muro, es una solución que cumpliría con los parámetros necesarios en cada caso, bajo las condiciones estudiadas. Este sistema, alimentado por paneles solares y la red eléctrica nacional, demuestra como se pueden integrar energías renovables no convencionales en el diseño de viviendas para reducir el consumo de energía y las emisiones de carbono como consecuencia.

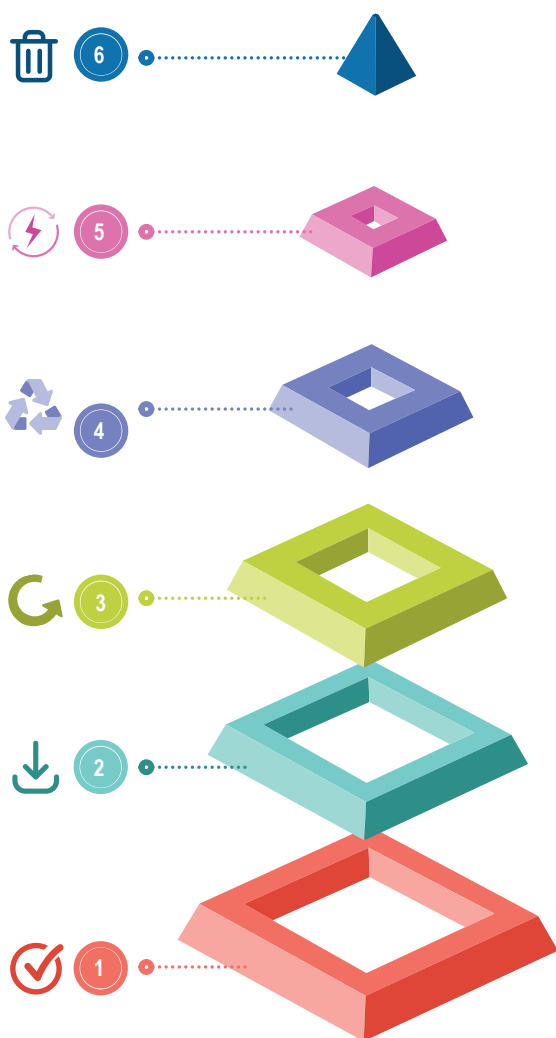
El análisis del sistema de agua caliente, incluyendo la eficiencia del termo eléctrico y la integración de paneles solares, subraya la importancia de diseñar sistemas energéticos adaptados a la cantidad de usuarios en la vivienda. Esto nos garantiza para el estudio que las soluciones implementadas sean tanto eficientes como adecuadas para las necesidades de los habitantes.

Finalmente, la utilización de energías renovables no convencionales (ERNC), como la energía solar en este caso, son recursos naturales, inagotables y renovables, esto debe ser la base de las estrategias energéticas futuras. En el caso de estudio ambas viviendas, la incorporación de la energía solar no solo reduce la dependencia de fuentes de energía no renovables, sino que también promueve un entorno más sostenible y resiliente.

En conclusión, la minimización de energía en viviendas es un objetivo alcanzable mediante la combinación de normativas estrictas, tecnologías avanzadas, y la integración de energías renovables. La adaptación continua de las normativas y la certificación energética son esenciales para enfrentar los desafíos climáticos en el presente y el futuro.

TEMA 2: ADAPTABILIDAD Y ECONOMÍA CIRCULAR

ECONOMÍA CIRCULAR



DISPOSICIÓN FINAL

La disposición final aborda el manejo de residuos al final de su vida, como por ejemplo vertederos, incineración, reciclaje y reutilización, estos pueden afectar directamente a los impactos ambientales y de salud. Estrategias sostenibles buscan minimizar vertederos e incineración, fomentando el reciclaje y la economía circular.

VALORIZACIÓN ENERGÉTICA

La valorización energética implica utilizar residuos no reciclables para generar energía. Esto puede incluir la incineración controlada que recupera la energía térmica de los residuos.

RECICLAR

La recuperación y reutilización de materiales al final de la vida útil de un producto. Esto implica la clasificación adecuada de residuos, el reciclaje de materiales y la integración de estos materiales reciclados en nuevos productos.

REUTILIZAR

Fomenta la reutilización de productos y componentes para extender su vida útil. Se busca una remanufactura, la cual implica desmontar y reconstruir productos para que cumplan con estándares equivalentes a los de productos nuevos.

REDUCIR

Reducir significa minimizar residuos a través de prácticas como diseño sostenible, consumo consciente, gestión eficiente de recursos y fomento del reciclaje. Este enfoque busca cambiar hacia un modelo más sostenible y prolongar la vida útil de productos, reduciendo el impacto ambiental.

PREVENIR

Incentivar a los consumidores a tomar decisiones de compra informadas y sostenibles, como preferir productos duraderos y reciclables.

Fig 28 | Jerarquía de procesos de Prevención de Residuos

Fuente: Estándares de construcción sustentable para viviendas de Chile, Tomo IV Materiales y Residuos | MINVU, 2018.

DECLARACIÓN AMBIENTAL DE PRODUCTOS (DAP)

Tabla 18 | Declaración Ambiental de Productos VMA

	Sup. (m²)	Sup. DAP (m²)	Total (m²)
Muros int.	29,957	49,1815	79,1385
Muros ext.	7,205	103,577	110,782
Pisos int.	55,7	0	55,7
Pisos ext.	6,7	0	6,7
Cielo int.	55,7	0	55,7
Cielo ext.	6,7	0	6,7
TOTALES	161,962	152,705	314,7

Porcentaje Superficie DAP 48,52%

Aproximadamente el 48,52% equivale a las superficies con Declaración Ambiental de Productos para la utilización de la VMA.

En el desafío Net Zero 2030 del año 2023 se estipulaba como base utilizar sobre un 20% de productos con certificación DAP, este estudio de VMA estaría dentro de estos parámetros siendo una oportunidad muy valiosa para la oficina destacarse en el mercado.

Para el presente estudio se considera el uso de Volcopanel RS y RH, ya que, contiene elementos con Declaración Ambiental de Productos (DAP), al igual que el revestimiento exterior de fibrocemento, ambos materiales con una publicación del 2022 y con año útil hasta el año 2027.

ENLACES FICHAS DAP



QR DAP Volcanita



QR DAP Revestimiento exterior



Características de Volcanita a utilizar (RS + RH)

Nota:
La Volcanita RH será utilizada en espacios que presenten humedad y la standar en los demas espacios de la VMA.

Product	Short description and application	Wide (m)	Length (m)	Thickness (mm)	Weight (kg/m²)
Volcanita ST	Gypsum board for ceilings, wall partitions, cladding of walls, among others. Mix of construction gypsum and additives, with paper in both faces to add resistance (Illustration 1)	1.2	2.40 / 3.00	15	12.0
Volcanita RH	Gypsum board specially designed for cladding of ceramics, vinyl or other material used for wet areas. Mix of construction gypsum and additives, with paper in both faces to add resistance. (Illustration 2)	1.2	2.40 / 3.00	15	12.0
Volcanita RF	Gypsum board specially designed for fire resistance uses. Mix of construction gypsum, additives, and glass fiber, with paper in both faces to add resistance. (Illustration 3)	1.2	2.40 / 3.00	15	10.5

Fig 29 | Características ficha de productos de Volcanita estudio.
fuente: Declaración de Productos Volcán - EPD



Fig 30 | Volcanboard Siding Color Plus 6mm
fuente: Declaración de Productos Volcán - EPD

Product	Short description and application	Wide (m)	Length (m)	Thickness (mm)	Weight (kg/m ²)
Volcanboard	Smooth board recommended as indoor and outdoor cladding for all types of buildings	1.20	2.40	6.00	7.86
Volcanboard Base Cerámica	Board to attach sheets or ceramics in floors or walls for wet areas such as bathrooms, kitchens, and sinks.	1.20	2.40	6.00	7.86
Volcanboard Textura Madera	Board with wood texture, specially designed for cladding of facades and eaves in housing and commercial buildings.	1.20	2.40	6.00	7.86
Volcanboard Siding	Planking with wood grain for outdoor cladding, without color	0.19	3.66	6.00	7.86
Volcanboard Siding Color Plus	Planking with wood color for outdoor cladding available in different colors	0.19	3.66	6.00	7.86

Fig 31 | Características ficha de productos de Volcanboard estudio.
fuente: Declaración de Productos Volcán - EPD



DISEÑO FINAL EXPERIMENTAL GVAA: ADAPTACIÓN

SEGUNDA ETAPA DE DISEÑO EXPERIMENTAL GVAA

Para este estudio se simula una Vivienda Modular Adaptativa (VMA) de un nivel nombrada como “A”, además de una segunda propuesta con dos niveles para un futuro estudio nombrado “B”.

Tipología “A” de un nivel es un modelo de vivienda de 62,4 m² cuenta con 2 dormitorios, 2 baños, terraza, living y comedor. En este caso se consideran 4 módulos “A” (1A - 2A - 3A - 4A) 6 x 2,6 x 2,85 m cada uno.

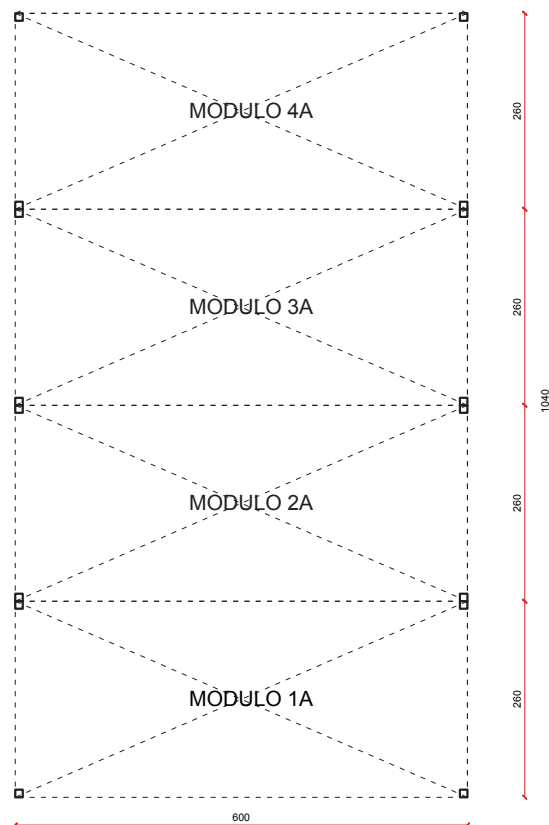
Tipología “B” de dos niveles es una vivienda de 93,6 m² y cuenta con 2 dormitorios, 3 baños, terraza, living y comedor. Se consideran 6 de módulos para esta propuesta del tipo A de dos niveles 6 x 2,6 x 2,85 m cada uno.

Estas Viviendas Modulares Adaptativas (VMA) son las determinadas en conjunto con la oficina GVAA en cuanto al diseño para el estudio. La tipología “A” es la elegida para proceder con los cálculos y ponerla a prueba con la certificación CEV.

Nota:

El lenguaje gráfico de la planimetría es determinado por la oficina GVAA.

Se contemplan módulos de 15,6 m² (módulo A).



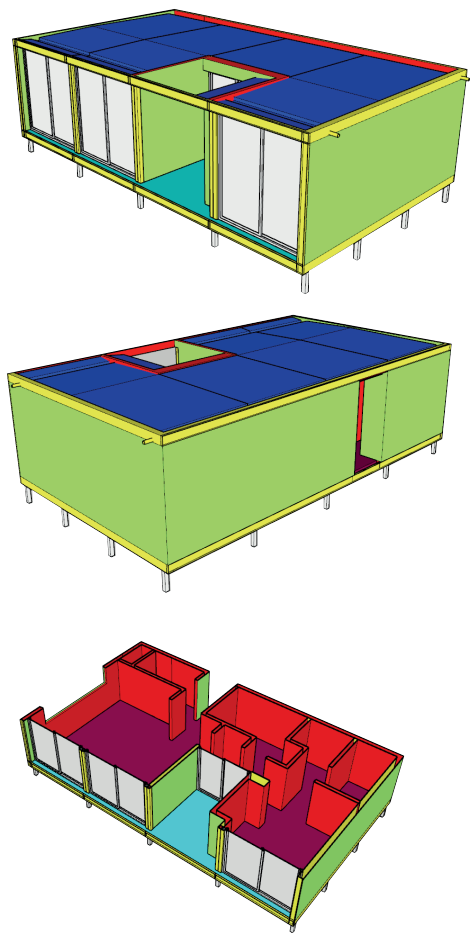
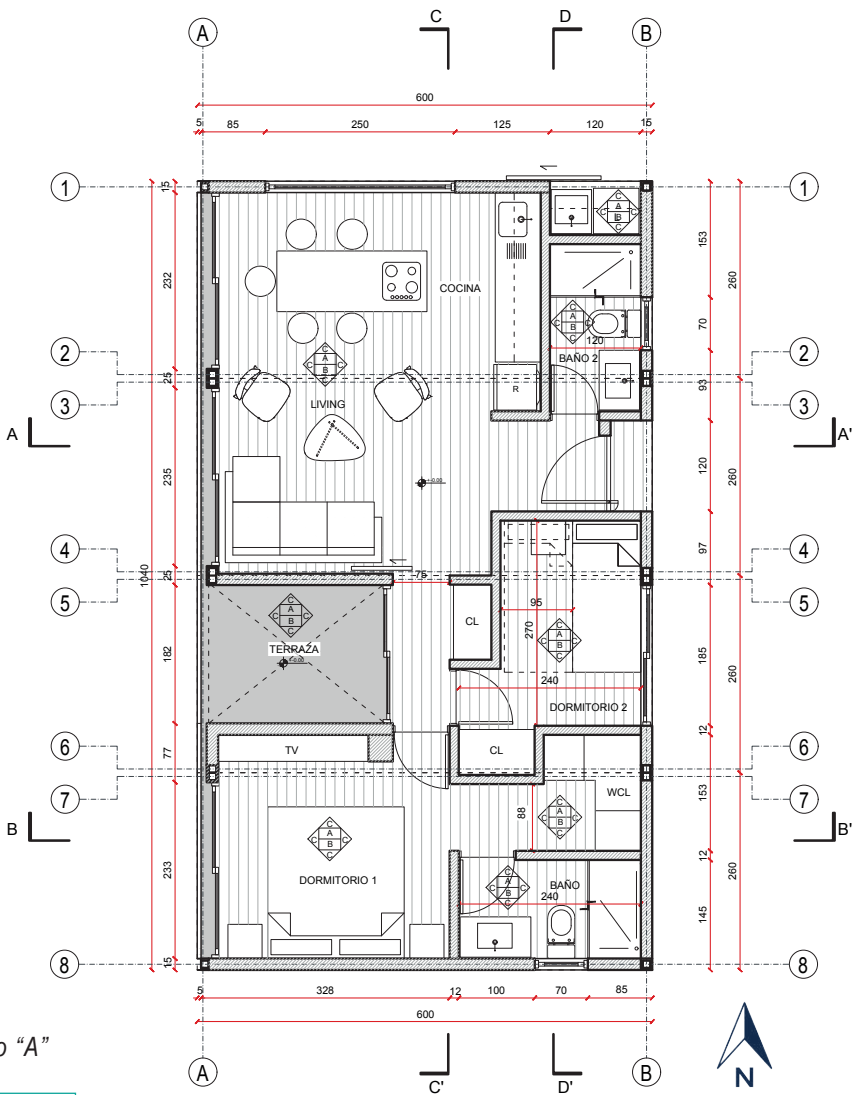


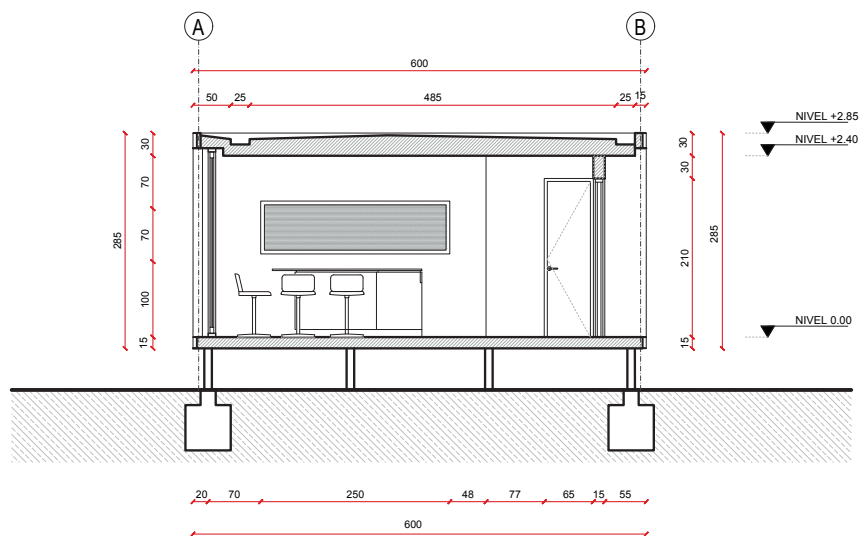
Tabla 19 | Superficies Generales VMA tipo “A”

SUPERFICIES GENERALES	
INTERIORES	55,7 m²
EXTERIORES	6,7 m²
MÓDULO	15,6 m² C/U
TOTAL	62,4 m²

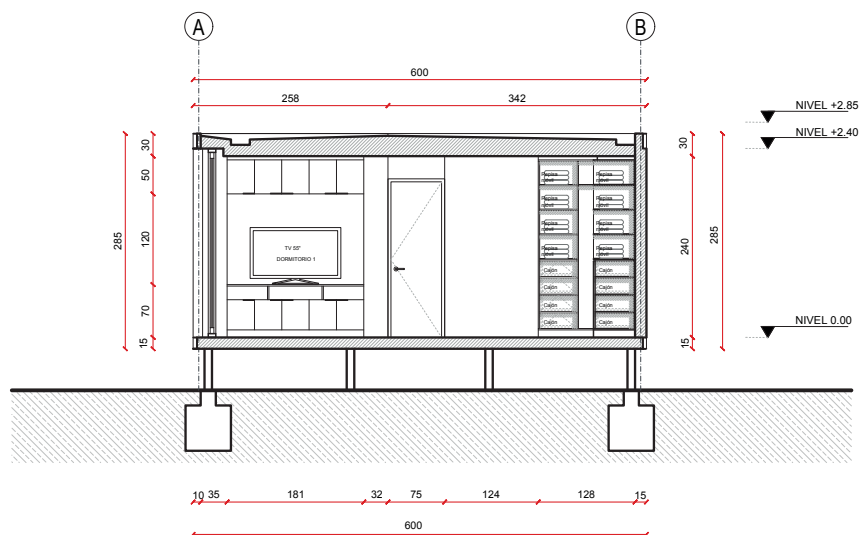


En esta propuesta “A” de un nivel se contemplan 2 dormitorios + 2 baños + terraza, además de una logia exterior con puerta corredera. Igualmente se consideran los perfiles de junta de módulos de 10 cm como se ve en planta.

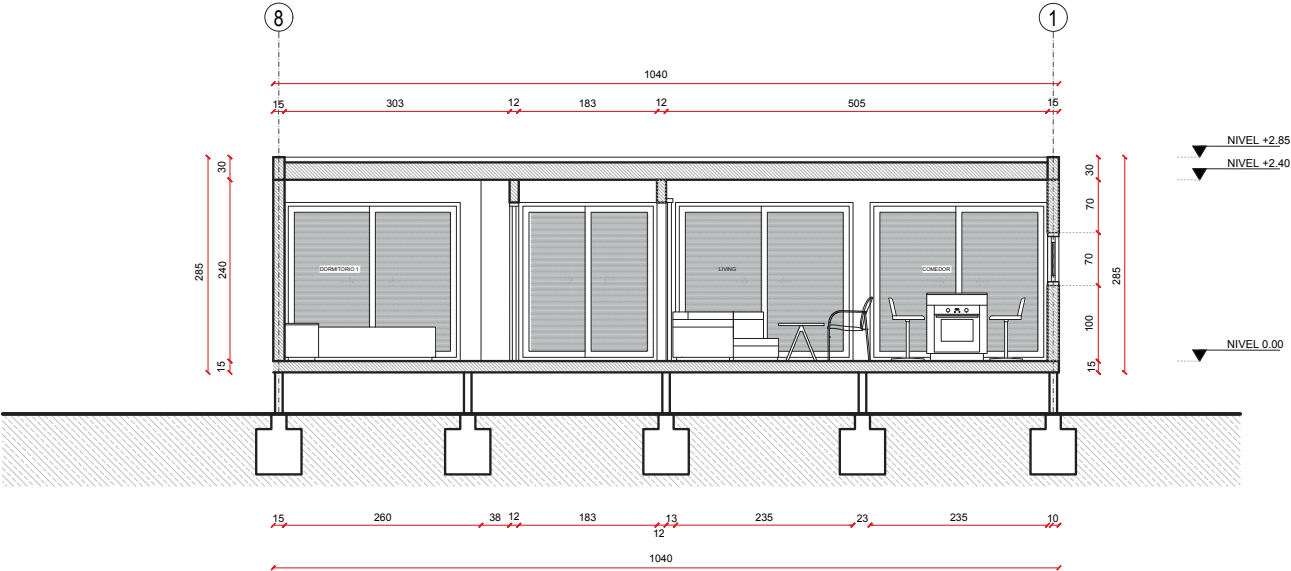
Planta arquitectura
Escala 1:100



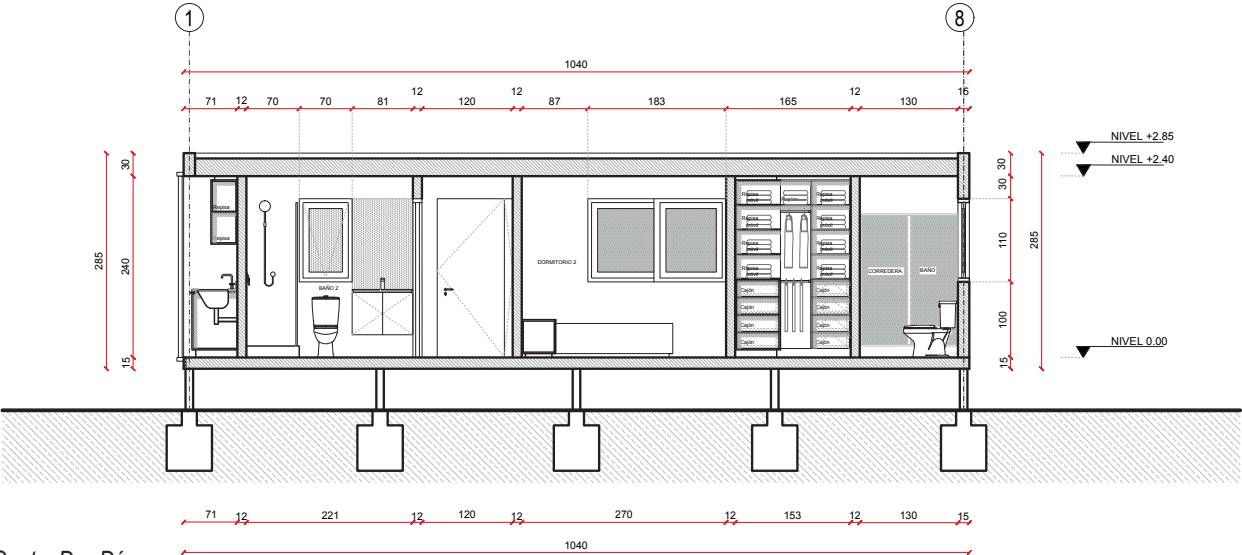
Corte A - A'
Escala 1:100



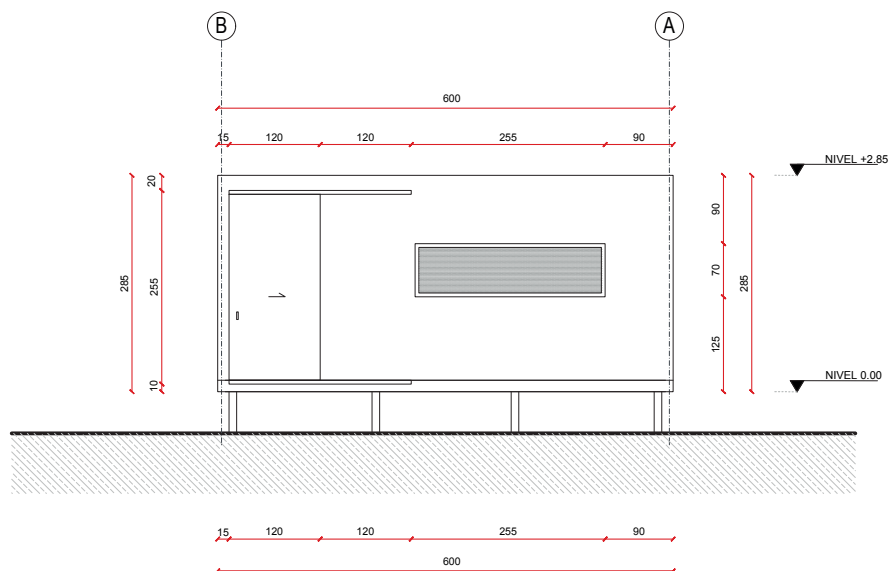
Corte B - B'
Escala 1:100



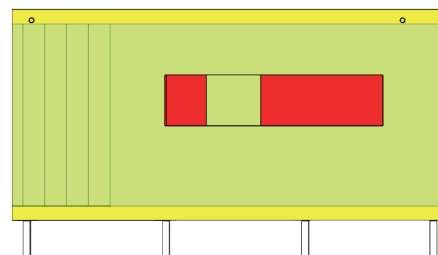
Corte C - C'
Escala 1:100



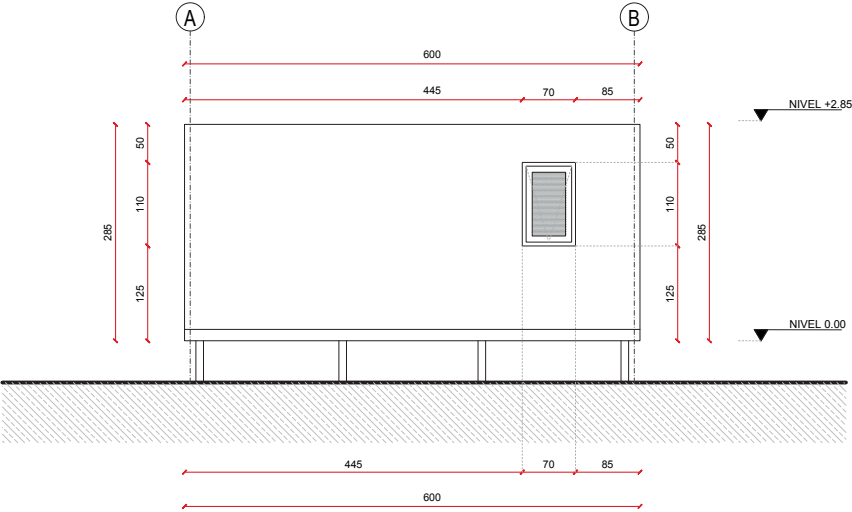
Corte D - D'
Escala 1:100



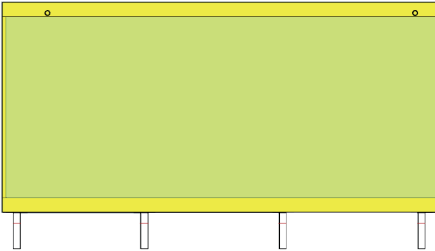
Elevación derecha
Escala 1:100

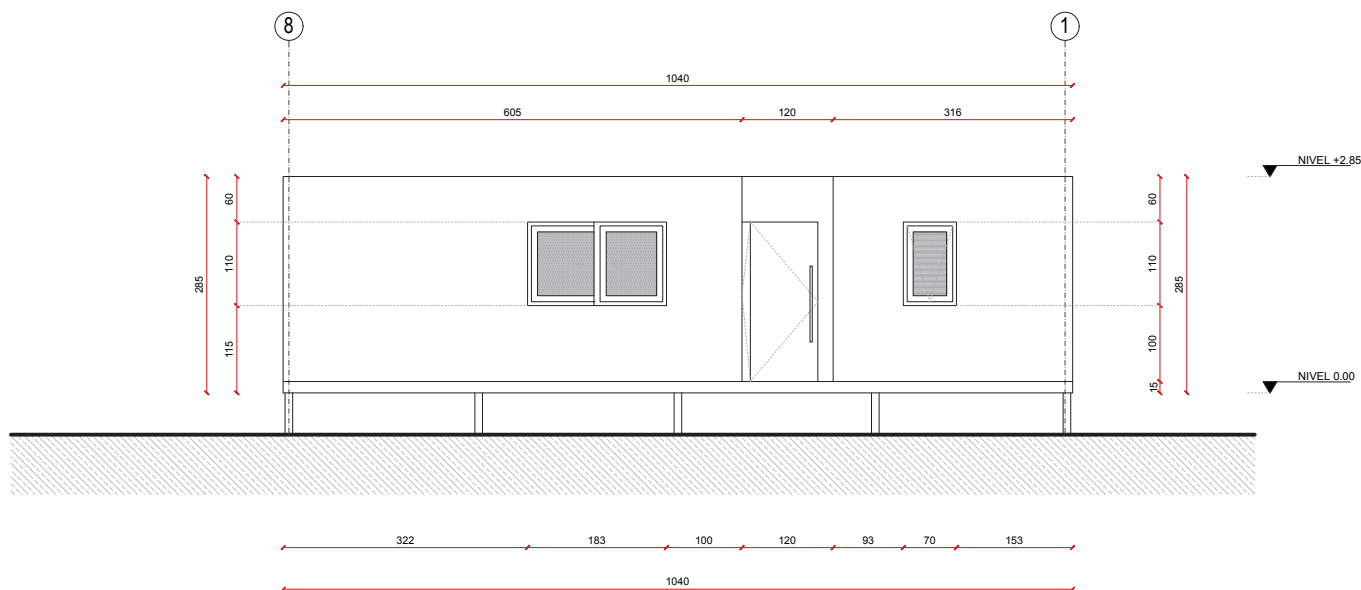


Concepto de una logia en el exterior y un vano hacia la cocina y comedor.

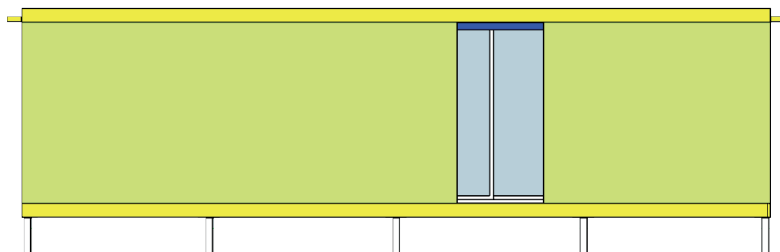


Elevación izquierda
Escala 1:100

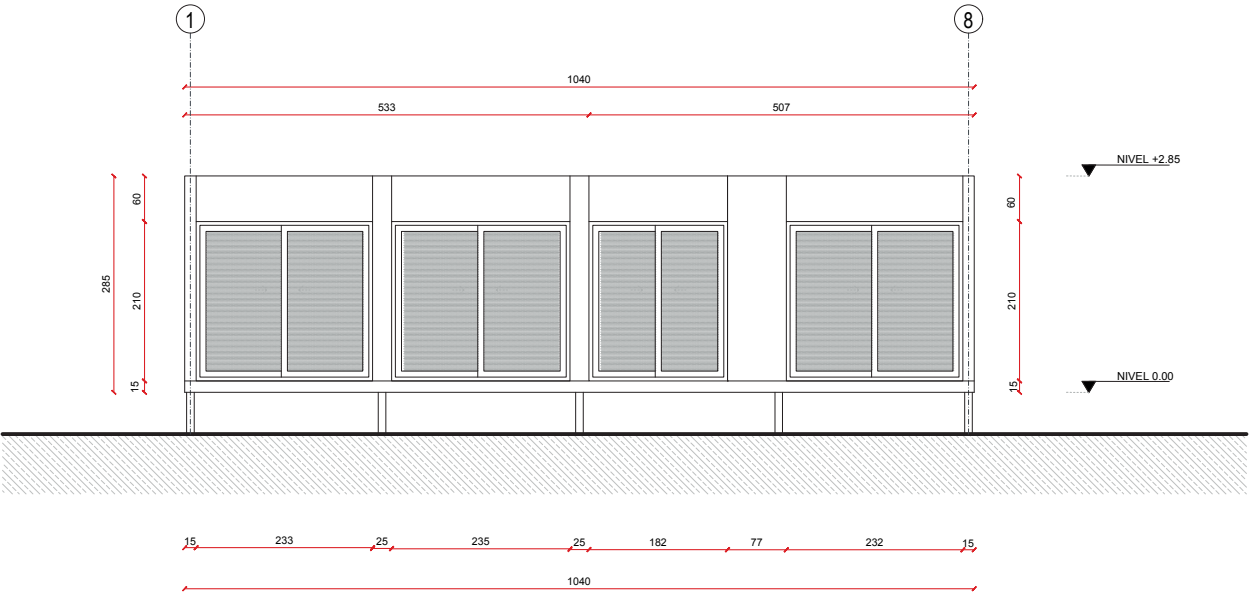




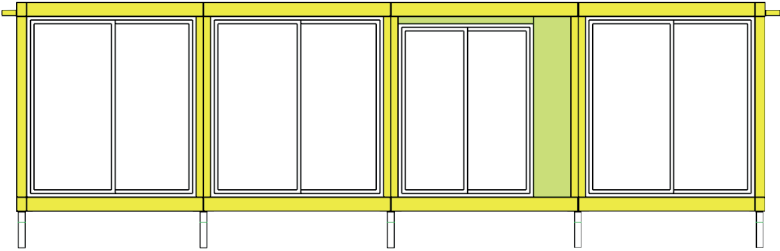
Elevación frontal
Escala 1:100



Fachada de acceso, con vanos que se dirigen hacia el dormitorio y baño 2.

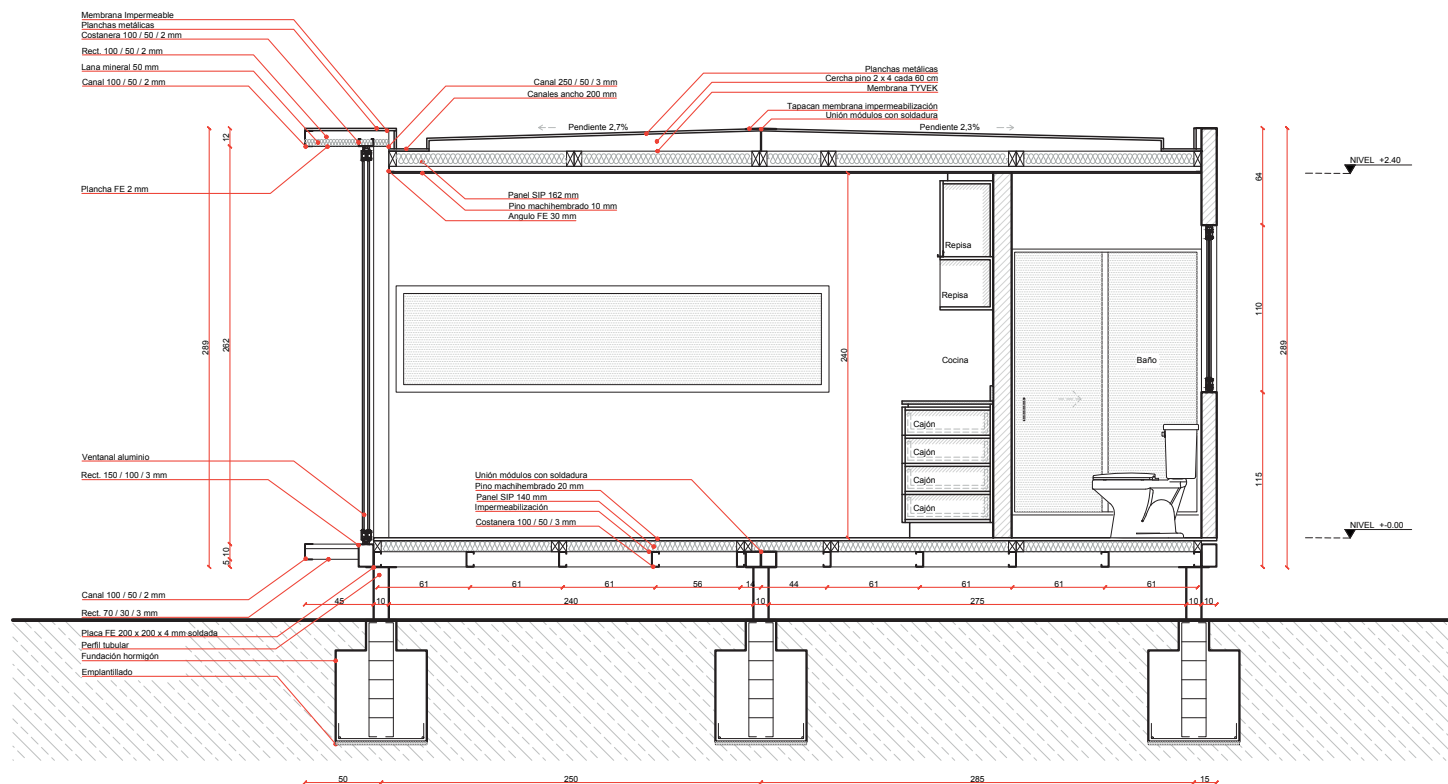


Elevación posterior
Escala 1:100



Fachada con vanos más terraza exterior.

DISEÑO CONCLUIDO



Finalmente se desarrolla el sistema constructivo de la vivienda, el mismo sería para la composición de las propuestas finales, estas se adaptarán a las condiciones del estudio.

Escantillón
Escala 1:50

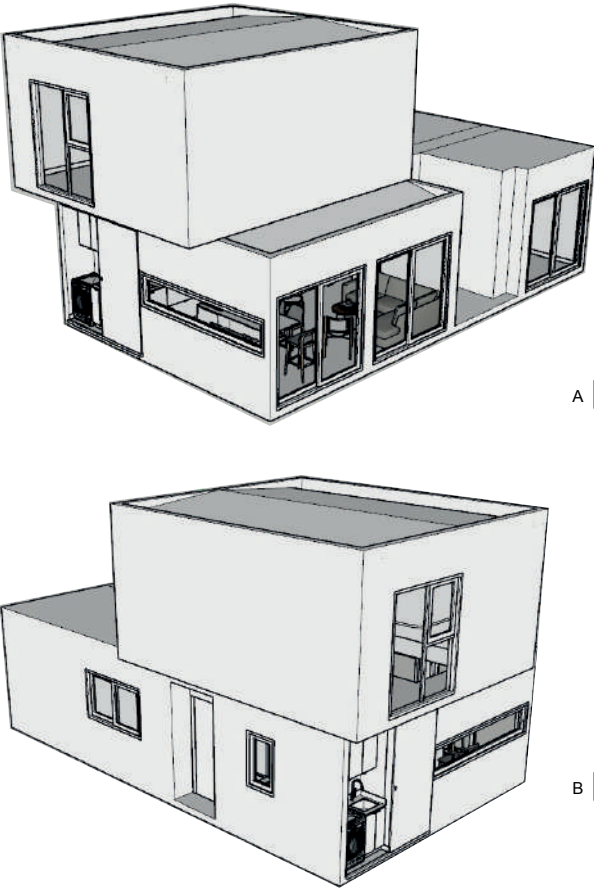
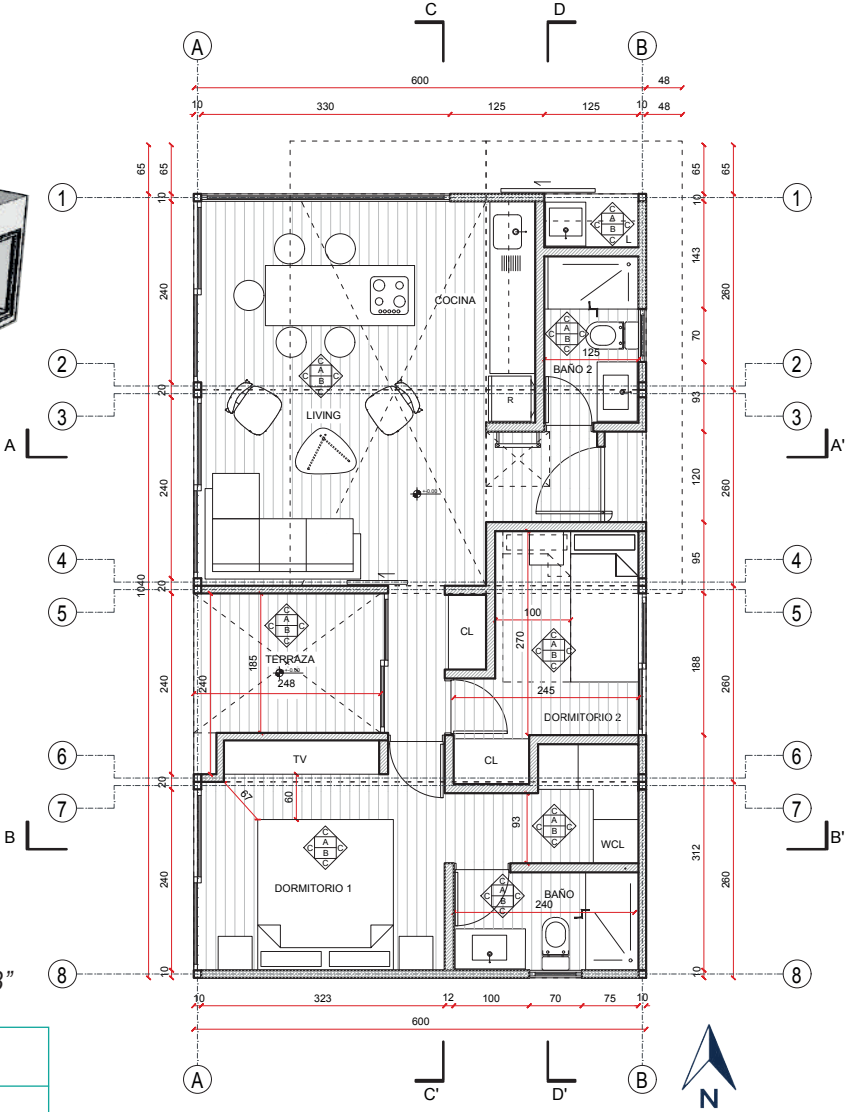


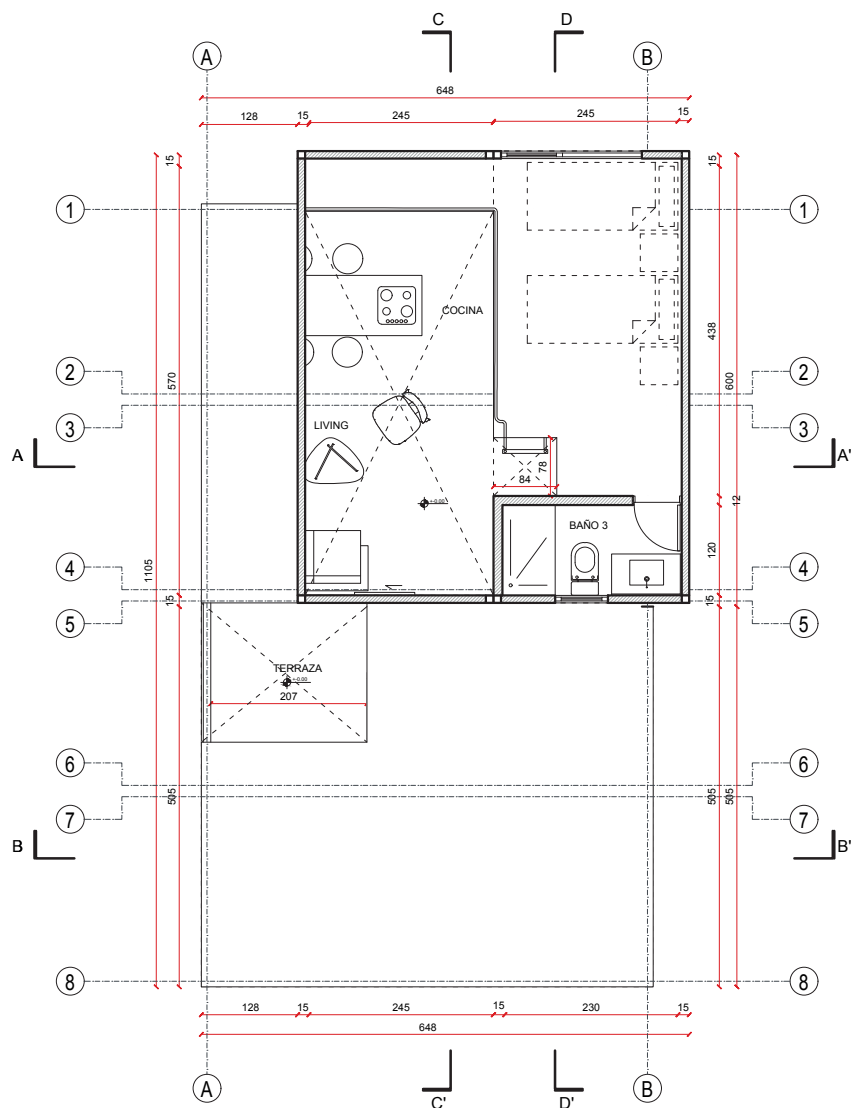
Tabla 20 | Superficies Generales VMA tipo “B”

SUPERFICIES GENERALES	
INTERIORES	74,35 m²
EXTERIORES	4,69 m²
MÓDULO	15,6 m² C/U
TOTAL	93,6 m²

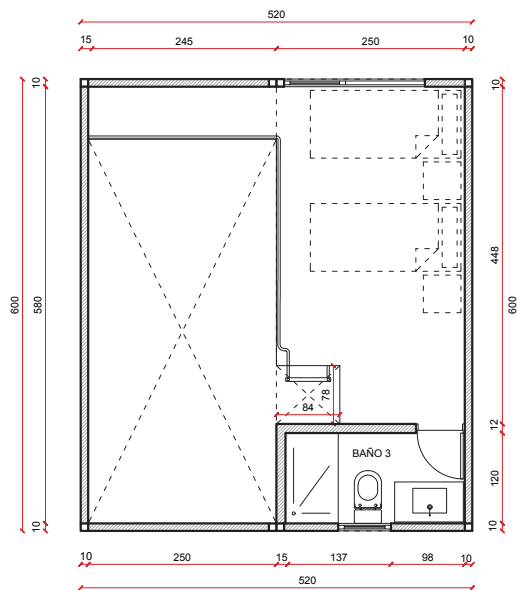


Planta arquitectura primer nivel
Escala 1:100

DISEÑO CONCLUIDO

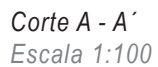


Planta arquitectura segundo nivel
Escala 1:100

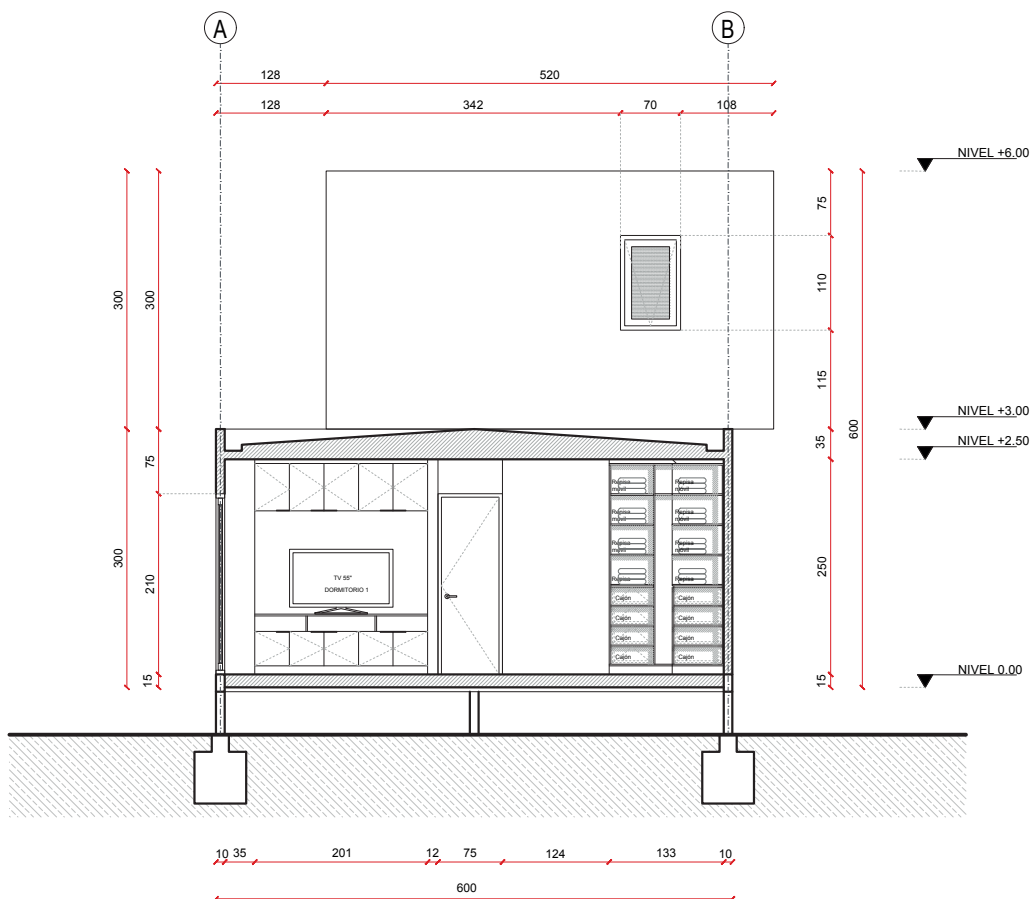


Planta arquitectura detalle segundo nivel
Escala 1:100



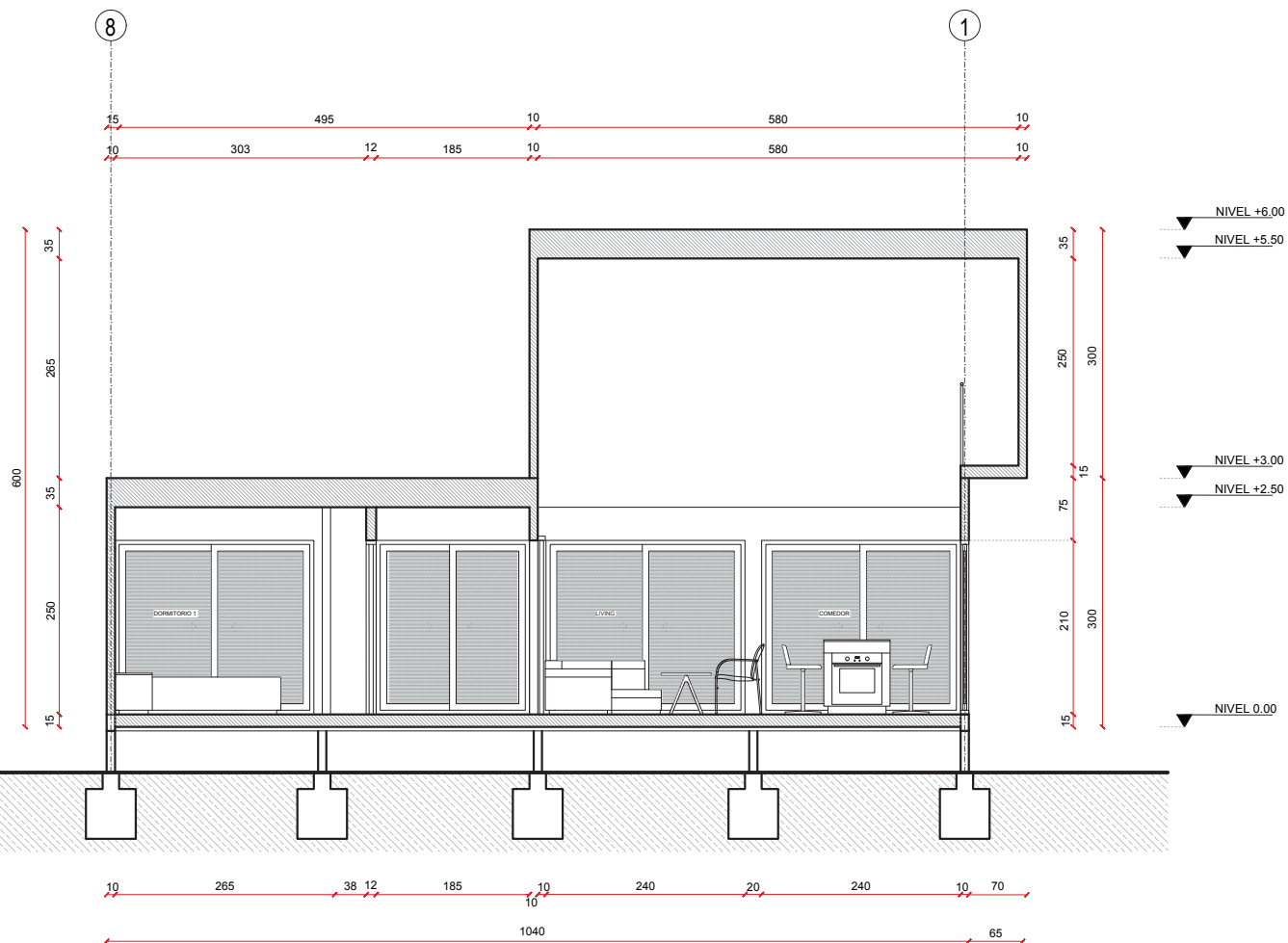


Condición de doble altura mediante altillo, se observa en el corte la escalera gatera que da acceso al segundo nivel.



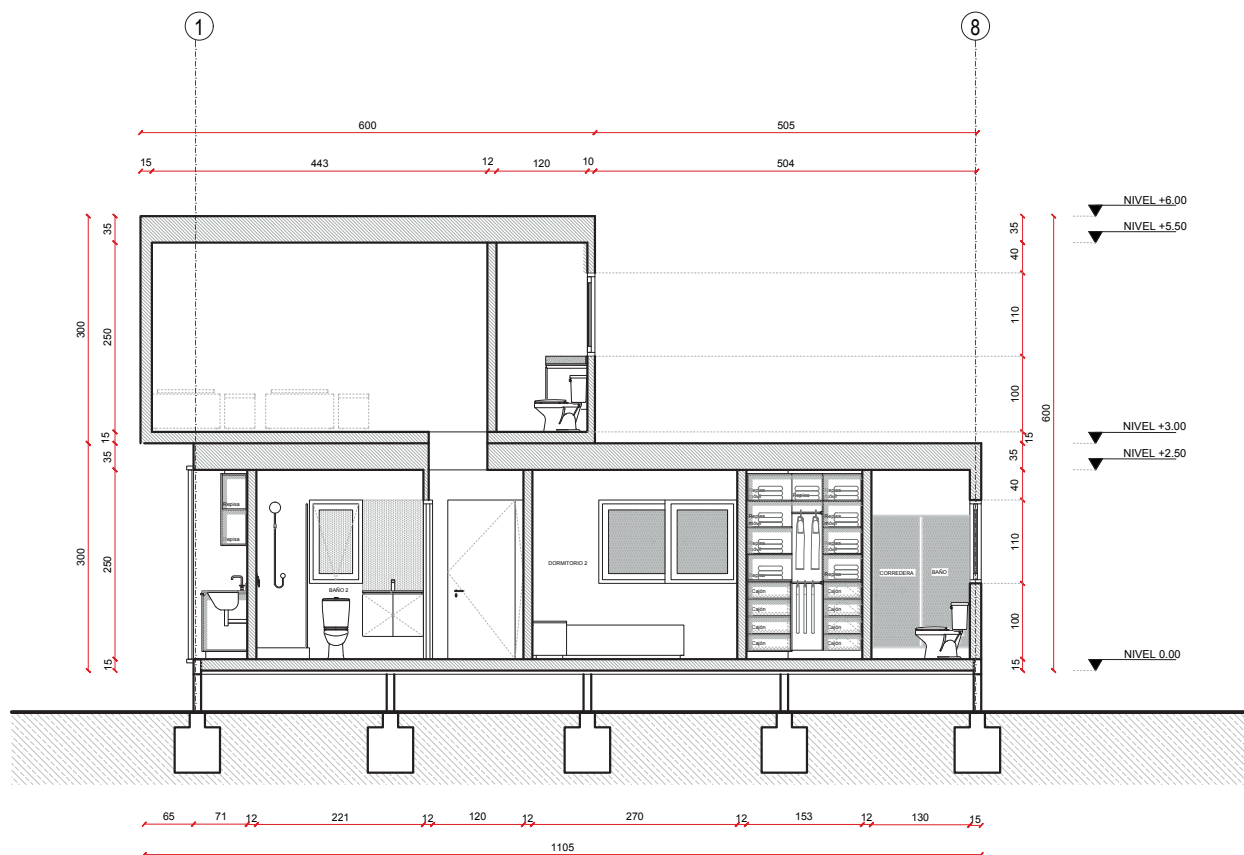
Corte B - B'
Escala 1:100

En este corte se observa el diseño de mueble de tv del dormitorio principal y el walk-in closet de la misma.



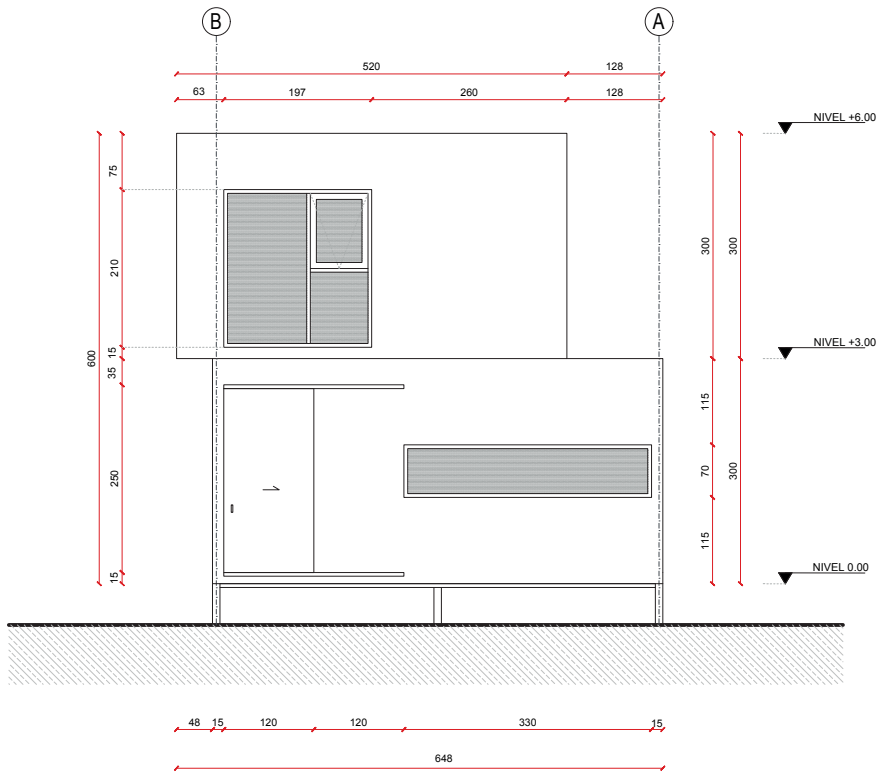
Corte C - C'
Escala 1:100

Corte longitudinal en el que se aprecia los ventanales de la fachada posterior pasando por el living comedor, acceso a terraza y dormitorio principal.



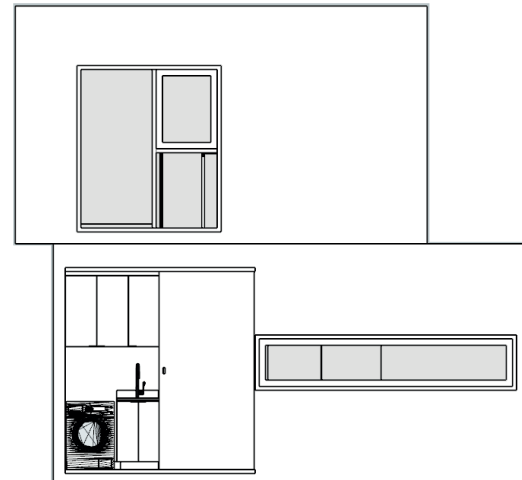
Corte D - D'
Escala 1:100

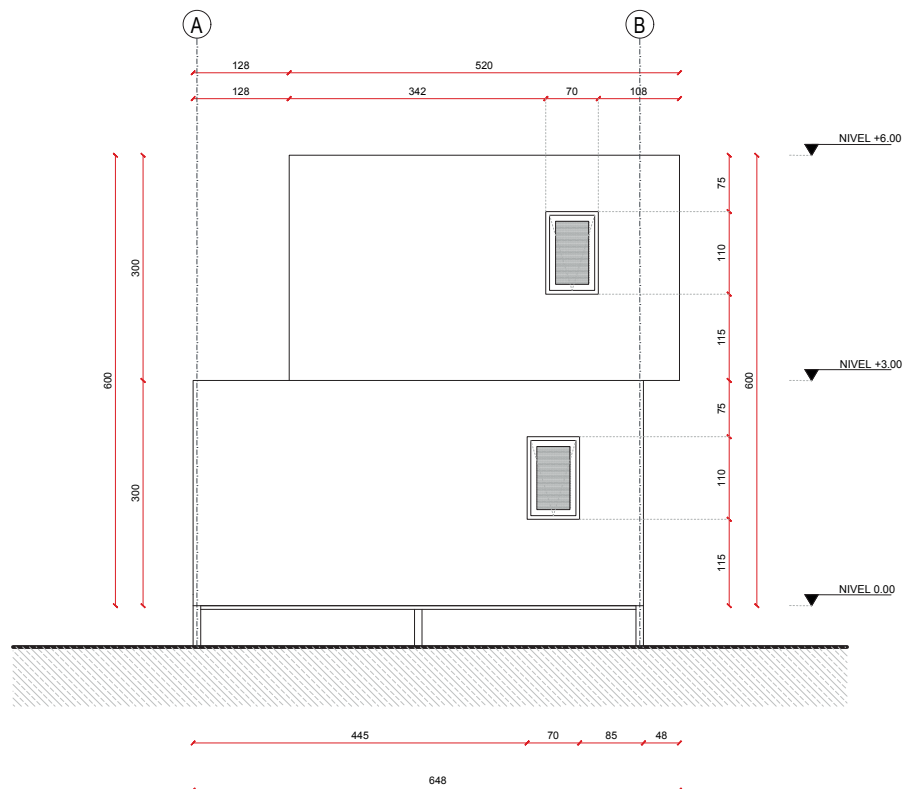
Corte longitudinal D - D' se observa la logia exterior considerada en este diseño, altílo con baño, dormitorio 2, baño 2 acceso principal a vivienda y 1 y walk-in closet.



Elevación derecha
Escala 1:100

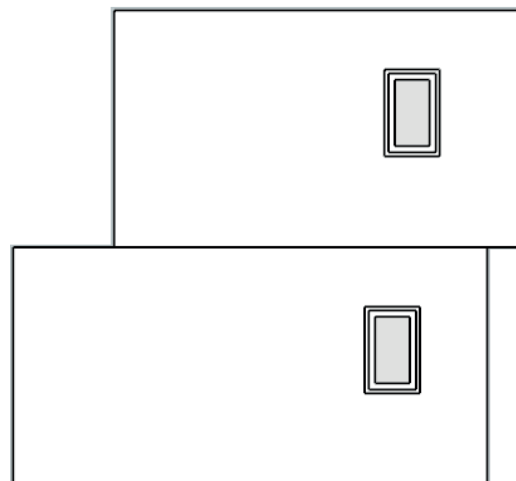
En esta etapa comenzamos a levantar un modelo 3d para una mejor visualización de la estructura y espacios del proyecto. En esta imagen de fachada se observa la logia exterior.

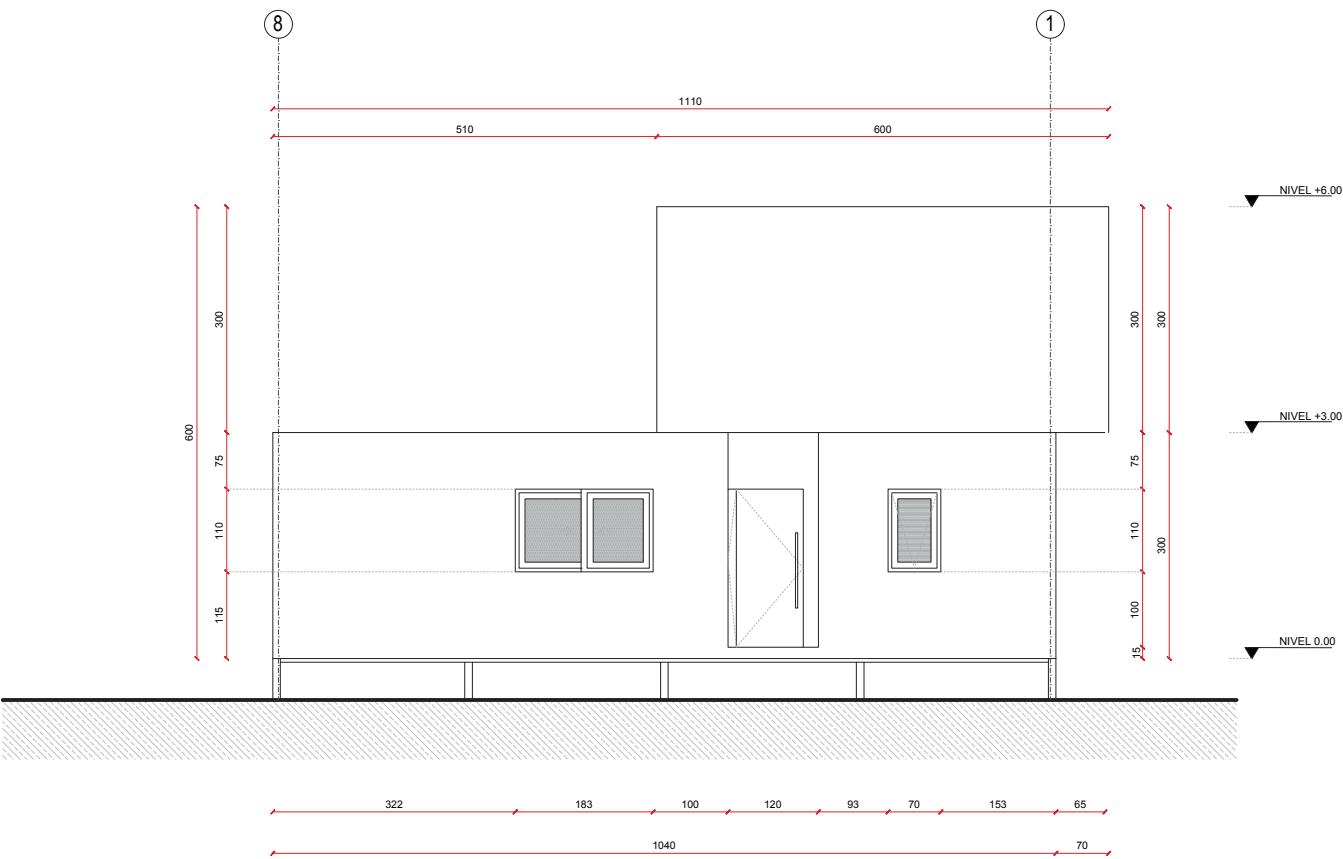




Elevación izquierda
Escala 1:100

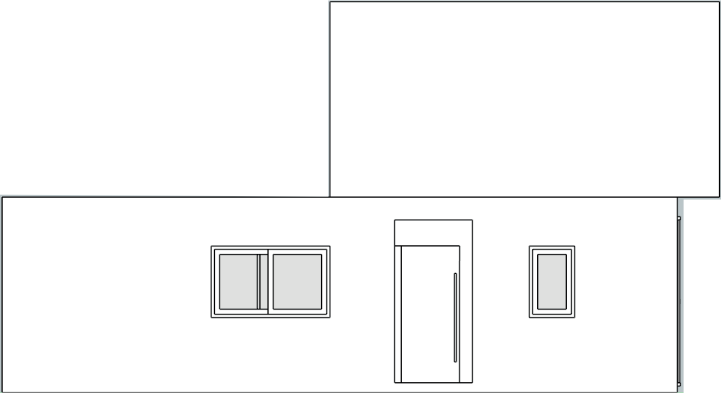
En esta fachada los vanos presentados conectan con los baños del dormitorio 1 en el nivel inferior y el baño del altillo en el segundo nivel.



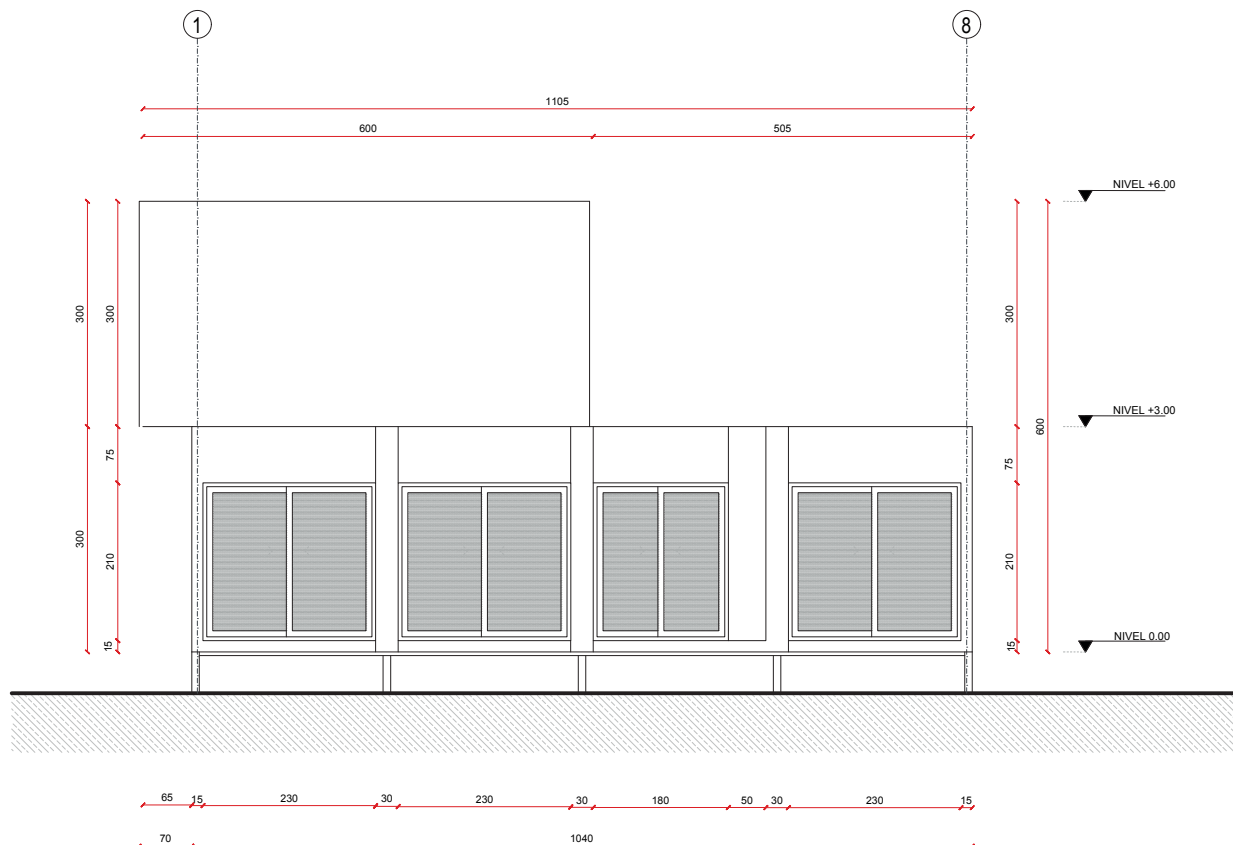


Elevación frontal
Escala 1:100

En la fachada principal, se distingue claramente la puerta de acceso, la cual está pivoteada para su apertura.



DISEÑO CONCLUIDO



Elevación posterior
Escala 1:100

Fachada posterior que muestra la dualidad del nivel superior opaco y el primer nivel con grandes vanos.





Visualización de modelo 3d y sus cortes.

DISEÑO CONCLUIDO



Visualización de modelo 3d y sus cortes.

TRANSPORTE

Durante el estudio realizado, se enfocó en optimizar y no tener la necesidad de recurrir a permisos para el transporte de los módulos por sobredimensionamiento de los mismos. Para cumplir con estos requisitos, se establecieron ciertas condiciones que las empresas de transporte y la oficina GVAA debe cumplir.

Esto incluye la necesidad de contar con camiones pluma especializados, la evaluación de los caminos por los cuales se debe transitar hasta llegar al destino, el tiempo estimado de ruta, la infraestructura eléctrica de la zona, el tipo específico de camión requerido, así como también el peso total del conjunto.

En promedio, se estableció que las medidas máximas permitidas para los módulos son de **6 metros de longitud, 2,6 metros de ancho y 3 metros de altura**. Además, se determinó que el tipo de camión adecuado para el transporte sería un camión pluma de cama baja. Esto aseguraría el cumplimiento de la normativa de transporte vigente, así como la obtención de la autorización de circulación recurrente de vehículos de alta productividad.



CONCLUSIÓN TEMA 2

En la siguiente materia de la memoria, se abordó la importancia de la economía circular en el diseño y construcción de las Viviendas Modulares Adaptativas (VMA). Se explica que la economía circular se basa en principios de reducción, reutilización y reciclaje, buscando minimizar los residuos y el impacto ambiental a lo largo del ciclo de vida de los productos.

En base a este contexto, se determina que el 48,52% de la superficie tanto vertical como horizontal que componen las VMA cuentan con declaración ambiental de productos (DAP), cumpliendo así con los estándares de sostenibilidad. Este resultado es destacable, ya que, el estudio se compara con el desafío NetZero 2030, versión 1.2 del año 2023, en donde se solicita como base del concurso un mínimo del 10% de materiales con DAP para recibir el criterio de “cumple parcialmente” (1 punto). Para cumplir plenamente, se requiere un 20% de la superficie con materiales que cuenten con esta certificación (3 puntos). Por lo tanto, el 48,52% alcanzado en las VMA supera ampliamente los requisitos establecidos.

Además, se analizó la adaptabilidad de las VMA, presentando dos tipologías “A” y “B” para este estudio, se puso a prueba la tipología “A”, la cual demostró ser capaz de adaptarse a las condiciones específicas de la región de Valparaíso, Quilpué y la región del Libertador General Bernardo O’Higgins, específicamente en Pichilemu. Cumpliendo con el criterio de “Adaptabilidad Específica”, es decir “para una adaptación conocida esperada.

Esta se refiere en base a una necesidad conocida, adaptar las condiciones actuales para satisfacer dicha necesidad” (Desafío Net.Zero 2030, 2024).

Finalmente, se abordó el transporte de los módulos de las VMA, estableciendo que las dimensiones máximas permitidas serían de 6 metros de longitud, 2,6 metros de ancho y 3 metros de altura. Estas medidas fueron determinadas considerando factores, como las condiciones de las rutas, el tipo de camión requerido (camión pluma de cama baja), el peso de la estructura, el cumplimiento de la normativa vigente, entre otros. De esta manera, se logra optimizar el proceso de traslado de los módulos, evitando la necesidad de permisos especiales por sobredimensionamiento.

En conclusión, este segundo tema aborda y demuestra el compromiso de las VMA con los principios de la economía circular, alcanzando un porcentaje óptimo de declaración ambiental de producto (DAP). Asimismo, se da soluciones a las condiciones específicas de cada emplazamiento, y se optimiza el proceso de transporte de los módulos, cumpliendo con los requisitos normativos y logísticos.

DESAFÍO
NET.ZERO
NOM



QR Bases concurso Net.Zero

TEMA 3: Arquitectura Sostenible, equilibrando ética, técnica y rentabilidad

LA SOSTENIBILIDAD EN LA ARQUITECTURA: EQUILIBRANDO ÉTICA, TÉCNICA Y RENTABILIDAD.

La sostenibilidad en la arquitectura es un tema en constante relevancia y urgencia en el contexto actual, donde la preocupación por el medio ambiente y la calidad de vida de las personas está en constante aumento. La arquitectura juega un papel fundamental, no solo se moldea el entorno construido, sino que también tiene un impacto significativo en el mundo y en la calidad de vida de las personas que habitan los espacios. En esta reflexión se abordan diversos aspectos que van más allá de la eficiencia energética y la reducción de impactos ambientales, como la perspectiva ética de la arquitectura en la sostenibilidad y sustentabilidad, la tensión entre la técnica y la sostenibilidad, la función ética de la arquitectura en la sostenibilidad, y la crítica a la priorización de la rentabilidad sobre la sostenibilidad y sustentabilidad en la práctica arquitectónica. Estos puntos nos permiten reflexionar sobre cómo llevamos el papel transformador que puede desempeñar la arquitectura y la construcción de un futuro más sostenible y equitativo para todos. Para lograr esto, se ha estudiado a tres autores principales cuyo trabajo profesional e investigativo está acorde con la visión y misión de la oficina de arquitectura y construcción GVAA, de tal modo de sumarlo a la biblioteca de autores de la oficina, que han sido fundamentales para entender cómo la arquitectura puede abordar los desafíos de la sostenibilidad, manteniendo una visión más holística y balanceada, intentando aportar y enriquecer a través de una reflexión crítica con sensibilidad social al quehacer de la oficina GVAA.

DEFINICIÓN DE SOSTENIBILIDAD EN ARQUITECTURA: ¿QUÉ ES Y PARA DONDE VA LA ARQUITECTURA SOSTENIBLE?

La sostenibilidad en arquitectura se refiere al diseño y creación de proyectos edificables de manera que se minimicen el impacto ambiental que los mismos producen a lo largo de todo su ciclo de vida (Singh, 2018; Grupo Argenia, 2021), optimizando el uso de recursos y mejorando la calidad de vida de los usuarios y la comunidad en su totalidad. Se debe contemplar desde los materiales seleccionados hasta la eficiencia energética y la integración con el medio natural. En el contexto arquitectónico, la sostenibilidad no solo busca reducir el consumo de energía y las emisiones de carbono, sino también crear espacios saludables y funcionales que perduren en el tiempo.

Los principios clave de la arquitectura sostenible incluyen (Gruppe, 2016; BBVA, 2021)

- Considerar las condiciones climáticas, hidrográficas y ecosistemas del entorno para obtener el máximo rendimiento con el menor impacto ambiental.
- Utilizar materiales de construcción eficientes y respetuosos con el medio.
- Reducir el consumo de energía de calefacción, refrigeración, iluminación y equipamientos, cubriendo la demanda restante con fuentes renovables.
- Minimizar el balance energético global de la construcción, desde el diseño hasta el final de su vida útil (“de la cuna a la tumba”).
- Crear edificios integrados con su entorno natural, en armonía con el paisaje.
Preservar la flora y fauna autóctonas.

El autor **Ken Yeang** quien contempla estrategias de ecodiseños sostenibles en el sudeste asiático, define la sostenibilidad arquitectónica como la integración armónica de los sistemas naturales y contruidos, de manera que se minimicen los impactos ambientales y se maximicen los beneficios sociales y económicos (Yeang, 2008). Según Ken Yang, la sostenibilidad debe ser un principio en todas las fases de diseño transversalmente desde la propuesta inicial hasta la construcción, operación y mantención del edificio.

Por su parte los autores **William McDonough y Michael Braungart**, en el libro *“Cradle to Cradle: Remaking the Way Make Things”*, introducen el concepto de diseño regenerativo, donde los edificios se conciben como productos de un ciclo de vida continuo y cerrado. Este enfoque implica que los materiales de construcción puedan ser reutilizados o reciclados indefinidamente, imitando los ciclos naturales de regeneración (McDonough & Braungart, 2002). Este paradigma no solo busca la sostenibilidad sino también se destaca la renovación y mejora continua de los recursos.

Sim Van der Ryn y Stuart Cowan, en el libro *“Ecological Desing”*, amplian la perspectiva al considerar la sostenibilidad en la arquitectura como un proceso holístico que incluye factores sociales y culturales además de los ambientales (Van der Ryn & Cowan, 2007). Para ellos, un diseño verdaderamente sostenible debe mejorar la salud y bienestar de las personas, fomentar la equidad social y fortalecer las comunidades. Esto implica una planificación y enfoque centrado en el humano.

La eficiencia energética, un componente mencionado anteriormente es crucial para la sostenibilidad arquitectónica, este concepto se refiere a poder diseñar y construir edificaciones que requieran menos energía para su funcionamiento, manteniendo condiciones óptimas de confort térmico, iluminación y ventilación. Se deben contemplar estrategias como el uso de sistemas de energías renovables (por ejemplo, paneles solares o turbinas eólicas), y el diseño bioclimático que optimiza el uso de la luz natural y la ventilación cruzada, son fundamentales para lograr espacios energéticamente eficientes.

FUNCIÓN ÉTICA DE LA ARQUITECTURA EN LA SOSTENIBILIDAD

La arquitectura no solo se debe enfocar en aspectos técnicos y estéticos, sino también incorporar un aspecto ético. Debemos responsabilizarnos como arquitectos y arquitectas más allá del diseño y la construcción de los proyectos; comprometernos con el medio ambiente, la sociedad y las generaciones futuras.

La visión de **Ken Yeang** se centra en diseñar edificaciones que no solo sean eficientes energéticamente, sino que también respeten y mejoren el ecosistema. Los arquitectos y arquitectas debemos considerar el ciclo de vida completo de los edificios y hacerse responsables de ello con el impacto en el entorno natural y humano, promoviendo una coexistencia armoniosa entre construcción y naturaleza.

En el libro *“Cradle to Cradle: Remaking the Way Make Things”*, **William McDonough y Michael Braungart** se nos da a conocer una perspectiva ética innovadora mediante el concepto de diseño regenerativo. Ellos argumentan que los edificios deben concebirse como productos de ciclos cerrados (McDonough & Braungart, 2002). Desde una perspectiva ética, este enfoque desafía el modelo tradicional que se lleva a día de hoy como sociedad **“usar y desechar”**, promoviendo en su lugar la creación de estructuras que no solo minimicen el impacto ambiental sino también contribuyan activamente a la regeneración de recursos de forma constante.

En conclusión, los arquitectos y arquitectas, tenemos la responsabilidad de diseñar edificaciones que no solo sean sostenibles, sino que apoyen y fomenten igualmente la renovación y mejora continua del entorno y recursos.

Sim Van der Ryn y Stuart Cowan, en el texto *“Ecological Desing”*, nos hacen ver el área de la ética de la arquitectura sostenible al incorporar factores sociales y culturales. Según los autores, un diseño verdaderamente sostenible debe lograr mejorar el bienestar y la salud de las personas, fomentar la equidad social y fortalecer las comunidades (Van der Ryn & Cowan, 2007). La ética en la arquitectura sostenible, implica para los autores un compromiso con la sociedad, asegurando que los beneficios de las edificaciones sostenibles sean accesibles para todos y por todos, independientemente de su estatus socioeconómico. Los arquitectos y arquitectas debemos diseñar con una perspectiva inclusiva, creando espacios que promuevan la equidad y la cohesión social. Además, Van der Ryn y Cowan nos hacen dilucidar como arquitectos que debemos responsabilizarnos por ética de educar y lograr explicarnos a los clientes y al público sobre los beneficios de la sostenibilidad. La ética en la arquitectura sostenible también es un compromiso con la sociedad en cuanto a transparencia y honestidad en el proceso de diseño y construcción, asegurando que todas las decisiones sean tomadas con conciencia a largo plazo. **Hoy en día en Chile, ¿se construye con estas perspectivas inclusivas y ética social?**

Hoy, tanto en el año 2023 como en el 2024 hemos sido espectadores del impactante acontecimiento de los socavones producidos en las dunas de Concón y Reñaca. Esta zona, conocida por su belleza natural y su importancia ecológica, se ha visto gravemente afectada por la construcción descontrolada de edificios sobre las dunas. “La falta de ética de los compradores al avalarlas” comenta Jorge Baradit, escritor chileno, (La Cuarta, 2023) estas prácticas han llevado a la degradación del ecosistema y la pérdida de la biodiversidad en la zona. Además, en la falta de información a la gente sobre el impacto de estas acciones ha contribuido a la falta de conciencia y participación ciudadana en la protección de este patrimonio natural.



Fig 32 | Socavón edificio Kandinsky, Reñaca
fuentes: Cristián Kulczewski Larrain, 2024



Fig 33 | Socavón edificio Euro Marina II, Reñaca.
fuentes: Cooperativa, 2024

CONFLICTO ENTRE RENTABILIDAD Y SOSTENIBILIDAD

“Lamentablemente, a diversos arquitectos y constructoras no les importa realmente la sostenibilidad y sustentabilidad de sus proyectos. Para muchos, lo principal es abarcar mayores proyectos con mayor rentabilidad a corto plazo, sin considerar el impacto a largo plazo”
Beatriz Mella, arquitecta y activista medioambiental, 2023.

“Hoy todo el campo dunar y sus construcciones están vulnerables y tienen un alto puntaje de peligro y riesgo geológico, tanto por factores naturales y otros generados por el hombre”, asegura el director de la Escuela de Geología de la Universidad Mayor, **Christian Salazar, 2022.**

Hoy en día en la práctica contemporánea de la arquitectura, a menudo se observa una tensión entre la búsqueda de sostenibilidad y la maximización de la rentabilidad para las empresas y/o personas naturales en cuanto al volumen de proyectos. Esta disyuntiva refleja una problemática profunda en la que varias oficinas de arquitectura y constructoras priorizan el crecimiento económico y la rentabilidad por sobre las consideraciones ambientales y sociales. Mediante los diversos autores como Martín Borja Gómez, Ken Yeang, William McDonough y Michael Braungart, David Orr, y Sim Van der Ryn y Stuart Cowan se analiza su visión al respecto.

Varias oficinas de arquitectura y constructoras no solo consideran la sostenibilidad como un aspecto importante en sus proyectos. Según **Martín Borja Gómez**, arquitecto español, “en Chile hay

conciencia de la relevancia que tiene la construcción sostenible y existe la industria para llevarla a cabo”. Sin embargo, también comenta “siempre he estado muy interesado en hacer una arquitectura que no contemple solamente lo que es el espacio (...) la arquitectura tiene muchísimas más variedades y abarca el conocimiento de muchos más profesionales que estrictamente el arquitecto” (Borja Gómez, 2021).

Ken Yeang nos argumenta que la integración de principios sostenibles en la arquitectura no es un lujo, si no una necesidad ética y práctica. Sin embargo, reconoce que muchos arquitectos se ven atrapados en un paradigma económico que prioriza la velocidad y la cantidad de proyectos por sobre la calidad y la sostenibilidad (Yeang, 2008). Este enfoque puede ser perjudicial a largo plazo, ya que los edificios no sostenibles tienden a tener mayores costos operativos y de mantenimiento, así como un impacto negativo en la salud de los ocupantes y el entorno, haciéndonos así “ciegos” desde el punto de vista ambiental.

Los autores **William McDonough y Michael Braungart** nos colocan sobre la mesa la crítica incisiva a la mentalidad de “**usar y desechar**” que prevalece en muchas industrias, incluida la arquitectura. Ellos sostienen que la prioridad otorgada mediante la rentabilidad inmediata y al volumen de producción a menudo resulta en diseños que son insostenibles y perjudiciales para el medio ambiente (McDonough & Braungart, 2002). McDonough y Braungart proponen un modelo alternativo antes mencionado del principio de ciclos de vida cerrados, eliminando así el concepto de desperdicio. Sin embargo, implementar este enfoque hoy en día requiere de una inversión inicial mayor y un cambio de mentalidad en la sociedad que muchos desarrolladores y empresas de construcción nacionales e internacionales no están dispuestos a adoptar debido a las presiones económicas.

Sim Van der Ryn y Stuart Cowan, en el texto “*Ecological Design*”, nos comentan que la verdadera sostenibilidad en la arquitectura requiere una reevaluación de los valores y las prioridades. Van der Ryn y Cowan argumentan que la insistencia en la rentabilidad y la expansión rápida a menudo lleva prácticas de diseño que ignoran las necesidades a largo plazo de las comunidades y el medio ambiente (Van der Ryn & Cowan, 2007). El diseño debiese abogar por un enfoque inclusivo y equitativo, priorizando el bienestar de las personas y el planeta sobre las ganancias a corto plazo. Para ellos, la sostenibilidad no debe verse como un obstáculo económico, sino como una oportunidad para innovar y crear un nuevo valor con el pasar del tiempo.

El autor de “*The Nature of Design: Ecology, Culture, and Human Intention*” **David Orr** argumenta que la sostenibilidad requiere una transformación cultural profunda en la manera de pensar y actuar en las sociedades. Una crítica a la tendencia a sacrificar principios sostenibles en pro de la rentabilidad, destacando que a largo plazo, esta mentalidad es autodestructiva tanto para el medio ambiente como para la economía (Orr, 2002).

En este sentido, la arquitectura sostenible no es solo una cuestión de diseño, sino también de planificación y gestión. Según **Charles Montgomery**, en el texto “*Happy City: Transforming Our Lives Through Urban Design*” comenta, “el diseño de una ciudad impacta nuestras vidas. Casos exitosos con ideas innovadoras en transporte, materiales, disposición, tecnología y edificación son expuestos” (Montgomery, 2013). La construcción sostenible requiere un enfoque integral que considere los impactos ambientales, sociales y económicos de los proyectos.

EL ENFOQUE EN LA TÉCNICA VERSUS LA SOSTENIBILIDAD

“Muchas veces en la arquitectura, pareciera que cuando nos concentramos demasiado en la técnica, nos olvidamos de la sustentabilidad y el impacto a largo plazo de nuestras construcciones”

Alejandra Cartagena, arquitecta y urbanista chilena, 2023.

En la arquitectura contemporánea, existe una tendencia a priorizar la técnica y la estética sobre la sostenibilidad y la función social. Esta inclinación puede llevar a soluciones arquitectónicas que, aunque sean innovadoras y técnicamente avanzadas, no siempre consideran su impacto ambiental y social a largo plazo.

Victor Papanek, en su libro *“Design for the Real World: Human Ecology and Social Change”*, critica la orientación de la industria del diseño, incluida la arquitectura, hacia la técnica y la estética en relación al daño a la sostenibilidad y la función social. Papanek argumenta que muchos arquitectos y diseñadores se enfocan en aspectos superficiales y técnicos, lo que resulta en construcciones que no satisfacen las necesidades humanas básicas ni respetan el medio ambiente (Papanek, 1984). Esta obsesión por la técnica a menudo lleva un abismo entre el diseño y los problemas ecológicos que como sociedad llevan a bordo.

También explica que la verdadera sostenibilidad en la arquitectura no puede lograrse si se ignoran las dimensiones humanas y ecológicas. La práctica de diseñar en cuanto a la novedad técnica o la estética sin considerar sus consecuencias llega a ser éticamente problemático e insostenible a largo

plazo, ya que los edificios diseñados de esta manera a menudo requieren más recursos para su mantenimiento y operación, y generan un mayor impacto ambiental negativo.

James Steele, en *“Sustainable Architecture: Principles, Paradigms, and Case Studies”*, proporciona estudios de casos y análisis críticos que muestran como la atención excesiva a la técnica puede desviar el enfoque de los objetivos de sostenibilidad. Steele argumenta que, si bien la innovación técnica es importante, no debe ser más importante que los fundamentos de la sostenibilidad (Steele, 2005). A través de ejemplos concretos, demuestra que los proyectos que priorizan la técnica a menudo pueden fracasar en proporcionar beneficios ambientales y sociales duraderos.

Steele también critica la tendencia a considerar la sostenibilidad como una simple adición técnica a los proyectos como una moda, en lugar de un principio central y transversal de diseño. Se reduce la sostenibilidad a una serie de soluciones anexas aplicadas después del hecho, en lugar de ser parte integral del proceso de diseño. Los proyectos sostenibles “de la cuna a la tumba”, son aquellos que incorporan consideraciones ambientales y sociales desde las primeras etapas de planificación y diseño, asegurando que cada decisión técnica contribuya a los objetivos de sostenibilidad y sustentabilidad en lugar de evadirlos (desde el diseño, transporte de materiales, construcción, uso, mantención, demolición, etc.) asumiéndose responsable así de todos los procesos de manera transversal, que no sacrifique la sostenibilidad, la función social y ética en aras de la técnica y la estética.

CONCLUSIÓN TEMA 3

La sostenibilidad en la arquitectura ha destacado la necesidad de un enfoque holístico que integre consideraciones ambientales, sociales y éticas en todas las etapas de manera transversal del proceso de diseño y construcción.

Se ha señalado que la sostenibilidad en la arquitectura va más allá de la eficiencia energética y la reducción de impactos ambientales; implica también consideraciones éticas y sociales, como la equidad, la justicia, el bienestar humano del medio ambiente y sus ecosistemas. La desconexión entre técnica, estética y la sostenibilidad ha sido objeto de crítica, ya que a menudo lleva soluciones arquitectónicas que no son verdaderamente sostenibles ni beneficiosas para las comunidades y el medio ambiente a largo plazo, es por ello que como arquitectos y arquitectas adoptemos los entornos construidos que sean resilientes y equitativos, ya que es un desafío fundamental que requiere colaboración, innovación y un cambio de mentalidad en toda la industria.

Personalmente, considero que integrar la sostenibilidad en la práctica arquitectónica es esencial y urgente. La arquitectura no solo moldea el entorno construido, también tiene un impacto en la calidad de vida de las personas y preservar el medio ambiente y sus ecosistemas. Es imperativo que los arquitectos adopten un enfoque ético y responsable que priorice la sostenibilidad / sustentabilidad y el bienestar humano además de los desafíos y las tensiones entre la sostenibilidad y la rentabilidad en la arquitectura y construcción, destacando la necesidad de un cambio de paradigma en la profesión.

La sostenibilidad y sustentabilidad no es solo cumplir con las regulaciones ambientales que nos indican, sino de asumir una responsabilidad más amplia hacia las generaciones futuras y hacia la diversidad de las comunidades que habitan los espacios que nosotros mismos diseñamos.

Para lograr la verdadera sostenibilidad, es necesario encontrar un equilibrio entre estos tres aspectos: **Ética, Técnica y Economía.**

CONCLUSIONES GENERALES

El estudio de las Viviendas Modulares Adaptativas (VMA) me permitió analizar el comportamiento de una propuesta con características sostenibles y certificadas que podría ofrecerse en el mercado de la construcción. Estos son ámbitos totalmente alcanzables para empresas con visión de futuro en la innovación, beneficiando no solo a las nuevas generaciones sino también al mercado, destacándose como un valor agregado que las hace resaltar del resto.

Mirar hacia el futuro con prácticas sostenibles no solo mejora la eficiencia energética de las VMA, sino que también contribuye a la calidad de vida de las personas, del medio ambiente y sus ecosistemas para las generaciones venideras. La minimización del consumo energético en las VMA requiere un enfoque integral que considere la envolvente térmica, las ventanas eficientes, la certificación energética, la adaptación a las condiciones climáticas locales y el uso de sistemas de climatización y agua caliente sanitaria (ACS) eficientes y alimentados por energías renovables.

Al aplicar estos principios, se puede avanzar hacia una construcción más sostenible y resiliente, reduciendo el impacto ambiental y mejorando la calidad de vida de los habitantes. Este estudio ha permitido explorar el procedimiento y los cálculos necesarios para obtener la Certificación Energética de Vivienda (CEV) para las VMA, lo que demuestra su potencial para continuar con los cálculos.

Más allá de los aspectos técnicos, este trabajo también ha generado un aprendizaje valioso para la oficina GVAA y ha aportado una reflexión sobre la importancia de la sostenibilidad en la arquitectura, considerando no solo la rentabilidad, sino también la ética y la técnica.

A nivel personal, mi práctica en la oficina GVAA me ha brindado una valiosa oportunidad de crecimiento y aprendizaje. Al participar en una amplia gama de proyectos, desde la colaboración en tiendas comerciales hasta el desarrollo de soluciones habitacionales, he adquirido conocimientos y habilidades multidisciplinarias que enriquecen mi formación como arquitecta. La experiencia de trabajar en equipo, comprender la dinámica de una oficina de arquitectura y asumir responsabilidades concretas ha sido fundamental para desarrollar competencias blandas esenciales en el ejercicio profesional.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

Aire Acondicionado Split Muro Inverter. (s. f.).

<https://toolmania.cl/aire-acondicionado/aire-acondicionado-split-muro-inverter-18000-btuhr-cwif-ksmi-18-bc2-khone-14180223-50086.html>

AQUAHEISS. (s. f.).

<https://www.aquaheiss.cl/productos.html>

Atlas, W. (s. f.). *Anual y mensual del tiempo - Pichilemu, Chile*. Weather Atlas.

<https://www.weather-atlas.com/es/chile/pichilemu-clima>

Atlas, W. (s. f.-b). *Anual y mensual del tiempo - Quilpué, Chile*. Weather Atlas.

<https://www.weather-atlas.com/es/chile/quilpue-clima>

Baradit, J. (2023). "La falta de ética de los compradores al avalarlas." Escritor chileno.

<https://www.lacuarta.com/espectaculos/noticia/teleton-suspen-de-firma-libros-jorge-baradit-funa-twittera/359951/#>

Barreda, G. (2019, 3 abril). Qué es la arquitectura sostenible: definición, concepto y ejemplos famosos.

<https://es.linkedin.com/pulse/qu%C3%A9-es-la-arquitectura-sostenible-definici%C3%B3n-concepto-barreda->

Borja Gómez, M. B. G. (2021). «En Chile hay conciencia de la relevancia que tiene la construcción sostenible». País Circular.

<https://www.paiscircular.cl/empresa-e-innovacion/arquitecto-borja-gomez-martin-en-chile-hay-conciencia-de-la-relevancia-que-tiene-la-construccion-sostenible-y-existe-la-industria-para-llevarla-a-cabo/>

BBVA. (2021). ¿Qué es la arquitectura sostenible? Cuidado del entorno y de las personas.

<https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-la-arquitectura-sostenible-cuidado-del-entorno-y-de-las-personas/>

Caballero, C. M. (2023, 7 agosto). «En Chile hay conciencia de la relevancia que tiene la construcción sostenible». País Circular.

<https://www.paiscircular.cl/empresa-e-innovacion/arquitecto-borja-gomez-martin-en-chile-hay-conciencia-de-la-relevancia-que-tiene-la-construccion-sostenible-y-existe-la-industria-para-llevarla-a-cabo/>

BIBLIOGRAFÍA

Chile GBC. (s. f.).

<https://chilegbc.cl/>

Calificación energética de viviendas I. (s. f.).

<https://www.calificacionenergetica.cl/>

Construcción industrializada. Qué es y qué ventajas ofrece | FindNido. 2023 (s. f.).

<https://www.findnido.com/blog/construccion-industrializada>

Capítulo IX eficiencia energética en vivienda social: un desafío posible. (2009). Camino al bicentenario Propuestas para Chile.

<https://politicaspUBLICAS.uc.cl/wp-content/uploads/2015/02/eficiencia-energetica-en-vivienda-social-un-desafio-posible.pdf>

Casas modulares | Domo Habitare | Diseños personalizados. (2023, 2 octubre). DOMO HABITARE.

https://www.domohabitare.cl/?gad_source=1&gclid=Cj0KCQiA67Cr-BhC1ARIsACKAa8QW7Kzwh37Oqu0S7pRtvowC5OfW3StFYmTg2SBVWH6pULpwey60w2kaAsdsEALw_wcB#modelos

Construcción – economía circular. (s. f.).

<https://economiacircular.mma.gob.cl/construccion/>

Diario Oficial DECRETO SUPREMO N° 47. (2024, 27 mayo). DIARIO OFICIAL DE LA REPUBLICA DE CHILE Ministerio del Interior y Seguridad Pública.

<https://www.diariooficial.interior.gob.cl/publicaciones/2024/05/27/43860/01/2494861.pdf>

Desafío Net.Zero 2030. (2023).

https://desafionetzero2030.cl/wp-content/uploads/2023/03/Bases-Tecnicas_-DESAFIO-NET-ZERO-2030-V1.2.docx-Adenda-2.pdf

DVP Catálogo de perfiles para puertas y ventanas. (2020).

https://dventanas.cl/wp-content/uploads/2022/07/CATALOGO-VENTANAS_PVC_2020.pdf

Ernst, J. P. (2023, 27 agosto). Duna Libre: movimiento explicó cómo se logró construir edificios en las dunas de Concón. El Dínamo.

<https://www.eldinamo.cl/pais/2023/08/27/duna-libre-movimiento-explico-como-se-logro-construir-edificios-en-las-dunas-de-concon/>

Estándares de Construcción Sustentable para Viviendas de Chile Tomo I Salud y Bienestar. (2018, febrero). ministerio de vivienda y urbanismo.

<https://csustentable.minvu.gob.cl/wp-content/uploads/2018/03/ESTÁNDARES-DE-CONSTRUCCIÓN-SUSTENTABLE-PARA-VIVIENDAS-DE-CHILE-TOMO-I-SALUD-Y-BIENESTAR.pdf>

Estándares de Construcción Sustentable para Viviendas de Chile Tomo II Energía. (2018, febrero). Ministerio de vivienda y urbanismo.

<https://csustentable.minvu.gob.cl/wp-content/uploads/2018/09/ESTANDARES-DE-CONSTRUCCION-SUSTENTABLE-PARA-VIVIENDAS-DE-CHILE-TOMO-II-ENERGIA.pdf>

Estándares de Construcción Sustentable para Viviendas de Chile Tomo IV Materiales y Residuos. (2018, febrero). Ministerio de vivienda y urbanismo.

<https://csustentable.minvu.gob.cl/wp-content/uploads/2018/09/ESTANDARES-DE-CONSTRUCCION-SUSTENTABLE-PARA-VIVIENDAS-DE-CHILE-TOMO-IV-MATERIALES-Y-RESIDUOS.pdf>

Espíndola, C., & Valderrama, J. O. (2012). "Huella de carbono: conceptos, métodos de estimación y complejidades metodológicas". Revista online

Fibercement Products DAP. (2022, 31 marzo).

https://www.portalverdechilegbc.cl/assets/productos_dap/DAP-Volcanboard.pdf

Francisco, V. M. (s.f.). *Calidad ambiental interior: bienestar, confort y salud.*

https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272005000200011

García, Á. S. (2024, 7 mayo). Construcción industrializada: ¿Qué es y qué tipos existen? Reto KÖMMERLING.

<https://retokommerling.com/construccion-industrializada-que-es-que-tipos-existen/>

Gómez Martín, B. (2021). *Arquitecto Borja Gómez Martín: “En Chile hay conciencia de la relevancia que tiene la construcción sostenible y existe la industria para llevarla a cabo”.*

<https://www.paiscircular.cl/empresa-e-innovacion/arquitecto-borja-gomez-martin-en-chile-hay-conciencia-de-la-relevancia-que-tiene-la-construccion-sostenible-y-existe-la-industria-para-llevarla-a-cabo/>

BIBLIOGRAFÍA

Grupo Argenia. (2021). Arquitectura sostenible: qué es y cómo lograrla.

<https://grupoargenia.com/que-es-la-arquitectura-sostenible/>

Hildebrandt Gruppe. (2021). ¿Cuáles son los principios de la arquitectura sustentable?

<http://www.hildebrandt.cl/cuales-son-los-principios-de-la-arquitectura-sustentable/>

Información Tecnológica, Volumen 12 (1), pp: 163-176. Recuperado de EcologíaVerde.

Inversor monofasico Omniksol-1.5k-TL2-M. (s. f.). tiendatecnored.cl.

<https://www.tiendatecnored.cl/inversor-monofasico-omniksol-1-5k-tl2-m.html>

Manual de ENERGÍAS RENOVABLES. (s. f.).

<https://campuseducativo.santafe.edu.ar/wp-content/uploads/Manual-Educación-Energética.pdf>

Manual para la Implementación de Declaraciones Ambientales de Productos de Construcción. (2018, febrero). Ministerio de vivienda y urbanismo.

<https://csustentable.minvu.gob.cl/wp-content/uploads/2018/03/-MANUAL-PARA-LA-IMPLEMENTACIÓN-DE-DECLARACIONES-AMBIENTALES-DE-PRODUCTOS-DE-CONSTRUCCIÓN.pdf>

McDonough, W., & Braungart, M. (2002). Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things. North Point Press.

Michaelaschloegl. (s.f.-a). Datos climáticos y meteorológicos históricos simulados para Pichilemu. meteoblue.

https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/pichilemu_chile_3876256

Michaelaschloegl. (s.f.). Datos climáticos y meteorológicos históricos simulados para Quilpué. meteoblue.

https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/quilpu%C3%A9_chile_3874096

MODELOS CASAS | Casas aditiva. (s.f.). Casas Aditiva.

<https://www.casasaditiva.cl/modelos-casas>

Montgomery, C. (2013). Happy City: Transforming Our Lives Through Urban Design.

Orr, D. W. (2002). The Nature of Design: Ecology, Culture, and Human Intention. Oxford University Press.

Papanek, V. (1984). *Design for the Real World: Human Ecology and Social Change*. Academy Chicago Publishers.

¿Qué son las energías renovables? | Ministerio de Energía. (s. f.).
<https://energia.gob.cl/educacion/que-son-las-energias-renovables>

Reporte del Estado del medio Ambiente 2022 – SINIA. (s. f.).
<https://sinia.mma.gob.cl/estado-del-medio-ambiente/reporte-del-estado-del-medio-ambiente-2022/>

Salgado, D. (2024, 27 marzo). Gobierno aclara que proyecto de loteo en campo dunar de Concón no está aprobado sino en evaluación. BioBioChile - la Red de Prensa Más Grande de Chile.
<https://www.biobiochile.cl/noticias/nacional/region-de-valparaíso/2024/03/27/gobierno-aclara-que-proyecto-de-loteo-en-campo-dunar-de-concon-no-esta-aprobado-sino-en-evaluacion.shtml>

Sánchez, D. (2023, 1 diciembre). *Casa FENIX / Equipo UTFSM*. ArchDaily en Español.
<https://www.archdaily.cl/cl/776141/casa-fenix-equipo-utfsm>

Serrano P. Caloryfrio, (2023, 6 septiembre). ¿Qué es la envolvente térmica del edificio? Cómo mejorar su aislamiento. caloryfrio.com.
<https://www.caloryfrio.com/construccion-sostenible/aislamiento-y-humedad/que-es-la-envolvente-termica-del-edificio-mejorar-aislamiento.html>

Shen, Y. (2023, 11 abril). *Modular Eco-Housing pushing boundaries with cardboard*. ArchDaily.
<https://www.archdaily.com/889151/modular-eco-housing-pushing-boundaries-with-cardboard>

Solartex Panel. (s. f.).
<https://www.solartex.cl/tienda/wp-content/uploads/2021/03/pa-nel-solar-445-watts-monoperc-ja-solar.pdf>

Solución Constructiva de Acondicionamiento Térmico Piso Ventilado. (s. f.). Calificación Energética.
<https://www.calificacionenergetica.cl/media/PV2-CONCEPCIÓN.pdf>

Singh, R. M. K. (2018). *Sustainable Architecture: A Critical Review*. *Journal of Sustainable Architecture and Civil Engineering*, 23(2), 45-56.

Steele, J. (2005). *Sustainable Architecture: Principles, Paradigms, and Case Studies*. McGraw-Hill.

BIBLIOGRAFÍA

Tecnofast Home Casas Prefabricadas Modulares Chile. (2023, 7 septiembre). *Casas prefabricadas modulares de primer nivel en Tecnofast*. Tecno Fast Home Viviendas Modulares.

<https://tecnofasthome.cl/casas-modulares/>

TERMO-ELECTRICO-MURAL-RHEEM-MINICATALOGO.pdf. (s. f.).

<https://theemaustralia.widen.net/s/s8hppdmcc9/termo-electrico-mural-rheem-minicatalogo>

Valencia, N. (2023, 31 marzo). *Primer lugar en concurso de diseño de Vivienda social sustentable en la Patagonia / Aysén, Chile*. ArchDaily en Español.

<https://www.archdaily.cl/cl/758211/primer-lugar-en-concurso-de-diseno-de-vivienda-social-sustentable-en-la-patagonia-aysen-chile>

Van der Ryn, S., & Cowan, S. (2007). *Ecological Design*. Island Press.

Volcanita DAP. (2022, 31 marzo).

https://www.portalverdechilegbc.cl/assets/productos_dap/DAP-Volcanita.pdf

Wikkelhouse. (2023, 22 noviembre). *Bienvenido a Wikkellhouse Chile*.

<https://wikkellhouse.cl/>

Yeang, K. (2008). *EcoDesign: A Manual for Ecological Design*. Wiley.

Van der Ryn, S., & Cowan, S. (2007). *Ecological Design*. Island Press.

Wikkelhouse. (2023, 22 noviembre). *Bienvenido a Wikkellhouse Chile*.

<https://wikkellhouse.cl/>

Yeang, K. (2008). *EcoDesign: A Manual for Ecological Design*. Wiley.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Esquema de los paradigmas actuales en torno al diseño de viviendas	13
Figura 2	Logo oficina de arquitectura	14
Figura 3	Organigrama de los profesionales de GVAA	15
Figura 4	Plan de Emergencia Habitacional. Casablanca	25
Figura 5	Vivienda modular adaptativa de BIOURBAN - Urbanismo sustentable	26
Figura 6	Porcentajes de residuos	29
Figura 7	Logo y misión de la oficina de arquitectura GVAA	32
Figura 8	Gráfico de temperaturas - Quilpué	81
Figura 9	Gráfico de temperaturas - Pichilemu	81
Figura 10	Gráfico de humedad relativa - Quilpué	82
Figura 11	Gráfico de humedad relativa - Pichilemu	82
Figura 12	Trayectoria solar y soleamiento Orientación y superficie de ventanas	83
Figura 13	Rosa de los vientos - Quilpué	84
Figura 14	Rosa de los vientos - Pichilemu.....	84
Figura 15	Mapa ubicación zona emplazamiento Quilpué	85
Figura 16	Mapa ubicación zona emplazamiento Pichilemu	86
Figura 17	Objetivos del Congreso Mundial de Arquitectura UIA 2023	90
Figura 18	Gráfico de calificación de eficiencia energética	92
Figura 19	Demanda de calefacción para casa y depto	92
Figura 20	Demanda de enfriamiento para casa y depto	92
Figura 21	Características empresa DVP	100
Figura 22	Principales Atributos de las Ventanas DVP	100
Figura 23	Proceso de Economía Circular empresa DVP	101
Figura 24	Capacidad Recomendada de Litros por Persona	108
Figura 25	Componentes de un colector solar	110
Figura 26	Esquema de funcionamiento de colector solar	111
Figura 27	Circulación en un equipo tipo termosifón con colector plano	111
Figura 28	Jerarquía de procesos de Prevención de Residuos	117
Figura 29	Características ficha de productos de Volcanita estudio	119
Figura 30	Volcanboard Siding Color Plus 6mm	119
Figura 31	Características ficha de productos de Volcanboard estudio	120
Figura 32	Socavón edificio Kandinsky, Reñaca	148
Figura 33	Socavón edificio Euro Marina II, Reñaca	148

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Superficies Generales Estudio VMA tipo “A”	37
Tabla 2	Superficies Generales Estudio VMA tipo “B”	44
Tabla 3	Superficies Generales Estudio VMA	72
Tabla 4	Superficies Generales Estudio VMA opción1	74
Tabla 5	Superficies Generales Estudio VMA opción 2	75
Tabla 6	Superficies Generales Estudio VMA opción 3	77
Tabla 7	Superficies Generales Estudio VMA opción 4	79
Tabla 8	Detalle zonificación climática del estudio	85
Tabla 9	Exigencias de acondicionamiento térmico actualizada 2024	95
Tabla 10	Características térmicas de la envolvente, cálculos planilla CEV PBTD 01	99
Tabla 11	Ventanas utilizadas para cálculos planilla CEV planilla PBTD 01	101
Tabla 12	Cálculo CEV - Quilpué	103
Tabla 13	Cálculo CEV - Pichilemu	103
Tabla 14	Potencia Total Requerida para Calefacción - Quilpué	106
Tabla 15	Potencia Total Requerida para Calefacción - Pichilemu	106
Tabla 16	Cálculo de Potencia del Equipo Aire Acondicionado Quilpué	107
Tabla 17	Cálculo de Potencia del Equipo Aire Acondicionado Pichilemu	107
Tabla 18	Declaración Ambiental de Productos VMA	118
Tabla 19	Superficies Generales VMA tipo “A”	122
Tabla 20	Superficies Generales VMA tipo “B”	130

A N E X O S

ANEXO 1

VIVIENDAS PRE FABRICADAS, ESTUDIO DE MERCADO

Empresa	Producto	m ² / D - B	Materialidad	Instalación sanitaria	Instalación eléctrica	Instalación alcantarilla	Aislación térmica / acústica
TECNO FAST HOME	PANEL HOME	58 m ² / 2D - 1B	Madera (Barrera Hidrofuga, OSB, Estructura en madera, pino impregnado 2x4, tabiquería, Lana mineral, Polietileno	No	Solo contempla instalación canalización de tuberías PVC	No	Si
	PANEL HOME PLUS	79 m ² / 3D - 2B					
	ARCHIPLAN	90 m ² / 1D - 1B					
	ARCHIPLAN PLUS	162 m ² / 3D - 2B					
ECOMODULARES (casas recomendadas)	ECOMODULAR 3 MODULOS	54 m ² / 2D - 1B	Panel SIP (OSB, poliestileno expandido) Base de Metalcon	No	No	No	Si
	ECOMODULAR 4 MODULOS	72 m ² / 2D - 2B					
	ECOMODULAR 5 MODULOS	90 m ² / 2D - 2B					
	ECOMODULAR 7 MODULOS	126 m ² / 4D - 2B - 1 Quincho					
PRE FABs	ALPINA REFUGIO	51,7 m ² / 1D - 1B	Panel SIP (OSB, poliestileno expandido) Base de madera	Solo en full instalación y llave en mano	Solo en full instalación y llave en mano	Solo en full instalación y llave en mano	Si
	ALPINA CHALET	106 m ² / 3D - 1B (Opción de agregar medio baño)		Solo en full instalación y llave en mano	Solo en full instalación y llave en mano	Solo en full instalación y llave en mano	Si
	CASA GALPÓN	70 m ² / 2D - 1B	Estructura y cerramiento con paneles autosoportantes, paneles ecológicos de Metalcon	Si	Si	No	Si
CONSTRUCCIONES CASAS RESORT	CASA CARAMPANGUE	70 m ² / 2D - 2B	Opción Metalcon (Perímetros, pies derechos, solera superior) igualmente paneles interiores Opción Panel SIP (OSB, poliestileno expandido) paneles interiores de Metalcon	Si	Solo contempla instalación canalización de tuberías PVC (cotización para conexión a poste)	No	Si
	CASA NALTAGUA	120 m ² / 4D - 2B					
	CASA ALGARROBO	155 m ² / 5D - 3B					

VIVIENDAS PRE FABRICADAS, ESTUDIO DE MERCADO

DOMO HABITARE	CASA MAITENCILLO L	51 M^2 INTERIOR + 21,1 M^2 TERRAZA / 2D - 2B	PANEL SIP (OSB, POLIESTILENO EXPANDIDO) ESTRUCTURA METÁLICAS DE ACERO (NO METALCON), FUNDACIONES DE HORMIGÓN Y CIMIENTO CORRIDO SEGÚN SE REQUIERA	SI	SI (CONSIDERADO INSTALACIÓN CANALIZACIÓN DE TUBERÍA PVC, UN CABLE EVA SEGÚN NORMA Y UN TABLERO DE 6 AUTOMÁTICOS.	No	SI
	CASA PUNTA DE LOBOS	71 M^2 INTERIOR + 19,9 M^2 TERRAZA / 2D - 2B					
	CASA AGUA DULCE 88	91 M^2 INTERIOR + 44,7 M^2 TERRAZA / 3D - 2B					
	CASA FRUTILLAR	166 M^2 INTERIOR + 46 M^2 TERRAZA / 3D - 2B					
CASUR	CASA PICHILEMU LLL	56 M^2 INTERIOR + 24 M^2 TERRAZA / 2D - 2B	PANEL SIP (OSB, POLIESTILENO EXPANDIDO) BASE DE MADERA MADERA IMPREGNADA	No	SI	No	SI
	CASA BUCHUPUREO	85 M^2 INTERIOR + 35 M^2 TERRAZA / 3D - 2B					
	CASA CHILLAN	95 M^2 INTERIOR + 54 M^2 TERRAZA / 3D - 2B					
	CASA MALALCAHUELLO	102 M^2 INTERIOR + 20 M^2 TERRAZA / 4D - 3B					
	CASA TUNQUÉN	118 M^2 INTERIOR + 80 M^2 TERRAZA / 3D - 2B					
	CASA LOS ANDES	133 M^2 INTERIOR + 22 M^2 TERRAZA / 4D - 3B					
ADITIVA	MODELO 110	110 M^2 / 2D - 2B	PANEL SIP (OSB, POLIESTILENO EXPANDIDO) MADERA IMPREGNADA	SI	SI	No	SI
	MODELO 122	122 M^2 / 3D - 2B					
	MODELO 147	147 M^2 / 4D - 2B					
	MODELO 185	187 M^2 / 5D - 3B					
TORRES INVERSIONES	OSORNO	38 M^2 / 2D - 1B	FABRICADO POR MÓDULOS CON ESTRUCTURA DE ACERO	SI	SI	SI	SI
	LONQUIMAY	76 M^2 / 2D - 2B					
	PUYEHUE	76 M^2 / 3D - 2B					

ANEXO 1

VIVIENDAS PRE FABRICADAS, ESTUDIO DE MERCADO

NOMBRE	DESCRIPCION	M2 INTERIORES	MATERIALES	SISTEMA DE CONSTRUCCION	SISTEMA DE CUBIERTA	SISTEMA DE AISLACION	SISTEMA DE VENTILACION
BOX HOUSE	DUPLEX	30 m ² / 2D - 1B	Marco metálico estructurado en acero, placa OSB, aislacion lana mineral, revestimiento interior de pino	Si	Si	Si (Considera solo arranques de descarga en PVC Sanitario)	Si
	GRANERO (N°01)	34 m ² / 1D - 1B					
	Q-BOX (N°4)	68,6 m ² / 2D - 2B					
	LINE (N°4)	148 m ² / 3D - 3B					
CO-OLHOME	MAIHUE	42 m ² interior + 10 m ² terraza / 1D - 1B	Metalcon	Si	Si	Si	Si
	PUYEHUE	72 m ² interior + 22,5 m ² terraza / 3D - 2B					
	RUPANCO	147 m ² interior + 22 m ² terraza / 4D - 2B					
MODUL (Splice + Tiny house)	MODUL SPLICE 6X	54,22 m ² interior + 18,6m ² terraza / 3D - 2B	Panel SIP (OSB, poliestileno expandido) Madera impregnada	No	Si	No	Si
	MODUL SPLICE 10X	92,43 m ² / 4D - 3B					
	TINY HOUSE 3X	31,4 m ² interior + 11,5m ² terraza / 1D - 1B					
	TINY HOUSE 4X	41,3 m ² interior + 15,2m ² terraza / 2D - 1B					
	TINY HOUSE 4X	41,3 m ² interior + 15,2m ² terraza / 2D - 1B					
TECNO FAST HOME (Tiny House)	TINY CABIN DELUXE	21 m ² / 1D - 1B	Madera (Barrera Hidrofuga, OSB, Estructura en madera pino impregnado 2x4" tabiqueria, Lana mineral, Polietileno)		Solo contempla instalación canalización de tuberías PVC		Si
	TINY CABIN EXECUTIVE						
	TINY CABIN LOAF						
	TINY CABIN LOAF						
ECOMODULARES (Tiny House)	TINY CABAÑA	18 m ² / 1D - 1B	Panel SIP (OSB, poliestileno expandido) Base de Metalcon	Si	No	No	Si
	TINY DOBLE 1D 1B	36 m ² / 1D - 1B					
	TINY DOBLE 2D 1B	36 m ² / 2D - 1B					
	TINY DOBLE 2D 1B	36 m ² / 2D - 1B					

VIVIENDAS PRE FABRICADAS, ESTUDIO DE MERCADO

Transporte	¿Qué contempla el kit básico	¿Qué contempla el kit completo?	¿Contempla instalación?	¿Tiempo de instalación?	Valores (UF)	Valor m ² (UF)
No (Opcional valor a cotizar transportistas recomendados por Tecno Fast)	CONTEMPLA:Paneles en obra gruesa / Manual de armado / Planos arquitectura, sanitarios, eléctricos y fundaciones / Canalización eléctrica / Aislación térmica de acuerdo a normativa NO CONTEMPLA:Kit piso / Revestimiento exterior / Puertas / Ventanas / Transporte / Inst. Sanitaria / Alcantarillado / Cableado eléctrico / Mobiliario / Fosa séptica	CONTEMPLA:Kit básico + pisos / Revestimiento exterior / Ventanas / Puertas NO CONTEMPLA:Transporte / Inst. Sanitaria / Alcantarillado / Cableado eléctrico / Mobiliario / Fosa séptica	Opcional (Montajistas recomendados, armado de paneles, fundaciones, urbanización y terminaciones)	Ahorro del 60% del tiempo total en comparación a una vivienda tradicional	Desde 395,79 UF (Valores incluyen IVA 19%)	Desde 6,82 UF + IVA
					Desde 526,18 UF (Valores incluyen IVA 19%)	Desde 6,66 UF + IVA
					Desde 706,62 UF (Valores incluyen IVA 19%)	Desde 7,85 UF + IVA
					Desde 2.277,69 UF (Valores incluyen IVA 19%)	Desde 7,27 UF + IVA
No (Considerado en presupuesto, valor a cotizar según distancia)	CONTEMPLA:Pavimento de piso (18mm) / Aislación térmica y acústica muros, pisos y cubierta (50mm) / Metalcon (2x3") / Ventanas aluminio monolítico / Puertas exterior / Cubierta o techo Zinc (6vo 5v) / Equipamiento muebles de melamina (15mm) NO CONTEMPLA: Fosa séptica	CONTEMPLA:Doble placa anti impacto (15mm) / Aislación térmica y acústica muros, pisos y cubierta (100mm) / Metalcon (2x4") / Ventanas Termo panel / Puertas exterior / Cubierta o techo membrana PVC (2mm) / Equipamiento muebles de melamina (15mm) NO CONTEMPLA: Fosa séptica	Si	Módulos que se pueden instalar en 15 días una vez completado el proceso de fabricación (dependiendo del modelo)	Desde 975 UF / 126 UF Equipamiento (Valores incluyen IVA 19%)	Desde 18,05 UF + IVA
					Desde 1.306 UF / 140 UF Equipamiento (Valores incluyen IVA 19%)	Desde 18,14 UF + IVA
					Desde 1.593 UF / 152 UF Equipamiento (Valores incluyen IVA 19%)	Desde 17,7 UF + IVA
					Desde 2.116 UF / 231 UF Equipamiento (Valores incluyen IVA 19%)	Desde 16,79 UF + IVA
No (Valor a cotizar según distancia)	CONTEMPLA (Autoconstrucción e instalación):Paneles SIP / Soleras y pies derechos de pino (2x3") / Anclaje y piezas complementarias / Manual autoconstrucción NO CONTEMPLA:Instalación de redes y servicios (red agua, alcantarillado o fosa séptica, red eléctrica, gas, etc) / Porcelanato de piso / Terminación interior / Guardapolvos / Cerámicas / Sanitarios y Grifería / Mobiliario / Conexión a gas/ Quincallería / Fosa séptica	CONTEMPLA (Autoconstrucción full, instalación y llave en mano):Zinc cubierta / Distanciadores pino (1x4")/ membrana Tyvek para tech / Accesorios para instalación / Pack escalera (Escalera voladiza en acero y anclajes para instalación) / Pack puertas y ventanas (Ventanas PVC Veka + vidrio termopanel, puertas MDF) NO CONTEMPLA:Conexión a gas / Quincallería/ Fosa séptica	Opcional (Dependiendo del kit a cotizar)	El tiempo varía según el tipo de modelo / Los módulos pequeños pueden ser instalados en 1 a 2 días / A mayor metraje las instalaciones pueden tardar semanas o meses, dependiendo del lugar de instalación y los servicios solicitados.	Desde 169,29 UF (kit básico autoconstrucción) / Llave en mano con pilotes y fosa séptica 1788,99 UF	Desde 3,27 UF (Kit básico autoconstrucción) / Desde 34,6 UF (Llave en mano)
No (Valor a cotizar según distancia)	CONTEMPLA (Autoconstrucción e instalación):Paneles SIP / Soleras y pies derechos de pino (2x3") / Anclaje y piezas complementarias / Manual autoconstrucción NO CONTEMPLA:Instalación de redes y servicios (red agua, alcantarillado o fosa séptica, red eléctrica, gas, etc) / Porcelanato de piso / Terminación interior / Guardapolvos / Cerámicas / Sanitarios y Grifería / Mobiliario / Conexión a gas/ Quincallería / Fosa séptica	CONTEMPLA (Autoconstrucción full, instalación y llave en mano):Zinc cubierta / Distanciadores pino (1x4")/ membrana Tyvek para tech / Accesorios para instalación / Pack escalera (Escalera voladiza en acero y anclajes para instalación) / Pack puertas y ventanas (Ventanas PVC Veka + vidrio termopanel, puertas MDF) NO CONTEMPLA:Conexión a gas / Quincallería/ Fosa séptica	Opcional (Dependiendo del kit a cotizar)		Desde 412,1 UF (kit básico autoconstrucción) / Llave en mano con pilotes y fosa séptica 2.904,91 UF	Desde 3,89 UF (Kit básico autoconstrucción) / Desde 27,4 UF (Llave en mano)
No (Valor a cotizar según distancia)	CONTEMPLA:Aislación termoacústica / tabiques con paneles de núcleo de poliestireno / cubierta con aislamiento / ventanas termopanel de aluminio / puertas HDF / Piso vinílico / mobiliario cocina en MDF, horno, campana, lavaplatos y enámara NO CONTEMPLA:Instalación de redes y servicios (red agua, alcantarillado o fosa séptica, red eléctrica, gas, etc) / Porcelanato de piso / Terminación interior / Guardapolvos / Cerámicas / Sanitarios / Grifería / Conexión a gas/ Iluminación/ Transporte / Instalación alcantarillado / Quincallería / Fosa séptica	CONTEMPLA (Autoconstrucción full, instalación y llave en mano):Zinc cubierta / Distanciadores pino (1x4")/ membrana Tyvek para tech / Accesorios para instalación / Pack escalera (Escalera voladiza en acero y anclajes para instalación) / Pack puertas y ventanas (Ventanas PVC Veka + vidrio termopanel, puertas MDF) NO CONTEMPLA:Conexión a gas / Quincallería/ Fosa séptica	Opcional (Disponibilidad de llave en mano previa confirmación de factibilidad)		Desde 1.023,32 UF (kit panelizado, kit terminaciones)	Desde 14,62 UF (Kit panelizado, Kit terminaciones)
No (Valor a cotizar según distancia)	CONTEMPLA "Llave en mano":Fundaciones (Cimientos, sobrecimientos y rellenos, radier) / Estructura (Metalcon, Panel SIP) / Revestimientos. Estructura de techumbre (Cerchas, Costaneras, Vigas a la vista, Techo cubierta) / Aislantes / Puertas / Terminaciones NO CONTEMPLA:Planos arquitectónicos / Conexión de gas / Instalación alcantarillado / Transporte / Cableado eléctrico / Fosa séptica		Si	Dependiendo de metraje las instalaciones No especifica *	Opción Metalcon:Desde 882,92 UF	Desde 12,61 UF (Opción Metalcon)
					Opción Panel SIP:Desde 938,28 UF	Desde 13,4 UF (Opción panel SIP)
					Opción Metalcon:Desde 1.494,6 UF	Desde 12,46 UF (Opción Metalcon)
					Opción Panel SIP:Desde 1.602,55 UF	Desde 13,35 UF (Opción panel SIP)
					Opción Metalcon:Desde 1.934,68 UF	Desde 12,48 UF (Opción Metalcon)
					Opción Panel SIP:Desde 2.073,07 UF	Desde 13,37 UF (Opción panel SIP)

ANEXO 1

VIVIENDAS PRE FABRICADAS, ESTUDIO DE MERCADO

				2.073,07 UF	panel /IP)
/i	CONTEMPFundaciones / Pilotes / Revestimiento interior y exterior / Pisos / Muros paneles /IP / Techumbre (Cubierta, Estructura, Aislación térmica, Barera de vapor) / Puertas / Ventanas / Mueble baño, mueble cocina, mueble closet dormitorios / Porcelanatos / Artefactos sanitarios (Lavamanos, grifería, receptáculo ducha, WC) / Quincallería / Artefactos de cocina (Horno, encimera y lavaplatos) NO CONTEMPConexión de gas / Iluminación / Instalación alcantarillado / Fosa séptica	/i	90 Días	2.207,47 UF (Valores incluyen IVA 19%)	Interior: 28,7 UF + IVA Terraza exterior: 12 UF + IVA
			120 Días	2.856,31 UF (Valores incluyen IVA 19%)	
			150 Días	3.896,93 UF (Valores incluyen IVA 19%)	
				6.463,31 UF (Valores incluyen IVA 19%)	
/i	CONTEMPFundaciones / Piso / Pavimentos / Revest. Ext. / Estructura paneles interiores / Revest. Inter. / Ventanas (Aluminio + Termopanel) / Cubierta / Revestimiento cielo NO CONTEMPNo incluye tramitaciones de permisos de edificación, ni cualquier requerimiento indicado en disposiciones normativas de acuerdo con el terreno / Iluminación / Instalación sanitaria / Instalación alcantarillado / Quincallería / Fosa séptica	CONTEMPKit básico + Electricidad / Cerámicos / Red húmeda / Artefactos sanitarios NO CONTEMPNo incluye tramitaciones de permisos de edificación, ni cualquier requerimiento indicado en disposiciones normativas de acuerdo con el terreno / Instalación sanitaria / Instalación alcantarillado / Quincallería / Fosa séptica	180 Días	1.141,71 UF (Valores incluyen IVA 19%)	14,27 UF (incluyendo terraza) + IVA
				1.433,43 UF (Valores incluyen IVA 19%)	11,95 UF (incluyendo terraza) + IVA
				1.944,38 UF (Valores incluyen IVA 19%)	13,05 UF (incluyendo terraza) + IVA
				1.639,91 UF (Valores incluyen IVA 19%)	13,44 UF (incluyendo terraza) + IVA
				2.277,6 UF (Valores incluyen IVA 19%)	11,5 UF (incluyendo terraza) + IVA
			250 Días	1.972,04 UF (Valores incluyen IVA 19%)	12,8 UF (incluyendo terraza) + IVA
/i (Proyectos ubicados a mayor de 300 km de la RM tiene costo adicional según distancia y emplazamiento)	CONTEMPLEstructura (Paneles /IP, Madera impregnada) / Cubierta de techo / Aislación / Revestimientos (Interior, exterior y baños) / Pavimentos / Mobiliario (Vanitorio, closet, cocina, cubierta de cocina) / Ventanas / Puertas / Enchufes / Artefactos de cocina (Encimera, lavaplatos, horno, campana) / Artefactos de baño / Iluminación (Focos embutidos) / Incluye proyecto de especialidades y trámites municipales / Planos arquitectura NO CONTEMPInstalación alcantarillado / Conexión a gas / Fosa séptica	/i	Dependiendo de metraje las instalaciones 8 a 10 meses	3.300 UF (No considera IVA)	Interior: 30 UF Terraza exterior: 5 UF (No considera IVA)
				3.660 UF (No considera IVA)	
				4.410 UF (No considera IVA)	
				5.610 UF (No considera IVA)	
No	CONTEMPLEAislación con celulosa proyectada / Resvet. Ext. / Terminaciones / Pisos / Ventanas PVC con termopanel / Puertas / Artefactos sanitarios / Muebles de cocina / Quincallería / Techumbre / Planos arquitectónicos NO CONTEMPTransporte / Fosa séptica	/i	120 Días	950 UF (Valores incluyen IVA 19%)	25 UF + IVA
				1.824 UF (Valores incluyen IVA 19%)	24 UF + IVA
				1.900 UF (Valores incluyen IVA 19%)	25 UF + IVA

VIVIENDAS PRE FABRICADAS, ESTUDIO DE MERCADO

No	CONTEMPLA: Base piso / Revest. Interior / Revest. Exter. / Techumbres / Ventanas / Artefactos sanitarios / Muebles de cocina / puertas / Quincallería / NO CONTEMPLA: Transporte / Fosa séptica / Permisos municipales, tramites		Si (Montado en regiones, adicional 6 UF diarios durante las faenas en terreno, por concepto de viáticos)	15 Días	850 UF (Valores incluyen IVA 19%)	28,3 UF (Induye terraza) + IVA
					850 UF (Valores incluyen IVA 19%)	25 UF (Induye terraza) + IVA
					1.509,2 UF (Valores incluyen IVA 19%)	22 UF (Induye terraza) + IVA
					3.848 UF (Valores incluyen IVA 19%)	26 UF (Induye terraza) + IVA
Si	CONTEMPLA: Base piso / Revest. Interior / Revest. Exter. / Techumbre / Ventanas / Artefactos sanitarios / Muebles de cocina / puertas / Horno y encimera de cocina / NO CONTEMPLA: Fosa séptica / Conexión a gas		Si	60 Días	1.344 UF (Valores incluyen IVA 19%)	25,85 UF (Induye terraza) + IVA
					2.081,16 UF (Valores incluyen IVA 19%)	22,02 UF (Induye terraza) + IVA
					3.837,76 UF (Valores incluyen IVA 19%)	22,71 UF (Induye terraza) + IVA
Si	CONTEMPLA: Ventanales / Techumbre / Revest. Exter. / Revest. Int. / Pisos / Artefactos baño / Puertas / Mobiliario cocina / Closets / Trabajos de terreno / Fundaciones / NO CONTEMPLA: Instalación alcantarillado / Conexión a gas / Instalación sanitaria / Fosa séptica		Si	Dependiendo de metraje las instalaciones No especifica*	1.581 UF	21,71 UF (Induye terraza)
					2.492 UF	26,41 UF (Induye terraza)
					795 UF	18,53 UF (Induye terraza)
					1.014 UF	17,95 UF (Induye terraza)
No (Opcional valor a cotizar transportistas recomendados por Tecno Fast)			Opcional (Montajistas recomendados, armado de paneles, fundaciones, urbanización y terminaciones)			
No (Valor a cotizar según distancia)	CONTEMPLA: Doble placa anti impacto (15mm) / Aislación termica y acústica muros, pisos y cubierta (100mm) / Metalcon (2x4") / Ventanas Termo panel / Puertas exterior / Cubierta o techo membrana PVC (2mm) / Equipamiento muebles de melamina (15mm) / NO CONTEMPLA: Closets / Mobiliario cocina / Equipamiento baño / Fosa séptica	CONTEMPLA: Closet / Mobiliario cocina con (cocina vitrocerámica dos platos y lavaplatos, mueble inferior y mural, mesa comedor) / Baño totalmente equipado. / NO CONTEMPLA: Fosa séptica	Si	Dependiendo de metraje las instalaciones No especifica*	434 UF / 92 UF (Equipada, No considera IVA)	24,11 UF
					685 UF / 86 UF (Equipada, No considera IVA)	19,03 UF
					773 UF / 83 UF (Equipada, No considera IVA)	21,47 UF

VIVIENDAS PRE FABRICADAS, ESTUDIO DE MERCADO

Promedio m^2 (UF)	Ubicación de Fábrica	Observaciones		
Desde 7,15 UF + IVA	Santiago Puerto Varas	Opciones de diseño mediante 11 capsulas / modulos disponibles Instalaciones en todo Chile	No incluye conexión de gas	
Desde 17,67 UF + IVA	Quintero	Opciones de diseño mediante 17 capsulas / modulos disponibles (sup 18 m^2) Modelos disponibles viviendas TINY y modulos	No incluye conexión de gas	
Desde 3,57 UF (Kit básico autoconstrucción) Desde 31,004 UF (Llave en mano)	Santiago	Precio para instalación sobre radier (Consultar valor osbre pilotes) Frontes disponibles en terminación smartpanel Fachada opcional vidriado completo \$2.700.000 adicional Disponibilidad inmediata fabricación aprox 1 mes	Instalación full: Armado e instalación todo induido en el kit completo, lo cual puede induir: instalación de redes y servicios (red agua, alcantarillado o fosa séptica, red eléctrica, gas, etc)	Llave en mano: Porcelanato de piso / Terminación interior muros volcanita + latex blanco / Guardapolvos / Cerámicas baño y cocina / Sanitarios y Grifería *No incluye muebles
/		Instalación sobre pilotes, radier o apoyos pre fabricados. Se recomienda andaje a soportes	Disponibilidad de llave en mano previa confirmación de factibilidad	
12,52 UF (Opción Metalcon) 13,37 UF (Opción panel /IP)	Santiago			

VIVIENDAS PRE FABRICADAS, ESTUDIO DE MERCADO

/	/antiago	Valor de instalación varía según la ubicación. (Desde 1 UF/m^2 + IVA)	Posibilidad de adaptación de vivienda pre fabricada a estructuras in situ
12,84 UF (incluyendo terrazza) + IVA	/antiago Concepción	Construcción desde Copiapó hasta Chiloé	
/	/antiago		
24,67 UF (Incluye terrazza)	/antiago	El terreno debe contar con empalme eléctrico o generador	

VIVIENDAS PRE FABRICADAS, ESTUDIO DE MERCADO

25,325 UF (Incluye terraza) + IVA	/antiago	El terreno debe contar con empalme eléctrico o generador No incluye fundaciones	
23,53 UF (Incluye terraza) + IVA	/antiago	/e incluyen en el presupuesto las fundaciones	Opcionales Kit paneles solares, cortinas rollers, persianas metálicas, aire acondicionado, entre otros.
21,15 UF (Incluye terraza)	/antiago	1.632,5 UF (Destino Pichilemu)*	
		2.530 UF (Destino Pichilemu)*	
		807 UF (Destino Pichilemu)*	
		1.026 UF (Destino Pichilemu)*	
	/antiago Puerto Varas		
21,54 UF (No considera IVA)	Quintero	*Cabaña incluye: cama de 2 plazas con cajoneras inferiores y respaldo con cajonera posteriores y litera	

COMPARACIÓN DE SISTEMAS SEGÚN ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE VIVIENDAS MODULARES INDUSTRIALIZADAS ACTUALES

CARACTERÍSTICA / EMPRESA	DOMO HABITARE	ADITIVA	TECNOFAST
CONSTRUCCIÓN EN MADERA	✓	✓	✗
CONSTRUCCIÓN EN ACERO	✗	✗	✓
FUNDACIONES Y SOBRECIMENTOS	✓	✓	✗
AISLAMIENTO TÉRMICO AISLAMIENTO ACÚSTICO	✓	✓	✓
SISTEMA DE PANELES SIP	✓	✓	✗
RESISTENCIA A LA HUMEDAD	✓	✓	✓
DIVISIONES INTERIORES DE MADERA	✓	✓	✓
COSTOS POR M^2 COMPETITIVO	✓	✓	✓
FLEXIBILIDAD DE DISEÑO	✓	✓	✗
ADAPTABILIDAD A OTROS ESPACIOS	✗	✗	✓ HASTA ZONA TÉRMICA 7
MONTAJE	✓	✓	✓
TRANSPORTE	✓	✓	✓
ESPECIALIDADES	✗	✓	✗
SISTEMA DE VENTANAS	✓	✓	✓
SISTEMA DE PUERTAS	✓	✓	✓
ARTEFACTOS SANITARIOS Y COMPLEMENTOS (BAÑO Y COCINA)	✓	✓	✓
SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL	✗	✗	✗

ANEXO 2

COMPARACIÓN DE SISTEMAS SEGÚN ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE VIVIENDAS MODULARES INDUSTRIALIZADAS ACTUALES

CARACTERÍSTICAS / MODELO TINY	LEAF	FELIPE ASSADI	CABIN EXECUTIVE
CONSTRUCCIÓN EN MADERA	✗	✓	✓
CONSTRUCCIÓN EN ACERO	✓	✗	✗
FUNDACIONES Y SOBRECIMENTOS	✗	✗	✗
AISLAMIENTO TÉRMICO AISLAMIENTO ACÚSTICO	✓	✓	✓
SISTEMA DE PANEL	✗	✓	✓
RESISTENCIA A LA HUMEDAD	✓	✓	✓
DIVISIONES INTERIORES DE MADERA	✓	✓	✓
COSTOS POR M² COMPETITIVO	✗	✓	✓
FLEXIBILIDAD DE DISEÑO	✗	✗	✗
ADAPTABILIDAD A OTROS ESPACIOS	✓ HASTA ZONA TÉRMICA 7	✓ HASTA ZONA TÉRMICA 7	✓ HASTA ZONA TÉRMICA 7
MONTAJE	✗	✗	✗
ESPECIALIDADES	✓	✓	✓
SISTEMA DE VENTANAS	✓	✓	✓
SISTEMA DE PUERTAS	✓	✓	✓
ARTEFACTOS SANITARIOS Y COMPLEMENTOS (BAÑO)	✓	✓	✓
ARTEFACTOS SANITARIOS Y COMPLEMENTOS (COCINA)	✓	✓	✗
SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL (MADERA)	✓	✓	✓