



UNIVERSIDAD  
CATÓLICA  
DE CUENCA

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**

*Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo*

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERIA,  
INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN**

**CARRERA DE ARQUITECTURA**

**ANTEPROYECTO ARQUITECTÓNICO DE VIVIENDA  
SOCIAL EN ALTURA CON MÓDULOS DE MADERA  
CONTRALAMINADA (CLT) EN CUENCA, ECUADOR**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE ARQUITECTO**

**AUTOR: RICHARD ISRAEL MATUTE GUAMAN**

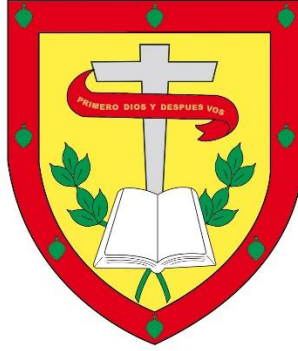
**BRYAM ANDRES QUINDE PIZARRO**

**DIRECTOR: ARQ. GIOVANNY MARCELO ALVARRACIN VELEZ**

**CUENCA - ECUADOR**

**2025**

**DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**

*Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo*

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERIA,  
INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN**

**CARRERA DE ARQUITECTURA**

ANTEPROYECTO ARQUITECTÓNICO DE VIVIENDA SOCIAL EN  
ALTURA CON MÓDULOS DE MADERA CONTRALAMINADA (CLT)  
EN CUENCA, ECUADOR

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE ARQUITECTO**

**AUTORES: RICHARD ISRAEL MATUTE GUAMAN**

**BRYAM ANDRES QUINDE PIZARRO**

**DIRECTOR: ARQ. GIOVANNY MARCELO ALVARRACIN VELEZ**

**CUENCA - ECUADOR**

**2025**

**DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO**

## DECLARATORIA DE AUTORÍA Y RESPONSABILIDAD

**Richard Israel Matute Guaman**, portador de la cédula de ciudadanía N° **0106739956** y **Bryam Andres Quinde Pizarro**, portador de la cédula de ciudadanía N° **0106266117**. Declaramos ser los autores de la obra: “**Anteproyecto arquitectónico de vivienda social en altura con módulos de madera contralaminada (CLT) en Cuenca, Ecuador**”, sobre la cual nos hacemos responsables sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaramos que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximimos a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaramos finalmente que la obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también nos responsabilizamos y eximimos a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, 15 de abril de 2022



F: .....

Richard Israel Matute Guaman

0106739956



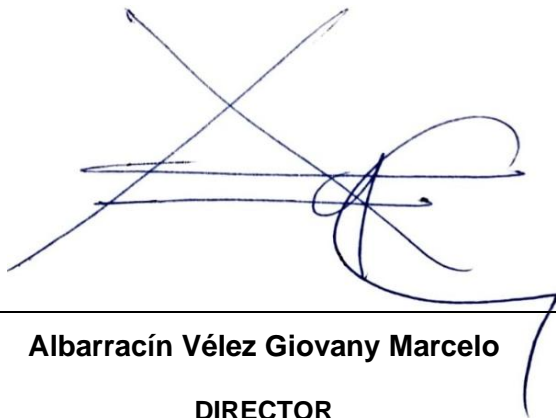
F: .....

Bryam Andres Quinde Pizarro

0106266117

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Richard Israel Matute Guaman y Bryam Andres Quinde Pizarro, bajo mi supervisión.



A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and lines, positioned above a horizontal line.

---

**Albarracín Vélez Giovany Marcelo**  
**DIRECTOR**

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, por ser mi guía y fuente de fortaleza en todos los aspectos de mi vida, y a la Virgen del Cisne, por brindarme su protección y serenidad durante todo este proceso. A a mis padres, María Guaman y Agustín Matute, por su apoyo incondicional, amor y comprensión durante toda mi formación, tanto profesional como personal, así como su constante apoyo moral, que siempre me motivó a seguir adelante. Finalmente a mi tío Luis Pesantez, por ser mi mentor y guía, brindándome sabiduría, consejos y apoyo incondicional en todos los aspectos de mi vida, tanto personales como académicos.

*Richard Israel Matute Guaman*

Dedicó este trabajo primeramente a Dios y a la virgen del Cisne por darme salud y fortaleza ante todas las adversidades, a mis padres María Pizarro y Jaime Quinde quienes han sido un pilar fundamental desde que inicie la carrera que han estado siempre apoyándome y han estado en mis derrotas y triunfos, que siempre me han dado su confianza y aliento para seguir adelante y convertirme en lo que soy y poder alcanzar este logro. No podría haber llegado hasta donde estoy sin ellos. De igual forma agradezco mis hermanas, familiares y amigos que de otra manera me han motivado, a seres queridos que no están y sobre todo a las personas que forman parte de mi presente que ha sido mi apoyo incondicional, mi motivación constante y mi compañía en cada paso de este camino.

*Bryam Andres Quinde Pizarro*

## **AGRADECIMIENTOS**

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento al arquitecto Giovany Marcelo Albarracín Vélez, quien desde el principio confió en nuestra propuesta de proyecto y apoyó nuestras ideas. Gracias a su amplio conocimiento, nos brindó su valiosa ayuda en este proceso de tesis, el cual fue enriquecedor y crucial para nuestra formación como estudiantes y para nuestro desarrollo académico. Su orientación y apoyo fueron fundamentales para el avance de la investigación, proporcionándonos sus conocimientos sobre el tema y ayudándonos a superar diversos desafíos. Su asesoramiento y seguimiento a lo largo de todo este proceso nos permitieron alcanzar nuestros objetivos, y su dedicación y tiempo invertidos en nuestro trabajo serán siempre una fuente de inspiración tanto a nivel personal como profesional.

De igual manera, queremos expresar nuestro agradecimiento al arquitecto Felipe Quezada, quien nos brindó su asesoría y apoyo a lo largo de todo el proceso de esta tesis, desde el principio hasta el final. Su dedicación y compromiso con nuestro trabajo fueron invaluable y fundamentales para poder concluir con éxito el proyecto.

Finalmente, queremos agradecer a todas las autoridades que nos han acompañado y brindado su apoyo en cada etapa de nuestro proyecto. Sus consideraciones y respaldo han sido esenciales para la culminación exitosa de esta investigación. Y a nosotros mismos por el esfuerzo, dedicación y por no rendirnos en cada etapa.

## RESUMEN

La investigación estudia la aplicación de la madera contralaminada (CLT) en viviendas multifamiliares como solución sostenible y adaptable en la parroquia San Sebastián de Cuenca, Ecuador. Se justifica por la creciente demanda de vivienda asequible y la necesidad de sistemas constructivos eficientes, sostenibles y de rápida ejecución. Su importancia radica en ofrecer una alternativa innovadora que optimiza el diseño modular para mejorar la calidad de vida, reducir el impacto ambiental y proporcionar mayor confort. El objetivo general es evaluar la viabilidad del CLT en la construcción de viviendas sociales adaptables. El estudio tiene un enfoque descriptivo y experimental, mediante un estudio de viviendas multifamiliares de referencia y el análisis de encuestas y estudios comparativos a personas del lugar, utilizando un muestreo no probabilístico. Los resultados evidencian que el CLT ofrece ventajas en eficiencia estructural, sostenibilidad y flexibilidad espacial, permitiendo modelos habitacionales accesibles y adaptables, concluyendo así con la propuesta de un edificio de viviendas sociales multifamiliares adaptables, representando un aporte innovador al sector de la construcción en Ecuador, con impactos positivos en el ámbito económico, social y ambiental.

*Palabras clave: CLT, madera, modular, flexibilidad, vivienda*

## **ABSTRACT**

The research studies the application of cross-laminated timber (CLT) in multi-family housing as a sustainable and adaptable solution in the San Sebastián parish of Cuenca, Ecuador. The study is justified by the increasing demand for affordable housing and the need for efficient, sustainable, and fast-execution construction systems. Its importance lies in offering an innovative alternative that optimizes modular design to improve quality of life, reduce environmental impact, and enhance comfort. The general objective is to assess the feasibility of CLT in the construction of adaptable social housing. The study follows a descriptive and experimental approach, through a study of reference multi-family housing projects, and the analysis of surveys and comparative studies conducted with local people, using non-probabilistic sampling. The results show that CLT offers advantages in structural efficiency, sustainability, and spatial flexibility, allowing for accessible and adaptable housing models. The research concludes with the proposal of an adaptable multi-family social housing building, representing an innovative contribution to the construction sector in Ecuador, with positive impacts in the economic, social, and environmental fields.

*Keywords: CLT, wood, modular, flexibility, housing*

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN .....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
RESUMEN.....	V
ABSTRACT.....	VI
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	VII
LISTA DE FIGURAS.....	XII
LISTA DE TABLAS .....	XVI
LISTA DE ANEXOS.....	XVII
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>- 1 -</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>- 1 -</b>
1.1 PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN.....	- 1 -
1.2 DEFINICIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	- 4 -
1.3 OBJETIVOS.....	- 5 -
1.3.1 <i>Objetivo general</i> .....	- 5 -
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	- 5 -
1.4 METODOLOGÍA.....	- 6 -
1.5 FASE1: FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	- 6 -
1.5.1 <i>Revisión de normativa</i> .....	- 6 -
1.5.2 <i>Método cualitativo</i> .....	- 6 -
1.6 FASE 2: CARACTERÍSTICAS DEL CONTEXTO URBANO INMEDIATO .....	- 6 -
1.6.1 <i>Análisis de campo</i> .....	- 7 -
1.7 FASE 3: DESARROLLO DE LA PROPUESTA DE ANTEPROYECTO DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE INTERÉS SOCIAL EN ALTURA.....	- 7 -
1.7.1 <i>Diseño de la propuesta del conjunto habitacional modular</i> .....	- 7 -
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>- 3 -</b>
<b>2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y ESTUDIOS DE CASO .....</b>	<b>- 3 -</b>
2.1 UN CAMINO HACIA LA MODULARIDAD .....	- 3 -
2.2 HISTORIA EN LA CONSTRUCCIÓN MODULAR.....	- 3 -
2.2.1 <i>La industrialización en Estado Unidos</i> .....	- 4 -
2.2.1.1. <i>Ballon Frame</i> .....	- 4 -
2.2.1.2. THE AMERICAN SYSTEM BUILT .....	- 5 -
2.2.2 <i>Industrialización en Europa</i> .....	- 5 -
2.3 CONCEPTOS Y SISTEMAS EN LA CONSTRUCCIÓN MODULAR.....	- 6 -
2.3.1 <i>Sistemas cerrados</i> .....	- 6 -
2.3.2 <i>Sistemas abiertos o por componentes</i> .....	- 7 -
2.3.3 <i>Prefabricación en la industrialización</i> .....	- 8 -
2.3.4 <i>Sistemas modulares (Prefabricación)</i> .....	- 8 -
2.3.5 <i>Construcción modular pesada</i> .....	- 8 -
2.3.6 <i>Construcción modular ligera</i> .....	- 8 -

2.3.7	<i>Materiales y técnicas constructivas en la construcción ligera</i> .....	- 9 -
2.4	TECNOLOGÍA Y EVOLUCIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN MODULAR EN ECUADOR .....	- 9 -
2.5	COSTOS DE MADERA CONTRALAMINADA (CLT) VS. HORMIGÓN EN LA CONSTRUCCIÓN DE BLOQUES HABITACIONALES.....	- 10 -
2.6	SOSTENIBILIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN MODULAR .....	- 11 -
2.6.1	<i>Ciclo de vida en el sistema modular</i> .....	- 11 -
2.6.2	<i>Flexibilidad en el sistema modular</i> .....	- 11 -
2.6.3	<i>La flexibilidad en la vivienda</i> .....	- 12 -
2.7	INTRODUCCIÓN A N. JOHN HABRAKEN Y SU IMPACTO EN LA CONSTRUCCIÓN MODULAR .....	- 12 -
2.7.1	<i>Vida y obra</i> .....	- 12 -
2.7.2	<i>Teoría de soportes</i> .....	- 13 -
2.8	EL MÓDULO .....	- 13 -
2.8.1	<i>Modulo como unidad de medida</i> .....	- 14 -
2.8.2	<i>Modulo como unidad de programa</i> .....	- 14 -
2.9	TRANSFORMACIONES EN LA CONSTRUCCIÓN: DEL HORMIGÓN AL CLT .....	- 15 -
2.9.1	<i>Impacto ambiental del hormigón</i> .....	- 15 -
2.9.2	<i>Impacto no sostenible del hormigón: Análisis desde la extracción hasta el curado</i> ...	- 15 -
2.9.3	<i>Impacto del cemento en las emisiones de CO2</i> .....	- 16 -
2.9.4	<i>Impactos ambientales en el ciclo de vida del hormigón</i> .....	- 17 -
2.9.5	<i>Desafíos del hormigón en la construcción moderna</i> .....	- 18 -
2.10	MADERA CONTRALAMINADA (CLT) COMO COLUCIÓN COSTENIBLE EN LA CONSTRUCCIÓN MODULAR Y ESTRUCTURAL .....	- 19 -
2.11	EL CLT .....	- 19 -
2.11.1	<i>Historia</i> .....	- 20 -
2.11.2	<i>Aplicación a edificios modulares</i> .....	- 21 -
2.11.3	<i>Evolución CLT</i> .....	- 23 -
2.11.4	<i>Especificaciones</i> .....	- 24 -
2.11.5	<i>Concepto estructural</i> .....	- 24 -
2.11.6	<i>Disposición del panel CLT</i> .....	- 25 -
2.11.7	<i>Sistemas constructivos tradicionales en Ecuador</i> .....	- 25 -
2.11.7.1.	<i>Bloques de concreto y ladrillos cerámicos</i> .....	- 25 -
2.11.7.2.	<i>Hormigón armado</i> .....	- 26 -
2.11.7.3.	<i>Adobe y bahareque</i> .....	- 26 -
2.11.7.4.	<i>Caña guadúa y quincha</i> .....	- 26 -
2.11.8	<i>Factores que determinan su uso</i> .....	- 26 -
2.11.9	<i>Ventajas de la madera contralaminada (CLT) frente al hormigón</i> .....	- 27 -
2.11.10	<i>Limitaciones y ventajas del uso de CLT en Ecuador</i> .....	- 27 -
2.11.11	<i>Sostenibilidad en los materiales</i> .....	- 28 -
2.12	ANÁLISIS DE CASOS DE ESTUDIO .....	- 29 -
2.13	METODOLOGÍA.....	- 29 -
2.13.1	<i>Topología</i> .....	- 29 -
2.13.2	<i>Morfología</i> .....	- 30 -
2.13.3	<i>Tipología</i> .....	- 30 -
2.14	BLOQUE 6X6 VIVIENDAS EN GIRONA.....	- 30 -
2.15	TOPOLOGÍA .....	- 32 -
2.15.1	<i>Circulaciones</i> .....	- 32 -
2.15.2	<i>Accesos</i> .....	- 34 -
2.16	MORFOLOGÍA .....	- 35 -
2.16.1	<i>Ventajas</i> .....	- 35 -
2.16.2	<i>Estructura general del edificio</i> .....	- 35 -
2.16.3	<i>Materialidad</i> .....	- 50 -
2.16.4	<i>Almacenamiento</i> .....	- 51 -
2.16.5	<i>Elementos húmedos</i> .....	- 51 -

2.17	TIPOLOGÍA.....	- 52 -
2.17.1	<i>Retícula</i> .....	- 52 -
2.17.2	<i>Edificio</i> .....	- 52 -
2.18	SOLUCIONES ACÚSTICAS Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS .....	- 53 -
2.19	ADAPTABILIDAD Y FLEXIBILIDAD DEL PROYECTO BLOC 6X6 .....	- 53 -
2.19.1	<i>Configuración espacial</i> .....	- 53 -
2.19.2	<i>Puertas y conexiones</i> .....	- 54 -
2.19.3	<i>Elementos especializados</i> .....	- 54 -
2.19.4	<i>Flexibilidad en el tiempo</i> .....	- 54 -
2.20	85 VIVIENDAS SOCIALES EN CORNELLÀ DE LLOBREGAT .....	- 55 -
2.21	TOPOLOGÍA .....	- 56 -
2.21.1	<i>Circulaciones</i> .....	- 56 -
2.21.2	<i>Accesos</i> .....	- 59 -
2.22	MORFOLOGÍA .....	- 60 -
2.22.1	<i>Ventajas</i> .....	- 60 -
2.22.2	<i>Estructura general del edificio</i> .....	- 61 -
2.22.3	<i>Materialidad</i> .....	- 75 -
2.22.4	<i>Almacenamiento</i> .....	- 76 -
2.22.5	<i>Elementos húmedos</i> .....	- 77 -
2.23	TIPOLOGÍA.....	- 78 -
2.23.1	<i>Retícula</i> .....	- 78 -
2.23.2	<i>Edificio</i> .....	- 78 -
2.24	SOLUCIONES ACÚSTICAS Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS .....	- 78 -
2.25	FLEXIBILIDAD Y ADAPTABILIDAD EN EL PROYECTO DE 85 VIVIENDAS EN CORNELLÀ .....	- 79 -
2.25.1	<i>La cuadrícula modular</i> .....	- 79 -
2.25.2	<i>Adaptabilidad a lo largo del tiempo</i> .....	- 80 -
2.25.3	<i>Porosidad y relaciones espaciales</i> .....	- 80 -
2.25.4	<i>Cocina como núcleo</i> .....	- 80 -
2.26	MODELOS DE TENENCIA ENTRE BLOQUE 6X6 Y 85 VIVIENDAS SOCIALES EN CORNELLÀ.....	- 80 -
<b>CAPÍTULO III .....</b>		<b>- 84 -</b>
<b>3. ANÁLISIS DE USUARIOS Y CONTEXTO .....</b>		<b>- 84 -</b>
3.1	ANÁLISIS DE USUARIO .....	- 84 -
3.2	JUSTIFICACIÓN DE LA SELECCIÓN DE PARTICIPANTES ENTREVISTADOS.....	- 84 -
3.3	MAPA DE ACTORES BASADO EN LAS ENTREVISTAS .....	- 85 -
3.4	PERFIL Y NECESIDADES DE LOS ACTORES CLAVE .....	- 87 -
3.4.1	<i>Usuarios individuales</i> .....	- 87 -
3.4.2	<i>Unidades familiares</i> .....	- 87 -
3.4.3	<i>Grupos comunitarios</i> .....	- 87 -
3.5	CONEXIONES Y RELACIONES.....	- 88 -
3.5.1	<i>Conexiones Fuertes:</i> .....	- 88 -
3.5.2	<i>Conexiones débiles:</i> .....	- 88 -
3.6	ANÁLISIS DE ENTREVISTAS POR SECCIONES .....	- 88 -
3.6.1	<i>Sección 1: Datos generales</i> .....	- 89 -
3.6.2	<i>Sección 2: Sobre su vivienda actual</i> .....	- 90 -
3.6.3	<i>Sección 3: Diseño y funcionalidad</i> .....	- 90 -
3.6.4	<i>Sección 4: Entorno y comunidad</i> .....	- 91 -
3.6.5	<i>Sección 5: Perspectivas específicas</i> .....	- 92 -
3.6.6	<i>Sección 6: Actividades productivas y oficios</i> .....	- 92 -
3.6.7	<i>Sección 7: Seguridad y bienestar</i> .....	- 93 -
3.6.8	<i>Sección 8: Visión a futuro</i> .....	- 93 -
3.7	SÍNTESIS DE RESULTADOS DE LAS ENTREVISTAS.....	- 94 -

3.7.1	<i>Análisis de preferencias y necesidades de vivienda</i> .....	- 95 -
3.8	ESPACIOS A IMPLEMENTAR EN EL PROYECTO.....	- 99 -
3.9	ANÁLISIS DE SITIO.....	- 101 -
3.10	UBICACIÓN.....	- 101 -
3.11	ACCESO.....	- 102 -
3.12	ANÁLISIS DE EQUIPAMIENTOS.....	- 103 -
3.12.1	<i>Infraestructura y equipamientos existentes</i> .....	- 103 -
3.12.2	<i>Análisis de movilidad</i> .....	- 106 -
3.12.3	<i>Análisis de uso de suelo</i> .....	- 108 -
3.13	CONTEXTO DE TENENCIA DEL PREDIO Y RESERVAS DE SUELO.....	- 109 -
3.14	ANÁLISIS NORMATIVO, USO DE SUELO Y CONDICIONES DEL TERRENO.....	- 109 -
3.15	INFLUENCIA DE LOS RETIROS EN EL DISEÑO DEL EDIFICIO.....	- 111 -
3.16	AFECCIONES DEL TERRENO Y USO DEL SUELO.....	- 112 -
3.17	ANÁLISIS DE COMPONENTE BIOFÍSICO.....	- 112 -
3.17.1	<i>Temperatura</i> .....	- 112 -
3.17.2	<i>Topografía</i> .....	- 114 -
3.17.3	<i>Análisis de vegetación</i> .....	- 115 -
3.18	ANÁLISIS DE LUGAR.....	- 116 -
3.18.1	<i>Estudio de elementos arquitectónicos en los tramos inmediatos</i> .....	- 116 -
3.18.2	<i>Análisis de preexistencias y potencial visual</i> .....	- 118 -
3.19	VINCULACIÓN DE NECESIDADES DEL USUARIO RESPECTO AL ANÁLISIS DEL SITIO.....	- 120 -
3.20	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	- 120 -
<b>CAPÍTULO IV</b> .....		<b>- 123 -</b>
<b>4.</b>	<b>PROPUESTA ARQUITECTÓNICA Y RESULTADOS DEL PROYECTO</b> .....	<b>- 123 -</b>
4.1	ÁREA DE INTERVENCIÓN.....	- 123 -
4.2	NECESIDADES CLAVE A CONSIDERAR.....	- 124 -
4.2.1	<i>Espacios a considerar</i> .....	- 124 -
4.2.2	<i>Usuarios que habitarán el proyecto</i> .....	- 125 -
4.3	MATERIALIDAD Y CONSTRUCCIÓN.....	- 125 -
4.4	MODELO DE GESTIÓN DEL PROYECTO.....	- 126 -
4.4.1	<i>Características del modelo de gestión</i> .....	- 126 -
4.4.2	<i>Entidades encargadas de la gestión</i> .....	- 127 -
4.5	PROCESO DE DISEÑO.....	- 127 -
4.5.1	<i>Estrategias de diseño arquitectónico</i> .....	- 127 -
4.5.2	<i>Programa arquitectónico</i> .....	- 128 -
4.5.3	<i>Revisión de normativa</i> .....	- 130 -
4.6	ESTABLECIMIENTO DEL ESPACIO Y MÓDULO DE VIVIENDA.....	- 131 -
4.7	ORGANIZACIÓN INTERNA DE LOS ESPACIOS.....	- 133 -
4.8	FORMA.....	- 134 -
4.9	CONCEPTO.....	- 135 -
4.10	COMPOSICIÓN Y RELACIONES.....	- 138 -
4.10.1	<i>Diagrama de relaciones</i> .....	- 138 -
4.10.2	<i>Zonificación</i> .....	- 140 -
4.11	DOCUMENTACIÓN ARQUITECTÓNICA.....	- 141 -
4.11.1	<i>Emplazamiento</i> .....	- 141 -
4.11.2	<i>Plantas arquitectónicas</i> .....	- 142 -
4.11.3	<i>Elevaciones</i> .....	- 148 -
4.11.4	<i>Secciones</i> .....	- 149 -
4.11.5	<i>Imágenes del proyecto</i> .....	- 150 -
4.12	CUADRO DE MATERIALES.....	- 158 -
4.13	DESARROLLO TÉCNICO Y CONSTRUCTIVO DEL MÓDULO ARQUITECTÓNICO.....	- 160 -

4.13.1 Predimensionamiento isostático estructural.....	- 160 -
4.13.2 Módulo de vivienda .....	- 166 -
4.13.3 Detalles constructivos en su composición, uniones y conexiones del módulo de vivienda .....	- 170 -
4.13.4 Ventilación e Iluminación.....	- 178 -
4.13.5 Circulación.....	- 179 -
4.13.6 Sistema de recolección de agua y riego por goteo .....	- 182 -
4.14 ESQUEMATIZACIÓN DE DUCTOS .....	- 183 -
4.14.1 Esquema eléctrico.....	- 183 -
4.14.2 Esquema hidrosanitario.....	- 184 -
4.14.3 Esquema de extracción de humo y olores .....	- 186 -
4.15 PRESUPUESTO REFERENCIAL .....	- 187 -
4.15.1 Metodología de calculo .....	- 188 -
<b>CAPÍTULO V.....</b>	<b>- 190 -</b>
<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>- 190 -</b>
5.1 CONCLUSIONES.....	- 190 -
5.2 RECOMENDACIONES .....	- 191 -
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>- 193 -</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>- 197 -</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Ubicación del predio.....	- 5 -
<b>Figura 2:</b> Patente 1889 Edward T. Potter.....	- 4 -
<b>Figura 3:</b> En 1971, se destacó la industrialización sutil. ....	- 7 -
<b>Figura 4:</b> Esquema de materiales y sistemas constructivos más habituales.....	- 9 -
<b>Figura 5:</b> Diferentes combinaciones de soportes (naranja) y unidades separables (amarillo). ...	- 14 -
<b>Figura 6:</b> Ciclo de Vida de los materiales del Edificio. ....	- 17 -
<b>Figura 7:</b> Ciclo de Vida de los materiales (El hormigón). ....	- 18 -
<b>Figura 8:</b> Tablero CLT. ....	- 20 -
<b>Figura 9:</b> Conformación de tablero CLT.....	- 20 -
<b>Figura 10:</b> Edificio Brock Commons Tallwood House.....	- 21 -
<b>Figura 11:</b> Edificio The Treet, Bergen. ....	- 22 -
<b>Figura 12:</b> Edificio Mjøstårnet.....	- 22 -
<b>Figura 13:</b> Ramon Bosch y Bet Capdeferro. ....	- 31 -
<b>Figura 14:</b> Bloque 6x6. ....	- 31 -
<b>Figura 15:</b> Tipología de vivienda del Bloque 6x6. ....	- 32 -
<b>Figura 16:</b> Núcleo central. ....	- 32 -
<b>Figura 17:</b> Áreas húmedas. ....	- 33 -
<b>Figura 18:</b> Distribución de espacios. ....	- 33 -
<b>Figura 19:</b> Acceso a los departamentos.....	- 34 -
<b>Figura 20:</b> Corte transversal.....	- 35 -
<b>Figura 21:</b> Uso de CLT en los niveles de vivienda reemplazando al hormigón.....	- 36 -
<b>Figura 22:</b> Plano departamento tipo del Bloque 6x6. ....	- 37 -
<b>Figura 23:</b> Unión de CLT a losa de hormigón mediante una placa metálica. ....	- 38 -
<b>Figura 24:</b> Pared de carga exterior.....	- 38 -
<b>Figura 25:</b> Axonometría, forjado losa mixta del Bloque 6x6. ....	- 39 -
<b>Figura 26:</b> Unión de muro exterior con vida de madera.....	- 39 -
<b>Figura 27:</b> Paredes estructurales con unión a forjado de CLT. ....	- 40 -
<b>Figura 28:</b> Paredes divisorias con unión a forjado de CLT. ....	- 40 -
<b>Figura 29:</b> Unión de Columna de madera a viga de madera con el muro estructural. ....	- 41 -
<b>Figura 30:</b> Unión de muro divisorio con muro estructural de CLT mediante tornillo estructural. ....	- 42 -
<b>Figura 31:</b> Unión tipo L de muros estructurales. ....	- 43 -
<b>Figura 32:</b> Unión entre forjados de CLT.....	- 43 -
<b>Figura 33:</b> Axonometría de uniones en planta baja. ....	- 44 -
<b>Figura 34:</b> Unión de CLT a losa de hormigón mediante una placa metálica. ....	- 45 -
<b>Figura 35:</b> Anclaje de CLT a forjado de hormigón. ....	- 46 -
<b>Figura 36:</b> Unión de muros entre departamentos. ....	- 46 -
<b>Figura 37:</b> Corte de losa de CLT con muro. ....	- 47 -
<b>Figura 38:</b> Paneles móviles y hijos.....	- 48 -
<b>Figura 39:</b> Carpintería abatible exterior.....	- 49 -
<b>Figura 40:</b> Despiece de un departamento del Bloque 6x6.....	- 50 -
<b>Figura 41:</b> Bloque 6x6. ....	- 51 -
<b>Figura 42:</b> Fachada sur. ....	- 51 -
<b>Figura 43:</b> Áreas húmedas. ....	- 52 -
<b>Figura 44:</b> Aislamiento y protección estructural. ....	- 53 -
<b>Figura 45:</b> Distribución modular flexible. ....	- 54 -
<b>Figura 46:</b> Marta Peris y José Toral. ....	- 55 -
<b>Figura 47:</b> 85 Viviendas Sociales en Cornellà. ....	- 56 -
<b>Figura 48:</b> Esquema topológico de vivienda tipo. ....	- 56 -
<b>Figura 49:</b> Núcleo central. ....	- 57 -
<b>Figura 50:</b> Circulación-ingreso. ....	- 58 -
<b>Figura 51:</b> Distribución de espacios. ....	- 59 -

<b>Figura 52:</b> Acceso a los departamentos.....	- 60 -
<b>Figura 53:</b> Corte longitudinal.....	- 61 -
<b>Figura 54:</b> Diseño flexible.....	- 61 -
<b>Figura 55:</b> Fuentes de contaminación atmosférica.....	- 62 -
<b>Figura 56:</b> Optimización de madera mediante el CLT por pilares y vigas de GLT.....	- 63 -
<b>Figura 57:</b> Axonometría de uniones y conexiones.....	- 63 -
<b>Figura 58:</b> Muro fachada estructural.....	- 64 -
<b>Figura 59:</b> Muro divisorio no estructural.....	- 64 -
<b>Figura 60:</b> Muro divisor de espacios.....	- 65 -
<b>Figura 61:</b> Forjado estructural.....	- 65 -
<b>Figura 62:</b> Modulo del núcleo de escalera.....	- 66 -
<b>Figura 63:</b> Conexión hormigón y madera.....	- 66 -
<b>Figura 64:</b> Conexión muro con muro.....	- 67 -
<b>Figura 65:</b> Conexión forjado con muro.....	- 67 -
<b>Figura 66:</b> Conexión tabique con forjado.....	- 68 -
<b>Figura 67:</b> Conexiones viga con columna y viga con viga.....	- 69 -
<b>Figura 68:</b> Conexión forjado con forjado.....	- 70 -
<b>Figura 69:</b> Sección apoyos módulos-forjados.....	- 70 -
<b>Figura 70:</b> Baños prefabricados.....	- 71 -
<b>Figura 71:</b> Montaje de paneles.....	- 72 -
<b>Figura 72:</b> Montaje de pilares.....	- 72 -
<b>Figura 73:</b> Montaje de vigas.....	- 73 -
<b>Figura 74:</b> Montaje de forjados.....	- 73 -
<b>Figura 75:</b> Ubicación del módulo 7 en planta.....	- 74 -
<b>Figura 76:</b> Forjado estructural.....	- 75 -
<b>Figura 77:</b> Uso de CLT en el espacio.....	- 76 -
<b>Figura 78:</b> Uso de persianas.....	- 76 -
<b>Figura 79:</b> Implementación estratégica de almacenamientos.....	- 77 -
<b>Figura 80:</b> Implementación estratégica de almacenamientos.....	- 77 -
<b>Figura 81:</b> Aislamiento y seguridad en CLT.....	- 79 -
<b>Figura 82:</b> Matriz modular flexible.....	- 80 -
<b>Figura 83:</b> Aproximación del lugar d ellos entrevistados.....	- 85 -
<b>Figura 84:</b> Mapa de actores tipo cebolla.....	- 86 -
<b>Figura 85:</b> Análisis de cuenta de participantes por tipo de movilidad.....	- 96 -
<b>Figura 86:</b> Análisis de espacios más usados.....	- 96 -
<b>Figura 87:</b> Análisis de deseos y necesidades en viviendas.....	- 97 -
<b>Figura 88:</b> Análisis de áreas más preferidas por las personas.....	- 97 -
<b>Figura 89:</b> Análisis de requerimientos específicos.....	- 98 -
<b>Figura 90:</b> Análisis de convivencia entre vecinos.....	- 99 -
<b>Figura 91:</b> Localización, (maso, meso y micro localización).....	- 102 -
<b>Figura 92:</b> Mapas del sector de estudio.....	- 103 -
<b>Figura 93:</b> Mapa de equipamientos.....	- 104 -
<b>Figura 94:</b> Mapas de redes de agua potable y alcantarillado.....	- 105 -
<b>Figura 95:</b> Red de infraestructura eléctrica.....	- 105 -
<b>Figura 96:</b> Mapa de capas de rodadura.....	- 106 -
<b>Figura 97:</b> Capa de rodadura en la calle del Matorral.....	- 107 -
<b>Figura 98:</b> Estacionamiento y Flujo de Tráfico.....	- 108 -
<b>Figura 99:</b> Mapa de usos de suelo.....	- 109 -
<b>Figura 100:</b> Normativa del uso del suelo.....	- 110 -
<b>Figura 101:</b> Mapa del sector con la quebrada.....	- 111 -
<b>Figura 102:</b> Mapa de afecciones.....	- 112 -
<b>Figura 103:</b> Mapa del recorrido del sol.....	- 113 -
<b>Figura 104:</b> Dirección predominante del viento.....	- 114 -

<b>Figura 105:</b> Vegetación del lugar. ....	- 115 -
<b>Figura 106:</b> Vegetación del lugar. ....	- 116 -
<b>Figura 107:</b> Sendero en colina adyacente al predio.....	- 117 -
<b>Figura 108:</b> Sendero en colina adyacente al predio.....	- 117 -
<b>Figura 109:</b> Sendero en colina adyacente al predio.....	- 118 -
<b>Figura 110:</b> Sendero en colina adyacente al predio.....	- 118 -
<b>Figura 111:</b> Vistas del predio a intervenir.....	- 119 -
<b>Figura 112:</b> Sendero en colina adyacente al predio.....	- 119 -
<b>Figura 113:</b> Mapa de ubicación del anteproyecto del municipio. ....	- 121 -
<b>Figura 114:</b> Delimitación del área de intervención. ....	- 124 -
<b>Figura 115:</b> Proceso modular en la construcción sostenible de vivienda CLT. ....	- 125 -
<b>Figura 116:</b> Esquema del modelo de derecho de uso para vivienda.....	- 126 -
<b>Figura 117:</b> Viabilidad de vivienda flexible. ....	- 132 -
<b>Figura 118:</b> Optimización de dimensiones. ....	- 132 -
<b>Figura 119:</b> Modulación y distribución.....	- 133 -
<b>Figura 120:</b> Ubicación de áreas húmedas. ....	- 133 -
<b>Figura 121:</b> Conectividad y flexibilidad espacial. ....	- 134 -
<b>Figura 122:</b> Organización del módulo base. ....	- 134 -
<b>Figura 123:</b> Configuración y altura del edificio. ....	- 135 -
<b>Figura 124:</b> Concepto y emplazamiento. ....	- 135 -
<b>Figura 125:</b> Incorporación de volados y balcones.....	- 136 -
<b>Figura 126:</b> Optimización con sustracción de bloques.....	- 137 -
<b>Figura 127:</b> Integración de vegetación en el diseño. ....	- 137 -
<b>Figura 128:</b> Malla y vegetación como filtro.....	- 138 -
<b>Figura 129:</b> Relación de espacios en el edificio.....	- 139 -
<b>Figura 130:</b> Relación de espacios interiores. ....	- 139 -
<b>Figura 131:</b> Zonificación y distribución funcional. ....	- 141 -
<b>Figura 132:</b> Documentación y emplazamiento del proyecto. ....	- 142 -
<b>Figura 133:</b> Planta baja. ....	- 143 -
<b>Figura 134:</b> Planta alta. ....	- 144 -
<b>Figura 135:</b> Tercera planta.....	- 145 -
<b>Figura 136:</b> Cuarta planta.....	- 146 -
<b>Figura 137:</b> Quinta planta.....	- 147 -
<b>Figura 138:</b> Sexta planta. ....	- 148 -
<b>Figura 139:</b> Elevación frontal.....	- 149 -
<b>Figura 140:</b> Elevación lateral derecha.....	- 149 -
<b>Figura 141:</b> Sección A - A. ....	- 150 -
<b>Figura 142:</b> Sección B - B. ....	- 150 -
<b>Figura 143:</b> Perspectiva exterior 1. ....	- 151 -
<b>Figura 144:</b> Perspectiva exterior 2. ....	- 151 -
<b>Figura 145:</b> Perspectiva exterior 3. ....	- 152 -
<b>Figura 146:</b> Perspectiva exterior 4. ....	- 152 -
<b>Figura 147:</b> Perspectiva vista balcón. ....	- 153 -
<b>Figura 148:</b> Perspectiva del pasillo exterior con puertas cerradas. ....	- 153 -
<b>Figura 149:</b> Perspectiva del pasillo exterior con puertas abiertas. ....	- 154 -
<b>Figura 150:</b> Perspectiva terraza 1. ....	- 154 -
<b>Figura 151:</b> Perspectiva terraza 2. ....	- 155 -
<b>Figura 152:</b> Perspectiva parqueadero.....	- 155 -
<b>Figura 153:</b> Perspectiva interior dormitorio. ....	- 156 -
<b>Figura 154:</b> Perspectiva interior dormitorio 2. ....	- 156 -
<b>Figura 155:</b> Perspectiva interior dormitorio 3. ....	- 157 -
<b>Figura 156:</b> Perspectiva interior baño-lavandería. ....	- 157 -
<b>Figura 157:</b> Perspectiva interior sala.....	- 158 -

<b>Figura 158:</b> Plano de área tributaria de columna G4. ....	- 161 -
<b>Figura 159:</b> Comprobación de cálculo mediante programa Ábaco. ....	- 162 -
<b>Figura 160:</b> Plano de área tributaria de columna G3. ....	- 163 -
<b>Figura 161:</b> Axonometría de columnas estructurales. ....	- 164 -
<b>Figura 162:</b> Plano de área tributaria de viga de madera. ....	- 165 -
<b>Figura 163:</b> Axonometría de columnas estructurales. ....	- 166 -
<b>Figura 164:</b> Modelo modular flexible y adaptable. ....	- 167 -
<b>Figura 165:</b> Tipología de espacios comunes posibles. ....	- 168 -
<b>Figura 166:</b> Adaptabilidad a diferentes tipologías de vivienda. ....	- 169 -
<b>Figura 167:</b> Despiece del Módulo de Vivienda. ....	- 170 -
<b>Figura 168:</b> Despiece del Módulo de Vivienda. ....	- 171 -
<b>Figura 169:</b> Ubicación de detalles constructivos. ....	- 172 -
<b>Figura 170:</b> Composición de muro estructural. ....	- 173 -
<b>Figura 171:</b> Composición de muro división de módulos. ....	- 173 -
<b>Figura 172:</b> Composición de muro división interna. ....	- 174 -
<b>Figura 173:</b> Composición de forjado. ....	- 174 -
<b>Figura 174:</b> Unión muro steel frame con forjado. ....	- 175 -
<b>Figura 175:</b> Unión muro con forjado. ....	- 175 -
<b>Figura 176:</b> Unión forjado con forjado. ....	- 176 -
<b>Figura 177:</b> Unión hormigón con madera. ....	- 176 -
<b>Figura 178:</b> Unión muro con muro. ....	- 177 -
<b>Figura 179:</b> Conexión vigas y columnas. ....	- 177 -
<b>Figura 180:</b> Conexión muro división de módulos con muro CLT. ....	- 177 -
<b>Figura 181:</b> Conexión entre muros división interna. ....	- 178 -
<b>Figura 182:</b> Conexión entre muros división interna y muro división de módulos. ....	- 178 -
<b>Figura 183:</b> Funcionamiento climático. ....	- 179 -
<b>Figura 184:</b> Circulación en la edificación a través del modelo 3D. ....	- 179 -
<b>Figura 185:</b> Circulación en planta y conexión de módulos de vivienda. ....	- 180 -
<b>Figura 186:</b> Optimización del pasillo de circulación. ....	- 181 -
<b>Figura 187:</b> Escalera central como elemento estructural y circulación segura. ....	- 182 -
<b>Figura 188:</b> Axonometría de recolección de agua para riego. ....	- 183 -
<b>Figura 189:</b> Axonometría de riego de agua por maceta. ....	- 183 -
<b>Figura 190:</b> Axonometría de esquema eléctrico. ....	- 184 -
<b>Figura 191:</b> Axonometría de esquema hidrosanitario. ....	- 185 -
<b>Figura 192:</b> Detalle de conexión de tubería hidrosanitaria de 110 mm. ....	- 186 -
<b>Figura 193:</b> Axonometría de esquema de extracción de humo y olores. ....	- 187 -

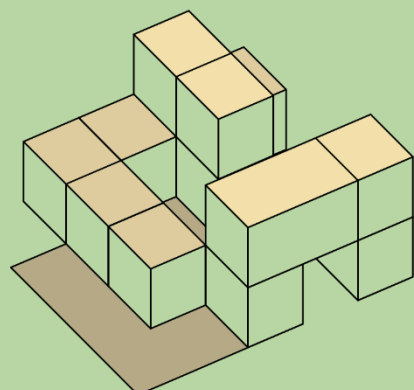
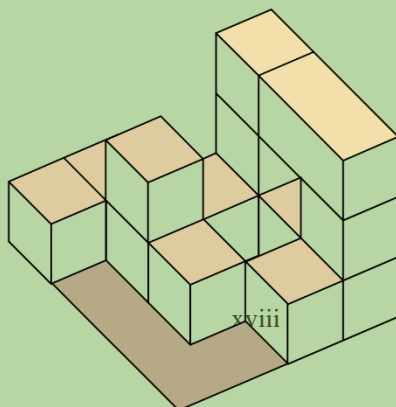
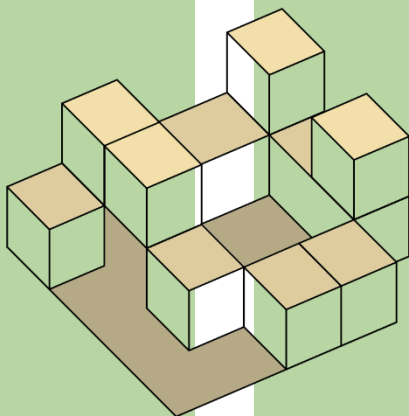
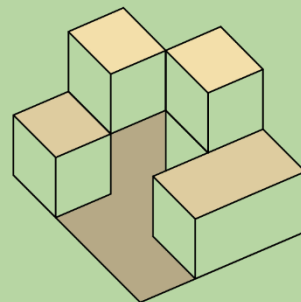
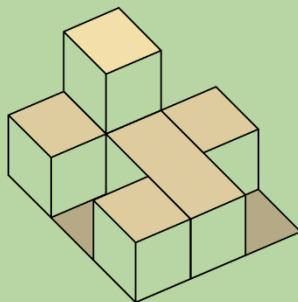
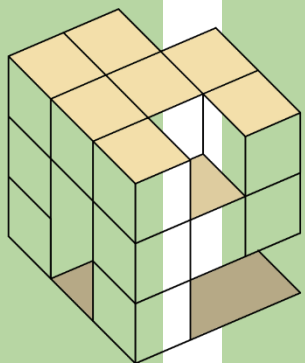
## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Evolución del CLT a través de edificios.....	- 24 -
<b>Tabla 2:</b> Resumen de resultados, preferencias y necesidades. ....	- 94 -
<b>Tabla 3:</b> Tabla resumen que detalla los aspectos más relevantes. ....	- 99 -
<b>Tabla 4:</b> Tabla de necesidades identificadas y espacios priorizados. ....	- 100 -
<b>Tabla 5:</b> Estrategias de diseño que tomara el proyecto. ....	- 127 -
<b>Tabla 6:</b> Evolución del CLT a través de edificios.....	- 128 -
<b>Tabla 7:</b> Dimensiones mínimas por espacio de vivienda .....	- 130 -
<b>Tabla 8:</b> Alturas mínimas de espacios habitables .....	- 131 -
<b>Tabla 9:</b> Número de estacionamiento según tipo de vivienda.....	- 131 -
<b>Tabla 10:</b> Materiales predominantes en el proyecto.....	- 158 -
<b>Tabla 11:</b> Presupuesto referencial.....	- 188 -

## LISTA DE ANEXOS

**Anexo 1:** *Planos, Elevaciones y Cortes del Anteproyecto Arquitectónico en A1 \_\_\_\_\_ - 197 -*

CAPÍTULO I  
INTRODUCCIÓN



# CAPÍTULO I

## 1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se aborda la problemática del acceso a la vivienda asequible en Cuenca, Ecuador, y su relación con la desigualdad social y económica, influenciada por la falta de regulaciones efectivas en el sector inmobiliario. Se explora la relevancia de la construcción modular de madera contralaminada como una solución sostenible para viviendas sociales en altura, adaptadas a las necesidades cambiantes de las familias. Además, se define la zona de estudio y se establecen los objetivos de la investigación, así como la metodología mixta que guiará el desarrollo del proyecto arquitectónico.

### 1.1 Problema y justificación

A nivel global la especulación inmobiliaria y la falta de regulación han aumentado la desigualdad dificultando el acceso a viviendas adecuadas donde las urgencias por encontrar soluciones habitacionales que garanticen el acceso de viviendas dignas para todos. Este fenómeno ha llevado a que la mayoría de las viviendas no sean accesibles económicamente, lo que ha incrementado los asentamientos informales, afectando a un tercio de la población mundial (ONU, 2020). De acuerdo con el Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (ONU-Hábitat), entre 1.600 y 3.000 millones de personas carecen de vivienda adecuada, y más de 1.120 millones viven en asentamientos informales. Además, alrededor de 330 millones no tienen hogar, enfrentando altos costos de alquiler y pobreza energética, problemas que se agravan con el cambio climático, lo que hace urgente la necesidad de soluciones para garantizar viviendas dignas y seguras (Wilfrido, 2025).

Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) en 1996, se necesitaban 27,9 millones de viviendas nuevas y la rehabilitación de 25,7 millones de unidades existentes para cubrir las necesidades habitacionales, lo que implicaba que alrededor de 270 millones de personas vivían en condiciones inadecuadas o carecían de una vivienda digna (Serrano, 2002). Este déficit habitacional se ha agravado por el rápido crecimiento de las ciudades latinoamericanas, impulsado por crisis económicas y una mala gestión de políticas públicas. A pesar del aumento de la población urbana, la expansión territorial ha superado el crecimiento demográfico, agravado por el alto costo del suelo en zonas céntricas y la falta de viviendas adecuadas. Esto ha llevado a muchas familias a buscar vivienda en las periferias, lo que ha exacerbado la segregación social y espacial, deteriorando la calidad de vida urbana (ONU, 2020). Este déficit habitacional en América Latina subraya la necesidad urgente de políticas públicas que regulen el crecimiento urbano y asegure viviendas accesibles para todos.

En Ecuador, el déficit habitacional se debe principalmente a la falta de viviendas suficientes que cumplan con los estándares de calidad y brinden acceso a los servicios básicos esenciales para una vida digna (Parreño y Coronel, 2024). Según el Instituto Nacional de Estadística y Censos

(INEC) y la Encuesta Nacional de Empleo, Desempleo y Subempleo (ENEMDU) de 2019, el déficit afecta al 44,4% de los hogares, desglosándose en un 14% de déficit cuantitativo (viviendas irrecuperables) y un 30,4% de déficit cualitativo (viviendas que requieren mejoras). Las zonas rurales son las más afectadas, con un 65,4% de las viviendas en esta situación, mientras que en las zonas urbanas es del 35,5%. Estos datos subrayan la necesidad urgente de mejorar la calidad y disponibilidad de viviendas en el país (Wilfrido, 2025). La INEC estima que cada año se necesitan más de 50.000 viviendas nuevas para el crecimiento poblacional y aproximadamente 150.000 para mejorar la infraestructura. En Cuenca, el déficit habitacional alcanza las 45.000 unidades (Barragán, 2014). Esto refleja una falta crítica de viviendas de calidad, lo que exige intervenciones urgentes para mejorar la infraestructura y asegurar el acceso de viviendas dignas especialmente en las zonas más vulnerables.

A la falta de viviendas se le suman los efectos de un rápido proceso de urbanización, impulsado principalmente por la migración interna hacia las ciudades en América Latina, lo que ha incrementado la demanda de viviendas y exacerbado las desigualdades socioeconómicas. Esto ha generado presión sobre el mercado inmobiliario, especialmente en zonas urbanas de alta demanda, donde los precios del suelo y los índices de edificabilidad han aumentado. Esta dinámica fomenta la competencia por acceder a ubicaciones privilegiadas, favoreciendo la especulación del suelo y la creación de plusvalías en un contexto de políticas de libre mercado. La escasez de vivienda social, combinada con estos factores, perpetúa la brecha entre quienes pueden acceder a una vivienda adecuada y quienes no, agravando las condiciones de pobreza y marginación social (Alfonso y Zamora, 2009). Es necesario implementar políticas públicas que regulen el mercado inmobiliario y promuevan un acceso equitativo a viviendas dignas para reducir las desigualdades urbanas.

En Ecuador, los problemas socioeconómicos como la pobreza, la delincuencia, el desempleo y la falta de servicios básicos en las grandes ciudades han impulsado un creciente movimiento migratorio desde las zonas rurales hacia las urbanas. Esto se debe, en parte, a la escasa oferta de empleo en las áreas rurales, mientras que las provincias con mayor inmigración interna suelen tener menor desempleo y mayor desarrollo económico (Alvarado y López, 2017). Como consecuencia, muchos hogares recurren a soluciones como la autoconstrucción de viviendas de baja calidad, ocupación sin servicios o residencias compartidas. En las zonas urbanas marginales, esto incluye la invasión de tierras con inseguridad jurídica, mientras que, en las zonas rurales, la dispersión poblacional limita la intervención del mercado privado en la oferta de vivienda y servicios (Domínguez y Valverde, 2019). Es crucial que fomenten el acceso a una vivienda adecuada en zonas rurales como urbanas, para poder evitar el crecimiento informal y con ello mejorar las condiciones de vida de los migrantes internos.

La vivienda colectiva ha sido propuesta como solución al déficit habitacional en América Latina, especialmente en áreas urbanas densamente pobladas. Según Alfonso y Zamora (2009), los modelos urbanos compactos buscan optimizar el uso del suelo y reducir costos en servicios y equipamientos. Sin embargo, esta estrategia ha enfrentado problemas como la segregación urbana, la privatización del espacio público y la falta de mantenimiento adecuado, lo que cuestiona su

efectividad para satisfacer las necesidades de las poblaciones de bajos recursos. Aunque la vivienda en altura se considera una alternativa, su éxito depende de factores como la calidad de los espacios, la gestión comunitaria y el acceso a servicios urbanos, lo que resalta la importancia de abordar estos aspectos para garantizar su sostenibilidad a largo plazo.

La vivienda colectiva en altura, aunque históricamente ha sido una solución a la densificación urbana y al déficit habitacional, enfrenta desafíos significativos en la actualidad, especialmente en América Latina. Si bien el concepto de vivienda colectiva tiene sus raíces en la Antigua Roma con las *ínsulae* (Martin, 2023), ha evolucionado a lo largo de los siglos, desde los modelos jerárquicos del Palacio de Versalles en el siglo XVII hasta las ideas de Charles Fourier y el socialismo utópico en el siglo XIX, su implementación en América Latina no ha estado exenta de dificultades. La rápida urbanización y el déficit habitacional en la región, combinados con la influencia de modelos europeos y los debates del Congreso Internacional de Arquitectura Moderna (CIAM), han dado lugar a proyectos de vivienda social en altura que, aunque buscan aliviar la escasez de viviendas para sectores de bajos ingresos, a menudo se ven obstaculizados por problemas de integración social, calidad de vida y adecuación a los contextos económicos y políticos locales (Alfonso y Zamora, 2009).

En la planificación urbana, donde se buscaban soluciones eficientes para la problemática habitacional, se desarrollaron enfoques teóricos que influyeron en la concepción de la vivienda. Uno de estos enfoques es el planteamiento de Habraken en, *El diseño de soportes* (1974), donde aborda la falta de participación de los usuarios en el diseño y producción de viviendas. Esto lleva a la creación de entornos homogéneos que no responden a las necesidades reales de los habitantes. Esta reflexión sobre la importancia de la participación contribuyó al surgimiento de la arquitectura modular y la densificación urbana como soluciones para mejorar la calidad de vida en las ciudades. El diseño flexible y modular propuesto por Habraken se convierte en una herramienta clave para repensar la vivienda contemporánea (García, 2020).

La problemática en la construcción habitacional radica en la necesidad de soluciones sostenibles que minimicen el impacto ambiental y mejoren la eficiencia de los sistemas habitacionales. La elección de materiales juega un papel crucial en este contexto, ya que los materiales tradicionales a menudo no cumplen con los estándares de sostenibilidad ni responden a las demandas de adaptabilidad y eficiencia en el uso del suelo. En particular, la construcción en altura enfrenta desafíos relacionados con la reducción de residuos, la eficiencia en los tiempos de construcción y la sostenibilidad en términos de reducción de la huella de carbono (Fernández, 2020). Ante esto es esencial buscar alternativas que optimicen los procesos contractivos sin comprometer el desempeño estructural y ambiental. En este sentido, el Cross Laminated Timber (CLT) surge como una alternativa innovadora, ya que ofrece resistencia estructural, capacidad para almacenar carbono negativo y una reducción significativa en los residuos de construcción, lo que lo convierte en un material clave para la construcción sostenible (Ouedraogo, 2022).

Este proyecto busca abordar la problemática de la falta de acceso a viviendas asequibles en Cuenca, Ecuador, mediante el desarrollo de viviendas modulares construidas con madera contralaminada (CLT) como material estructural principal. Estas viviendas estarán diseñadas para adaptarse a las necesidades cambiantes de las familias, considerando diferentes tamaños, condiciones de vida y preferencias personales. Basado en enfoques innovadores, el proyecto se enfocará en crear espacios habitacionales accesibles y sostenibles, facilitando la convivencia de diversos grupos familiares con distintas costumbres. Al optar por la densificación urbana y la construcción en altura, se busca maximizar el uso eficiente del suelo, al mismo tiempo que se incorporan espacios verdes y áreas recreativas, contribuyendo a un entorno urbano más saludable. Esta investigación pretende ofrecer soluciones integrales que no solo mejoren la accesibilidad y calidad de vida de las comunidades, sino también promover la creación de entornos urbanos más equitativos, sostenibles y adaptados a las realidades de Ecuador.

## **1.2 Definición de la zona de estudio**

El proyecto de tesis que planteamos se ubicará en la reserva de suelo "SAN SEBASTIAN-29 AMPLIACIÓN RESERVA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL", en Cuenca, Ecuador. Mientras tanto, desde la Fundación Municipal El Barranco, en colaboración con EMUVI EP, se está desarrollando el proyecto "San Miguel de Putuzhi" en la reserva "SAN SEBASTIAN-28", que está en proceso de revisión por la Dirección de Control Municipal, por lo que no es necesario duplicar esfuerzos en ese predio. No obstante, la reserva "SAN SEBASTIAN-29", ubicada en el mismo sector y en proceso de consolidación, presenta condiciones óptimas para un proyecto académico que promueva soluciones habitacionales sostenibles y acorde a las normativas locales y nacionales. Este proceso de consolidación asegura que el terreno cumpla con los requisitos necesarios para proyectos de interés social, contribuyendo al crecimiento urbano planificado y mejorando el acceso a viviendas dignas. Para un análisis más detallado, se adjunta el enlace al PDOT-PUGS de la Municipalidad de Cuenca, donde se encuentra información relevante sobre la normativa aplicable y el polígono de la reserva (ver figura 1).



**Figura 1:** Ubicación del predio

**Fuente:** Elaboración propia

### 1.3 Objetivos

#### 1.3.1 Objetivo general

Desarrollar soluciones de vivienda modular de interés social en altura que sean accesibles y adaptables a las necesidades cambiantes de las familias en la parroquia San Sebastián de la ciudad de Cuenca – Ecuador.

#### 1.3.2 Objetivos específicos

- Analizar conceptos clave, fundamentos teóricos, casos de estudio y tendencias innovadoras en la construcción modular de interés social en altura.
- Crear tipologías de viviendas modulares adaptables a las variaciones en el tamaño y composición, incorporando elementos prefabricados que permitan la personalización de los espacios habitacionales según las preferencias y necesidades de los usuarios.
- Elaborar un diseño a nivel de anteproyecto y desarrollo técnico detallado de vivienda modular, formulando ideas rectoras y elaborando una memoria técnica, asegurando la viabilidad económica y el acceso a viviendas dignas para familias vulnerables.

## **1.4 Metodología**

La metodología empleada para esta tesis utiliza un enfoque de investigación mixta. Se combina la investigación cuantitativa, a través del INEC en la revisión de datos estadísticos del censo del año 2022, con una investigación basada en la revisión de fuentes bibliográficas. Se aplicarán métodos analítico-sintético y deductivo-inductivo, partiendo de conocimientos generales hacia contenidos específicos. Además, se utilizará la técnica de estudio de caso.

## **1.5 Fase1: Fundamentos teóricos.**

En esta primera etapa, se llevará a cabo un estudio exhaustivo de la bibliografía relacionada con vivienda multifamiliar de interés social en altura, se analizarán casos referenciales destacados y se seleccionarán estrategias adecuadas que servirán como base teórica y práctica para el desarrollo del proyecto. Además, esta fase se centra en el estudio de la normativa local y en la recopilación de información relevante para el desarrollo del anteproyecto de viviendas modulares en zonas urbanas.

### **1.5.1 Revisión de normativa**

La fase inicial del proyecto abarca la revisión de normativas y determinantes urbanas para el área de intervención y la recopilación de especificaciones locales aplicables a la vivienda de interés social en zonas urbanas. Se caracterizarán las residencias en áreas urbanas y rurales, evaluando su integración en el entorno urbano. También se estudiarán referentes de arquitectura modular en vivienda social para identificar soluciones relevantes. A partir de estos análisis, se definirán estrategias de diseño adaptadas al contexto y basadas en modelos modulares de conjuntos habitacionales.

### **1.5.2 Método cualitativo**

Esta etapa incluye el análisis de datos del censo 2022 para entender las necesidades habitacionales en zonas rurales y urbanas, así como la investigación de innovaciones en tecnología modular aplicables al proyecto. Se evaluarán materiales de construcción adecuados para el sistema modular, métodos de prefabricación para optimizar el montaje, y se estudiarán módulos adaptables que permitan configuraciones flexibles y ajustables a distintas necesidades de los usuarios.

## **1.6 Fase 2: características del contexto urbano inmediato**

Posteriormente, se realizará un análisis profundo del lugar específico en San Sebastián donde se implantará el proyecto, evaluando aspectos urbanos, arquitectónicos y socioculturales relevantes. Mediante el análisis de campo, se identificarán las necesidades y demandas particulares de la comunidad, asegurando que la propuesta arquitectónica aborde de manera efectiva las condiciones y requisitos locales.

### **1.6.1 Análisis de campo**

Esta fase incluye el estudio del entorno inmediato y del contexto urbano en la parroquia Sucre, integrando características clave de diseño. Se analizarán las influencias urbanas y los equipamientos de la zona en relación con el proyecto. También se realizará un análisis bioclimático para adaptar la arquitectura a las condiciones climáticas locales y al microclima, buscando mejorar el confort y la eficiencia energética del proyecto.

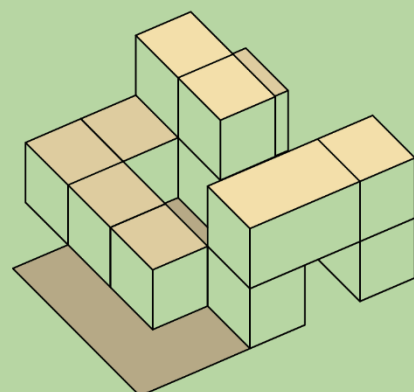
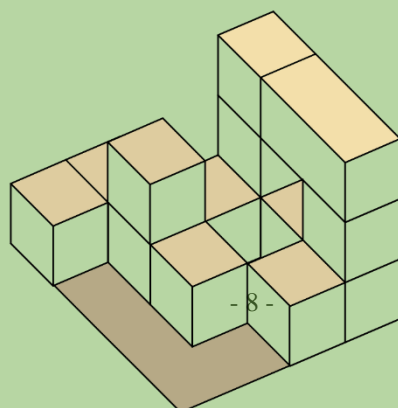
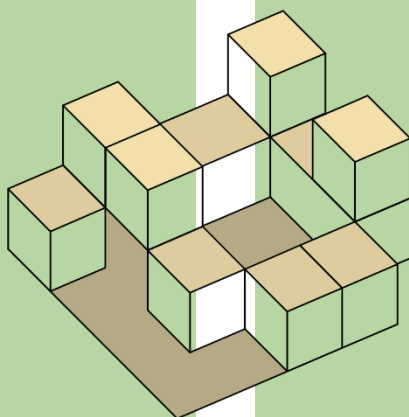
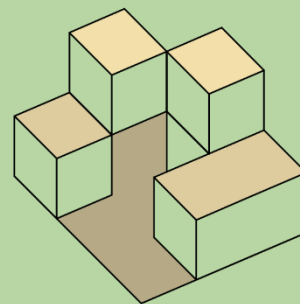
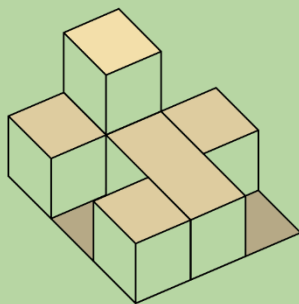
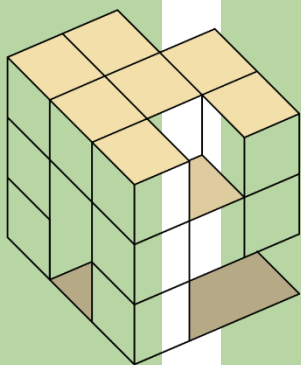
### **1.7 Fase 3: desarrollo de la propuesta de anteproyecto de vivienda multifamiliar de interés social en altura**

Con base en la revisión de las fases uno y dos, se establecerán directrices de diseño arquitectónico para formular una propuesta integral que asegure el funcionamiento adecuado y la integración de la arquitectura modular. Esta propuesta incluirá el concepto generado y el programa arquitectónico detallado, dando lugar a la formulación de planos, elevaciones y cortes que materialicen la solución diseñada.

#### **1.7.1 Diseño de la propuesta del conjunto habitacional modular**

Esta fase incluye el mapeo de influencias urbanas y la implementación de estrategias de diseño basadas en casos de estudio. Se define el programa arquitectónico en detalle y se integra el cumplimiento de normativas locales en el diseño del anteproyecto. Además, se desarrollan espacios comunitarios, áreas verdes y soluciones habitacionales modulares adaptadas a las necesidades de la población.

CAPÍTULO II  
FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y ESTUDIOS DE  
CASO



## **CAPÍTULO II**

### **2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS Y ESTUDIOS DE CASO**

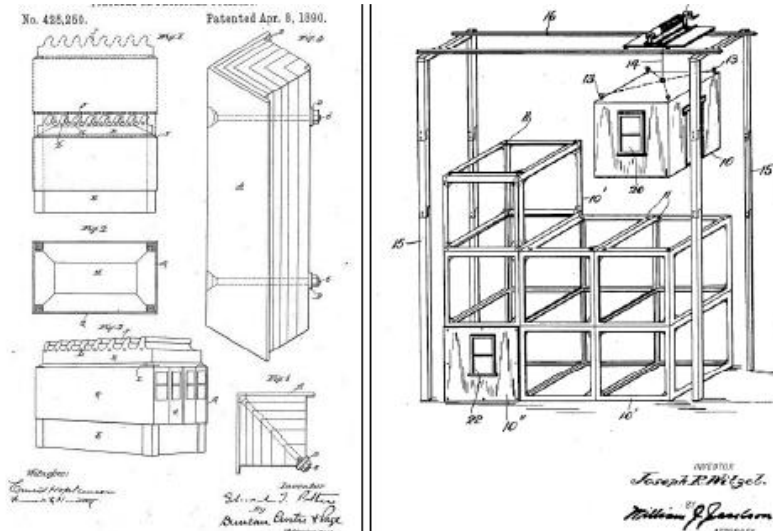
El presente capítulo, proporciona las bases conceptuales y antecedentes que sustentan el estudio sobre la construcción de vivienda multifamiliar en altura con madera contralaminada (CLT) como material estructural. Se abordan los antecedentes del problema, las bases teóricas, los principios de la construcción modular y la prefabricación, así como los criterios de diseño para viviendas sociales sostenibles. Además, se analizan estudios de caso que ejemplifican la aplicación de estos conceptos, lo que permite comprender su viabilidad y beneficios. Este capítulo establece un sustento técnico y teórico que facilita la formulación de estrategias de diseño eficientes, alineadas con los principios de sostenibilidad, optimización del espacio y accesibilidad, contribuyendo a soluciones habitacionales innovadoras y funcionales.

#### **2.1 Un camino hacia la modularidad**

La construcción industrializada, aunque se originó antes de la Revolución Industrial, inicialmente se desarrolló en contextos fuera de la vivienda, como colonias extranjeras, campamentos militares, guerras, minería, desastres naturales y asentamientos de emergencias. Según Pérez (2010), es un método que se basa en la fabricación mecanizada y en serie de componentes y subsistemas para edificaciones, estos elementos, una vez ensamblados en el sitio, conforman parcial o completamente un edificio.

#### **2.2 Historia en la construcción modular**

La construcción modular comenzó en 1889 con la patente de Edward T. Potter, quien diseñó un sistema de edificios prefabricados con módulos tridimensionales apilables, permitiendo la creación de viviendas flexibles y portátiles (ver figura 2). En 1919, Clark Noble Wisner mejoró esta idea al proponer la prefabricación de unidades de hormigón que se ensamblaban en el lugar de construcción, mientras que Joseph R. Witzel patentó un sistema de módulos cúbicos que formaban bloques de edificios utilizando diferentes materiales. A pesar de los avances tecnológicos y de contar con más de 1,200 patentes relacionadas con la construcción modular, su adopción en el sector de la edificación ha sido limitada, a pesar de las evidentes ventajas en términos de eficiencia y optimización de recursos (Gómez, 2009).



**Figura 2:** Patente 1889 Edward T. Potter.

**Fuente:** Gomez, 2009.

Aunque uno de los objetivos de la industrialización es reducir costos, la prefabricación a menudo se percibe de manera negativa desde el punto de vista económico. Como resultado, la edificación modular no ha alcanzado el éxito previsto, y su falta de aceptación se puede atribuir a varias razones, como la complejidad del proceso constructivo, problemas de dimensiones durante el transporte, inseguridad en el montaje, la necesidad de una inversión significativa, la finalización de módulos en el sitio de construcción, limitaciones geométricas y la utilización de estos sistemas en períodos de crisis.

### **2.2.1 La industrialización en Estado Unidos**

En Norteamérica, la prefabricación surgió en el siglo XVIII con los pioneros que necesitaban construir edificaciones fácilmente transportables y ensambladas por mano de obra no cualificada donde el gran avance se dio gracias a Agustine Taylor, quien es considerado el inventor del sistema Balloon Frame y promovió métodos racionales para una producción eficiente en serie.

#### **2.2.1.1. Balloon Frame**

En Estados Unidos, se popularizó la construcción de edificios con el sistema "Balloon Frame", usando listones de madera prefabricados y ensamblados con clavos industriales. A finales del siglo XIX, el hormigón, que no se había usado ampliamente desde la época romana, reapareció como material clave para prefabricación, combinado con entramados de alambre. En 1889, Edward T. Potter patentó en EE. UU. el primer edificio prefabricado con módulos tridimensionales apilables en forma de "cajón", y en 1891 se utilizaron las primeras vigas de hormigón armado prefabricadas en la construcción del Casino de Biarritz (Pérez, 2010). Estos avances marcaron un punto de inflexión en la arquitectura moderna ya que permitieron reducir tiempos de construcción y estandarizar los procesos constructivos.

### **2.2.1.2. The American System Built**

Sarmiento (2017), nos dice que entre 1911 y 1917, Frank Lloyd Wright desarrolló el sistema The American System-Built Houses para la firma Richards Company, ofreciendo una amplia variedad de diseños que reducían tiempos de construcción y costos, permitiendo personalización para cada cliente. En los años 30, los esposos Jacobs le encargaron una vivienda por menos de 5,000 dólares, lo que desafió a Wright a crear una vivienda digna y económica. Este enfoque innovador no solo respondía a las limitaciones económicas, sino que también proponía una nueva manera de habitar basada en la funcionalidad y simplicidad. Esto buscaba hacer accesible la vivienda para los más pobres y reflejar la individualidad en una democracia, dio origen a las casas usonianas de esa época (Sarmiento, 2017).

### **2.2.2 Industrialización en Europa**

La industrialización en Europa en el ámbito de la construcción de vivienda tiene sus raíces en los intentos de producir edificaciones en serie, destinadas a resolver necesidades de vivienda en grandes cantidades, de manera económica y rápida. Sarmiento (2017), explica que esta tendencia se desarrolló como una respuesta a las situaciones de crisis y alta demanda de refugios, particularmente durante periodos de reconstrucción tras guerras y desastres naturales.

En Europa, los inicios de la vivienda industrializada datan del siglo XIX con figuras como Eugène-Emmanuel Viollet-le-Duc, quien introdujo estructuras metálicas en sus proyectos arquitectónicos, y el inglés Joseph Paxton, que diseñó el famoso "Crystal Palace" para la Exposición Universal de Londres en 1851. Esta obra, una estructura prefabricada de metal y vidrio, fue pionera en la arquitectura industrial, al demostrar cómo el uso de componentes producidos en serie podía resultar en edificaciones ligeras y gráciles, adaptadas para la época (Sarmiento, 2017). Esto evidencia cómo los avances técnicos comenzaron a responder directamente a necesidades sociales urgentes, marcando el inicio de una nueva era en la arquitectura.

Le Corbusier, en su enfoque postuló una nueva forma de pensar la vivienda, en donde la funcionalidad y la eficiencia eran los principales temas de diseño. Según Sarmiento (2017), otro de los impulsores de la industrialización en la arquitectura fue Le Corbusier, quien en 1914 desarrolló el sistema "Maison Dom-ino", una estructura modular compuesta de losas y pilares que permitía la construcción de viviendas de manera más flexible y escalable. Esta innovación eliminó la necesidad de muros de carga, haciendo que el sistema fuera adaptable y fácil de expandir, promoviendo la producción en serie de unidades habitacionales (Sarmiento, 2017). Le Corbusier defendía la estandarización y la producción industrial de componentes arquitectónicos como motor de transformación social, buscando que la arquitectura de la vivienda respondiera a las demandas modernas de espacio y funcionalidad (Sarmiento, 2017).

En la primera mitad del siglo XX, otros arquitectos europeos se unieron a este movimiento. Walter Gropius y Konrad Wachsmann, en los años 40, desarrollaron las "Packaged Houses", un

sistema modular prefabricado de paneles que facilitaba el ensamblaje rápido y permitía una gran flexibilidad en el diseño. Según Sarmiento (2017), este sistema modular representó un avance significativo, ya que simplificó la construcción y ofreció posibilidades de expansión y adaptación, un objetivo clave en la industrialización de la vivienda.

La industrialización también se desarrolló con enfoques innovadores hacia el diseño en países nórdicos, donde arquitectos como Jørn Utzon crearon sistemas modulares que permitían construir viviendas económicas y funcionales en respuesta al déficit de vivienda posterior a la Segunda Guerra Mundial. Utzon, por ejemplo, diseñó el sistema "Expansiva", que consistía en módulos prefabricados ajustables a las necesidades específicas de cada usuario, proporcionando flexibilidad y una estética modular adaptada al entorno (Sarmiento, 2017), que esto demostró como la prefabricación también puede integrar diseño, contexto y personalización sin perder eficiencia.

Sarmiento (2017) subraya que estas experiencias europeas en vivienda industrializada no solo revolucionaron la arquitectura, sino que sentaron las bases para soluciones de vivienda en serie, adaptables a distintas demandas sociales, y crearon precedentes para la vivienda moderna, con materiales ligeros y una fuerte orientación hacia la eficiencia y la economía en la construcción.

## **2.3 Conceptos y sistemas en la construcción modular**

### **2.3.1 Sistemas cerrados**

La prefabricación cerrada fue empleada principalmente en situaciones excepcionales, como la necesidad de cumplir con plazos muy ajustados, la incorporación de tecnologías nuevas, o cuando proyectos inicialmente diseñados de forma tradicional se convertían en prefabricados de manera inesperada donde veremos cuatro períodos clave para analizar la evolución de la industrialización de la vivienda en Europa.

Salas (2008), destaca cómo, entre 1950 y 2000, la construcción prefabricada en Europa evolucionó de ser una solución masiva y rápida en la posguerra hacia un enfoque más flexible y sostenible. En las décadas de 1950-1970, la alta demanda impulsó la prefabricación en grandes agrupaciones de viviendas. Sin embargo, entre 1970 y 1985, la crisis económica, el cambio de preferencia hacia viviendas unifamiliares y eventos como el colapso del edificio Ronan Point limitaron su auge. De 1985 a 2000, la demolición de miles de viviendas prefabricadas marcó una transición hacia su uso en edificios públicos. Finalmente, desde el 2000, la industrialización sutil consolidó tecnologías adaptables y sostenibles en respuesta a normativas energéticas y nuevas demandas arquitectónicas (ver figura 3).



**Figura 3:** En 1971, se destacó la industrialización sutil.

**Fuente:** Salas, 2008.

### 2.3.2 Sistemas abiertos o por componentes

La industrialización abierta, también conocida como por componentes, se caracteriza según Muenala (2017), por la intercambiabilidad, es decir, la posibilidad de utilizar en un mismo edificio componentes fabricados en diferentes plantas, estos elementos se ensamblan en obra mediante uniones cada vez más universales y simples.

En lo cual destacan las siguientes características:

- **Elementos funcionales:** Componentes industriales con variables de diseño, fabricados como unidades listas para su uso en construcción.
- **Estereotomía del edificio:** Distingue entre el edificio como estructura general y la vivienda como el espacio privado tras su puerta de acceso.
- **Componentes constructivos:** Aportan valor al innovar en formas, materiales y métodos, adaptando soluciones de industrias como el aluminio, plástico y madera laminada.
- **Compatibilidad universal:** Compatibilidad limitada con apoyo gubernamental sin restringir la flexibilidad del sector.

La industrialización de la vivienda social en América Latina enfrenta significativos desafíos que limitan su desarrollo, ya que, algunos sistemas constructivos pueden considerarse innovadores a nivel local, la mayoría son adaptaciones de tecnologías extranjeras. La relación con el ciclo del mercado es crucial, ya que las empresas constructoras tienden a migrar hacia el segmento de vivienda social en tiempos de crisis en el mercado de ingresos medios y altos, lo que implica un cambio en los sistemas constructivos. Sin embargo, para Muenala (2017), la falta de un entorno económico adecuado y la limitada capacidad de pago de los hogares restringen la demanda y el desarrollo sostenible de proyectos industrializados. Además, no hay diferencias significativas en costos entre sistemas tradicionales y los industrializados, lo que indica que la industrialización no garantiza un ahorro inmediato donde la dependencia de tecnologías externas y la ausencia de programas de investigación y desarrollo local, sumadas a la falta de incentivos para que las empresas adopten prácticas industrializadas, obstaculizan el progreso. A pesar de la coexistencia

de empresas de bajo y alto nivel tecnológico, es fundamental crear un marco sectorial y macroeconómico que promueva la innovación y el desarrollo sostenible en el sector de la vivienda social.

### **2.3.3 Prefabricación en la industrialización**

La prefabricación para Gómez (2009), se refiere a la producción de componentes estructurales en una planta de fabricación, lejos del lugar de construcción, para luego ser transportados y ensamblados en el sitio. Este método incluye la fabricación de estructuras modulares que encajan entre sí siguiendo un modelo predefinido, lo que optimiza la eficiencia en el proceso de construcción.

Entre sus beneficios se destacan la reducción de tiempos de construcción y la mejora en la calidad de los materiales, ya que el control en la fábrica es más preciso. Sin embargo, también puede tener desventajas, como la limitación de flexibilidad en el diseño y los costos iniciales más altos debido a la necesidad de transporte especializado y equipamiento adicional para el ensamblaje en obra.

### **2.3.4 Sistemas modulares (Prefabricación)**

En este contexto, resulta importante comprender como los sistemas constructivos han evolucionado hacia métodos más eficientes y sostenibles, ya que uno de estos sistemas es el modular, que ha cobrado importancia en diversos países debido a sus ventajas.

El sistema modular es una evolución significativa en la construcción, caracterizándose por su prefabricación en secciones denominadas módulos. Esta metodología permite una mayor eficiencia y versatilidad en comparación con los métodos tradicionales, los módulos pueden variar en tamaño y diseño, lo que facilita la personalización y adaptación a las necesidades específicas de los usuarios, se pueden utilizar los mismos materiales que en la construcción convencional, contribuyendo a la sostenibilidad y convirtiéndose en un ejemplo de construcción verde (Díaz. M, Ortega, Díaz. P, y Alvarez, 2018).

### **2.3.5 Construcción modular pesada**

Muenala (2017), nos dice que la construcción modular pesada se centra principalmente en el uso del hormigón, ofreciendo un enfoque robusto y duradero para la edificación de estructuras. Aunque el peso del hormigón presenta desafíos en términos de transporte y elevación, también aporta una serie de ventajas significativas, la estabilidad y resistencia que confiere a las edificaciones es considerablemente mayor en comparación con sistemas más ligeros, lo que las hace ideales para entornos que requieren estructuras duraderas y resilientes.

### **2.3.6 Construcción modular ligera**

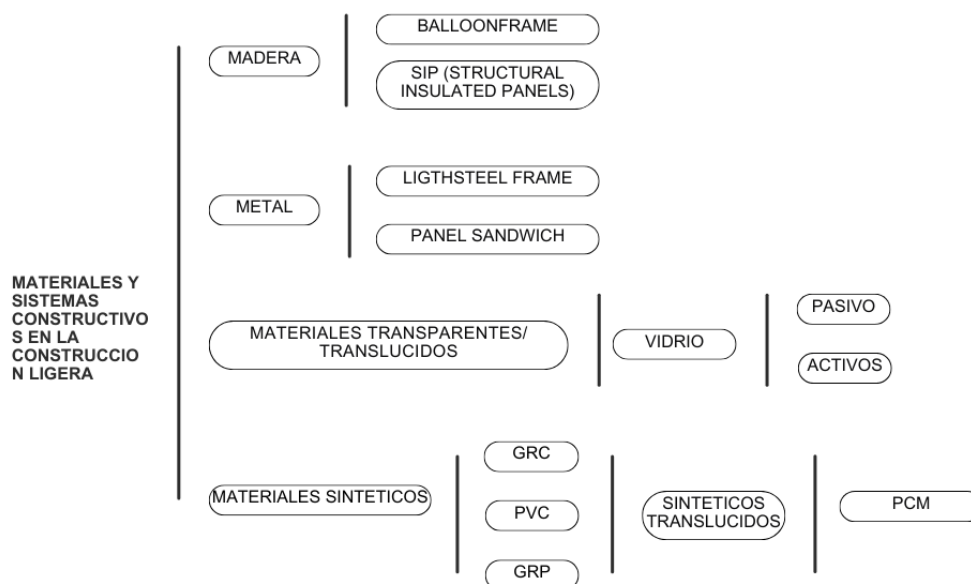
En cambio, la construcción modular ligera ha evolucionado con el desarrollo de proyectos residenciales que utilizan una variedad de materiales, como madera, acero, plástico y fibras de vidrio o carbono, Muenala (2017), también menciona que este tipo de sistemas se distingue por su facilidad

de fabricación, lo que permite su transporte y montaje sin necesidad de equipos pesados y al finalizar su vida útil, las construcciones ligeras facilitan el desmontaje y posibilitan la reutilización o el reciclaje de los elementos, lo que las convierte en opciones sostenibles.

La construcción modular ligera ofrece ventajas significativas en términos de eficiencia, adaptabilidad y sostenibilidad, lo que la convierte en una alternativa atractiva en el ámbito de la edificación.

### 2.3.7 Materiales y técnicas constructivas en la construcción ligera

Se enfoca en utilizar materiales y técnicas que reducen el peso de las estructuras favoreciendo así la eficiencia en el tiempo de construcción y la habitabilidad (ver figura 4). A pesar de que algunos materiales pueden tener un alto coste energético, su menor peso permite reducir las emisiones en comparación con la construcción tradicional (González, 2016), todo esto permite equilibrar eficiencia estructural y sostenibilidad, lo que ayuda a dar un realce al valor ambiental del desarrollo industrial.



**Figura 4:** Esquema de materiales y sistemas constructivos más habituales.

**Fuente:** Gonzales, 2016.

## 2.4 Tecnología y evolución de la construcción modular en Ecuador

Las tecnologías aplicadas a la construcción de viviendas abarcan no solo los materiales y componentes constructivos, sino también consideran las características sociales y económicas de los destinatarios, así como el entorno y el impacto ambiental, en la edificación de vivienda de interés social, predominan elementos como vigas, columnas y losas de hormigón armado, junto con albañilerías de ladrillo cerámico o bloque de concreto.

El sector informal sigue estas tendencias, en zonas marginales se utilizan materiales tradicionales como adobe en la sierra y la costa, y madera en la selva, aunque este último es poco empleado por el sector formal. Las viviendas en áreas con alta pluviosidad suelen tener techos de tijerales con viguetas de madera, y a veces incorporan un falso cielo raso de madera y paja con estuco de yeso, en áreas rurales y pequeñas poblaciones, se utiliza un enchaclado de bambusas sobre las viguetas de madera, con tejas cerámicas, láminas de zinc o asbesto, que también se construyen muros, entrepisos y techos de hormigón vaciado, con malla electrosoldada, en cambio en la costa de Ecuador, se han levantado viviendas renovables de quincha, utilizadas principalmente en programas oficiales y por la Organización No Gubernamental (ONG), aunque su uso es más común en el sector informal se han identificado estructuras de perfiles de hierro, con cerramientos y acabados realizados por los propietarios utilizando diversos materiales (Muenala, 2017).

En Ecuador, según Muenala (2017), el hormigón se utiliza como el principal material de construcción, pero su combinación con otros materiales puede generar soluciones constructivas innovadoras. Por ejemplo, el uso de bambú o madera puede complementar el hormigón, ya que el bambú a menudo se emplea como un refuerzo, lo que mejora su trabajabilidad y durabilidad que, al integrar estos materiales, se pueden optimizar las propiedades del hormigón y aprovechar al máximo las ventajas que ofrecen los materiales alternativos.

## **2.5 Costos de madera contralaminada (CLT) vs. Hormigón en la construcción de bloques habitacionales**

Para establecer un análisis de costos en la construcción de un bloque habitacional utilizando madera contralaminada (CLT), es esencial considerar las variaciones en la materialidad respecto al hormigón. Según Flores (2022) el uso de CLT, aunque emergente y con información limitada sobre fabricantes en la industria, puede presentar un costo competitivo en comparación con las estructuras tradicionales de hormigón.

Los costos de construcción de CLT se componen de varios elementos, incluyendo el precio de los paneles, la mano de obra para su instalación y los materiales adicionales, como adhesivos. El análisis indica que, si bien la inversión inicial en CLT puede parecer alta, la eficiencia en la instalación y el potencial de reducción de tiempo de construcción pueden equilibrar el costo total del proyecto. La elección de CLT no solo se justifica por su rendimiento estructural, sino también por la sostenibilidad y las características ambientales que ofrece.

En contraste, los costos asociados con el hormigón incluyen excavación, mezcla, y colocación, que son generalmente más altos debido a la complejidad de los procesos involucrados y el tiempo requerido para el curado. Así, la decisión entre hormigón y CLT debe considerar no solo los costos directos, sino también el rendimiento a largo plazo, la eficiencia en la construcción y el impacto ambiental, aspectos que Flores (2022) subraya como cruciales en la evaluación de proyectos de edificación moderna.

Por lo tanto, aunque el costo de CLT puede ser más elevado en términos de materiales, la eficiencia en su instalación y los beneficios a largo plazo pueden hacer que resulte más ventajoso económicamente en comparación con las estructuras de hormigón tradicionales.

## **2.6 Sostenibilidad en la construcción modular**

El concepto de sostenibilidad se comenzó a integrar en diversas disciplinas, incluida la arquitectura, que da lugar a la arquitectura sostenible, que se basa en la capacidad de satisfacer las necesidades actuales sin comprometer a las generaciones futuras. La arquitectura, al igual que otras industrias, ha seguido un modelo productivo lineal de extracción, fabricación, uso y generación de residuos, que afecta negativamente al medio ambiente. Los sistemas constructivos modulares se caracterizan por su eficiencia, flexibilidad y sostenibilidad. Consisten en la fabricación de módulos o secciones completas de un edificio en entornos controlados (como fábricas), que luego son transportados al sitio de construcción para su ensamblaje. Este enfoque permite reducir tiempos de construcción, minimizar el impacto ambiental y mejorar el control de calidad (Wadel, 2010).

### **2.6.1 Ciclo de vida en el sistema modular**

En términos de reciclaje, Wadel (2010), mencionan que, los sistemas modulares presentan bajos niveles de residuos a lo largo de las distintas etapas del ciclo de vida. Sin embargo, en la fase de construcción, los sistemas modulares destacan, generando entre el 92% y el 97% de los residuos, en su mayoría pequeños embalajes, acero y madera.

Para optimizar el sistema modular, se recomienda:

- **Extracción y fabricación de materiales:** Utilizar materiales de bajo impacto ambiental, como los renovables y reciclables, promoviendo su reciclabilidad.
- **Transporte:** Emplear proveedores locales y localizar fábricas cercanas a las obras, optimizando los movimientos y las cargas.
- **Construcción:** Favorecer la prefabricación, incluso de cimentaciones, utilizando pocos materiales y juntas reversibles.
- **Uso:** Mejorar el aislamiento térmico, la protección solar y aumentar la captación de energía renovable.
- **Mantenimiento:** Usar materiales duraderos, de bajo impacto ambiental y reciclables.
- **Desconstrucción:** Emplear juntas reversibles para maximizar la recuperación de materiales y minimizar la generación de residuos.

### **2.6.2 Flexibilidad en el sistema modular.**

La flexibilidad en el sistema modular, como señala este autor Andrade (2015), es un concepto que permite que los espacios arquitectónicos se adapten de manera dinámica a las cambiantes

necesidades de sus ocupantes. Andrade destaca que, en el contexto de la vivienda, esta flexibilidad no solo implica la adaptabilidad física de los materiales, sino la capacidad de transformación de los espacios, permitiendo que una estructura se amplíe, reduzca o reconfigure en función de las necesidades del usuario a lo largo del tiempo. En este sentido, Andrade define la flexibilidad como una característica que fomenta la optimización de recursos y facilita una relación más sostenible con el entorno construido.

Para lograr esta flexibilidad, Andrade (2015) detalla la importancia de los sistemas constructivos en seco y de las uniones reversibles, que permiten que los módulos se desensamblen y se reubiquen sin necesidad de cambios drásticos en la estructura. Este enfoque de ensamblaje promueve el aprovechamiento de los materiales al reducir el desperdicio y facilitar su reutilización. Andrade argumenta que, al implementar sistemas modulares con materiales prefabricados, se crea un espacio habitable adaptable y funcional, capaz de evolucionar junto con sus usuarios.

Esto señala como la adaptabilidad y la sostenibilidad se unen en la arquitectura modular, y permiten que las viviendas evolucionen de la mano con las necesidades de los usuarios, promoviendo un uso más eficiente de los recursos

### **2.6.3 La flexibilidad en la vivienda**

Se refiere a la capacidad de adaptarse a las necesidades cambiantes de sus ocupantes a lo largo del tiempo, permitiendo la reorganización de los espacios según las demandas funcionales del momento, este concepto tiene múltiples manifestaciones y ha sido explorado por diferentes arquitectos y culturas a lo largo de la historia.

Habraken argumenta que la producción masiva de viviendas colectivas, a la que denomina alojamiento de masas, tiende a prever y estandarizar todo, lo que impide que se adapten a lo imprevisto o a los cambios en las necesidades de los habitantes. Es aquí donde la flexibilidad se convierte en una herramienta clave para permitir el cambio y la evolución del espacio habitacional (Tordable, 2020).

## **2.7 Introducción a N. John Habraken y su impacto en la construcción modular**

### **2.7.1 Vida y obra**

John Habraken se enfoca en explorar nuevas formas de entender la relación entre el usuario, su vivienda y el entorno, destacando la participación ciudadana y la adaptabilidad de los espacios arquitectónicos. Su obra más influyente, *Soportes: una alternativa al alojamiento de masas* (1962), desafía la rigidez del Movimiento Moderno, inspirándose en el trabajo del Team X y figuras como John Turner y Christopher Alexander, quienes abogaban por la autoconstrucción y la adaptación comunitaria en la arquitectura (Tordable, 2020). Como señala Tordable (2020), Habraken propone una arquitectura que promueva la flexibilidad y la participación activa del usuario.

### 2.7.2 Teoría de soportes

La teoría de los soportes de John Habraken, aborda la problemática del alojamiento masivo, donde los usuarios quedan excluidos del proceso de diseño donde la participación del habitante es clave, y su libro ofrece herramientas para evitar la reproducción de viviendas estandarizadas y rígidas.

En el diseño de soportes profundiza en su propuesta, desarrollando un sistema jerárquico de niveles que permite que los cambios en los elementos inferiores no afecten a los superiores, esta jerarquía organiza el control gradual sobre las diferentes partes de un edificio, lo que posibilita la integración de diferentes necesidades y casos dentro de una misma estructura (Tordable, 2020).

La teoría de los soportes permite a otros arquitectos replicar esta idea, creando una arquitectura flexible y adaptable, donde la participación de los usuarios es central.

- **Soportes y unidades separables:** participación comunitaria en la definición de soportes arquitectónicos, permitiendo flexibilidad y adaptabilidad en la distribución.
- **Zonificación:** zonas de un soporte en cuatro tipos: Alfa (privada y junto a paredes exteriores), Beta (privada sin paredes exteriores), Delta (para uso exterior) y Gamma (uso público). Los márgenes separan estas zonas, combinando sus características, y permiten adaptar los espacios según las necesidades funcionales del proyecto.
- **Sectores:** Un conjunto de sectores relacionados define la vivienda, transformando las zonas abstractas en las dimensiones reales del edificio.
- **Variante básica:** Las combinaciones de sectores dentro del soporte permiten formar distintos grupos con los mismos elementos, generando resultados diversos.
- **Modulación y Prefabricación:** industrialización mediante una industria local y disgregada, donde los usuarios eligen componentes de un catálogo para facilitar el montaje y reducir costos.
- **Constancia de un soporte:** evaluación analítica entre arquitecto y habitante, donde se seleccionan y analizan soluciones en cada etapa hasta completar el conjunto.

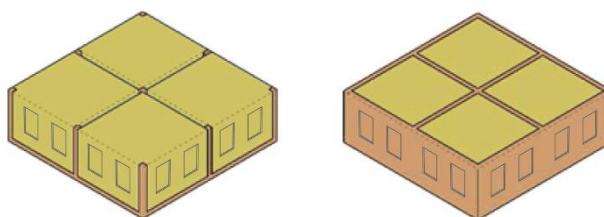
### 2.8 El módulo

La modulación en arquitectura, utilizada a diversas escalas, se ha visto tradicionalmente como una unidad espacial o habitación, cuyas dimensiones dependen de su uso, es un reto clave para evitar que se convierta en un parámetro limitante con el objetivo es crear espacios polivalentes que se adapten a las cambiantes necesidades de los usuarios a lo largo de sus vidas, convirtiendo la modulación en una herramienta flexible y útil (Moreno, 2023).

La adaptabilidad es otro de los grandes factores que impulsa el diseño modular ya que se busca que los edificios sean adaptables a su entorno, pero también en base a sus recursos. En este

sentido, el diseño modular y la participación comunitaria son claves en la teoría de Habraken, donde el soporte no es un simple esqueleto estructural, sino una arquitectura flexible que responde a la transformación en el tiempo. La diferenciación entre soporte y unidades separables (ver figura 5) permite que los espacios sean configurables según las decisiones colectivas, evitando la rigidez del bloque repetido y fomentando una arquitectura más dinámica y contextualizada (Tordable, 2020).

Esto resalta como la modulación y la adaptabilidad, combinadas con la participación comunitarias pueden generar un cambio en la arquitectura, convirtiéndola más flexible, dinámica y capaz de evolucionar según las necesidades de las personas que cambian a través del tiempo.



**Figura 5:** Diferentes combinaciones de soportes (naranja) y unidades separables (amarillo).

**Fuente:** Tordable, 2020.

### **2.8.1 Modulo como unidad de medida**

El módulo en arquitectura según Anchorena (2020) actúa como una unidad estándar que facilita la estandarización y coordinación tanto de espacios como de materiales. Su implementación responde a la necesidad de optimizar el uso de recursos, reducir costos y acelerar los tiempos de construcción, especialmente en proyectos que requieren soluciones rápidas y flexibles. Al utilizar dimensiones fijas, como en los casos de containers o grillas estructurales, el módulo permite crear espacios adaptables y funcionales, capaces de evolucionar con el tiempo y responder a diversas necesidades programáticas. Aunque a veces limita la búsqueda formal, asegura eficiencia y funcionalidad, lo cual es crucial en contextos de recesión o en países en desarrollo, donde es vital equilibrar pragmatismo y diseño de calidad.

### **2.8.2 Modulo como unidad de programa**

La arquitectura modular y la implementación de unidades de programa adaptables como respuesta a las necesidades cambiantes de la sociedad moderna. Al abordar cómo los usos efímeros de los espacios requieren mayor flexibilidad, se explora la capacidad de las viviendas para adaptarse a diferentes contextos y necesidades. La adaptabilidad se vincula no solo con la relación entre el diseño y el entorno, sino también con la innovación tecnológica y las expectativas cambiantes de los usuarios (Anchorena, 2020). Este enfoque muestra la importancia de la flexibilidad contemporánea, mostrando cómo los espacios evolucionan y se ajustan de manera correcta a los nuevos requerimientos sociales, tecnológicos y funcionales.

## **2.9 Transformaciones en la construcción: Del hormigón al CLT**

A lo largo de la evolución de la industrialización en la construcción, el uso de módulos ha jugado un papel fundamental en la optimización de procesos y en la adaptación de espacios. Sin embargo, el hormigón, a pesar de ser uno de los materiales más empleados en la actualidad por su resistencia y durabilidad, presenta desventajas significativas en términos ambientales, sostenibles y de salud. En este contexto, la madera contralaminada (CLT) emerge como una alternativa viable, ofreciendo múltiples ventajas tanto ambientales como funcionales. Este puente de información explorará las desventajas del hormigón y las ventajas del CLT, así como consideraciones económicas y datos sobre el impacto ambiental que sustentan la transición hacia prácticas constructivas más sostenibles. Se establecerá una conexión entre los desafíos del hormigón y las oportunidades que presenta el CLT en la búsqueda de un futuro más eficiente y saludable para la construcción.

### **2.9.1 Impacto ambiental del hormigón**

El hormigón es el material de construcción más utilizado a nivel mundial y, después del agua, es el segundo elemento más consumido por la humanidad, con un consumo promedio de una tonelada anual por persona. Se destaca por su disponibilidad, ya que se produce a partir de materias primas abundantes, y por sus propiedades estructurales, incluyendo durabilidad, bajo mantenimiento, y buenas capacidades de aislamiento térmico y acústico. Su producción masiva implica un alto impacto ambiental, económico y social, dado su volumen y la relevancia que tiene en infraestructuras de todo tipo (Estupiñan, 2020).

La contaminación ambiental y el cambio climático afectan la calidad de vida global y plantean riesgos significativos para la durabilidad y seguridad de las estructuras. Cambios de temperatura, lluvia ácida y fenómenos extremos como tormentas pueden deteriorar las propiedades del hormigón, mientras que la contaminación del aire, intensificada por el tráfico y las emisiones industriales, reduce su vida útil. Además, las emisiones de CO<sub>2</sub> contribuyen a la carbonatación del hormigón, debilitando las estructuras y agravando el cambio climático, lo que subraya la importancia de evaluar el impacto ambiental en la construcción para mejorar su resistencia y sostenibilidad (Méndez y Burgos, 2008).

### **2.9.2 Impacto no sostenible del hormigón: Análisis desde la extracción hasta el curado**

El hormigón armado es uno de los materiales más utilizados en la construcción, especialmente en proyectos de gran escala, por su capacidad para resistir cargas pesadas y su durabilidad. Sin embargo, este material presenta varias desventajas que impactan tanto en el proceso constructivo como en la sostenibilidad y la salud de los trabajadores.

La sostenibilidad del hormigón se ve comprometida debido a los significativos impactos ambientales derivados de su producción, desde la extracción de materias primas hasta el curado

del material. Este proceso depende en gran medida de la fabricación del cemento Portland, el componente esencial del hormigón, que contribuye al 8% de las emisiones globales de CO<sub>2</sub>. Este impacto ambiental se origina principalmente en la calcinación del clinker, un subproducto de la piedra caliza, y en la quema de combustibles fósiles necesarios para alcanzar temperaturas de hasta 1450°C (Pérez, 2010).

En la etapa de extracción, las canteras proveen piedra caliza, marga y otros minerales, lo que implica la degradación del suelo y la alteración de ecosistemas locales. Posteriormente, el transporte de estas materias primas incrementa las emisiones de gases de efecto invernadero debido al consumo de combustibles fósiles. Durante la producción de clinker, se libera CO<sub>2</sub> tanto por reacciones químicas como por la energía térmica requerida, alcanzando un promedio de 0,73 a 0,99 toneladas de CO<sub>2</sub> por tonelada de cemento producido. Este nivel de emisiones es insostenible considerando que se producen más de 4 mil millones de toneladas de cemento al año (Hasanbeigi, 2012).

En el curado del hormigón, si bien este proceso no es el principal emisor, es importante destacar que requiere agua en grandes cantidades, lo que agrava el estrés hídrico en muchas regiones. Además, el proceso de hidratación del cemento continúa liberando pequeñas cantidades de CO<sub>2</sub> durante su vida útil.

Por estos motivos, la industria del hormigón enfrenta el desafío de adoptar tecnologías alternativas como la captura y almacenamiento de carbono (CCS), la reducción de clinker en la mezcla y el uso de materiales reciclados. Estas soluciones, aunque aún en fases de desarrollo, ofrecen una reducción significativa de las emisiones y un menor impacto ambiental (Pérez Jácome 2021).

### **2.9.3 Impacto del cemento en las emisiones de CO<sub>2</sub>**

A nivel global, León y Guillén (2020) nos dice que en el sector de la construcción consume el 40% de la energía primaria y es responsable del 33% de las emisiones de CO<sub>2</sub>. La producción de cemento requiere grandes cantidades de recursos, especialmente caliza, siendo el proceso de clinkerización el más intensivo en energía, con un consumo que puede alcanzar hasta el 86% del total. Entre 2004 y 2016, la producción mundial de cemento creció de 2,1 a 4,65 billones de toneladas, lo que aumentó significativamente las emisiones de CO<sub>2</sub>. Las emisiones varían por región: China, Corea y Japón reportan 663 kg CO<sub>2</sub>/t; India, 670 kg CO<sub>2</sub>/t; Europa, 665 kg CO<sub>2</sub>/t; y América del Norte, 780 kg CO<sub>2</sub>/t, todos superando el promedio global de 616 kg CO<sub>2</sub>/t. El Análisis de Ciclo de Vida (ACV) se utiliza para evaluar el impacto ambiental de la producción de cemento. Entre las mejoras destacan el uso de combustibles alternativos, como biomasa y residuos industriales, así como tecnologías avanzadas, como la recuperación de calor y la cogeneración, que contribuyen a disminuir tanto el consumo de energía como las emisiones de CO<sub>2</sub>.

Según León y Guillén (2020) en 2016, la producción de cemento en América Latina y el Caribe representó el 4,2% del total mundial, con un promedio de emisiones de CO<sub>2</sub> de 580 kg por tonelada

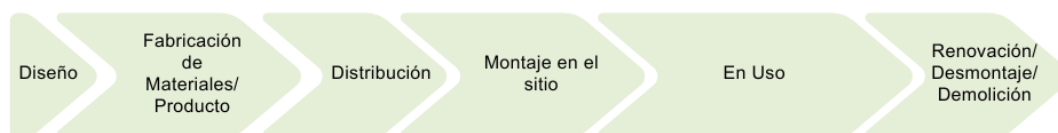
de cemento, cifra que es ligeramente inferior al promedio global de 616 kg CO<sub>2</sub>/t. El consumo promedio per cápita de cemento en la región fue de 283 kg por habitante, lo que indica una alta demanda en los sectores de infraestructura y construcción residencial. Para promover la sostenibilidad, se están implementando iniciativas que buscan reducir el uso de combustibles fósiles a través de la introducción de combustibles alternativos, como residuos orgánicos y materiales reciclables; sin embargo, su éxito depende de la infraestructura y las políticas locales.

La producción de cemento en Ecuador emite aproximadamente 510,57 kg de CO<sub>2</sub> por tonelada, cifra cercana al promedio de 580 kg CO<sub>2</sub>/t de América Latina y por debajo del promedio global de 616 kg CO<sub>2</sub>/t. El consumo energético en el país es de 3.191,95 MJ por tonelada de cemento, con el proceso de clinkerización representando el 91,44% del total de energía utilizada. En 2016, el consumo per cápita de cemento en Ecuador fue de 331 kg por habitante, situándolo entre los países con mayor consumo en la región. La producción está dominada por tres empresas: Holcim (58,73% del mercado), UNACEM (23,61%) y UCEM (17,66%), que operan cinco plantas en ciudades como Guayaquil, Latacunga, Otavalo, Riobamba y Azogues. Para mitigar su impacto ambiental, las empresas han comenzado a sustituir combustibles fósiles por alternativas como desechos peligrosos, aceites usados y cáscaras de arroz, logrando reducir el uso de combustibles fósiles entre un 5% y un 30%, según la planta. Ecuador aplica la metodología del IPCC para medir las emisiones de gases de efecto invernadero, enfocándose en los sectores de "energía" y "procesos industriales", donde la calcinación de piedra caliza es un factor clave en las emisiones (León y Guillén, 2020).

Este panorama destaca la necesidad de adoptar prácticas más sostenibles en la producción del cemento, no solo a través de la reducción de emisiones, si no también mediante el uso de tecnologías limpias que reduzcan el impacto ambiental.

#### 2.9.4 Impactos ambientales en el ciclo de vida del hormigón

Es útil examinar los impactos ambientales de la construcción en el contexto del Ciclo de Vida de los materiales del Edificio, mostrado en (ver figura 6).



**Figura 6:** Ciclo de Vida de los materiales del Edificio.

**Fuente:** Elaboración propia.

Las mayores contribuciones a la huella de carbono y al consumo de energía del hormigón provienen de la producción del cemento y el transporte. Para mitigar estos impactos, se promueven prácticas como el uso de agregados reciclados, mejoras en la eficiencia del transporte y el uso de tecnologías de producción más sostenibles (Sanguinetti, 2014).

El ciclo de vida del hormigón incluye desde la obtención de materias primas hasta su disposición final, y cada etapa contribuye a su impacto ambiental. Las principales fases incluyen (ver figura 7).



**Figura 7:** Ciclo de Vida de los materiales (El hormigón).

**Fuente:** Elaboración propia.

### 2.9.5 Desafíos del hormigón en la construcción moderna

En la construcción moderna, el hormigón se enfrenta a desafíos significativos que impactan su sostenibilidad y durabilidad. Según Vera (2022), la producción de cemento, fundamental en la fabricación del hormigón, genera cerca del 8% de las emisiones globales de CO<sub>2</sub>, lo que subraya la urgencia de desarrollar alternativas más ecológicas y prácticas de construcción sostenibles. Además, la durabilidad del hormigón está comprometida por factores ambientales, como la exposición a cloruros y ciclos de congelación-descongelación, lo que puede provocar deterioro prematuro y aumentar los costos de mantenimiento. Por tanto, se requiere una investigación continua en la formulación de hormigones más resistentes y en el uso de materiales reciclados.

Asimismo, la industria debe abordar la escasez de recursos, como arena y grava, que afecta la producción de hormigón de alta calidad. Vera (2022) destaca que la extracción insostenible de estos materiales puede llevar a la degradación ambiental y conflictos sociales. La integración de tecnologías innovadoras, como hormigones autorreparables y aditivos inteligentes, puede ofrecer soluciones para mejorar la adaptabilidad del hormigón en un entorno de construcción en constante cambio. Así, al enfrentar estos desafíos, el sector de la construcción no solo puede contribuir a un entorno construido más sostenible, sino también mejorar la percepción pública del hormigón como un material esencial para el futuro.

## **2.10 Madera contralaminada (CLT) como colución costenible en la construcción modular y estructural**

Para Galván (2017), la madera es un material considerado sostenible en la construcción por varias razones clave, destacadas en el documento. Primero, su capacidad para fijar carbono atmosférico durante el crecimiento de los árboles permite una reducción significativa en la huella ecológica de los edificios, ya que emite menos CO<sub>2</sub> en comparación con otros materiales como el acero o el concreto. Además, la madera requiere poca energía en su transformación y construcción, ayudando a minimizar el consumo energético total en el sector edificio.

Hoy en día, elegir la madera, y en particular la madera contralaminada (CLT), resulta ideal debido a su versatilidad, durabilidad y eficiencia energética. Este material es adecuado tanto para estructuras internas como para envolventes térmicas de edificios, mejorando el rendimiento energético y promoviendo el confort térmico al tener propiedades higroscópicas que equilibran la humedad en los espacios habitados, representa un avance importante hacia el futuro de la construcción sostenible. Este sistema constructivo permite construir edificios de gran altura con madera, ofreciendo ventajas como una mayor eficiencia en tiempos de construcción, buen comportamiento frente al fuego y aislamiento acústico. Además, el CLT encaja perfectamente en estándares de eficiencia energética como el Passivhaus, lo cual le añade un valor especial en el contexto de políticas de sostenibilidad europeas (Galván, 2017).

### **2.11 El CLT**

En la búsqueda de materiales eficientes y sostenibles para la construcción modular, el uso de madera ha tomado importancia, ya que es un material de construcción rápida y de bajo impacto ambiental, siendo la madera contralaminda CLT un sistema constructivo prefabricado óptimo para un uso modular.

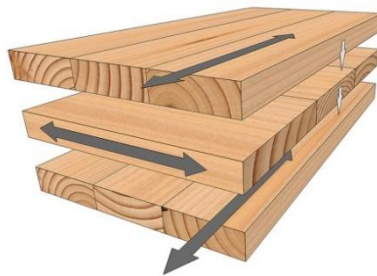
Hermoso (2017) nos dice que, los tableros de CLT (madera contralaminada o Cross Laminated Timber) son un componente clave en esta investigación, dado que su uso es fundamental en el diseño de viviendas modulares. Este material cumple con muchas de las expectativas necesarias para la construcción modular, lo que lo convierte en uno de los pilares de este estudio. Los paneles de CLT están compuestos por capas de madera aserrada o laminada encolada, dispuestas de forma perpendicular entre sí, lo que otorga al material una gran estabilidad estructural. Cada capa está formada por láminas de madera pegadas con adhesivos estructurales, y las tablas que las componen suelen estar empalmadas en longitud mediante uniones dentadas (ver figura 8). Gracias a esta configuración, el CLT es apto para una amplia gama de aplicaciones, como muros portantes, paredes divisorias, revestimientos, suelos, entresijos y cubiertas (García, 2021).



**Figura 8:** Tablero CLT.

**Fuente:** <https://wigo.info/cross-laminated-timber>

En cuanto a su fabricación, según Pacheco (2023), los paneles de CLT se forman al colocar tablones de madera en capas perpendiculares, orientadas a 90°, y unidas mediante encolado a presión. Por lo general, los paneles están compuestos por un número impar de capas, con un mínimo de tres y hasta siete, aunque es posible incorporar más capas según el diseño (ver figura 9). También existen variantes con capas dobles, en las que dos capas con la misma dirección de la fibra se adhieren entre sí y se alternan con otras capas perpendiculares, lo que refuerza aún más la resistencia y estabilidad del material (Pacheco, 2023).



**Figura 9:** Conformación de tablero CLT.

**Fuente:** <https://wigo.info/cross-laminated-timber>

### 2.11.1 Historia

La madera contralaminada, también conocida como CLT (Cross Laminated Timber), es un material prefabricado innovador que emergió en Austria y Alemania a principios de la década de 1990, desde entonces, ha revolucionado la construcción en madera gracias a su versatilidad y resistencia estructural. Europa, especialmente Austria, Alemania y Suiza, ha liderado la producción de CLT, que actualmente representa aproximadamente el 90% de la producción mundial. En 2014, la producción alcanzó los 625 mil m<sup>3</sup> y continuó creciendo en los años siguientes, impulsada por una creciente demanda de soluciones constructivas sostenibles y eficientes. Este contexto subraya la relevancia del CLT en la construcción modular y de edificios de gran altura, tal como se muestra en esta investigación (Hermoso, 2017).

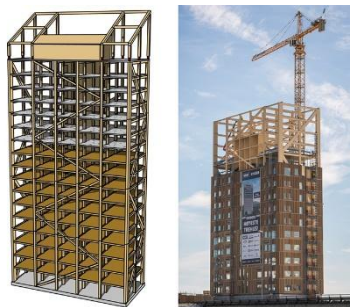
En la actualidad, Europa es la principal productora de CLT a nivel mundial, con Austria, Alemania y Suiza como los países más destacados en manufactura. En Austria, se encuentran las tres compañías más prominentes en la fabricación de CLT: Stora Enso, Binderholz y KLH. Sin embargo, el panorama de la producción de CLT está en constante evolución, con un desarrollo notable en la capacidad de manufactura en países como EE. UU. y Japón, que buscan posicionarse fuertemente en el mercado global. Se prevé que este cambio dinámico continúe en los próximos años, dado el potencial de la madera laminada como material de construcción (García, 2021).

### 2.11.2 Aplicación a edificios modulares

El desarrollo y el uso del CLT en edificios modulares ha experimentado un crecimiento notable a nivel mundial, esto llevado de la mano de evolución tecnológica, el apoyo del gobierno y una nueva visión social. Brasil, Noruega, Canadá y Estados Unidos fueron países que han liderado estos cambios, demostrando que la madera puede ser muy eficiente si se maneja de manera correcta y responsable, desafiando las practicas tradicionales de construcción. Proyectos como el Mjostarnet, Ascent y Brok Commons son ejemplo de como la viabilidad estructural del CLT contribuyen a la sostenibilidad mediante la reducción en la huella de carbono y tiempos de construcción.

Brasil ha desarrollado grandes estructuras y sistemas de construcción prefabricados desde el inicio de la industria de la madera laminada encolada hace cien años. En Brasil, los sectores de construcción ligera y masiva han visto el surgimiento de nuevos productos de madera técnica, como el entramado ligero, la madera contralaminada y la madera microlaminada, en los últimos diez años (Almeida, 2020).

En los últimos seis años se han construido o están en proceso de construcción más de 44 edificios en altura con madera en todo el mundo. El programa Green Construction through Wood (GCWood), fundado por el gobierno de Canadá en 2013, promovió el uso de la madera en la construcción y financió dos proyectos que demostraron su potencial. El Brook Common Tallwood House (ver figura 10), una residencia de estudiantes de 18 plantas con una estructura híbrida, y el edificio Origine en Quebec, un bloque residencial de 13 plantas, se construyeron en el campus de la Universidad British Columbia en Vancouver (Fernández, 2020).



**Figura 10:** Edificio Brock Commons Tallwood House.

**Fuente:** <https://vancouver.housing.ubc.ca/residences/brock-commons/>

Otro de los países a la vanguardia en la construcción con madera es Noruega, que en 2015, se completó la construcción de The Treet (ver figura 11), un edificio de 14 plantas que, en la actualidad, es el más alto de Noruega construido íntegramente en madera (Fernández, 2020).



**Figura 11:** Edificio The Treet, Bergen.

**Fuente:** <https://www.skyscrapercenter.com/building/treet/16540>

Los edificios modulares construidos con madera laminada (CLT) están ganando popularidad en la arquitectura moderna, especialmente en términos de sostenibilidad y eficiencia constructiva. El edificio Mjøstårnet en Noruega (ver figura 12), que se terminó en 2019 y es considerado el rascacielos de madera más alto del mundo, alcanza una altura de 85.4 metros, fue uno de los primeros ejemplos notables de la implementación de CLT en la construcción modular. Este proyecto demuestra que la madera laminada puede construir estructuras de baja altura y más altas y complejas (Dewalt, 2021).



**Figura 12:** Edificio Mjøstårnet.

**Fuente:** <https://maderayconstruccion.com/torre-mjostarnet-noruega-arquitecturademadera/>

Sherman y Fazeli (2022) afirma que, la madera laminada se destaca por su bajo impacto ambiental porque su capacidad de secuestrar carbono contribuye significativamente a la sostenibilidad de los edificios. El proyecto Ascent en Milwaukee, que se completó en 2022 y estableció un nuevo récord como el edificio de madera más alto del mundo con una altura de 86.6 metros, es un ejemplo significativo de su aplicación. El uso de la madera en construcciones de gran altura ha avanzado mucho y este proyecto es un hito. Además, este tipo de innovaciones están

respaldadas por la nueva normativa internacional de construcción que permite el uso de madera laminada en edificios de hasta 18 pisos.

Debido a sus ventajas estructurales y ambientales, la combinación de madera de pino y sistemas de construcción modular está ganando popularidad, lo que está generando nuevas oportunidades en el diseño arquitectónico. Dewalt (2021) nos dice que, estas tendencias abren nuevas perspectivas para la arquitectura moderna, especialmente en edificios de gran escala, y permiten la construcción de edificios más sostenibles.

### **2.11.3 Evolución CLT**

La madera laminada cruzada, o CLT, ha revolucionado el sector de la construcción al emerger como un material versátil y sostenible que desafía los métodos tradicionales. En los últimos diez años, ha ganado terreno de manera exponencial, según Almeida (2020) esto se ve especialmente en países como Brasil, donde la producción de CLT ha despegado, reemplazando gradualmente los materiales minerales en muchas obras. Este fenómeno no es aislado, en 2018, la producción mundial superó el millón de metros cúbicos y se proyecta que en pocos años alcance los 3 millones, con el crecimiento más significativo ocurriendo fuera de Europa, particularmente en Brasil.

El CLT ha sido impulsado por una necesidad clave de la industria maderera: agregar valor a la madera aserrada. Desde sus inicios en los años 90, este material no solo desafió el dominio del concreto y el acero, sino que también ofreció nuevas posibilidades arquitectónicas. Con sus paneles de grandes dimensiones, el CLT permitió a los arquitectos pensar en volúmenes tridimensionales, un cambio radical respecto al enfoque tradicional bidimensional (Almeida, 2020). Esta capacidad de transformar el diseño arquitectónico es uno de los principales motivos por los cuales ha ganado popularidad rápidamente en la construcción de edificios, desde viviendas hasta grandes complejos.

Su introducción formal en Europa comenzó en la década de los 90, y en 1998 se estandarizó el uso de CLT. Para 2008, fue oficialmente reconocido en el Eurocódigo 5, abriendo la puerta a una adopción más generalizada en el sector de la construcción. Hoy en día, el material se utiliza en edificios de mediana y gran altura, especialmente en América del Norte, donde su resistencia estructural, sus propiedades frente al fuego y su capacidad para almacenar CO<sub>2</sub> lo han consolidado como una opción líder para la construcción sostenible (Almeida, 2020). En el contexto actual de cambio climático, el CLT se presenta como una solución que no solo es eficiente desde el punto de vista funcional, sino que también aporta a la sostenibilidad del planeta.

Con récords cada vez mayores en edificios de múltiples pisos, (ver tabla 1), la construcción a doble cara (CLT) es hoy en día un componente esencial de la tendencia hacia la construcción en altura con madera. Este auge se ha visto alimentado por avances tecnológicos y la evolución hacia la prefabricación. El uso de tecnologías digitales y el enfoque modular han permitido que el CLT sea parte de una nueva era en la construcción. Este material, junto con su capacidad para integrarse con otros como el acero y el concreto, ha dado lugar a sistemas híbridos que aprovechan las

fortalezas de cada uno, creando estructuras robustas y de gran escala con una eficiencia sin precedentes. Así, el CLT se ha convertido en una pieza clave en la construcción moderna, uniendo la tradición de la madera con las necesidades del futuro (Almeida, 2020).

**Tabla 1:** Evolución del CLT a través de edificios.

Proyecto	Altura	Plantas	Arquitectos	Año	País
Damaschke Housing State	9 metros	3 plantas	Fink + Jocher	1996	Alemania
H8	25 metros	8 plantas	Schankula	2012	Alemania
Forté Tower	32 metros	10 plantas	Lendlease	2012	Australia
Brock Commons	63 metros	18 plantas	Acton Ostry Arquitectos	2017	Canadá
HoHo	84 metros	24 plantas	RLP Rüdiger Lainer +	2020	Austria

Fuente: <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/334153>

#### 2.11.4 Especificaciones

El grosor de cada capa de madera puede variar entre 16 y 51 mm, mientras que el ancho varía entre 60 y 240 mm. El espesor ideal de un panel de CLT es cuatro veces mayor que el de cada una de las capas que lo conforman, lo que ayuda a disminuir las fallas por cizallamiento que es una deformación que ocurre cuando un material se somete a fuerzas opuestas aplicadas en direcciones paralelas, pero en sentidos contrarios, lo que provoca que las capas internas del material se deslicen unas sobre otras (Pacheco, 2023). Estos tableros pueden proveer resistencia estructural, masa térmica, aislación acústica, térmica e ignífuga, con un adecuado desempeño en el ciclo de vida (García y Alvarado, 2021). Este producto está hecho usualmente de Pino Radiata y está compuesto por tres, cinco o siete capas de madera aserrada dispuestas perpendiculares entre sí, que pueden tener un ancho de hasta 3,5 metros y una longitud de 13,5 metros, y están disponibles en una variedad de espesores que van hasta 300 mm, según las necesidades de cada proyecto (Celulosa, 2024). Gracias a su composición y propiedades mecánicas el CLT garantiza una excelente estabilidad y resistencia, además de coronarse como un material que responde de manera correcta a términos acústicos, térmicos y en seguridad contraincendios debido sus grosores y técnicas de elaboración.

#### 2.11.5 Concepto estructural

Gracias a su disposición en capas cruzadas, el sistema constructivo de madera de madera laminada ofrece altas propiedades de rigidez y resistencia tanto en el plano como fuera de él, lo que se debe a su acción bidireccional. La resistencia al corte o cizallamiento, especialmente en sistemas de conexión, se mejora significativamente con este "reforzamiento" estructural. La madera tiene una mayor capacidad resistente a la tracción en comparación con materiales como el acero, lo que le da flexibilidad y optimiza la distribución de cargas sísmicas. Además, en comparación con estructuras

de acero o hormigón, el CLT permite utilizar cimentaciones de menor tamaño debido a su ligereza. Esto es particularmente ventajoso para edificios de gran altura (Pacheco, 2023).

La madera contralaminada (CLT) también ofrece una nueva perspectiva en ingeniería sísmica. Se pueden diseñar edificios con una mayor capacidad de resistir sismos y una resiliencia notablemente superior al utilizar la madera de pino como componente principal de un sistema estructural. Estos sistemas ingeniosos suelen incluir componentes destinados a reducir la energía sísmica, como amortiguadores o dispositivos de aislamiento sísmico. Los elementos postensados mejoran la resistencia a las fuerzas laterales y optimizan la distribución de las cargas en las estructuras de madera laminada (Fernández, 2020).

Como aporte hacia el CLT podemos decir que, las propiedades estructurales avanzadas y la eficiencia en disipar sismos posicionan al CLT como un material versátil para la arquitectura contemporánea, además de resistir en zonas de riesgo sísmico. Su densidad es liviana, es un material flexible por lo que lo hacen sumamente viable y sustentable respecto a los materiales que actualmente se usa.

#### **2.11.6 Disposición del panel CLT**

Los paneles de madera contralaminada (CLT) tienen una disposición similar a la madera contrachapada, con capas adyacentes alineadas perpendicularmente para proporcionar resistencia estructural, cumpliendo con el estándar ANSI/APA PRG 320 que exige un mínimo de 80 % de "área de unión efectiva", lo cual es fundamental para su desempeño en aplicaciones como forjados y muros (Pacheco, 2023). Este material sostenible reduce significativamente las emisiones de CO<sub>2</sub> en la construcción, y gracias a su densidad, ofrece una excelente resistencia al fuego en comparación con materiales como el acero. Además, su capacidad de aislamiento térmico es notablemente superior a la de materiales tradicionales como el hormigón, con una inercia térmica de 1300 J/kg°C, casi el doble que la del hormigón, lo que refuerza sus propiedades de eficiencia energética (Pacheco, 2023).

#### **2.11.7 Sistemas constructivos tradicionales en Ecuador**

Los sistemas constructivos tradicionales en Ecuador han dominado el sector debido a una combinación de factores económicos, culturales y geográficos. Según Muenala (2017), estos métodos se caracterizan por el uso de materiales locales accesibles y técnicas que han sido transmitidas de generación en generación. A continuación, se analizan los materiales y sistemas constructivos más comunes en el país y las razones de su predominio.

##### **2.11.7.1. Bloques de concreto y ladrillos cerámicos**

En las áreas urbanas, los bloques de concreto y los ladrillos cerámicos son los materiales más utilizados en la construcción. Muenala (2017) señala que estos materiales destacan por su resistencia estructural, haciéndolos especialmente adecuados para zonas con alta actividad sísmica. Además, al ser producidos localmente, su costo es relativamente bajo, lo que facilita su

empleo en proyectos de vivienda de interés social. La facilidad con la que estos materiales pueden combinarse con estructuras de hormigón armado los convierte en una opción versátil para edificaciones urbanas y de mayor complejidad técnica.

#### **2.11.7.2. Hormigón armado**

El hormigón armado es un componente esencial en las construcciones formales en Ecuador. Es ampliamente utilizado en vigas, columnas y losas debido a su alta durabilidad y capacidad para soportar cargas estructurales significativas. Sin embargo, su principal limitación radica en los altos costos iniciales asociados con su producción y colocación, lo que restringe su uso en sectores de menores ingresos (Muenala, 2017). A pesar de ello, el hormigón armado sigue siendo indispensable en proyectos que demandan altos estándares de seguridad estructural.

#### **2.11.7.3. Adobe y bahareque**

En las zonas rurales, los materiales tradicionales como el adobe y el bahareque son comunes. Según Muenala (2017), el adobe, fabricado con tierra y fibras locales, es una opción económica que proporciona un excelente aislamiento térmico, especialmente en las regiones de la sierra. Por su parte, el bahareque, que combina madera o caña guadúa con barro, se valora por su flexibilidad frente a sismos, una característica crucial en un país altamente sísmico como Ecuador. Sin embargo, ambos sistemas presentan limitaciones, como su baja resistencia a la humedad y la necesidad de mantenimiento constante.

#### **2.11.7.4. Caña guadúa y quincha**

En las regiones tropicales y costeras, la caña guadúa y la quincha son materiales predominantes. Estos sistemas constructivos se destacan por su capacidad de ventilación y frescura en climas cálidos, además de ser altamente flexibles frente a movimientos sísmicos. No obstante, Muenala (2017), advierte que su durabilidad depende de tratamientos adecuados para prevenir su deterioro por humedad o insectos, lo que puede limitar su uso si no se cuenta con los recursos necesarios para su mantenimiento.

#### **2.11.8 Factores que determinan su uso**

Los materiales tradicionales son una solución económica para las familias de bajos ingresos. Por ejemplo, el adobe y el bahareque se fabrican con recursos locales y no requieren tecnologías avanzadas ni mano de obra especializada, lo que reduce significativamente los costos de construcción (Muenala, 2017).

Los materiales tradicionales como el adobe, la caña guadúa y la quincha son abundantes en sus respectivas regiones geográficas. Esto minimiza los costos de transporte y fomenta su empleo en las comunidades locales, especialmente en zonas rurales (Muenala, 2017).

Las técnicas tradicionales de construcción tienen un fuerte componente cultural, ya que han sido transmitidas de generación en generación. En muchas comunidades, estas prácticas son consideradas como soluciones confiables y adecuadas a las condiciones locales. Muenala (2017),

destaca que este conocimiento ancestral fortalece la percepción de estos sistemas como opciones viables, especialmente en áreas rurales.

### **2.11.9 Ventajas de la madera contralaminada (CLT) frente al hormigón**

La elección de la madera contralaminada (CLT) como material principal en la construcción ofrece numerosas ventajas que la destacan frente al hormigón. En primer lugar, el CLT es un material sostenible, ya que su producción se basa en recursos renovables y contribuye a la reducción de la huella de carbono, lo que resulta fundamental en la lucha contra el cambio climático. Además, el CLT es más ligero que el hormigón, lo que facilita su manejo y reduce los costos de transporte y cimentación. Su capacidad de prefabricación permite una construcción más rápida y eficiente, acortando los plazos de obra y minimizando el impacto en el entorno. En términos de rendimiento acústico y térmico, el CLT ofrece un excelente aislamiento, mejorando el confort interior de los espacios. Por último, su versatilidad estética permite la creación de diseños arquitectónicos innovadores, promoviendo un estilo contemporáneo y acogedor que resuena con las tendencias actuales en la construcción. Estas características hacen del CLT una opción atractiva y viable para proyectos arquitectónicos modernos, especialmente en contextos donde la sostenibilidad y la eficiencia son primordiales.

La madera contralaminada (CLT) ofrece múltiples ventajas en comparación con el hormigón, posicionándose como una alternativa más sostenible y eficiente en la construcción moderna.

A continuación, se presentan las principales ventajas del CLT:

- Reducción del Tiempo de Construcción
- Flexibilidad en el Diseño
- Adaptabilidad y Reutilización
- Sostenibilidad Ambiental
- Mejora en el Rendimiento Térmico y Acústico
- Salud y Bienestar
- Ligereza y Facilidad de Manejo

Sin embargo, es crucial abordar el tema de los costos, un factor determinante en la elección de materiales para la construcción. Aunque el costo inicial del CLT puede ser más alto en comparación con el hormigón, es importante considerar que esta inversión puede verse compensada a través de la eficiencia en la instalación, la reducción de plazos de obra y los beneficios ambientales a largo plazo. La transición hacia el uso de CLT no solo responde a un deseo de modernización en la arquitectura, sino que también es una respuesta a la necesidad urgente de adoptar prácticas más sostenibles en la construcción.

### **2.11.10 Limitaciones y ventajas del uso de CLT en Ecuador**

El uso de madera contralaminada (CLT) en Ecuador enfrenta múltiples obstáculos que limitan su adopción a gran escala. Según Zaldumbide (2023), una de las barreras más significativas es la

insuficiencia de recursos forestales y la falta de infraestructura adecuada para la producción de madera a nivel industrial. Esta situación se agrava por la escasa demanda de productos de madera, lo que dificulta justificar inversiones sustanciales en una cadena de producción robusta. A pesar de los incentivos existentes para fomentar la reforestación, se requiere un esfuerzo sostenido para ampliar las plantaciones y mejorar la infraestructura relacionada.

Asimismo, Zaldumbide (2023) destaca la existencia de aspectos culturales que obstaculizan la aceptación del CLT en la construcción. El desconocimiento sobre las ventajas de la madera como material estructural, sumado a una preferencia arraigada por el hormigón y el acero, que son percibidos como más seguros y duraderos, crea resistencia al cambio. Esta tendencia es especialmente palpable en áreas sísmicas como Ecuador, donde los materiales tradicionales disfrutaban de una mayor confianza por parte de la industria y del público en general.

A pesar de estas limitaciones, la construcción con CLT ofrece beneficios ambientales significativos. La madera no solo almacena carbono, sino que su uso en la construcción puede contribuir a la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub>, un aspecto resaltado por Zaldumbide (2023). En un contexto donde el sector de la construcción es responsable de una gran parte de las emisiones de gases de efecto invernadero, la adopción de alternativas sostenibles, como la madera, se vuelve imperativa para cumplir con los objetivos del Acuerdo de París y abordar el cambio climático de manera efectiva.

Sin embargo, las limitaciones regulatorias también juegan un papel crucial en la restricción del uso del CLT. Zaldumbide (2023) señala que la falta de normativas claras para regular su aplicación en la construcción, junto con las restricciones forestales, complican el aprovechamiento de esta materia prima y aumentan los costos de implementación. Es esencial actualizar las normativas de construcción para que incluyan sistemas de madera maciza, facilitando así la integración de tecnologías innovadoras en el sector constructivo.

Para que Ecuador pueda adoptar el CLT y aprovechar su potencial en la reducción del impacto ambiental, es crucial mejorar los conocimientos técnicos, superar los obstáculos culturales y fortalecer tanto el marco regulatorio como la infraestructura industrial. Además, fomentar una cultura constructiva que valore la sostenibilidad y la innovación es fundamental en esta transición hacia un futuro más responsable y resiliente frente al cambio climático (Zaldumbide, 2023).

#### **2.11.11 Sostenibilidad en los materiales**

Dado el alto impacto ambiental del hormigón y sus limitaciones estructurales, resulta fundamental considerar alternativas sostenibles como la madera contralaminada (CLT). Este material es mucho más liviano, renovable y almacena carbono en lugar de liberarlo, lo cual reduce la huella de carbono del proyecto. La construcción en CLT es más rápida y limpia, ofreciendo mayor flexibilidad y calidad en el resultado final. En términos de sostenibilidad, el CLT representa una opción mucho más ecológica y eficiente, ayudando a reducir el impacto ambiental y a crear edificaciones que son más amigables con el entorno.

## **2.12 Análisis de casos de estudio**

Para el análisis de los casos de estudio, hemos seleccionado dos proyectos destacados en el uso de madera contralaminada (CLT) el edificio Bloque 6x6 de bosch.capdeferro.arquitectura (2016-2020) en Girona, España, y las 85 Viviendas Sociales en Cornellà de Llobregat de peris+toral arquitectes (2017-2020) en Barcelona, España. Ambos proyectos se caracterizan por aplicar el CLT en elementos estructurales y espacios habitables, logrando viviendas eficientes y sostenibles, en consonancia con los objetivos de nuestro proyecto. Para el análisis, utilizaremos una metodología que abordará los aspectos de topología, tipología y morfología. Este enfoque nos permitirá extraer aprendizajes clave sobre el uso del CLT en proyectos de vivienda multifamiliar en altura, con miras a aplicarlos en nuestro diseño.

## **2.13 Metodología**

La metodología se basa en la documentación gráfica y el análisis detallado de los casos de estudio, enfocándose en aspectos arquitectónicos clave como dimensiones, distribución de espacios, elementos constructivos, orientación, y relación con el entorno. A través de diversas fuentes y material visual, se busca capturar fielmente las características de cada proyecto y facilitar una comparación precisa que permita extraer conclusiones relevantes para el estudio.

### **2.13.1 Topología**

Se analizará la relación entre los distintos elementos que forman la arquitectura sin entrar necesariamente en su definición formal o geométrica. Así, en esta componente se estudian aspectos como la proximidad, la continuidad o el cerramiento, y es por ello por lo que las categorías analizadas dentro de este primer punto serán la distribución y las circulaciones, es decir, las posibles relaciones entre los distintos espacios, así como los accesos a las viviendas.

- Esquemas topológicos
- Circulaciones
- Accesos

Se procederá a analizar esquemas topológicos que permitan visualizar las relaciones entre los diferentes espacios de los departamentos. Posteriormente, se examinará la circulación interna con el fin de entender el flujo y la interacción de los usuarios dentro de los departamentos. Una vez estudiada la relación espacial mediante los esquemas topológicos, se evaluarán las rutas de circulación tanto hacia los espacios interiores como hacia los exteriores de las viviendas. Finalmente, se analizarán los accesos, lo que permitirá comprender la conexión de la vivienda con su entorno exterior.

### 2.13.2 Morfología

La morfología es aquella que estudia la articulación formal de la arquitectura, es decir, la estructura concreta de los límites espaciales que determinan los espacios (suelo, paredes y techo) así como sus propiedades (la textura de los materiales, el color y la luz). Además de esta relación con tierra (suelo) y cielo (cubierta, techo), el arquitecto y teórico también habla en este apartado de la relación interior-exterior, es decir, la interacción de la arquitectura con su entorno, expresada principalmente a través del tratamiento de los huecos de fachada.

- Módulo
- Estructura
- Materialidad
- Almacenamiento
- Elementos húmedos

En este apartado se analizará el módulo, donde se examinarán las dimensiones de los espacios, específicamente las de las viviendas en los casos de estudio. Además, se revisará la estructura del edificio para obtener una comprensión clara de su configuración. Se evaluará la materialidad de los edificios, considerando el uso de cada material y sus propósitos. También se estudiará el almacenamiento, centrándonos en su ubicación dentro de los departamentos. Finalmente, se analizarán los elementos húmedos, como baños, cocinas y lavanderías, determinando su distribución.

### 2.13.3 Tipología

La organización de la vivienda tanto en sí misma como con el edificio, e incluso, con la trama urbana que la contiene.

- Retícula
- Edificio

La retícula nos permitirá comprender cómo esta estructura influye en el comportamiento del edificio, proporcionando una visión clara de su funcionalidad. Finalmente, se realizará un análisis integral del edificio, lo que facilitará entender su forma y los beneficios que aporta.

## 2.14 Bloque 6x6 viviendas en Girona

**Estudio:** [bosch.capdeferro.architectura](http://bosch.capdeferro.architectura)

**Fecha:** 2016 – 2020

**Ubicación:** Girona, España.

**Materialidad:** Madera (CLT)

El Bloque 6x6 es un edificio de vivienda colectiva diseñado por los arquitectos Ramon Bosch y Bet Capdeferro (ver figura 13), ubicado en Girona, España. Inspirado en la arquitectura catalana tradicional, su orientación este-oeste permite que el bloque tenga dos fachadas (norte y sur) con tratamientos diferentes en cada una (Moreno, 2023).



**Figura 13:** Ramon Bosch y Bet Capdeferro.

**Fuente:** <https://www.boschcapdeferro.com/es/obra/bloque-6x6.html>

Es un edificio de vivienda colectiva con una superficie de 4.375,50 m<sup>2</sup>. Su estructura de bloque abierto cuenta con un núcleo de comunicaciones central y una galería abierta al norte en cada planta, lo que optimiza la ventilación, pero compromete la privacidad. El edificio consta de seis plantas con seis apartamentos por nivel, sumando 36 viviendas idénticas conectadas mediante pequeños vestíbulos exteriores (ver figura 14). Cada vivienda incluye seis estancias de 12 m<sup>2</sup> configurables mediante paneles deslizables, lo que permite su integración o separación según el uso. La galería sur proporciona sombra en verano y precalienta el aire en invierno, mejorando la eficiencia del sistema de ventilación. Además, la repetición tipológica y el uso de madera contralaminada (CLT) favorecen la prefabricación, reduciendo costos y tiempos de construcción sin comprometer la calidad (Moreno, 2023).



**Figura 14:** Bloque 6x6.

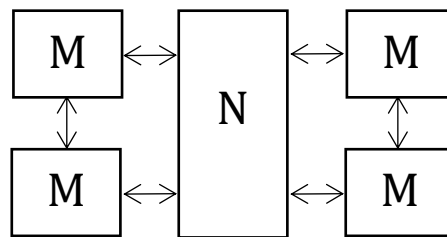
**Fuente:** <https://www.boschcapdeferro.com/es/obra/bloque-6x6.html>.

## 2.15 Topología

- **Esquemas topológicos:** El proyecto está compuesto de un módulo de 6x6 m que se repite a lo largo y alto de la edificación, permitiendo una planificación flexible de los apartamentos, además los módulos pueden adaptarse a diferentes configuraciones y usos, facilitando la personalización de los espacios, como esquema tenemos una configuración de esta manera (ver Figura 15).

**N:** es el núcleo central del departamento en donde están ubicadas las áreas húmedas.

**M:** diferentes tipos de habitaciones; dormitorios, cocina, comedor o sala.

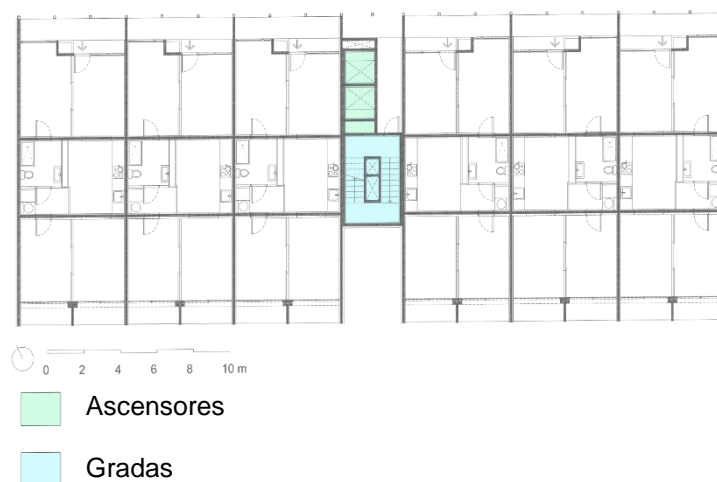


**Figura 15:** Tipología de vivienda del Bloque 6x6.

**Fuente:** Elaboración propia.

### 2.15.1 Circulaciones

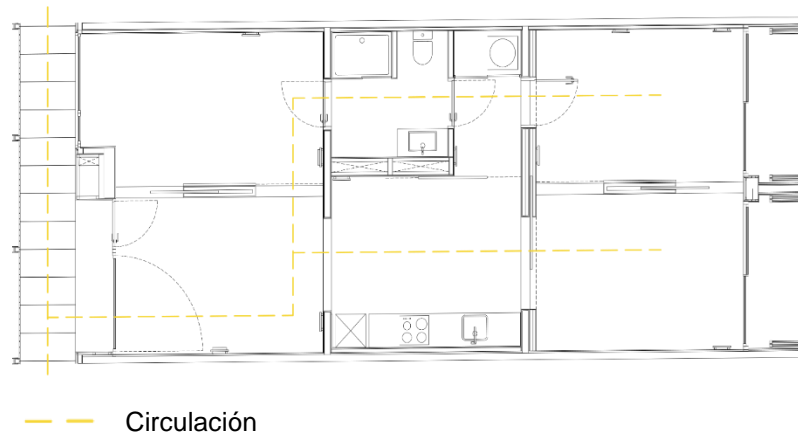
- **Circulación vertical (núcleo central):** La circulación vertical (ver figura 16) se concentra en un núcleo central del edificio, donde se encuentran las escaleras y ascensores. Este núcleo sirve como el punto medio de circulación en donde se divide hacia la derecha y hacia la izquierda, en donde se encuentran los departamentos permitiendo una circulación rápida hacia estos.



**Figura 16:** Núcleo central.

**Fuente:** Elaboración propia.

- **Circulación horizontal (dentro de los apartamentos):** al ingresar a los apartamentos se encuentran zonas de servicio que puede incluir el recibidor o espacios como la cocina o comedor llegando a la parte central en donde están las áreas húmedas (ver figura 17) todos estos espacios están ubicados cerca de la entrada para facilitar su acceso desde el pasillo o núcleo de circulación común.



**Figura 17:** Áreas húmedas.

**Fuente:** Elaboración propia.

- **Distribución de espacios privados y públicos:** Desde la entrada, se da una circulación recta hacia los espacios comunes internos del apartamento (ver figura 18), como la sala o el comedor para después acceder a los espacios más privados, como los dormitorios, estos están ubicados cerca de los balcones o terrazas para aprovechar la luz natural y la ventilación.



**Figura 18:** Distribución de espacios.

**Fuente:** Elaboración propia.

- **Flujo entre áreas:** El flujo de circulación dentro de cada apartamento es eficiente gracias a la disposición modular del esquema 6x6. Esto implica que la planta se organiza en forma de cuadrícula, lo que permite la conexión fluida de los espacios. Las áreas sociales (como el salón y el comedor) se encuentran hacia el frente, mientras que las habitaciones privadas están más apartadas hacia el interior. Esto establece claramente la distinción entre áreas públicas y privadas.
- **Balcones y patios interiores:** Todos los apartamentos tienen balcones o terrazas directos, lo que permite una circulación fluida desde el interior hacia el exterior, mejorando la interacción entre el apartamento y el entorno urbano. Los patios interiores también mejoran la ventilación y el flujo de luz natural dentro de los departamentos.

### 2.15.2 Accesos

- **Acceso principal:** Ubicado a nivel de calle, con una entrada segura y controlada que conecta directamente con el núcleo de circulación vertical.
- **Núcleo de circulación vertical:** Escaleras y ascensores situados de manera central, optimizando la distribución de los residentes a las distintas plantas.
- **Acceso a los apartamentos:** Directo desde los pasillos comunes, con una distribución lógica interna en cada vivienda, en donde el acceso a cada departamento se distribuye desde el núcleo central. Los corredores o pasillos alrededor de este núcleo permiten llegar a cada vivienda de manera rápida, reduciendo la cantidad de espacio dedicado a circulación (ver figura 19).



**Figura 19:** Acceso a los departamentos.

**Fuente:** Elaboración propia.

- **Acceso a espacios exteriores:** Balcones y patios interiores conectados con las áreas comunes o los apartamentos, proporcionando luz natural y ventilación.

## 2.16 Morfología

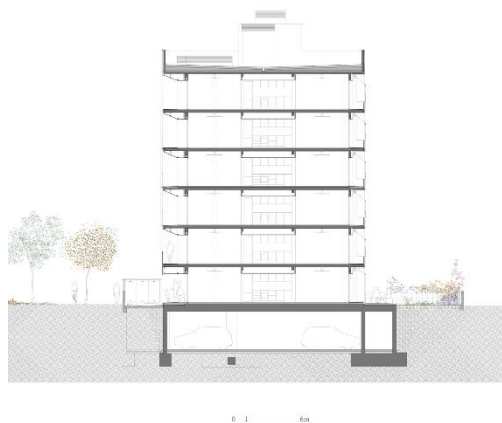
- **El módulo:** El proyecto se basa en un módulo de 6x6 metros que define la estructura fundamental de la distribución espacial del edificio. Este módulo es adaptable, lo que le permite adaptarse a una variedad de configuraciones y tipologías de vivienda. La repetición del módulo garantiza que los espacios estén bien distribuidos y que se mantenga una coherencia formal en general.

### 2.16.1 Ventajas

- **Flexibilidad:** permite distintas configuraciones internas de los apartamentos, desde viviendas más compactas hasta otras de mayor tamaño.
- **Eficiencia espacial:** se minimiza el espacio destinado a circulación, maximizando las áreas habitables.
- **Escalabilidad:** el módulo puede replicarse fácilmente en otros proyectos similares, lo que lo hace ideal para la vivienda social.

### 2.16.2 Estructura general del edificio

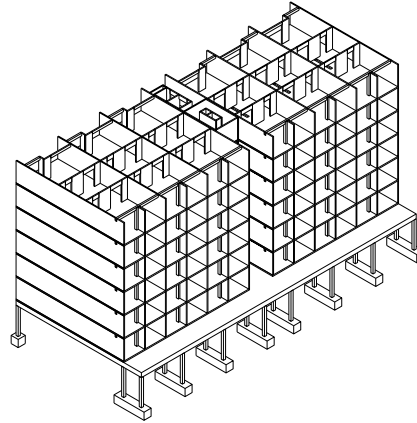
El edificio incorpora un sótano de hormigón armado que mejora la rigidez estructural de las plantas superiores, construidas con paneles de madera CLT. Este nivel subterráneo cuenta con un estacionamiento con capacidad para 35 vehículos. Sobre la base de hormigón, se han instalado elementos metálicos diseñados específicamente para conectar y soportar los paneles de CLT que conforman los cinco pisos superiores (ver figura 20).



**Figura 20:** Corte transversal.

**Fuente:** Bosch i Capdeferro.

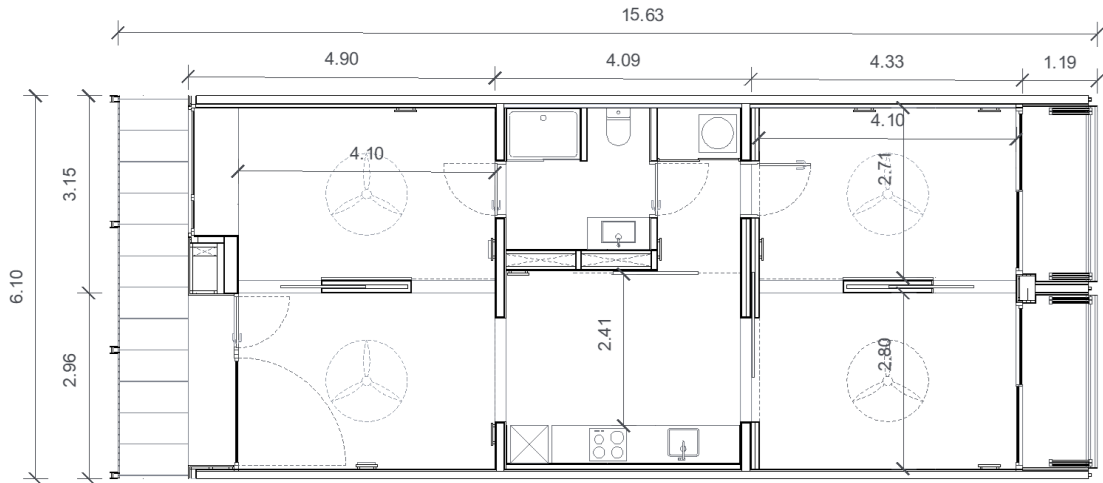
Prats (2022) señala que, en un primer momento, el edificio de Bosch y Capdeferro fue diseñado con una estructura prefabricada de hormigón, con la intención de crear viviendas flexibles que pudieran adaptarse a un amplio rango de usos y usuarios. Sin embargo, en 2016, los arquitectos pusieron en duda las ventajas del hormigón frente a la madera y, tras realizar un estudio comparativo, decidieron optar por una estructura de muro de CLT (ver figura 21).



**Figura 21:** Uso de CLT en los niveles de vivienda reemplazando al hormigón.

**Fuente:** Elaboración propia.

El edificio destaca por su condición lineal este-oeste, otorgando a todas las viviendas doble fachada (norte y sur) con tratamientos diferenciados. Su organización se basa en un núcleo de comunicaciones central combinado con una galería abierta en la fachada norte (ver figura 22). Esto genera una falta de privacidad que se mitiga mediante el ensanchamiento de la galería en las entradas de las viviendas y el uso de mesas fijas en las ventanas. Cada vivienda, formada por seis módulos rectangulares, optimiza la circulación interna con puertas correderas y un esquema lineal que facilita la conexión entre habitaciones. La estructura de madera CLT y la repetición modular permiten el uso eficiente de sistemas prefabricados, reduciendo costos y tiempos de ejecución.

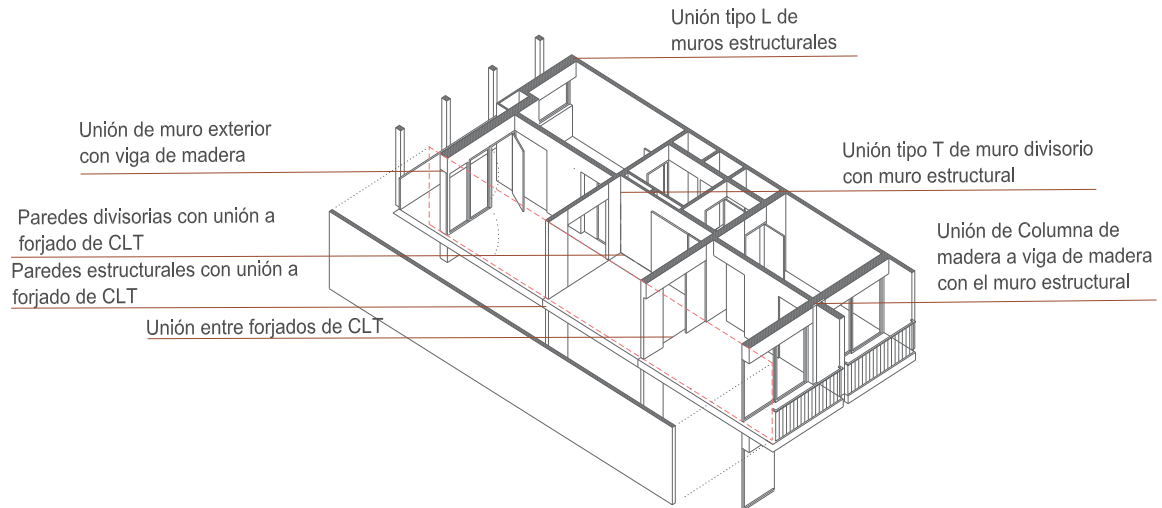


**Figura 22:** Plano departamento tipo del Bloque 6x6.

**Fuente:** Elaboración propia.

El Bloque 6x6 utiliza un sistema híbrido que combina una base de hormigón armado con paneles de madera contralaminada (CLT) en los niveles superiores. El sistema estructural de las plantas de vivienda se basa en paneles de madera contralaminada (CLT), utilizados en muros y forjados, complementados con vigas y pilares de madera maciza. Los muros portantes están formados por paneles de tres capas con un espesor de 12 cm, mientras que los forjados presentan una configuración similar, pero con un espesor total de 15 cm. Los muros portantes se disponen en sentido transversal con luces de aproximadamente 6 metros. De manera perpendicular, se colocan dos filas de paneles de arriostamiento en la parte intermedia, separados 4 metros entre sí, con distancias de 6 metros al norte y 5,5 metros al sur. En los extremos de estas luces se ubican vigas de madera maciza con dimensiones de 30x20 cm.

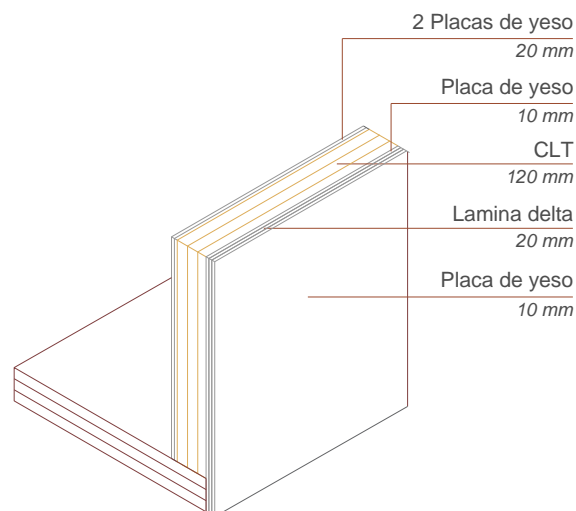
A continuación, se detallan las uniones, anclajes y conexiones implementadas en el edificio, incluyendo soluciones específicas para paneles estructurales, muros divisorios, vigas, columnas y forjados (ver figura 23). Estas técnicas aseguran la transferencia eficiente de cargas, minimizan los puentes térmicos y acústicos, y garantizan la estabilidad estructural y el confort en las viviendas.



**Figura 23:** Ubicación axonométrica de uniones estructurales.

**Fuente:** Elaboración propia.

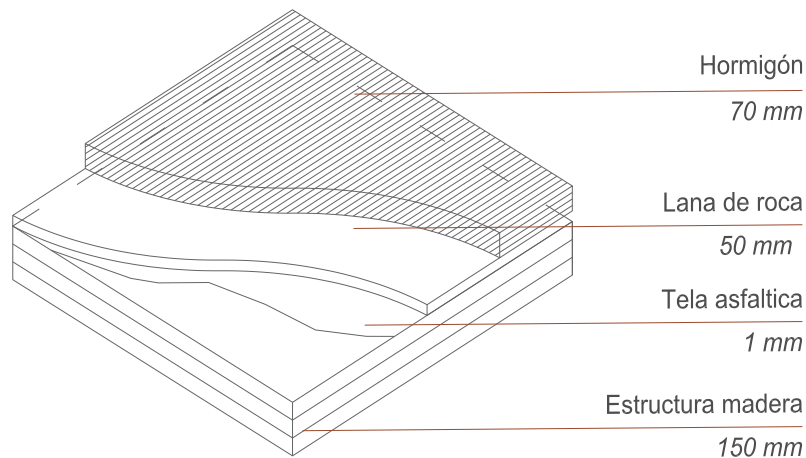
El análisis del sistema constructivo revela la utilización de tres tipos de paneles de madera contralaminada (CLT), cuyas dimensiones se seleccionan según su función estructural. Las paredes de carga (ver figura 24) están conformadas por paneles de tres capas con un grosor de 120 mm, priorizando el uso de piezas completas para minimizar los recortes y reducir las mermas de material. Las aberturas se refuerzan con vigas de madera laminada, aportando rigidez a los muros adyacentes.



**Figura 24:** Pared de carga exterior.

**Fuente:** Elaboración propia.

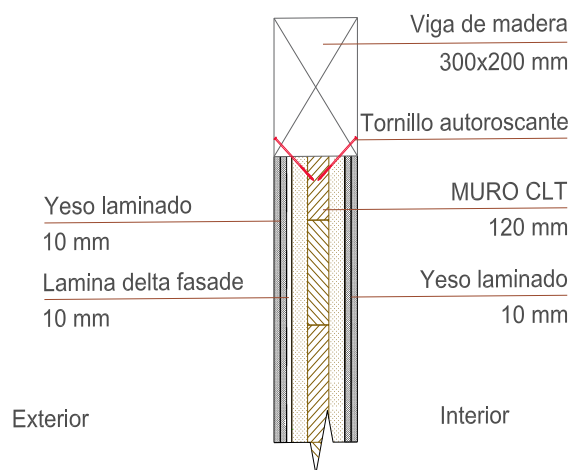
Para los forjados de cada vivienda se utilizan dos paneles de 15,5 m de largo (ver figura 25), colocados con la ayuda de una grúa. Estos paneles se proyectan 2 m sobre la galería y 1 m hacia la fachada sur, garantizando la continuidad estructural y la integración con el diseño arquitectónico.



**Figura 25:** Axonometría, forjado losa mixta del Bloque 6x6.

**Fuente:** Elaboración propia

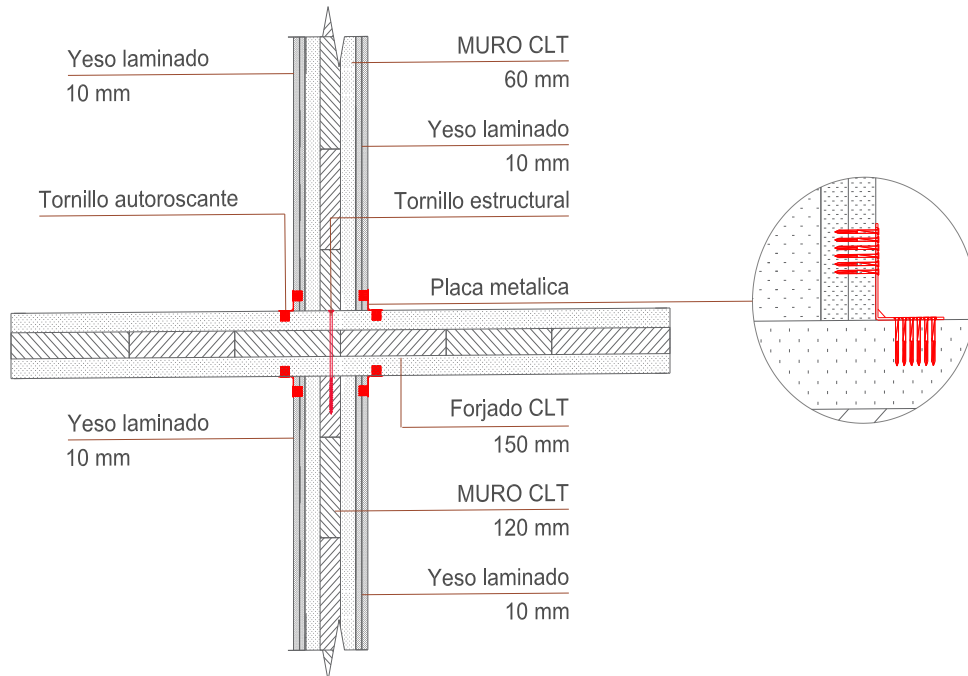
La unión entre el muro exterior y la viga (ver figura 26) de madera utiliza paneles prefabricados de madera contralaminada (CLT) y vigas laminadas, conectados mediante anclajes metálicos que garantizan estabilidad estructural. Además, se incorpora aislamiento para evitar puentes térmicos y acústicos, aprovechando la precisión de la prefabricación para asegurar un montaje eficiente y hermético.



**Figura 26:** Unión de muro exterior con vida de madera.

**Fuente:** Elaboración propia.

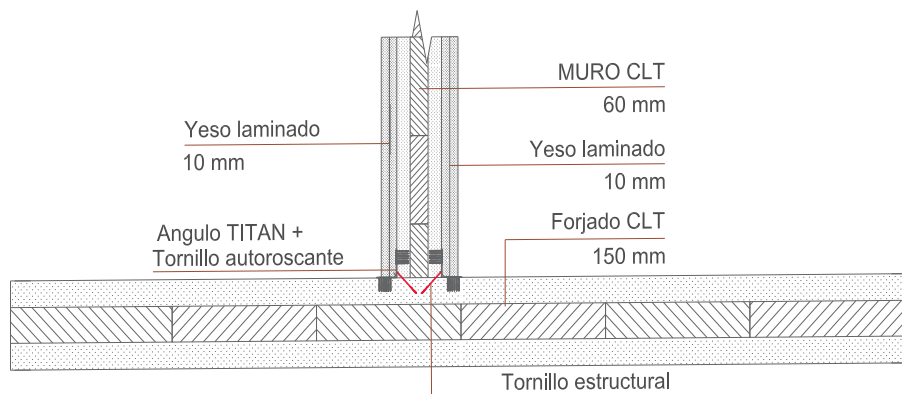
Paredes estructurales con unión a forjado de CLT (ver figura 27), paredes estructurales de 120 mm de espesor se fijan al forjado de CLT utilizando tornillos autorroscantes, estructurales y placas metálicas. Este sistema asegura la transferencia de cargas y la estabilidad global del edificio, optimizando la conexión entre elementos verticales y horizontales



**Figura 27:** Paredes estructurales con unión a forjado de CLT.

**Fuente:** Elaboración propia.

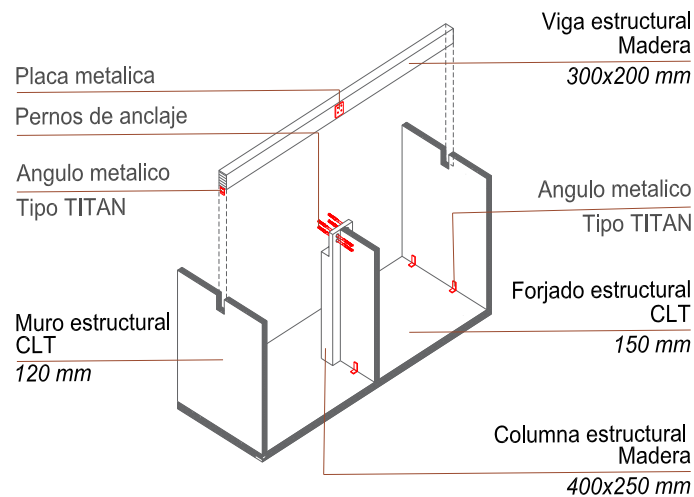
Las paredes divisorias de 60 mm de espesor se conectan al forjado de CLT mediante tornillos estructurales y placas metálicas (ver figura 28). Estas uniones garantizan la fijación, el aislamiento acústico y térmico, y permiten la independencia funcional de los espacios.



**Figura 28:** Paredes divisorias con unión a forjado de CLT.

**Fuente:** Elaboración propia.

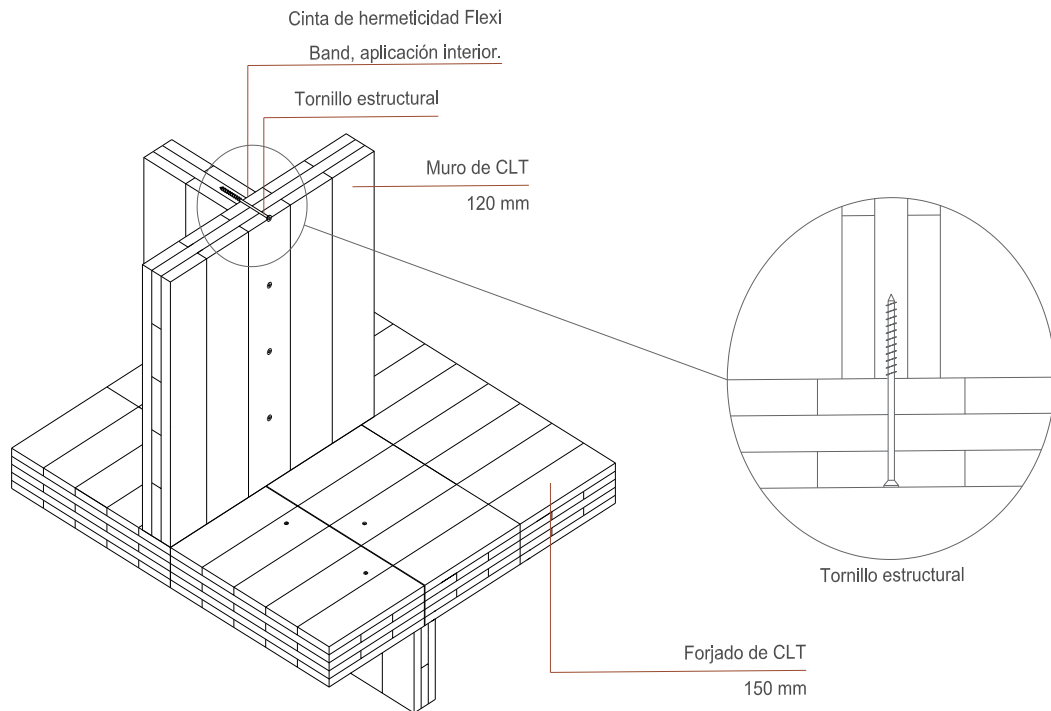
La unión entre columna y viga de madera con el muro estructural (ver figura 29), en el Bloc 6x6 se realiza mediante conexiones metálicas precisas que aseguran la transferencia de cargas y la estabilidad del sistema. Este diseño permite una integración eficiente de los elementos de madera laminada con los paneles de CLT.



**Figura 29:** Unión de columna de madera a viga de madera con el muro estructural.

**Fuente:** Elaboración propia.

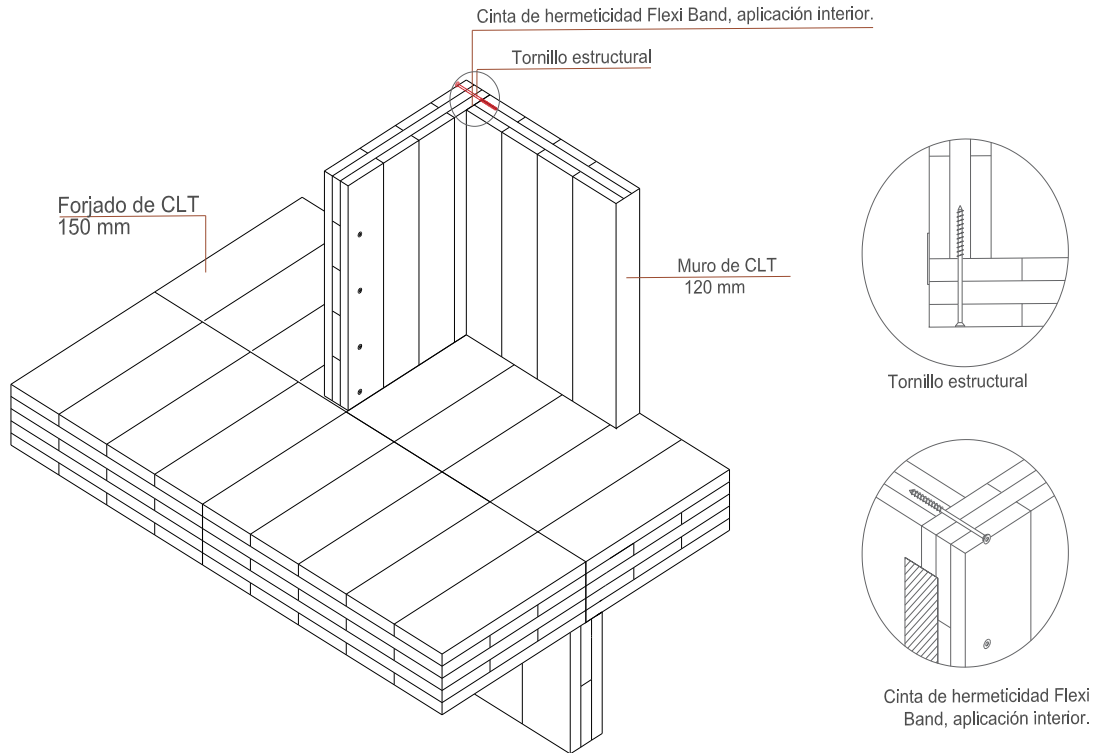
La unión entre un muro divisorio y un muro estructural en el Bloc 6x6 se realiza mediante conectores metálicos (ver figura 30), que fijan los elementos de madera contralaminada (CLT), garantizando estabilidad y aislamiento. Este sistema permite mantener la continuidad estructural mientras se reducen los puentes térmicos y acústicos, optimizando el comportamiento integral de la edificación.



**Figura 30:** Unión de muro divisorio con muro estructural de CLT mediante tornillo estructural.

**Fuente:** Elaboración propia.

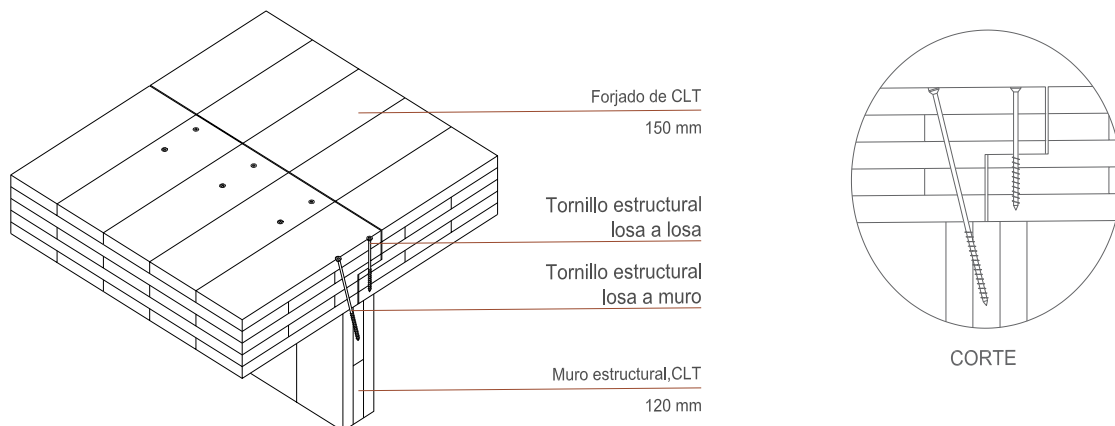
Unión tipo L de muros estructurales que se conecta mediante tornillos estructurales (ver figura 31), que aseguran la transferencia eficiente de cargas y la estabilidad de los paneles de madera contralaminada (CLT), garantizando un sellado adecuado para evitar puentes térmicos y acústicos.



**Figura 31:** Unión tipo L de muros estructurales.

**Fuente:** Elaboración propia.

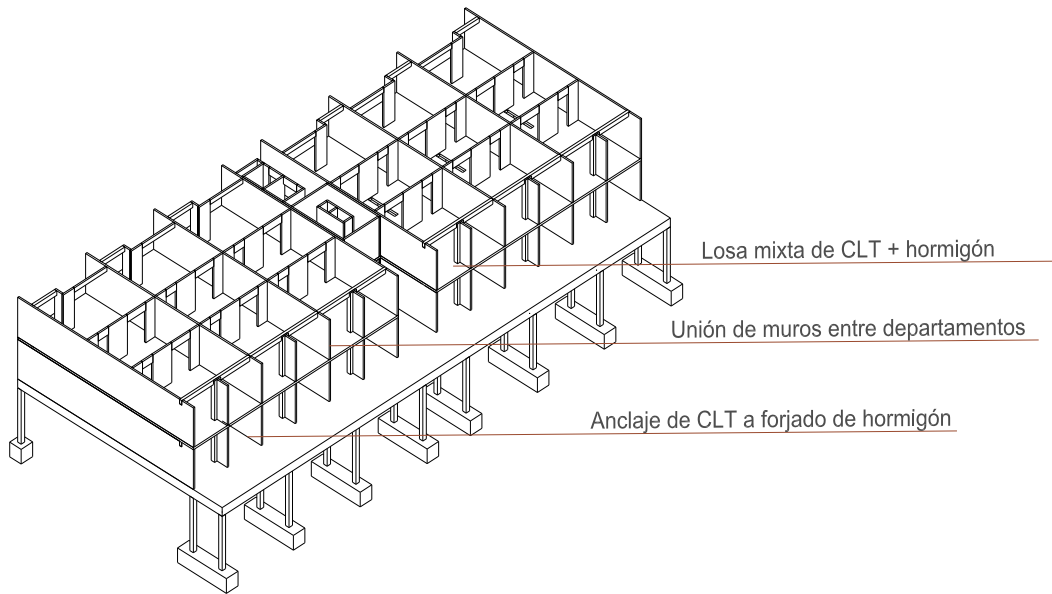
La unión entre forjados de CLT los paneles se ensamblan mediante tornillos estructurales autorroscantes (ver figura 32), que aseguran una continuidad estructural óptima, permitiendo una distribución uniforme de cargas y evitando desplazamientos relativos entre elementos.



**Figura 32:** Unión entre forjados de CLT.

**Fuente:** Elaboración propia.

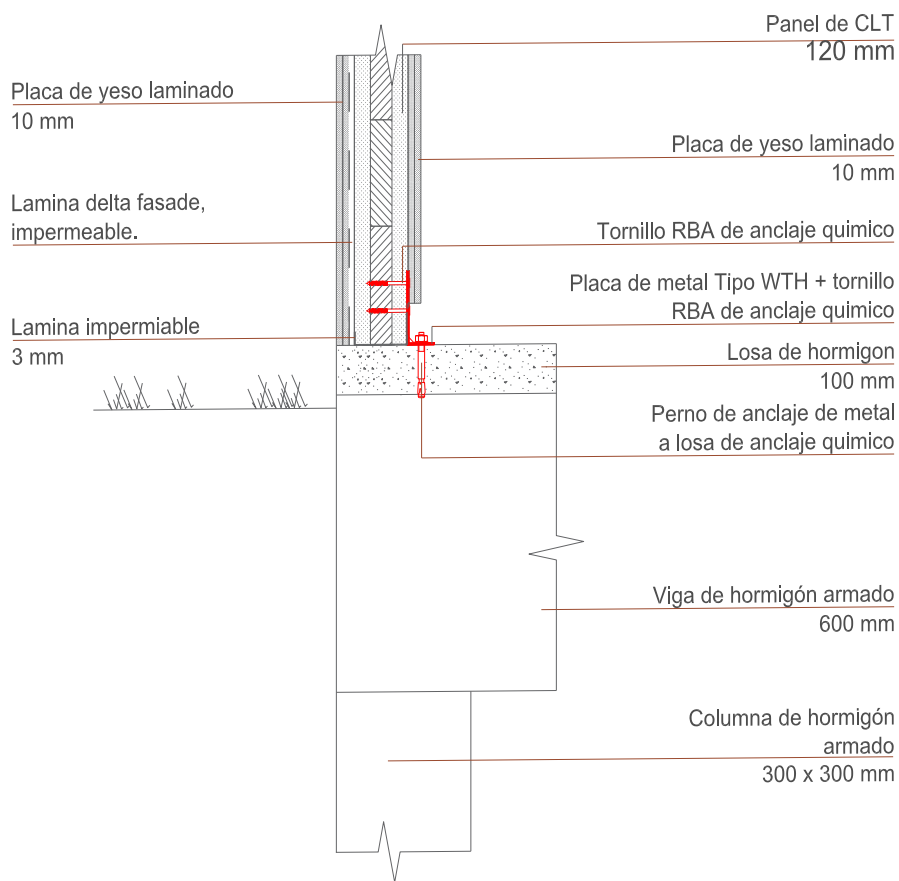
El proyecto contempla sistemas constructivos combinados, con una base de hormigón que soportará los pisos superiores construidos con paneles de madera contralaminada (ver figura 33).



**Figura 33:** Axonometría de uniones en planta baja.

**Fuente:** Elaboración propia.

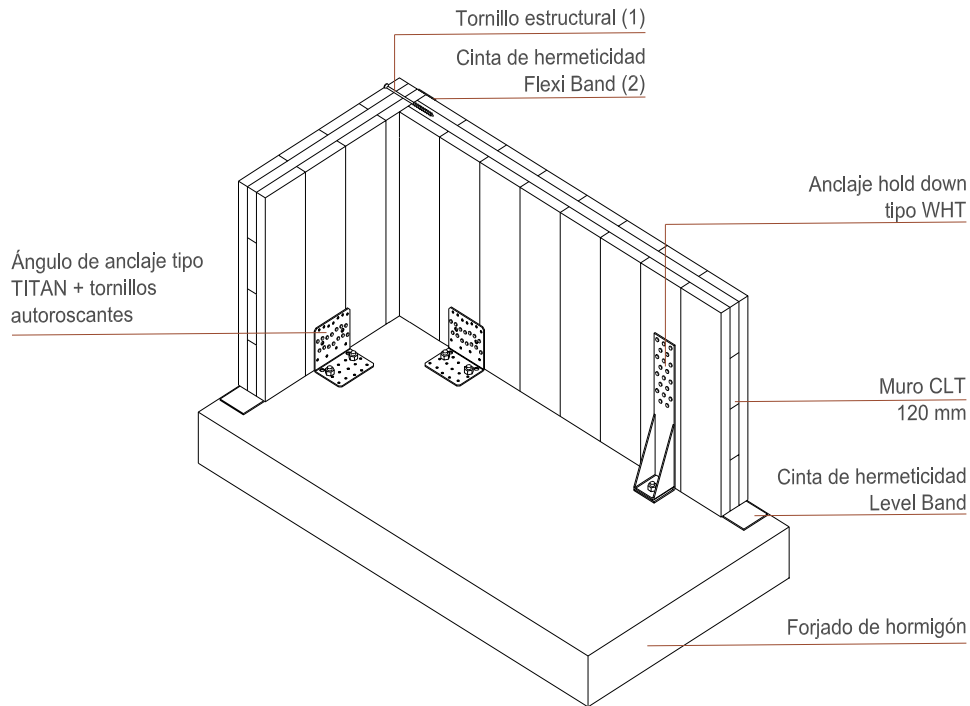
En la planta baja, uniones metálicas (ver figura 34) permiten una transición eficiente entre el hormigón del sótano y los paneles de madera CLT, asegurando la integración estructural. Adicionalmente, una lámina impermeable protege la madera CLT de la humedad del terreno, lo que garantiza su durabilidad y estabilidad en las plantas superiores.



**Figura 34:** Unión de CLT a losa de hormigón mediante una placa metálica.

**Fuente:** Elaboración propia.

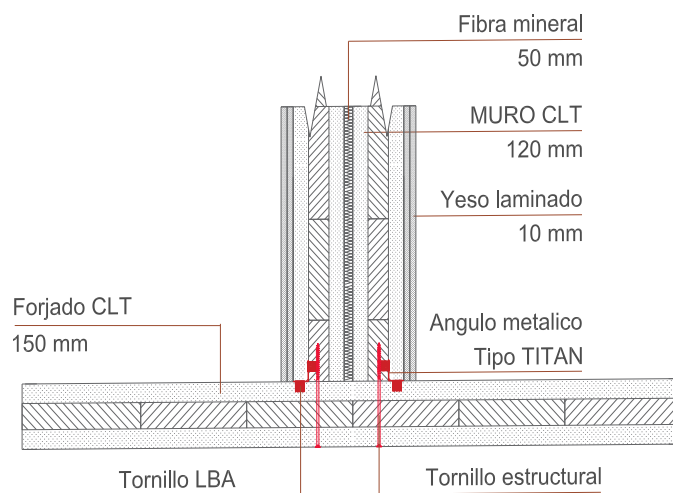
El anclaje de CLT a forjado de hormigón (ver figura 35), se utilizan anclajes químicos o mecánicos que fijan los paneles de CLT al forjado de hormigón, proporcionando una conexión robusta que permite la transferencia de esfuerzos y garantiza la estabilidad del sistema híbrido.



**Figura 35:** Anclaje de CLT a forjado de hormigón.

**Fuente:** Elaboración propia.

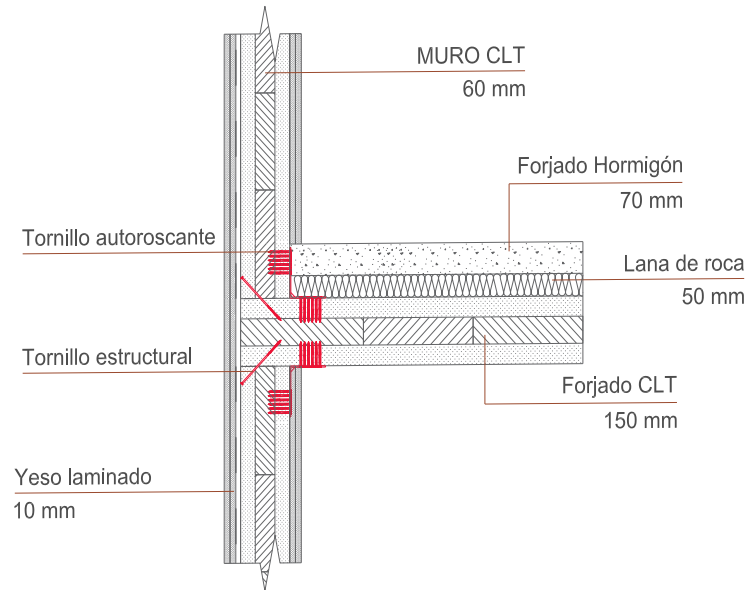
Los muros divisores se conectan mediante perfiles metálicos y sistemas de sellado que mantienen el aislamiento acústico y térmico entre unidades (ver figura 36), asegurando la independencia funcional y estructural de los espacios.



**Figura 36:** Unión de muros entre departamentos.

**Fuente:** Elaboración propia.

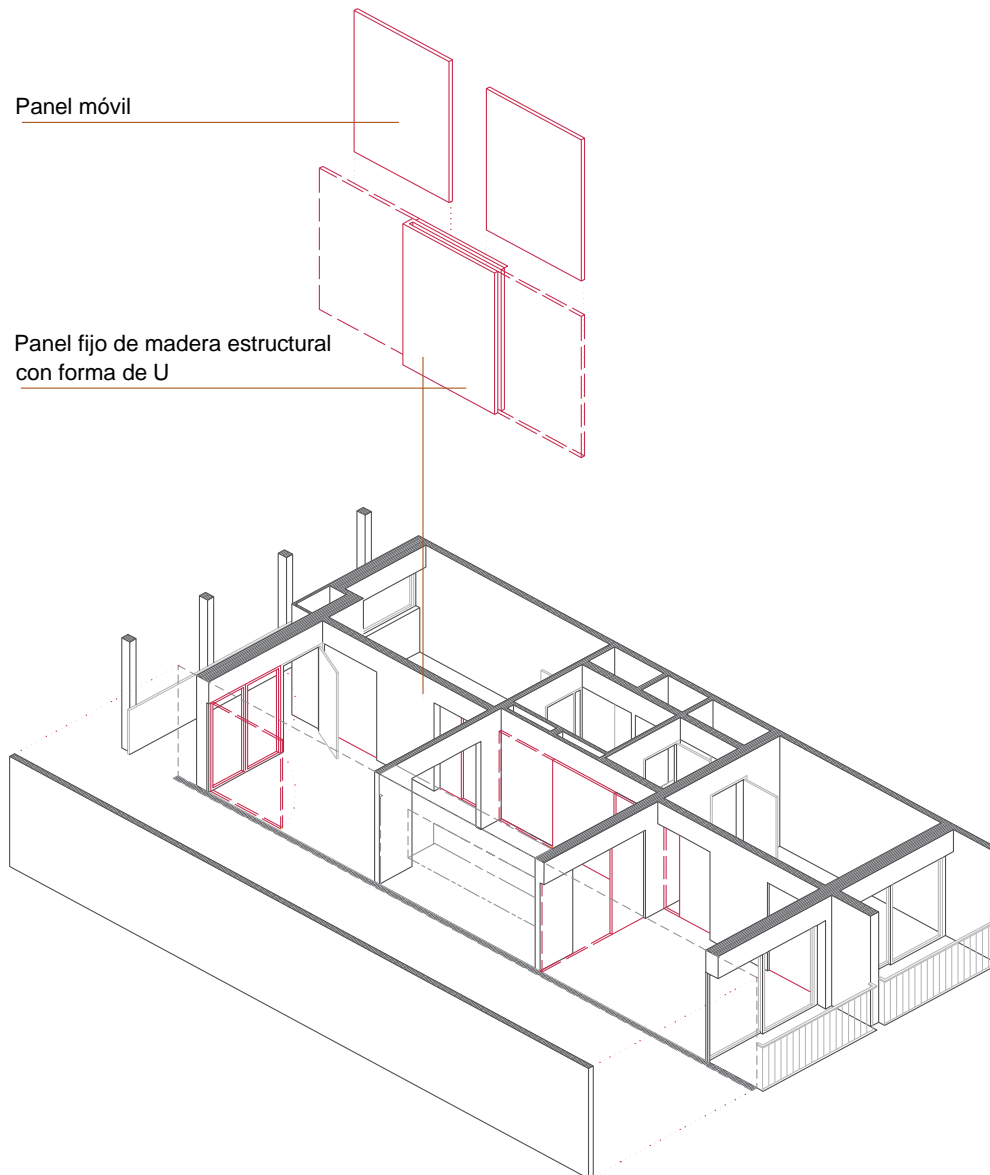
El pavimento interior está compuesto por una tela asfáltica de 1 mm, un aislamiento de lana de roca de 50 mm y 70 mm de pavimento de hormigón in situ con una estructura de madera (CLT) de 150 mm (ver figura 27), pero la junta entre aposentos es de madera para para delimitar mejor el espacio donde se vierte el hormigón y así reducir las grietas de secado.



**Figura 37:** Corte de losa de CLT con muro.

**Fuente:** Elaboración propia.

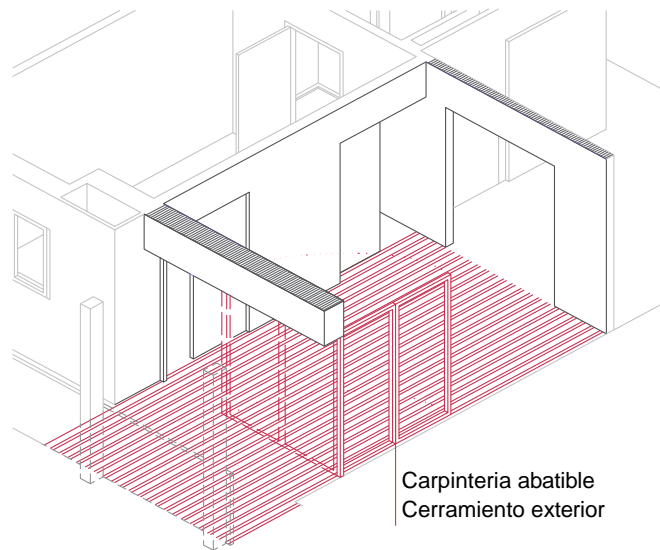
Los elementos abatibles del Bloque 6x6 están diseñados para optimizar la funcionalidad y la conexión entre los espacios. Incluyen paneles móviles (ver figura 38), que permiten abrir o cerrar recorridos entre diferentes áreas, y elementos fijos, como paneles de madera estructural con forma de "U", que sirven para anclar los paneles móviles.



**Figura 38:** Paneles móviles y fijos.

**Fuente:** Elaboración propia

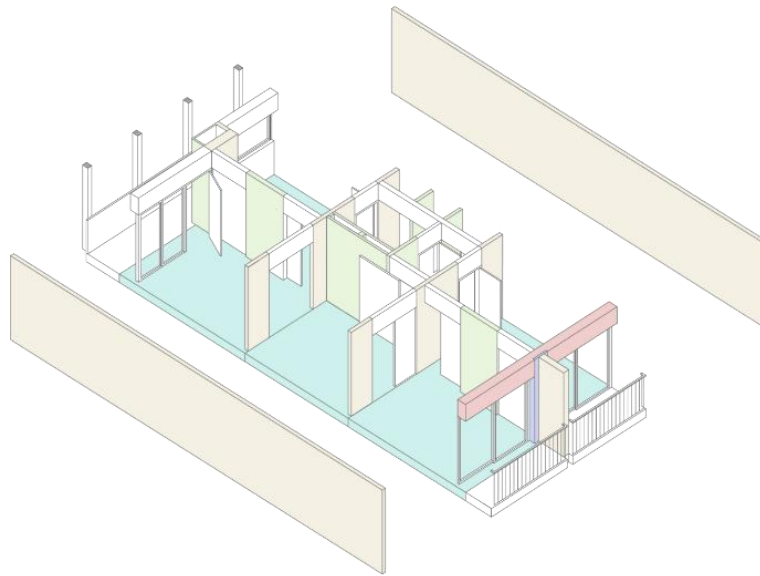
La carpintería abatible, utilizada en los cerramientos exteriores en contacto con la pasarela (ver figura 39), puede abatirse completamente hacia el interior, dejando el espacio abierto y libre. Además, la ampliación al exterior consiste en un espacio correspondiente a la pasarela de acceso, que puede ser utilizado de manera puntual por la vivienda, conectando directamente con su acceso.








**Figura 39:** Carpintería abatible exterior.

**Fuente:** Elaboración propia.

La composición de paneles del Bloque 6x6 incluye 10 paneles de CLT de 12 cm de grosor destinados a los muros estructurales, los cuales están conectados mediante tornillos autorroscantes, estructurales y placas metálicas. Para los muros divisorios, se emplean 11 paneles de CLT de 6 cm de grosor, fijados con tornillos estructurales y placas metálicas. La estructura cuenta además con una viga y una columna estructurales, unidas mediante tornillos autorroscantes, estructurales, pernos y placas metálicas. Finalmente, los forjados estructurales están formados por 3 planchas de CLT, aseguradas con tornillos estructurales y placas metálicas, garantizando así la estabilidad y la transferencia eficiente de cargas en todo el edificio (ver figura 40).



-  Muro estructural, e= 120 mm
-  Muro divisorio, e= 60 mm
-  Columna estructural 450 x 250 mm
-  Viga estructural 300 x 200 mm
-  Forjado estructural, e= 150 mm

**Figura 40:** Despiece de un departamento del Bloque 6x6.

**Fuente:** Elaboración propia.

### 2.16.3 Materialidad

Se realiza un sistema mixto de muros de carga y pilares (ver figura 41). La materialidad del bloque 6x6 está pensada para ser sostenible y adaptada al clima de Girona, con una clara atención a la eficiencia energética y al bajo mantenimiento. Entre los materiales más destacados se incluyen:

- **Fachada:** la fachada es simple y funcional, posiblemente compuesta de elementos prefabricados como las ventanas de metal que benefician el control solar pasivo. Los acabados de la fachada incluyen al CLT, metal, aluminio vidrio y hormigón (ver figura 42).
- **Interiores:** en el interior se usa el CLT como elemento divisorio de espacios.



**Figura 41:** Bloque 6x6.

**Fuente:** <https://www.premiosarquitectura.org/proyectos/bloque-6x6/>



**Figura 42:** Fachada sur.

**Fuente:** <https://www.premiosarquitectura.org/proyectos/bloque-6x6/>

#### 2.16.4 Almacenamiento

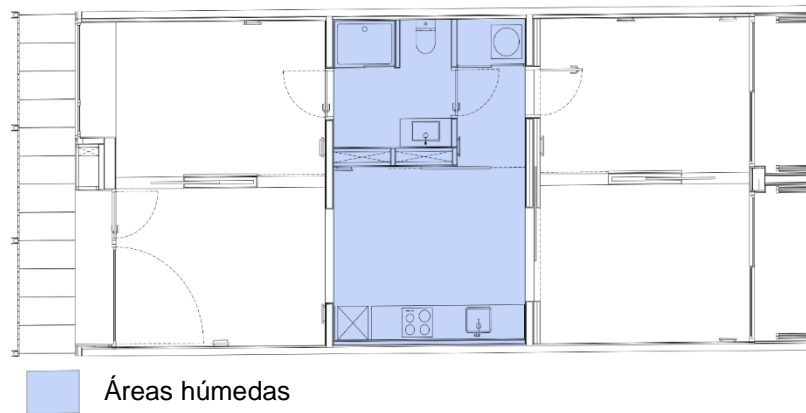
El almacenamiento en los apartamentos del bloque 6x6 está integrado de manera eficiente en el diseño de los espacios para optimizar los lugares reducidos:

- **Soluciones integradas:** cuenta con armarios empotrados, además las soluciones de almacenamiento están distribuidas estratégicamente para no interferir con la circulación ni la funcionalidad de los espacios habitables.
- **Modularidad:** siguiendo el módulo 6x6, es posible incorporar soluciones de almacenamiento adaptables en los apartamentos sin reducir el espacio disponible.

#### 2.16.5 Elementos húmedos

Los elementos húmedos, como la cocina, lavandería y el baño, están ubicados en la parte central (ver figura 43). Cerca de las entradas de los apartamentos, lo que facilita la distribución de las instalaciones de agua y saneamiento en un solo punto, optimizando la eficiencia técnica y los costos de construcción.

- **Agrupación de servicios:** los elementos húmedos están agrupados para reducir las longitudes de tuberías y sistemas de instalaciones, mejorando la eficiencia en la distribución del agua y saneamiento y facilitando el mantenimiento y reducción de los costos operativos.



**Figura 43:** Áreas húmedas.

**Fuente:** Elaboración propia.

## 2.17 Tipología

### 2.17.1 Retícula

Toda la estructura del edificio está organizada por la misma retícula. Está compuesto por la repetición de módulos de 6x6 metros, que establece una matriz geométrica en planta y altura:

- **Regularidad:** todos los elementos estructurales y funcionales están organizados de manera coherente mediante la retícula.
- **Flexibilidad espacial:** aunque la retícula es regular, permite flexibilidad en la disposición de los apartamentos, lo que facilita la adaptabilidad del proyecto.

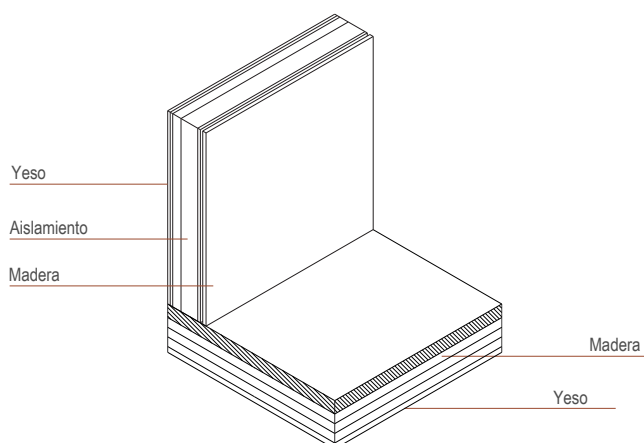
### 2.17.2 Edificio

El bloque 6x6 es un edificio de vivienda colectiva de varias plantas diseñado para aprovechar al máximo el espacio disponible, ahorrar energía y promover la interacción social. El edificio tiene características como:

- **Planta baja:** con áreas comunes, espacios compartidos como jardines o patios están destinados a fomentar la convivencia y las conexiones entre los residentes.
- **Altura media:** el edificio no es demasiado alto, lo que lo hace más compatible con la ciudad de Girona y reduce los efectos ambientales.
- **Optimización de recursos:** el edificio está construido y mantenido de manera económica y utiliza materiales duraderos y de bajo consumo energético.

## 2.18 Soluciones acústicas y protección contra incendios

Para (Prats, 2022), el edificio Bloc 6x6 incorpora diversas estrategias para mejorar el aislamiento acústico entre sus espacios. La estructura vertical se reviste con aislamiento acústico y un paramento de yeso para minimizar la transmisión del sonido entre unidades. Además, en los encuentros entre los paneles de pared y los forjados se ha colocado una lámina ISOLGOMA, que actúa como barrera para reducir la propagación de vibraciones y el ruido de impacto. En cuanto a la protección contra incendios, la estrategia principal consiste en el sobredimensionamiento de los elementos estructurales para compensar la reducción de sección causada por la carbonización de la madera durante un incendio. La estructura de madera laminada cuenta con un diseño que garantiza una resistencia mínima de 90 minutos. Además, los elementos metálicos utilizados en las conexiones estructurales, como platinas y anclajes, están protegidos con cubiertas de madera. Esto evita que el calor generado por el fuego los afecte directamente, lo que podría debilitar la estructura y comprometer la estabilidad del edificio (ver figura 44).



**Figura 44:** Aislamiento y protección estructural.

**Fuente:** Elaboración propia.

## 2.19 Adaptabilidad y flexibilidad del proyecto Bloc 6x6

El proyecto Bloc 6x6 se propone como un modelo innovador de vivienda colectiva que investiga la adaptabilidad y flexibilidad mediante la eliminación de jerarquías espaciales. Esta propuesta se ajusta a las nuevas maneras de habitar, fomentando la mayor libertad de uso por parte de los residentes.

### 2.19.1 Configuración espacial

Según Sesé (2024), la distribución de las viviendas se fundamenta en una cuadrícula de módulos idénticos de 3x4 metros, organizados en una matriz de 2x3, ya que esta disposición elimina los pasillos, lo que posibilita la interconexión de todas las estancias, evitando espacios cerrados y promoviendo una circulación fluida donde esta configuración responde a la noción de

“homogeneidad de las estancias”, que actúa como base para asegurar la máxima flexibilidad y adaptabilidad de cada unidad (ver figura 45).



**Figura 45:** Distribución modular flexible.

**Fuente:** Elaboración propia.

### **2.19.2 Puertas y conexiones**

Un aspecto fundamental que favorece la adaptabilidad del Bloc 6x6 es el uso de puertas correderas dobles, ubicadas de manera estratégica en las estancias exteriores. Estas puertas brindan a los usuarios la opción de decidir si prefieren mantenerlas cerradas para obtener más espacio privado o abiertas para facilitar la conexión entre los distintos ambientes. Esta estrategia se aparta de la rigidez convencional de los tabiques móviles, promoviendo una mayor libertad de movimiento que facilita la apropiación de los espacios por parte de los residentes (Sesé, 2024).

### **2.19.3 Elementos especializados**

Si bien la mayoría de las estancias son indeterminadas, el proyecto introduce piezas especializadas que no rompen la cuadrícula, sino que la enriquecen. Las piezas del lado sur se conciben como balcones-galería, mientras que las del lado norte incorporan muebles de estudio y porches semi-privados que amplían las posibilidades de uso sin imponer una función única. Esta estrategia sigue la premisa de Durand, quien defendía la necesidad de admitir excepciones para mejorar la funcionalidad sin alterar la lógica general del sistema (Sesé, 2024).

### **2.19.4 Flexibilidad en el tiempo**

El proyecto destaca también por su capacidad de adaptación a lo largo del tiempo. La indeterminación de los espacios permite que las viviendas puedan reconfigurarse según las necesidades cambiantes de sus habitantes. Tal como destaca Sesé (2024), esta cualidad quedó

evidenciada durante el confinamiento por la pandemia del 2020, cuando se realizaron dibujos de planta que mostraban desde cenas multitudinarias hasta transformaciones en unidades con diferentes números de habitaciones o espacios comunitarios.

## **2.20 85 viviendas sociales en Cornellà de Llobregat**

**Estudio:** peris+toral arquitectes

**Fecha:** 2017 - 2020

**Ubicación:** Cornellà de Llobregat, Barcelona, España.

**Materialidad:** Madera (CLT)

El proyecto 85 Viviendas Sociales en Cornellà, diseñado por los arquitectos de Marta Peris y José Toral (ver figura 46), es un innovador edificio de vivienda social que, como su nombre indica, alberga 85 viviendas con un total de 543 habitaciones, organizadas en unidades de 5 a 6 habitaciones cada una. Este edificio destaca tanto por su sistema modular como por el uso de madera laminada cruzada (CLT), lo que permitió reducir tiempos y costos de construcción, además de contribuir a su sostenibilidad ambiental (Moreno, 2023).



**Figura 46:** Marta Peris y José Toral.

**Fuente:** <https://peristoral.com/proyectos/modulus-matrix-85-social-housing-cornella>

El edificio es un gran bloque rectangular con una sustracción central que genera un amplio patio interior, utilizando muros portantes como sistema estructural, similar al Bloque 6x6 en Girona. Los módulos de vivienda están diseñados de manera interactiva, con un núcleo central que concentra las áreas húmedas y distribuye alrededor las áreas privadas y libres. Cada departamento cuenta con doble orientación, lo que favorece la entrada de luz natural y mejora la ventilación cruzada. Construido en madera CLT (ver figura 47), el proyecto reduce las emisiones de CO<sub>2</sub> y crea un microclima interior gracias a su óptima orientación. La ventilación cruzada se logra mediante aberturas en los balcones y un espacio aéreo en el techo, permitiendo que el edificio respire y mantenga una temperatura confortable (Moreno, 2023).



**Figura 47:** 85 Viviendas Sociales en Cornellà.

**Fuente:** <https://peristoral.com/proyectos/modulus-matrix-85-social-housing-cornella>.

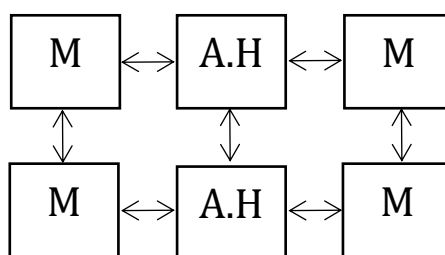
## 2.21 Topología

- **Esquemas topológicos:** El proyecto está organizado alrededor de patios interiores, estos pasillos permiten la iluminación natural y la ventilación cruzada, en cuanto a los módulos de las viviendas son flexibles al igual que el bloque 6x6, las viviendas de este proyecto son repetitivas en todas las plantas.

En el esquema (ver figura 48) se observa la organización de las zonas de la vivienda. Las áreas húmedas no están ubicadas en el centro, sino en el costado de la parte central, lo que permite dejar las áreas sociales junto al pasillo para mantener una conexión visual con el exterior. Las áreas privadas se sitúan al final, garantizando privacidad, iluminación y ventilación natural.

**A.h:** es el núcleo central del departamento en donde están ubicadas las áreas húmedas.

**M:** diferentes tipos de habitaciones; dormitorios, cocina, comedor o sala.



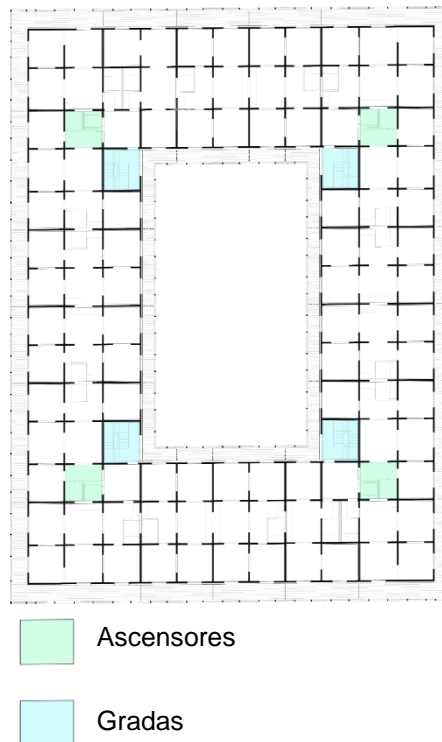
**Figura 48:** Esquema topológico de vivienda tipo.

**Fuente:** Elaboración propia.

### 2.21.1 Circulaciones

- **Circulación vertical (núcleos definidos):** La circulación vertical (ver figura 49) están en las esquinas de cada planta es decir cuenta con 4 de estos, estos núcleos de circulación

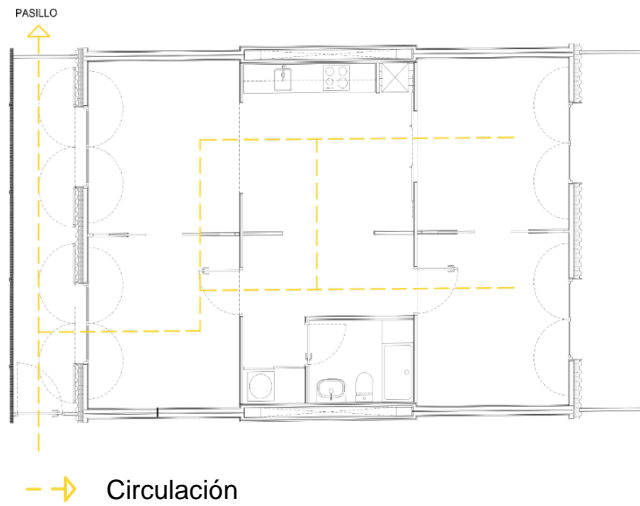
dan acceso a 5 viviendas por planta, para acceder a estas escaleras se accede por la parte interna es decir el gran patio del edificio creando así interacción social entre los usuarios del mismo.



**Figura 49:** Núcleo central.

**Fuente:** Elaboración propia.

- **Circulación horizontal (dentro de los apartamentos):** El ingreso a los apartamentos se da por dos lugares (ver figura 50) desde el pasillo que está en la parte interna del patio central, para seguir después a las zonas de servicio ubicados en la parte central en donde están los espacios como la cocina, comedor, lavandería y baño, la circulación interna es lineal desde dos puntos dando paso a una secuencia dada por; áreas sociales, áreas húmedas y por último áreas privadas.



**Figura 50:** Circulación-ingreso.

**Fuente:** Elaboración propia.

- **Distribución de espacios privados y públicos:** La ubicación de los espacios es estratégica ya que las áreas sociales están ubicadas a lado del pasillo de acceso para evitar perder privacidad (ver figura 51), con eso gana vistas hacia la plaza central del proyecto y se gana ventilación e iluminación, por otro lado, las áreas privadas están en la parte posterior en donde hay una privacidad mayor y además cuentan con un balcón por cada departamento ganando así ventilación e iluminación natural.



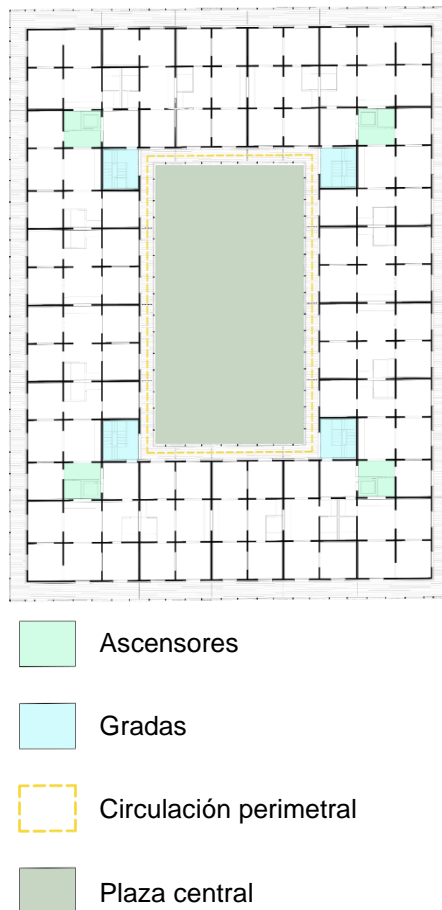
**Figura 51:** Distribución de espacios.

**Fuente:** Elaboración propia.

- **Flujo entre áreas:** En este proyecto el flujo de áreas es lineal, en donde el uso de puertas dobles y correderas a lo que ayuda a dar la percepción de ser un solo espacio al abrir las puertas, por otro lado, la conexión entre las áreas está dispuestas de tal manera que tienen cercanía y tienen un flujo regular.
- **Balcones y patios interiores:** Las viviendas cuentan con balcones directos a las áreas exteriores, lo que permite una circulación fluida de ventilación e iluminación, mejorando el confort en el interior del mismo.

### 2.21.2 Accesos

- **Acceso principal:** se da desde la plaza interna del proyecto hacia la circulación vertical que está ubicada en los 4 puntos estratégicos del edificio para llevar hacia los pasillos que están ubicados alrededor del patio, llevando así en una circulación perimetral hacia cada módulo de vivienda (ver figura 52).



**Figura 52:** Acceso a los departamentos.

**Fuente:** Elaboración propia.

- **Acceso a espacios exteriores:** El bloque de vivienda cuenta con balcones para ayudar a generar vistas y zonas de descanso además un gran patio central que sirve para la interacción entre las personas que conviven en el edificio.

## 2.22 Morfología

- **El módulo:** Los tipos de módulos son repetitivos, permitiendo una buena flexibilidad interna, en donde también con el uso del CLT que sirve de gran ayuda a la prefabricación y modularidad del proyecto mejorando los tiempos de construcción.

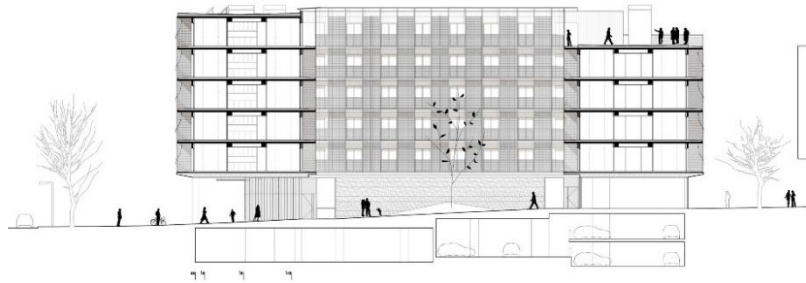
### 2.22.1 Ventajas

- **Flexibilidad:** el uso del CLT que brinda un sistema modular permite distintas configuraciones en los interiores de cada departamento, ofreciendo varias opciones de modulación.

- **Eficiencia espacial:** al igual que el proyecto 6x6 este minimiza el espacio destinado a circulación y maximiza las áreas habitables.

### 2.22.2 Estructura general del edificio

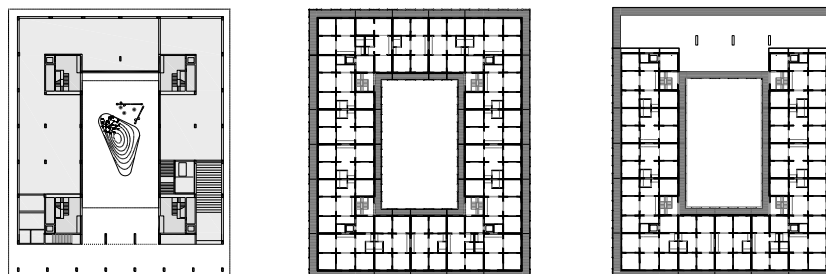
El edificio se compone de una planta baja construida completamente en hormigón armado, diseñada para soportar las cargas de los cinco pisos superiores hechos en madera CLT (ver figura 53). Esta base actúa como un sólido núcleo estructural que distribuye las cargas hacia los cimientos, mientras que la madera de las plantas superiores reduce el peso total del edificio, facilitando su construcción y manteniendo la sostenibilidad del proyecto. La combinación de hormigón y madera permite cumplir con las normativas de estabilidad estructural y resistencia al fuego, logrando un equilibrio entre tradición y modernidad.



**Figura 53:** Corte longitudinal.

**Fuente:** Peris+Toral Arquitectes.

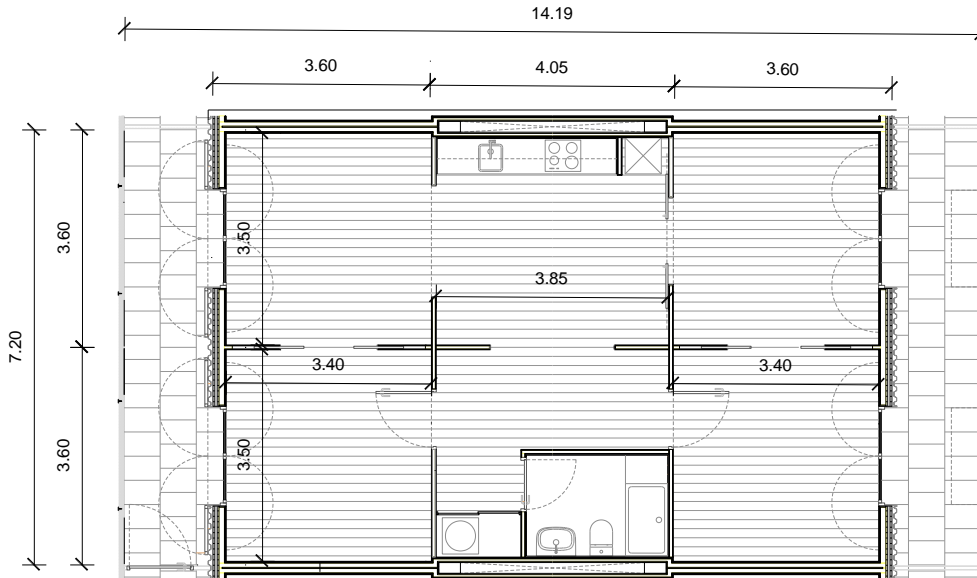
El edificio en plantas superiores incluye plantas tipo que se repiten a lo largo de los cinco niveles superiores CLT (ver figura 54). Cada una de estas plantas está compuesta por módulos prefabricados estandarizados de 3,60 x 3,60 metros, optimizando la distribución y reduciendo la complejidad del diseño. Esta modularidad permite configurar las viviendas de manera eficiente, eliminando pasillos innecesarios y maximizando la habitabilidad. Los arquitectos lograron así un diseño homogéneo y flexible, adaptado a las necesidades de la vivienda social.



**Figura 54:** Diseño flexible.

**Fuente:** Planta baja, planta tipo y planta bajo cubierta.

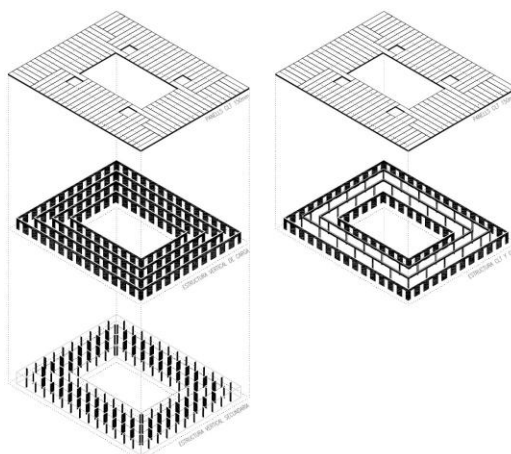
Este proyecto, desarrollado por Peris + Toral, organiza las viviendas en una matriz de habitaciones comunicantes dividida en tres anillos un núcleo central para espacios húmedos, anillos laterales para habitaciones indeterminadas, y terrazas exteriores en ambas fachadas (ver figura 55). Las conexiones internas eliminan los pasillos tradicionales, maximizando la flexibilidad y polivalencia de los espacios. El acceso principal se realiza desde un gran patio interior que funciona como plaza comunitaria, reforzando las interacciones vecinales. Las viviendas, de entre cinco y seis habitaciones, son homogéneas en distribución, favoreciendo la adaptabilidad al uso individual mediante puertas correderas y grandes ventanales para una iluminación cruzada eficiente.



**Figura 55:** Fuentes de contaminación atmosférica.

**Fuente:** Citar la fuente de esta imagen

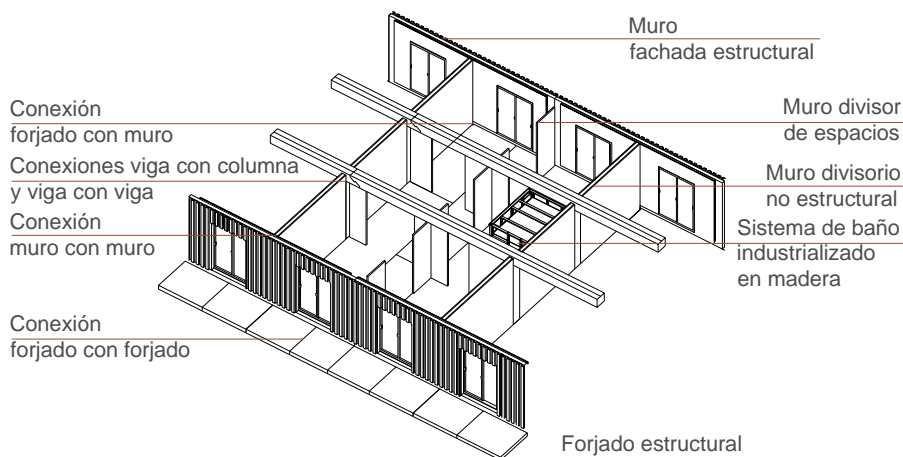
Inicialmente, el proyecto no contemplaba el uso de vigas ni columnas tradicionales, lo que presentaba un reto en términos de estabilidad estructural. Los arquitectos optaron por una solución innovadora mediante el uso de paneles de CLT que actúan simultáneamente como elementos portantes y cerramientos. Esta decisión eliminó la necesidad de estructuras adicionales, redujo el consumo de materiales y mejoró la estética del diseño. Gracias a esta optimización, el sistema constructivo fue más eficiente y alineado con los principios de sostenibilidad (ver figura 56).



**Figura 56:** Optimización de madera mediante el CLT por pilares y vigas de GLT.

**Fuente:** Peris+Torral Arquitectes.

A continuación se analizarán en detalle las uniones, anclajes y conexiones utilizadas en el proyecto de las 85 viviendas en Cornellà de Llobregat, donde este análisis aborda aspectos técnicos relacionados con la implementación de sistemas prefabricados y su rol clave en la eficiencia estructural, la sostenibilidad y la optimización de los procesos constructivos, ya que se busca destacar cómo estas soluciones técnicas permiten no solo mejorar la calidad de la edificación, sino también cumplir con los objetivos de sostenibilidad y flexibilidad espacial característicos de este proyecto innovador (ver figura 57).

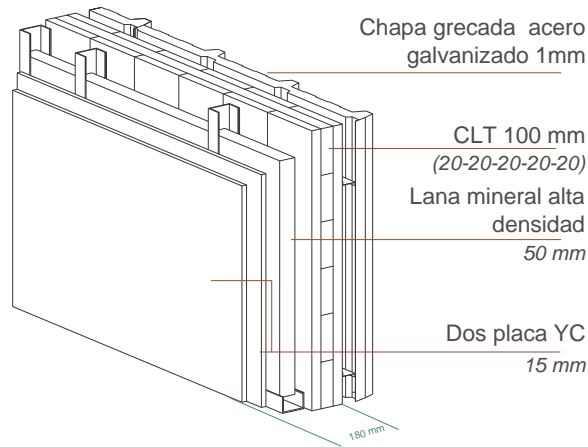


**Figura 57:** Axonometría de ubicación de uniones y conexiones.

**Fuente:** Elaboración propia.

Los paneles de CLT de 100 mm de espesor cumplen funciones estructurales al soportar cargas verticales y resistir fuerzas horizontales, como viento y sismos. Se ensamblan con tornillos autorroscantes y placas metálicas para asegurar estabilidad y eficiencia en la transferencia de cargas. Además, incorporan membranas insonorizantes y sellos de goma en las juntas para reducir

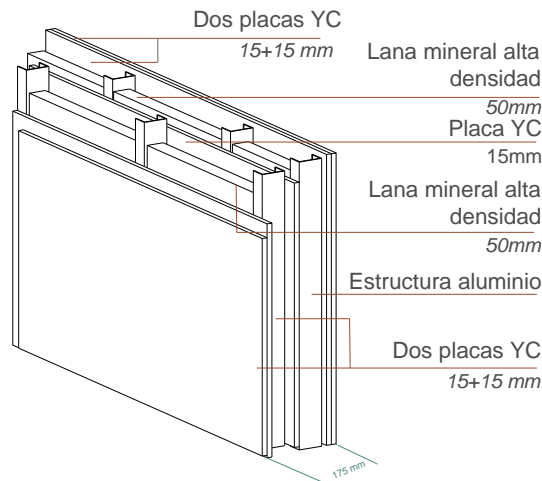
la transmisión de sonido, mientras que su protección contra incendios se basa en la carbonización controlada y recubrimientos ignífugos en áreas críticas (ver figura 58).



**Figura 58:** Muro fachada estructural.

**Fuente:** Elaboración propia.

Los tabiques interiores, con núcleo de lana mineral para aislamiento acústico y térmico, están revestidos con placas de yeso laminado y fijados mecánicamente al forjado superior e inferior. Para mejorar la acústica, se utilizan lana mineral de alta densidad y sellos flexibles en las juntas. Además, están protegidos contra incendios con placas de yeso tipo RF, que ofrecen mayor resistencia al fuego (ver figura 59).

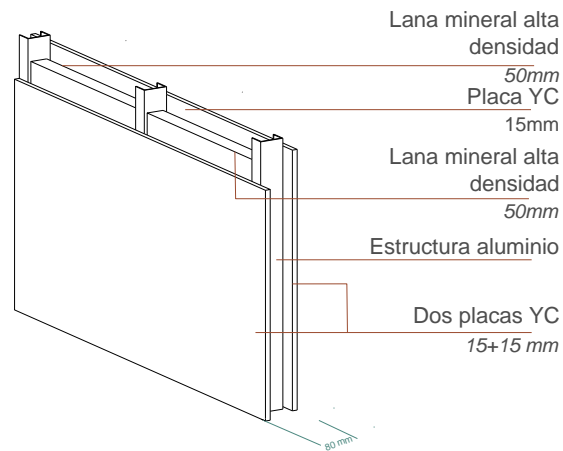


**Figura 59:** Muro divisorio no estructural.

**Fuente:** Elaboración propia.

Los muros divisores interiores de cada módulo están diseñados de forma ligera, con una estructura de montantes de acero galvanizado y relleno de lana acústica para reducir la transmisión de sonido entre habitaciones. Cada lado del muro está revestido con una sola placa

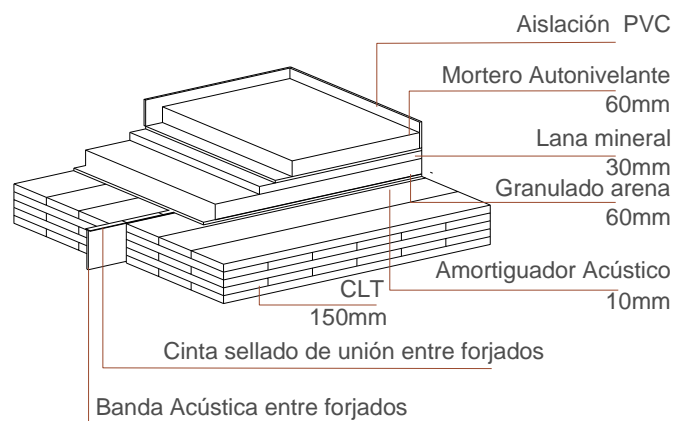
de yeso laminado, lo que facilita la construcción y ofrece flexibilidad para futuras adaptaciones del espacio (ver figura 60).



**Figura 60:** Muro divisor de espacios.

**Fuente:** Elaboración propia.

Los forjados de CLT incluyen bandas acústicas y mortero autonivelante para mejorar el aislamiento y nivelar la superficie. Se fijan con tornillos autorroscantes y adhesivos estructurales, y se colocan sellos de goma para reducir vibraciones. Además, cuentan con una capa de bandas elásticas y recubrimientos para evitar la propagación del sonido entre niveles. Para la protección contra incendios, el CLT cumple con altos estándares y se pueden aplicar pinturas intumescentes en áreas críticas (ver figura 61).

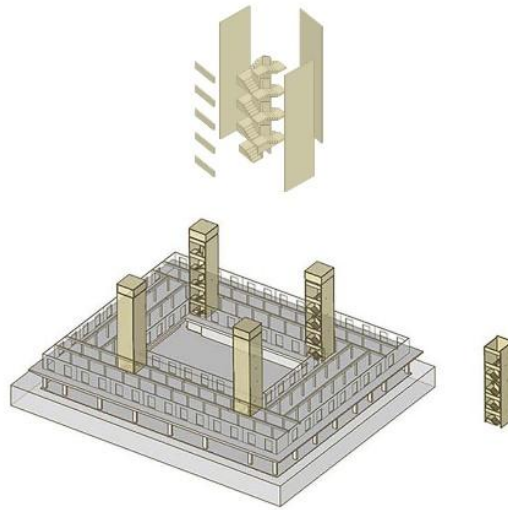


**Figura 61:** Forjado estructural.

**Fuente:** Elaboración propia.

Las escaleras están hechas con elementos prefabricados de hormigón armado, un material no combustible que ofrece alta resistencia al fuego y seguridad estructural. Los pasamanos

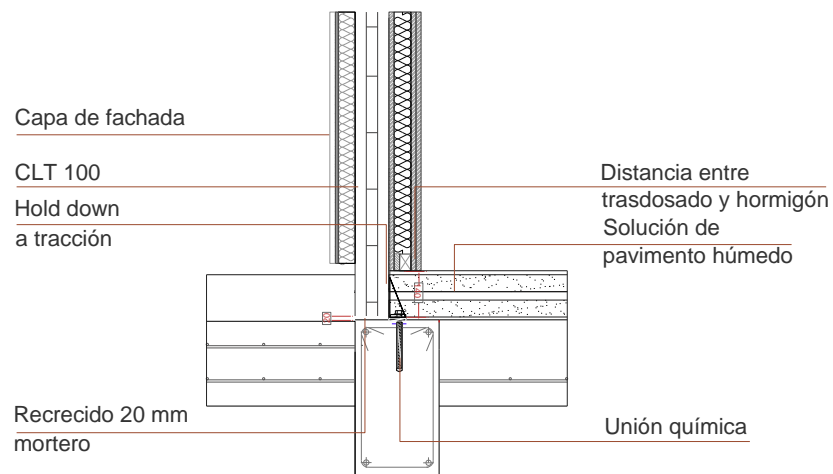
metálicos están tratados para soportar altas temperaturas, garantizando su integridad en caso de incendio y facilitando la evacuación segura en emergencias (ver figura 62).



**Figura 62:** Módulo del núcleo de escalera.

**Fuente:** Elaboración propia.

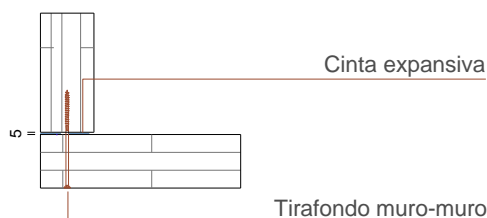
La conexión entre hormigón y madera se lleva a cabo mediante placas metálicas embebidas en el hormigón, unidas con tornillos autorroscantes de alta resistencia para asegurar una unión firme (ver figura 63). Además, se utilizan anclajes químicos para reforzar la fijación y juntas de dilatación que permiten absorber los movimientos diferenciales entre los materiales, garantizando la estabilidad y durabilidad de la estructura.



**Figura 63:** Conexión hormigón y madera.

**Fuente:** Elaboración propia.

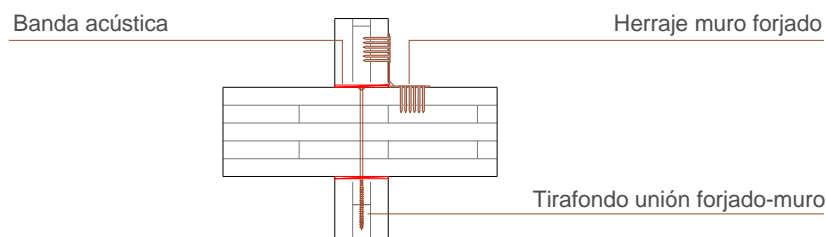
La conexión entre muros se realiza con tornillos diagonales autorroscantes que atraviesan las capas cruzadas de los paneles CLT, asegurando una unión firme, y se refuerza con placas metálicas en puntos críticos para mayor rigidez (ver figura 64). En zonas de menor carga, se emplean adhesivos estructurales entre los paneles, mientras que las bandas elásticas en las uniones absorben vibraciones y reducen la transmisión de ruido, mejorando tanto el desempeño acústico como estructural.



**Figura 64:** Conexión muro con muro.

**Fuente:** Elaboración propia.

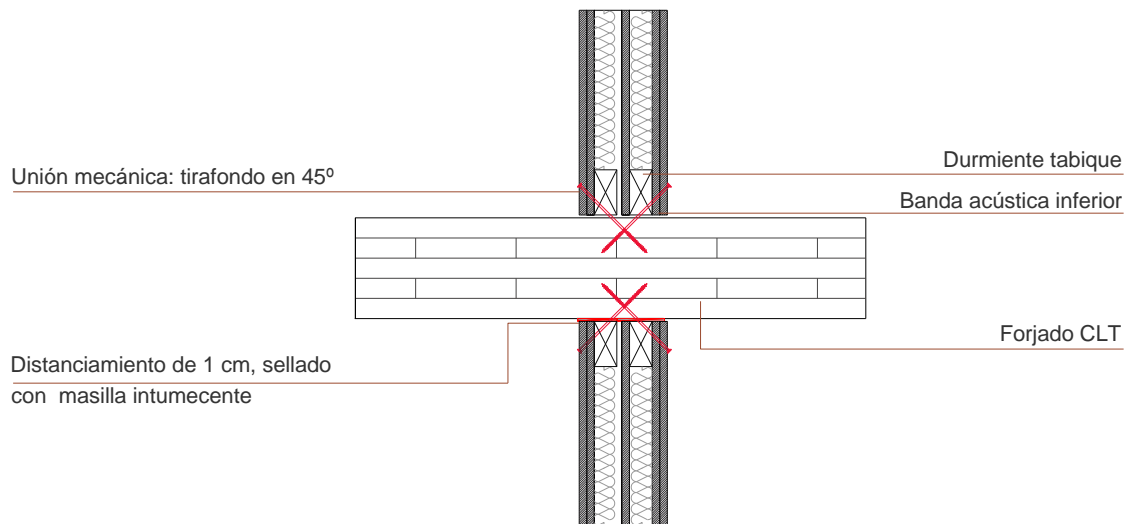
La conexión entre el forjado y el muro se hace con tornillos inclinados en los paneles CLT, asegurando rigidez estructural, y se mejora con bandas acústicas y sellos de goma para aislamiento sonoro. Se refuerzan las esquinas con conectores metálicos tipo L o Z y, en áreas húmedas, se añaden membranas impermeables para proteger contra la humedad (ver figura 65).



**Figura 65:** Conexión forjado con muro.

**Fuente:** Elaboración propia.

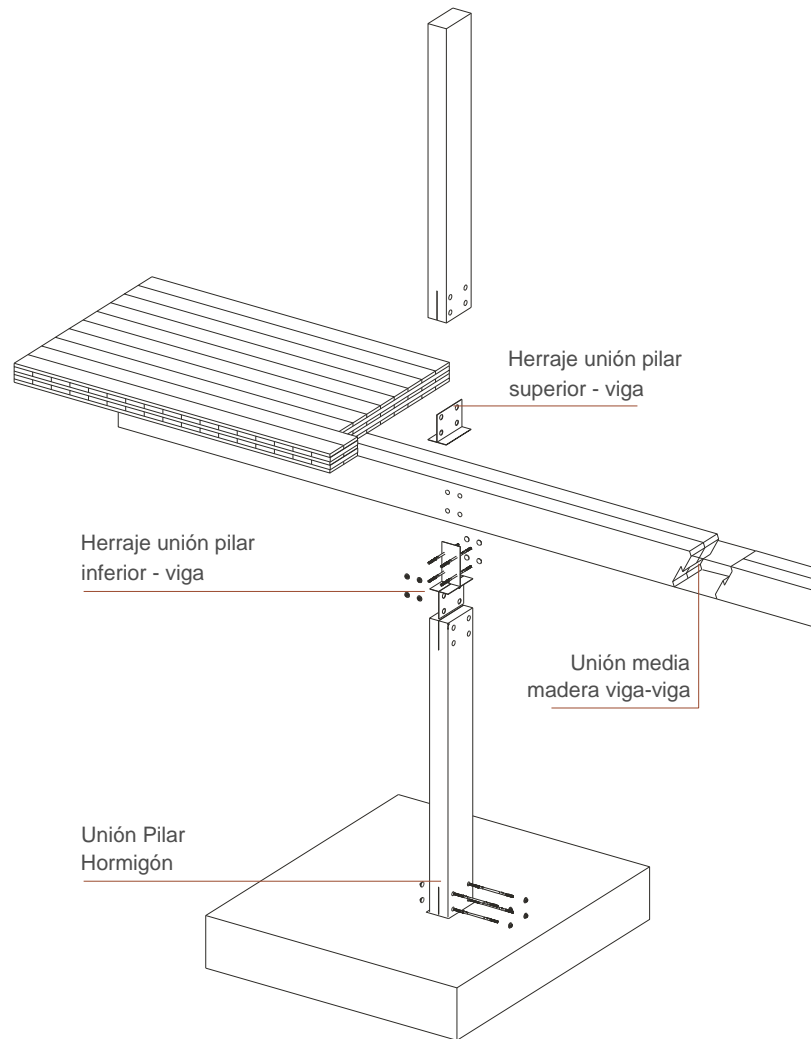
La conexión entre tabiques y forjados se diseña para asegurar aislamiento acústico y estanqueidad (ver figura 66). Se incorpora una banda acústica inferior para reducir el ruido de impacto y mejorar el aislamiento sonoro. Los tornillos inclinados a 45° aseguran una fijación firme, evitando movimientos del tabique. Para sellar la unión y mejorar la resistencia al fuego, se aplica masilla intumesciente en el espacio de separación, generalmente de 1 cm. Además, se utiliza una cinta expansiva que garantiza estanqueidad y flexibilidad en la conexión.



**Figura 66:** Conexión tabique con forjado

**Fuente:** Elaboración propia.

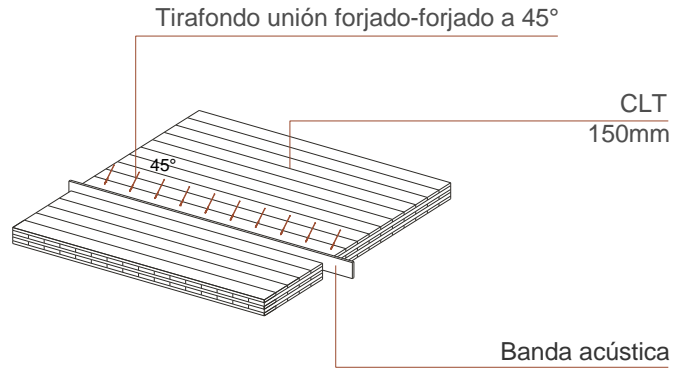
La conexión entre la viga y la columna se realiza mediante ensambles tipo caja y lengüeta, reforzados con placas metálicas para garantizar la estabilidad estructural. Se utilizan tornillos de doble rosca en las conexiones principales y pernos pasantes en áreas de alta carga, lo que mejora la seguridad. Además, se emplean insertos metálicos prefabricados en las vigas o columnas, lo que facilita un ajuste preciso durante el montaje. La unión entre vigas se hace con ensambles metálicos tipo bisagra o rótula en puntos críticos, diseñados para resistir fuerzas diagonales. Las vigas se fijan con tornillos de alta resistencia y se refuerzan con diagonales metálicas en uniones sometidas a torsión, incrementando la rigidez y durabilidad estructural (ver figura 67).



**Figura 67:** Conexiones viga con columna y viga con viga.

**Fuente:** Elaboración propia.

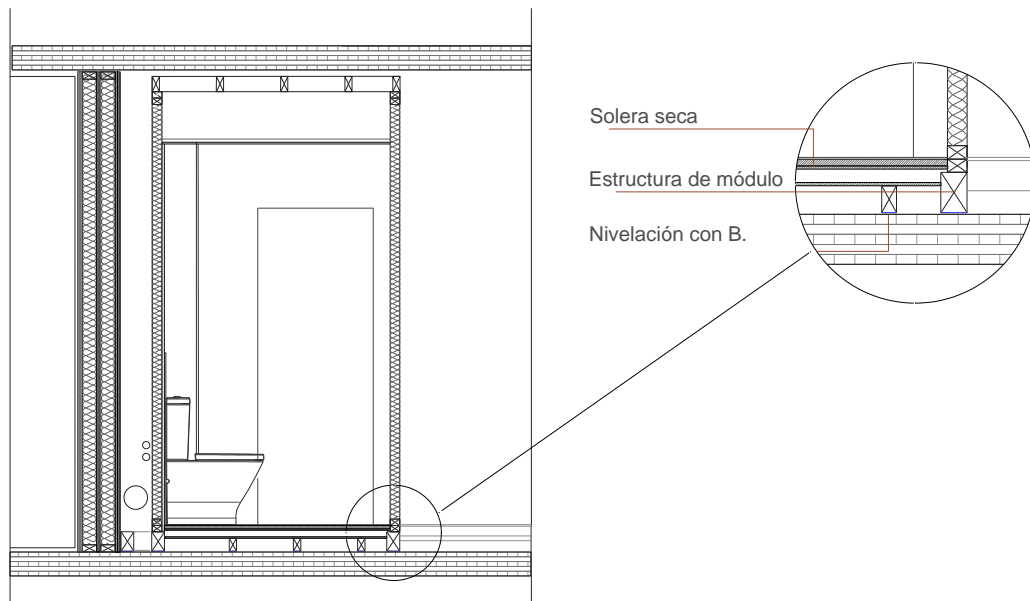
La conexión entre forjados se efectúa mediante placas metálicas de unión colocadas en los extremos de los paneles, lo que permite una transferencia eficiente de cargas y asegura la continuidad estructural (ver figura 68). Estas placas se fijan con tornillos autorroscantes, garantizando una unión sólida y manteniendo la nivelación entre los paneles, lo que optimiza la estabilidad y el rendimiento de la estructura.



**Figura 68:** Conexión forjado con forjado.

**Fuente:** Elaboración propia.

Los baños prefabricados se instalan mediante fijaciones mecánicas con anclajes empotrados en el forjado, asegurando una sujeción firme y estable (ver figura 69). Las conexiones de tipo plug-and-play se emplean para las instalaciones de agua, electricidad y ventilación, facilitando la integración del baño al sistema general de la construcción y garantizando un montaje eficiente y sin complicaciones.

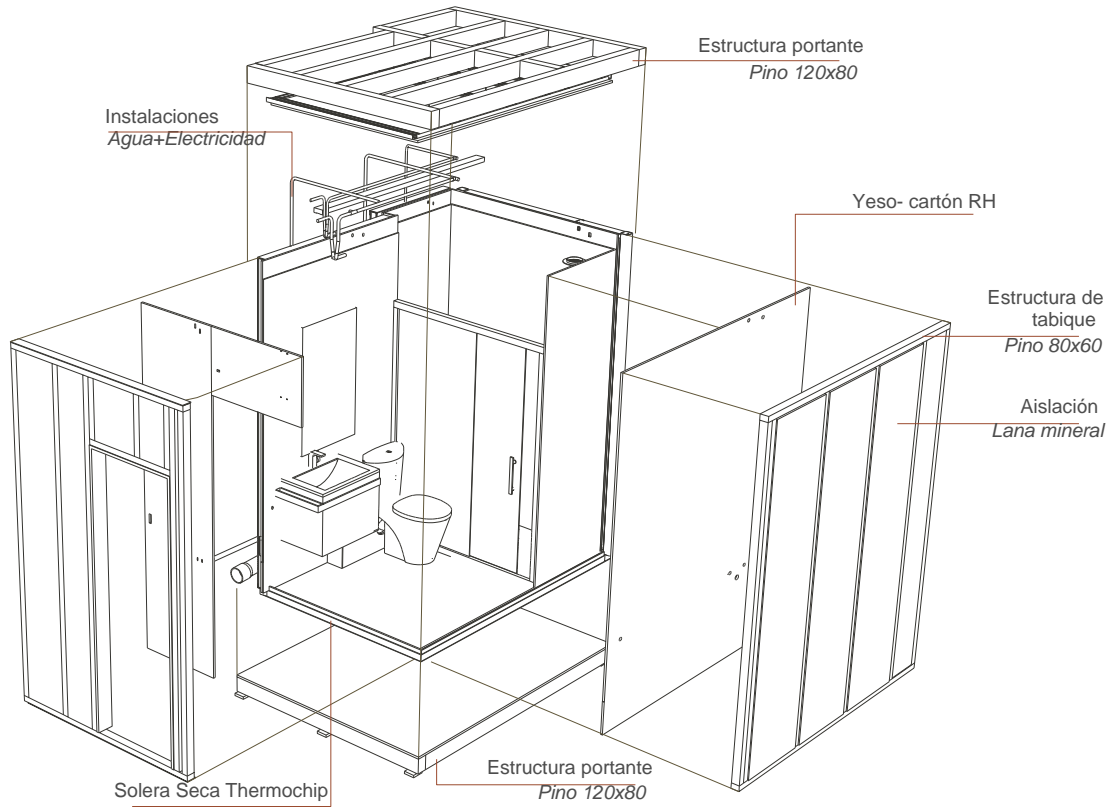


**Figura 69:** Sección apoyos módulos-forjados.

**Fuente:** Elaboración propia.

El diseño estructural del módulo de baño (ver Figura 70) utiliza montantes de madera para aligerar su peso, que es de aproximadamente 1700 kg. El módulo se compone de un forjado con listones de madera (80x120 mm) y placa de OSB, solera seca tipo termochip TYY, tabiques con aislamiento de lana mineral y placas RH de yeso-cartón, y una cubierta de madera con falso techo.

Para optimizar la solución, se propone una solera seca con fibro-yeso y XPS, lo que reduce el peso en un 30%. Durante la fabricación, se mecanizan tabiques, se ensamblan los elementos, se instalan las instalaciones y acabados, y se realiza un control de calidad exhaustivo, garantizando eficiencia y precisión en un entorno controlado (Aguilera, 2023).

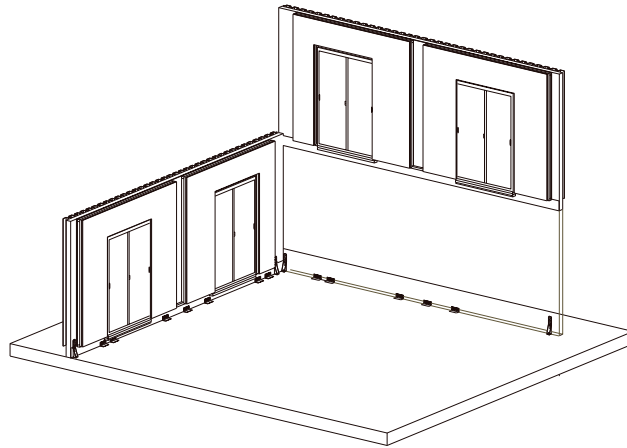


**Figura 70:** Baños prefabricados.

**Fuente:** Elaboración propia.

Tras detallar las conexiones clave entre los distintos elementos estructurales, a continuación, se presenta un esquema secuencial del proceso de montaje. Este proceso ilustra cómo se ensamblan los principales componentes del edificio, desde la base hasta la cubierta, siguiendo un orden lógico y eficiente propio de los sistemas de construcción industrializada.

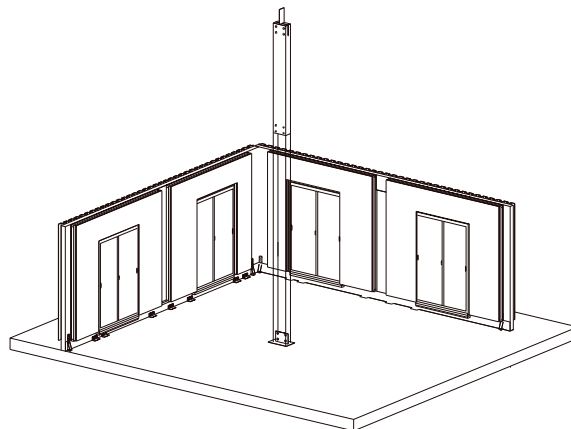
El montaje de los paneles CLT comienza con la colocación de los paneles para formar los muros de carga (ver figura 71). Se fijan al forjado con tornillos autorroscantes y sellos acústicos para mejorar el aislamiento sonoro. La conexión entre los muros y el forjado se realiza con tornillos inclinados y bandas acústicas, garantizando estabilidad y buen aislamiento.



**Figura 71:** Montaje de paneles.

**Fuente:** Elaboración propia.

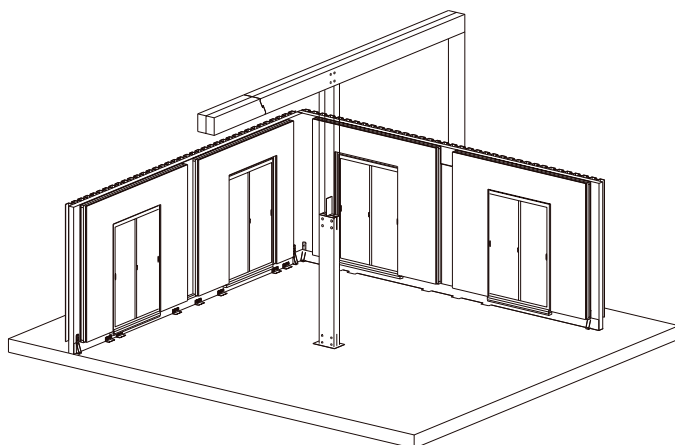
El montaje de los pilares de madera laminada GLT complementa los muros estructurales en la distribución de cargas (ver figura 72). Se colocan estratégicamente y se conectan al forjado con anclajes mecánicos y placas metálicas, garantizando una unión firme que soporte las cargas verticales, proporcionando estabilidad a la estructura.



**Figura 72:** Montaje de pilares.

**Fuente:** Elaboración propia.

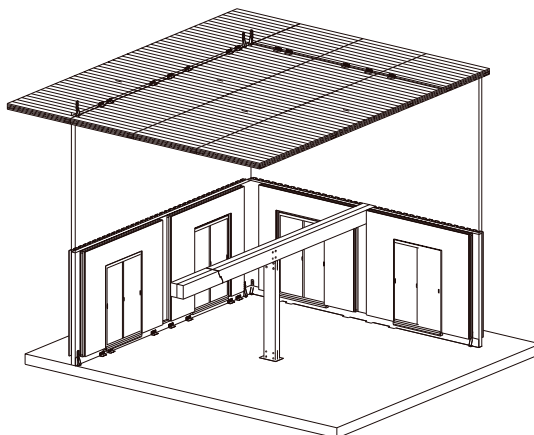
El montaje de las vigas GLT se realiza conectándolas a los pilares y forjados superiores para formar la estructura horizontal (ver figura 73). Se ensamblan con los pilares mediante ensambles tipo caja y lengüeta, reforzados con placas metálicas y tornillos de doble rosca, asegurando una unión robusta y rígida que soporte cargas horizontales y tensiones dinámicas.



**Figura 73:** Montaje de vigas.

**Fuente:** Elaboración propia.

El montaje de los forjados prefabricados CLT implica colocarlos sobre las vigas y muros estructurales (ver figura 74). Se fijan con tornillos inclinados y adhesivos estructurales, mientras que bandas elásticas se colocan en las uniones para asegurar el aislamiento acústico y flexibilidad. Esto garantiza una continuidad estructural eficiente y un ambiente interior cómodo.

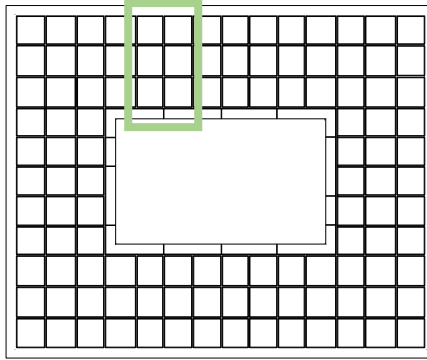


**Figura 74:** Montaje de forjados.

**Fuente:** Elaboración propia.

El proceso de montaje descrito refleja la precisión y eficiencia de los sistemas constructivos industrializados. Las uniones descritas previamente juegan un papel esencial en garantizar la estabilidad estructural, el aislamiento acústico y la resistencia al fuego durante y después de la construcción.

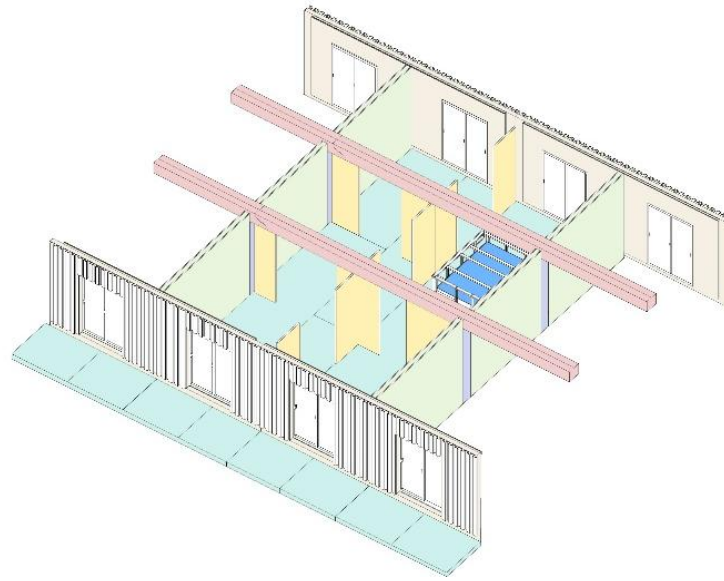
La Unidad 7, ubicada en el conjunto de viviendas sociales de Cornellà, presenta una configuración estructural y divisoria representativa de todo el proyecto. Se compone de los siguientes elementos (ver figura 75).



**Figura 75:** Ubicación del módulo 7 en planta.

**Fuente:** Elaboración propia.

La Unidad 7 del proyecto de viviendas sociales está compuesta por dos paneles estructurales de CLT que soportan cargas verticales y horizontales, asegurando estabilidad. Cuenta con cuatro paneles divisorios entre módulos, hechos de materiales ligeros y lana mineral para aislamiento acústico y térmico. En el interior, se utilizan diez paneles divisorios (ocho de 1 m de ancho y dos de 1,5 m) con estructura de madera o metal, aislados con lana mineral y revestidos con yeso, facilitando instalaciones eléctricas y de fontanería. El baño es un módulo prefabricado con instalaciones integradas, anclado al forjado mediante fijaciones plug-and-play. Los forjados están formados por seis paneles de CLT de 3,60 x 3,60 m, con acabado de mortero autonivelante para mejor nivelación y aislamiento acústico. La estructura también incluye dos vigas y cuatro columnas de GLT, que distribuyen las cargas y garantizan estabilidad mediante conexiones metálicas (ver figura 76).



- Muro estructural, e= 100 mm
- Muro divisorio, e= 180 mm
- Columna estructural 360 x 180 mm
- Doble viga estructural 350 x 180 mm
- Forjado estructural, e= 150mm
- Muros divisorios de espacios internos, e= 80 mm
- Módulo de baño prefabricado 2.50 x 1.80 m

**Figura 76:** Forjado estructural.

**Fuente:** Elaboración propia.

### 2.22.3 Materialidad

La materialidad del proyecto es en su mayoría de madera contralaminada (CLT) (ver Figura 77), Ya que sus fachadas cuentan con dos capas, en donde la primera es la madera contralaminada formando el muro portante ventilado con un acabado exterior lacado en blanco que ayuda a la reflexión del sol, y una segunda capa exterior que cuenta con una malla electrosoldada que cuenta con un pasamano, entre otros elementos que se los agrega según las necesidades.



**Figura 77:** Uso de CLT en el espacio.

**Fuente:** <https://arquitecturaviva.com/obras/85-viviendas-sociales-en-cornella-de-llobregat-barcelona>

La malla de la fachada brinda una buena sombra debido a que cuenta con una porosidad del 28%, aparte de esta malla la fachada cuenta con persianas (ver figura 78) Que protegen de los rayos solares y ayuda a minorar la radiación mejorando las vistas, además mejora la privacidad de los usuarios de los departamentos, además en sus muros de fachadas existen 2 placas de yeso de 60min.

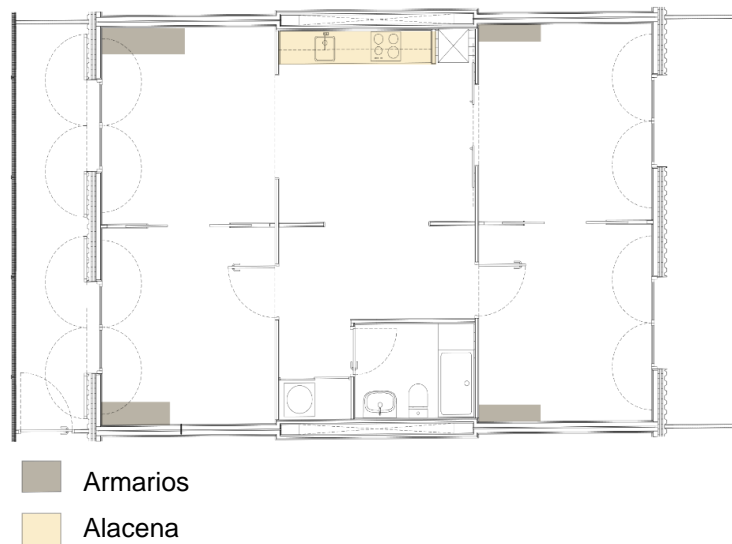


**Figura 78:** Uso de persianas.

**Fuente:** <https://arquitecturaviva.com/obras/85-viviendas-sociales-en-cornella-de-llobregat-barcelona>

#### **2.22.4 Almacenamiento**

El almacenamiento en los apartamentos está diseñado para que no corten la circulación, como es el caso de las alacenas empotradas bajo los mesones de la cocina y en su mayoría los armarios son empotrados estratégicamente evitando el movimiento a zonas que dificulten el tránsito hacia los demás espacios (ver figura 79).



**Figura 79:** Implementación estratégica de almacenamientos.

**Fuente:** Elaboración propia.

### 2.2.2.5 Elementos húmedos

Los elementos húmedos como el caso de la cocina están diseñado estratégicamente en forma lineal (ver figura 80) para evitar el elemento cerrado de un cuarto de cocina convirtiéndose en un elemento que sigue la forma.



**Figura 80:** Implementación estratégica de almacenamientos.

**Fuente:** Elaboración propia.

En el caso del baño en este proyecto está en una parte central junto con la lavandería, formando un solo espacio abierto en toda la parte central. Todos estos elementos húmedos en la parte central impiden que sus espacios se usen para otra actividad alejándolos así de las fachadas.

## **2.23 Tipología**

### **2.23.1 Retícula**

La retícula del edificio es repetitiva para acelerar el proceso de construcción y además favorecer a la flexibilidad de los módulos mismos que tienen dimensiones de 3.6m.

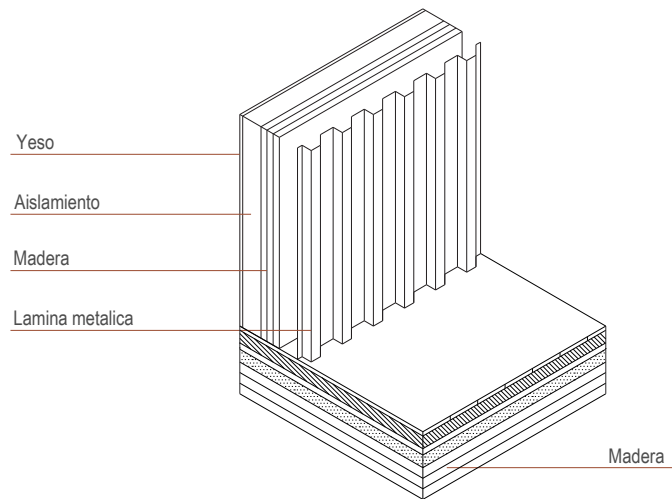
- **Regularidad:** los elementos estructurales como las columnas y las paredes fijas funcionales están organizados de manera estratégica evitando el corte de circulación o coches al momento de caminar mediante una retícula repetitiva.

### **2.23.2 Edificio**

- El edificio articula los módulos de vivienda de manera estratégica en donde todos estos cuentan con una correcta ventilación cruzada y una doble orientación.
- El proyecto se organiza alrededor de una plaza central en planta baja misma que contine un pórtico abierto hacia la ciudad que ayuda a la interacción social.

## **2.24 Soluciones acústicas y protección contra incendios**

Según Prats (2022), en el edificio de 85 viviendas en Cornellà, el diseño acústico se ha basado en un estudio que determinó que la transmisión del sonido disminuye en un 30% por cada giro de 90°. Por esta razón, se ha optado por dejar el forjado visto en los techos, reforzando el aislamiento acústico en la parte superior del pavimento para reducir el ruido de impacto (ver figura 81). Asimismo, la estructura vertical cuenta con aislamiento acústico y revestimiento de yeso, mientras que en los encuentros entre los paneles de pared y los forjados se ha instalado la lámina ISOLGOMA, para mitigar la transmisión de vibraciones. Para garantizar la seguridad contra incendios, el edificio cuenta con paneles de CLT de 5 capas de 20mm en los muros interiores del núcleo de escaleras y paneles de 3 capas de 20mm en otras divisiones estructurales. Esto permite una mejor resistencia al fuego sin comprometer la estabilidad del edificio. Los núcleos verticales, como las escaleras y ascensores, no han sido recubiertos con otros materiales. Se ha comprobado que la madera utilizada en estas áreas tiene suficiente resistencia frente al fuego y la humedad, lo que ha permitido mantener su apariencia y rendimiento estructural sin necesidad de protecciones adicionales.



**Figura 81:** Aislamiento y seguridad en CLT.

**Fuente:** Elaboración propia.

## 2.25 Flexibilidad y adaptabilidad en el proyecto de 85 Viviendas en Cornellà

El proyecto de las 85 Viviendas Sociales en Cornellà, desarrollado por el estudio Peris+Torral, es uno de los ejemplos más representativos de la implementación de la cuadrícula modular en la vivienda de alta densidad. La propuesta se distingue por su capacidad para adaptarse a diversas formas de habitar, gracias a la flexibilidad y la indeterminación espacial que proporciona.

### 2.25.1 La cuadrícula modular

La base del diseño parte de una matriz de módulos cuadrados de 3,60 x 3,60 metros, que en algunos casos se amplían hasta 3,90 metros. Esta decisión dimensional no es arbitraria, sino que responde a una reflexión sobre la habitabilidad y la flexibilidad de los espacios. Según Sesé (2024), esta estrategia permite que cada habitación pueda cumplir múltiples funciones, inspirándose en la vivienda tradicional japonesa y su sistema de tatamis (ver figura 82).



**Figura 82:** Matriz modular flexible.

**Fuente:** Elaboración propia.

### **2.25.2 Adaptabilidad a lo largo del tiempo**

Uno de los aspectos clave del proyecto es su capacidad de adaptarse a las necesidades cambiantes de los usuarios. La disposición de las habitaciones, todas del mismo tamaño, permite que cualquier estancia pueda asumir diferentes funciones a lo largo del tiempo. Esta característica rompe con el modelo de vivienda jerarquizada, donde los espacios tienen asignados usos fijos desde el diseño (Sesé, 2024).

### **2.25.3 Porosidad y relaciones espaciales**

La flexibilidad se ve reforzada por la presencia de grandes aberturas entre habitaciones. Las puertas correderas de hasta 1,60 metros permiten unir dos estancias contiguas, generando superficies mayores para actividades colectivas. Como destaca Sesé (2024), esta solución no solo mejora la percepción de amplitud, sino que también facilita la reprogramación diaria del espacio.

### **2.25.4 Cocina como núcleo**

La cocina ocupa una posición central en la vivienda, sirviendo como espacio distribuidor que conecta el resto de las habitaciones. Esta disposición elimina los pasillos, maximizando la superficie útil y fomentando una organización más fluida. Además, la ubicación de la cocina permite que el espacio pueda utilizarse como sala de estar o comedor, aumentando aún más la flexibilidad del conjunto (Sesé, 2024).

## **2.26 Modelos de tenencia entre Bloque 6x6 y 85 Viviendas Sociales en Cornellá**

El modelo de tenencia organiza la propiedad y el uso de suelo de las viviendas en un proyecto residencial donde existen diversas modalidades, como la propiedad individual, el alquiler social y la

cesión de uso, cada una con características específicas que afectan tanto a los residentes como a la comunidad en general. En este contexto, los proyectos de Bloque 6x6 y 85 Viviendas en Cornellà adoptan diferentes enfoques de tenencia que responden a necesidades específicas de accesibilidad y sostenibilidad.

El Bloque 6x6, ubicado en un terreno urbano dentro de Girona y desarrollado como parte de una iniciativa privada impulsada por la promotora PROCAPSA SL, adopta el régimen de propiedad horizontal. En este modelo, cada unidad es propiedad individual de sus compradores, mientras que las áreas comunes, como pasillos, terrazas, patios y zonas verdes, son de copropiedad entre todos los propietarios (Prats, 2022). Los departamentos se venden a particulares, quienes adquieren derechos exclusivos sobre sus unidades y derechos compartidos sobre los espacios comunes. Los propietarios tienen plena libertad para utilizar sus viviendas y tomar decisiones relacionadas con su uso, además de poder vender, revender o alquilar sus unidades a terceros, siempre conforme a las leyes locales de compraventa inmobiliaria. Aunque la compraventa es el modelo predominante, el arrendamiento de las unidades también es una opción para los propietarios (Prats, 2022).

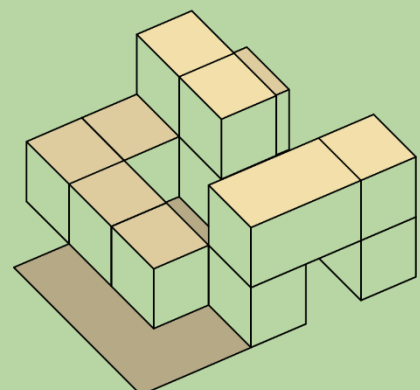
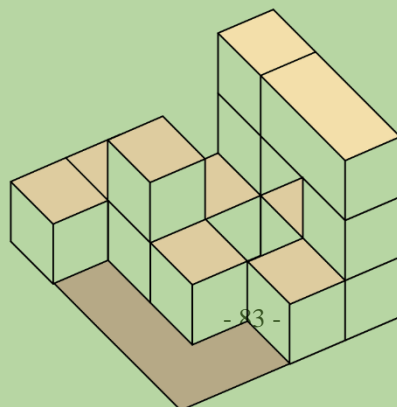
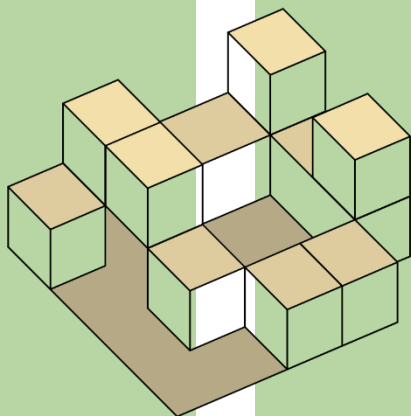
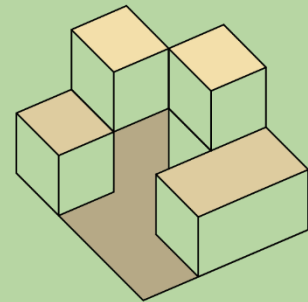
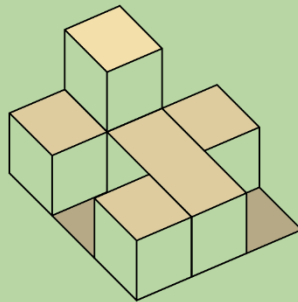
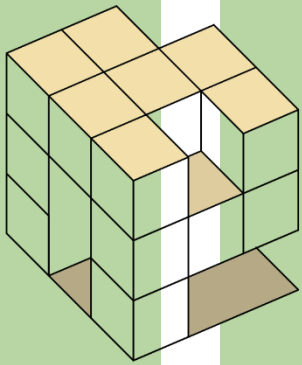
Por otro lado, el proyecto 85 Viviendas en Cornellà, diseñado por Peris + Toral Arquitectes y promovido por el Instituto Metropolitano de Promoción de Suelo (IMPSOL), responde a la necesidad de ofrecer vivienda asequible en Cornellà de Llobregat, Barcelona. En este caso, el modelo de tenencia adoptado es el alquiler social, gestionado por el sector público para garantizar el acceso a familias con bajos ingresos (Martínez, 2023). Los residentes no son propietarios, sino que ocupan las viviendas mediante contratos de arrendamiento con rentas asequibles, reguladas por las administraciones públicas. Este régimen busca evitar la especulación inmobiliaria y promover la estabilidad residencial, ofreciendo una alternativa accesible frente a la vivienda en propiedad (Martínez, 2023).

El modelo de alquiler social adoptado en 85 Viviendas en Cornellà tiene un impacto significativo en la reducción del déficit habitacional y en la contención de la segregación urbana, asegurando que el acceso a la vivienda no dependa exclusivamente de la capacidad adquisitiva de los ciudadanos. Al estar gestionado por IMPSOL, se garantiza la sostenibilidad económica del modelo y la permanencia de estas viviendas dentro del parque público a largo plazo (Martínez, 2023).

Si giramos entorno a otro proyecto, el modelo de tenencia en cesión de uso es otro enfoque relevante que se observa en el proyecto La Borda, ubicado en Barcelona. Este modelo se basa en la propiedad colectiva gestionada por una cooperativa, donde los residentes son socios y no propietarios individuales. Este esquema evita la especulación inmobiliaria y promueve la accesibilidad a la vivienda a largo plazo (Fernández, 2023). En La Borda, el Ayuntamiento cedió el terreno por 75 años, con un canon anual asequible, lo que evitó la compra del suelo (Fernández, 2023). Además, los residentes realizaron aportes iniciales y pagan cuotas mensuales similares al alquiler, pero sin adquirir propiedad individual. El proyecto se financió con bancos éticos y subvenciones, y al abandonar la cooperativa, los residentes son reembolsados por su inversión inicial (Fernández, 2023). La gestión del proyecto se basa en la autogestión democrática, donde los

residentes toman decisiones colectivas, lo que reduce costos y otorga mayor control sobre el proyecto (Fernández, 2023).

CAPÍTULO III  
ANÁLISIS DE USUARIO Y CONTEXTO



## **CAPÍTULO III**

### **3. ANÁLISIS DE USUARIOS Y CONTEXTO**

Este capítulo describe las estrategias y herramientas aplicadas para comprender las necesidades de los futuros habitantes y los factores contextuales que influyen en el diseño. A través de un enfoque metodológico, se realizó un análisis exhaustivo del perfil de los usuarios, considerando aspectos demográficos, socioeconómicos y culturales. Este análisis se complementó con un enfoque tanto cualitativo como cuantitativo, donde se llevaron a cabo entrevistas para obtener información detallada sobre las necesidades y expectativas de los usuarios, y los resultados fueron graficados en porcentajes para identificar patrones y tendencias clave. Además, se estudió el sitio, evaluando su ubicación, características físicas, infraestructura existente y normativa urbanística. El objetivo es garantizar que las soluciones arquitectónicas propuestas sean funcionales, inclusivas y sostenibles, respondiendo de manera precisa a las demandas actuales y futuras de los habitantes y del entorno urbano.

#### **3.1 Análisis de usuario**

El estudio analizó las características, preferencias y necesidades de las familias que habitarán la vivienda multifamiliar modular proyectada en Cuenca, Ecuador. La investigación se llevó a cabo en la comunidad de San Miguel de Putuzhi, ubicada en la parroquia San Sebastián, específicamente en el sector Colinas de San Miguel, zona O-1, en la intersección de las calles Del Romero y Del Matorral.

Mediante entrevistas a residentes de diferentes edades, ocupaciones y estructuras familiares, se identificaron los espacios más utilizados en sus viviendas actuales, sus medios de transporte, relaciones vecinales y expectativas de convivencia. Este análisis permitió obtener una visión integral de las dinámicas habitacionales y sociales de la comunidad.

#### **3.2 Justificación de la selección de participantes entrevistados**

Para obtener información directa de los futuros habitantes, se realizaron 15 entrevistas en la zona O-1, donde se construirá el proyecto. Se eligieron personas que vivían cerca del terreno y que estuvieron dispuestas a participar, asegurando así que sus respuestas reflejaran la realidad del lugar.

El número de entrevistas se determinó durante el recorrido por la zona (ver figura 83). A medida que se hablaba con más personas, las respuestas empezaron a repetirse, lo que indicó que ya se tenía suficiente información para el estudio. Hacer más entrevistas no habría aportado nuevos datos relevantes.

Las entrevistas siguieron un cuestionario con preguntas clave sobre la percepción de la vivienda en altura y la aceptación del proyecto. La información obtenida fue fundamental para

diseñar una propuesta acorde con las necesidades reales de la comunidad y asegurar que el proyecto sea adecuado para el entorno.

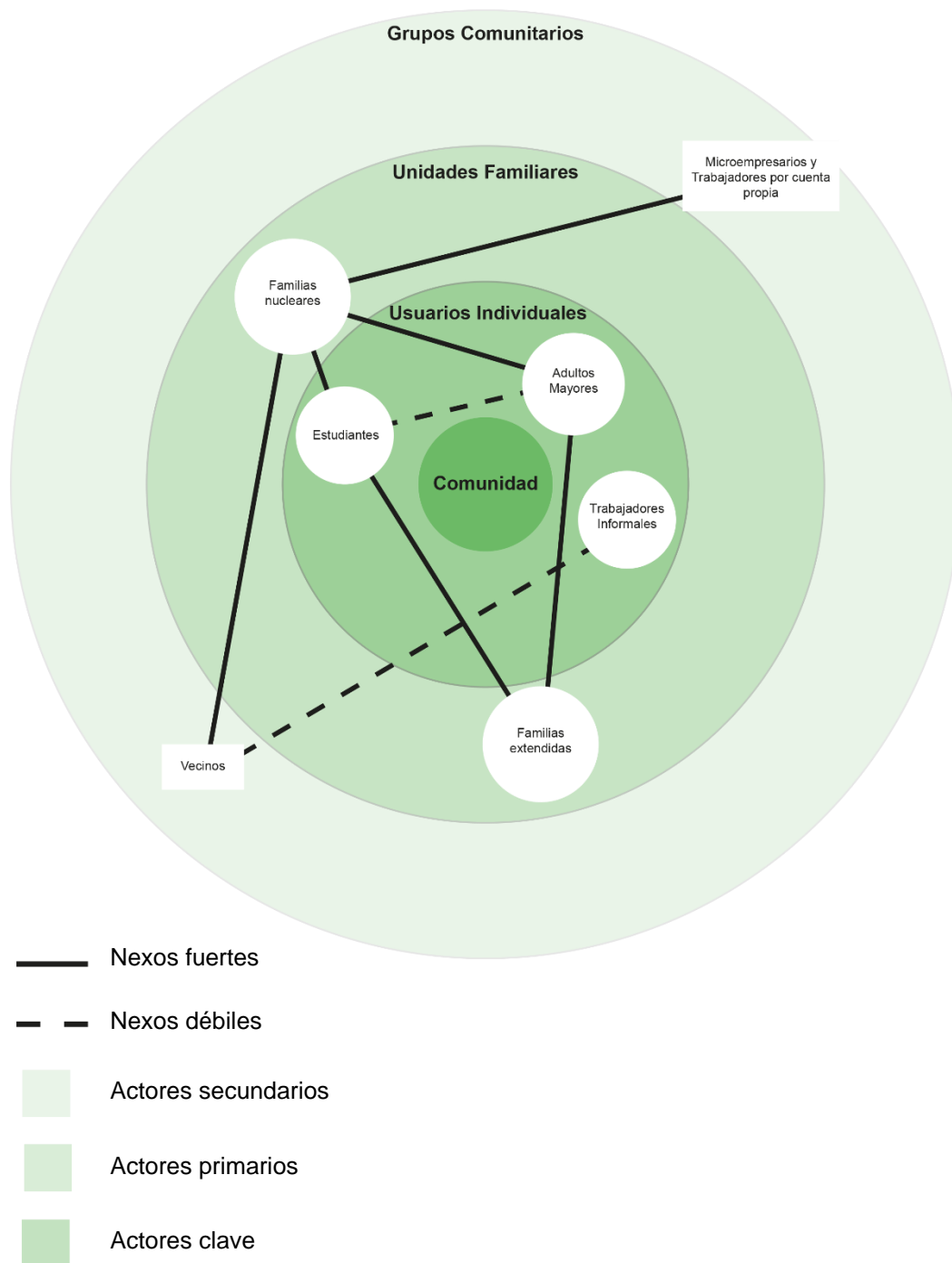


**Figura 83:** Aproximación del lugar d ellos entrevistados.

**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.3 Mapa de actores basado en las entrevistas

El análisis de los actores clave, identificado a través de entrevistas realizadas, que permitió comprender sus necesidades, características y relaciones dentro de la comunidad, agrupándolos en categorías según sus particularidades. Este mapa de actores (ver figura 84), desarrollado durante un recorrido por la zona, destaca los principales agentes involucrados en el contexto del proyecto, sus roles, intereses y niveles de influencia, ofreciendo una visión detallada de las dinámicas sociales, comunitarias y territoriales.



**Figura 84:** Mapa de actores tipo cebolla.

**Fuente:** Elaboración propia.

A continuación, exploraremos los perfiles y necesidades de los actores clave, así como las conexiones y relaciones entre ellos, para comprender mejor cómo estas interacciones impactan el desarrollo del proyecto. La información recopilada sirve como herramienta para entender las relaciones entre los actores y su impacto en el desarrollo del proyecto, promoviendo la integración de perspectivas, anticipando posibles conflictos y fortaleciendo la colaboración, de manera que las decisiones tomadas sean inclusivas y pertinentes al contexto.

### 3.4 Perfil y necesidades de los actores clave

Este análisis presenta una visión detallada de los actores clave en la comunidad de las Colinas de San Miguel, agrupados en diversas categorías según sus necesidades, características y roles dentro del contexto social y económico. A través de la identificación de estas necesidades, se busca comprender mejor las dinámicas que afectan a la comunidad y las interacciones entre los distintos grupos, como estudiantes, adultos mayores, trabajadores informales, familias y microempresarios. Esta información resulta fundamental para el desarrollo de soluciones que promuevan la integración social, el fortalecimiento económico y la cohesión comunitaria.

#### 3.4.1 Usuarios individuales

- **Estudiantes (Edad: 13-23 años):** Necesitan espacios tranquilos para estudiar, áreas recreativas, talleres educativos, conexión a internet y zonas accesibles. Su interacción con vecinos es buena, pero limitada por la falta de espacios comunes.
- **Adultos mayores (Edad: 60-84 años):** Requieren espacios accesibles y seguros, talleres recreativos, actividades comunitarias y áreas verdes. Su interacción con vecinos es limitada y se da principalmente en actividades religiosas u ocasionales.
- **Trabajadores Informales:** Los trabajadores informales, como costureras, carpinteros y comerciantes, requieren espacios adecuados para trabajar desde sus hogares y áreas para la venta de productos locales. Sus interacciones con los vecinos son limitadas, ya que se centran en actividades laborales o comerciales.

#### 3.4.2 Unidades familiares

- **Familias nucleares (Composición: 4-6 personas):** Las familias nucleares necesitan viviendas con mejor distribución, áreas recreativas para niños y jóvenes, y espacios comunes para fortalecer la convivencia. Aunque la relación con los vecinos es generalmente positiva, la falta de actividades conjuntas limita la cohesión social.
- **Familias extendidas (Composición: Más de 6 personas):** Las familias extendidas, con más de 6 miembros, necesitan viviendas más espaciales y áreas para eventos comunitarios y talleres familiares que fomenten la integración y el trabajo conjunto.

#### 3.4.3 Grupos comunitarios

- **Vecinos:** Los vecinos tienen una interacción comunitaria limitada, principalmente en reuniones ocasionales o actividades religiosas. Necesitan fomentar actividades para mejorar la colaboración. Los espacios más solicitados incluyen parques comunitarios, canchas deportivas y salones para talleres y actividades comunitarias.
- **Microempresarios y trabajadores por cuenta propia:** Este grupo de microempresarios y trabajadores independientes necesita talleres productivos para mejorar su actividad laboral, espacios para capacitación y venta de productos, y apoyo institucional para fortalecer y fomentar el crecimiento de sus negocios locales.

### 3.5 Conexiones y relaciones

El análisis de las relaciones entre los actores clave en la comunidad revela un panorama de interacciones tanto fuertes como débiles, que influyen en el desarrollo social y económico de la zona. Las conexiones fuertes muestran cómo los grupos, como estudiantes, familias y microempresarios, se apoyan mutuamente en diversos espacios y actividades, promoviendo la cohesión social y el bienestar. Por otro lado, las conexiones débiles reflejan interacciones limitadas o esporádicas, lo que destaca áreas de oportunidad para fortalecer la colaboración y mejorar la integración comunitaria a través de iniciativas que fomenten una mayor interacción entre los distintos actores.

#### 3.5.1 Conexiones Fuertes:

- **Estudiantes y familias nucleares:** Apoyo mutuo en espacios educativos y recreativos.
- **Adultos mayores y familias nucleares:** Convivencia cercana y necesidades compartidas.
- **Microempresarios y familias nucleares:** Interdependencia económica y social.
- **Vecinos y familias nucleares:** Actividades comunitarias que promueven cohesión social.
- **Microempresarios y grupos comunitarios:** Ferias locales que fortalecen economía y relaciones.

#### 3.5.2 Conexiones débiles:

- **Adultos mayores y estudiantes/familias:** Interacciones limitadas a eventos puntuales.
- **Trabajadores informales y vecinos:** Transacciones comerciales sin interacción continua.
- **Microempresarios y grupos comunitarios:** Colaboraciones puntuales en eventos.
- **Relaciones clave:** Se destacan vínculos que fomentan el desarrollo social, económico y la cohesión comunitaria, como el apoyo mutuo en espacios compartidos y actividades colaborativas.

### 3.6 Análisis de entrevistas por secciones

Después de desarrollar el mapa de actores, que permitió identificar a los principales agentes involucrados en el contexto del proyecto, sus roles, intereses y niveles de influencia, se procedió al análisis de los datos recopilados mediante entrevistas a los residentes de la zona de estudio. Este mapa sirvió como una herramienta clave para comprender las dinámicas sociales, comunitarias y territoriales, facilitando la integración de perspectivas, la identificación de posibles conflictos y el fortalecimiento de la colaboración entre actores relevantes.

Con base en esta comprensión inicial, se llevó a cabo un análisis detallado de las entrevistas realizadas, en donde se pudo abarcar los aspectos más relevantes del contexto comunitario y las condiciones de vida de los participantes. Para estructurar este proceso, las entrevistas se dividieron en ocho secciones temáticas que abordaron:

- Datos Generales
- Condiciones de Vivienda
- Relaciones Familiares

- Ocupaciones y Actividades Diarias
- Percepción del Entorno Comunitario
- Identificación de Necesidades Comunitarias
- Expectativas y Aspiraciones para el Futuro
- Comentarios Adicionales

Cada sección fue diseñada para abordar temas específicos, lo que permitió obtener una comprensión integral de las realidades y aspiraciones de los entrevistados. Este enfoque no solo facilitó identificar patrones comunes entre las respuestas, sino que también destacó las particularidades de cada individuo. De este modo, el análisis promueve una visión que integra diversidad y contexto, siendo fundamental para la planificación del proyecto

### **3.6.1 Sección 1: Datos generales**

En esta sección de la entrevista se recopilan datos personales básicos de los participantes, asegurando la privacidad de sus nombres y detalles específicos. Estas preguntas permiten conocer mejor la situación general de los entrevistados, su contexto familiar y laboral.

Se presentaron preguntas como:

- ¿Cuántos años tiene?
- ¿Género?
- ¿En qué trabaja o cómo genera sus ingresos?
- ¿Cuántas personas viven en su casa?
- ¿Quiénes son?
- ¿Cómo se transporta normalmente?

Las entrevistas incluyeron a 15 participantes con edades comprendidas entre los 13 y los 84 años, predominando aquellos en el rango de 20 a 40 años. En cuanto al género, participaron más mujeres que hombres.

Las ocupaciones de los entrevistados fueron diversas, desde estudiantes y amas de casa hasta trabajadores en actividades productivas como costura, carpintería y pequeños negocios. Algunos de ellos realizan estas actividades desde sus hogares, mientras otros dependen de empleos externos.

La composición de los hogares varía, siendo común encontrar núcleos familiares de aproximadamente cuatro personas, aunque también hubo casos de hogares unipersonales y familias más numerosas con hasta seis integrantes. Los hogares suelen estar formados por padres, hijos y, en algunos casos, familiares extendidos como abuelos o tíos.

En cuanto a los medios de transporte, la mayoría utiliza el bus como su principal forma de movilidad, mientras que otros recurren a vehículos propios o taxis. Esto refleja diferentes niveles de acceso a transporte privado entre los participantes.

### **3.6.2 Sección 2: Sobre su vivienda actual**

En esta sección de la entrevista, se buscó conocer cómo los participantes perciben su vivienda actual y cuáles son los espacios más utilizados. Estas preguntas permitieron identificar las fortalezas, limitaciones y posibles mejoras en las viviendas de los entrevistados.

Se incluyeron preguntas como:

- ¿Qué espacios de su casa usa más todos los días y por qué?
- ¿Siente que su casa tiene todo lo que su familia necesita? Si no, ¿qué le hace falta o qué cambiaría?
- Si en el futuro su familia crece o cambian sus necesidades, ¿cómo cree que su casa debería adaptarse?

Los espacios más utilizados en las viviendas varían según las actividades principales de los entrevistados. Para muchos, la cocina y la sala son los espacios centrales debido a su funcionalidad para actividades familiares y cotidianas. En los casos de quienes trabajan desde casa, los talleres o áreas de trabajo se consideran fundamentales para su rutina diaria.

En cuanto a las necesidades, varios entrevistados mencionaron que sus viviendas actuales cumplen con los requerimientos básicos, aunque destacan limitaciones como la falta de espacio en habitaciones, patios pequeños o distribución inadecuada de los espacios. Estas limitaciones suelen impactar en la comodidad y funcionalidad del hogar, especialmente en familias más numerosas.

Respecto a posibles adaptaciones futuras, los entrevistados señalaron que, de ser necesario, priorizarían ampliaciones en cuartos, salas o áreas específicas como talleres y espacios recreativos.

### **3.6.3 Sección 3: Diseño y funcionalidad**

En esta sección, los entrevistados compartieron sus ideas y percepciones sobre el diseño y la funcionalidad de sus viviendas, así como su visión de un hogar ideal. Estas preguntas ofrecieron una perspectiva sobre las aspiraciones de los participantes y la importancia que otorgan a ciertos espacios en sus hogares y comunidades.

Las preguntas planteadas fueron:

- Si pudiera imaginar su casa ideal, ¿qué espacios o características tendría?
- En un edificio donde vivan varias familias, ¿qué espacios cree que podrían compartirse?
- ¿Considera útil tener espacios para trabajar, estudiar o realizar actividades como costura, carpintería o artesanías? Si sí, ¿qué tipo de espacios cree que serían necesarios?

La visión de la casa ideal varía entre los entrevistados, pero hay coincidencias en la necesidad de contar con espacios amplios y bien distribuidos. Las áreas más deseadas incluyen cocinas funcionales, salas cómodas para la convivencia familiar, patios amplios y, en algunos casos, talleres o áreas dedicadas a actividades productivas.

En el contexto de edificios multifamiliares, los entrevistados destacaron la importancia de incluir espacios compartidos como jardines, áreas verdes, talleres comunitarios, patios recreativos para niños y salones de usos múltiples. Consideran que estos espacios no solo fomentan la convivencia entre vecinos, sino que también satisfacen necesidades colectivas.

Además, varios participantes señalaron la utilidad de contar con espacios específicos para trabajar, estudiar o desarrollar oficios como costura, carpintería o actividades artesanales.

#### **3.6.4 Sección 4: Entorno y comunidad**

En esta sección, los entrevistados compartieron sus percepciones sobre el entorno en el que viven y su relación con la comunidad. Estas preguntas buscaron identificar las dinámicas comunitarias, el uso de los espacios públicos y las principales necesidades colectivas.

Las preguntas incluidas fueron:

- ¿Existe algún lugar en su barrio donde las personas se reúnan? ¿Qué lo hace atractivo? ¿Cree que sería útil tener uno?
- ¿Dónde juegan los niños de su barrio? ¿Cree que es un lugar seguro y cómodo? ¿Qué mejoras propondría?
- ¿Qué servicios o espacios cree que necesita su barrio para que las familias vivan mejor?
- ¿Cómo describe la relación con sus vecinos? ¿Realizan actividades juntos?

En general, los entrevistados señalaron la falta de espacios adecuados en sus barrios para reuniones o actividades comunitarias. Algunos mencionaron lugares como parques comunitarios, iglesias o casas comunales, pero destacaron que estos espacios suelen estar en mal estado o no cuentan con suficiente infraestructura para satisfacer las necesidades de todos los vecinos.

Respecto a los niños, una mayoría indicó que suelen jugar en la calle debido a la falta de parques o áreas recreativas seguras y cómodas. Entre las mejoras propuestas se encuentran la construcción de parques infantiles con juegos adecuados y áreas deportivas que fomenten el aprendizaje y la socialización en un entorno seguro.

En términos de servicios y espacios necesarios para las familias, los entrevistados mencionaron la importancia de incluir áreas verdes, talleres educativos y recreativos, y espacios para la convivencia, tanto para niños como para adultos mayores. Estos espacios son vistos como clave para mejorar la calidad de vida y fortalecer el sentido de comunidad.

En cuanto a la relación con los vecinos, las respuestas fueron variadas. Algunos describieron una buena relación basada en actividades religiosas o reuniones ocasionales, mientras que otros señalaron que la interacción es limitada o inexistente.

### **3.6.5 Sección 5: Perspectivas específicas**

En esta sección, se exploraron las necesidades y aspiraciones específicas de los entrevistados para mejorar la calidad de vida en su entorno y vivienda. Estas preguntas buscaron identificar áreas de mejora y propuestas concretas para atender las necesidades de grupos específicos, como niños, jóvenes y adultos mayores.

Las preguntas incluidas fueron:

- ¿Qué espacios o actividades necesitan los niños y jóvenes para jugar, aprender o socializar?
- Si hay personas mayores en su familia o barrio, ¿qué cosas necesitarían para estar más cómodos y seguros en casa o en el vecindario?

Los entrevistados destacaron que los niños y jóvenes necesitan espacios recreativos seguros, como parques infantiles, canchas deportivas y áreas de juegos didácticos. Además, consideraron importante implementar talleres educativos y actividades de aprendizaje que fomenten la creatividad, el conocimiento y la socialización entre ellos.

Para los adultos mayores, se señaló la necesidad de contar con espacios adaptados a sus necesidades, como salas de reunión, áreas verdes tranquilas y talleres recreativos diseñados específicamente para fomentar su integración y bienestar. También se mencionó la importancia de garantizar la accesibilidad en los espacios públicos, como rampas y pasillos amplios, para facilitar su movilidad.

### **3.6.6 Sección 6: Actividades productivas y oficios**

Esta sección se enfocó en las actividades económicas y productivas realizadas por los entrevistados o sus vecinos, así como en las condiciones necesarias para fomentar estas iniciativas. Estas preguntas permitieron identificar las dinámicas económicas locales y las oportunidades para impulsar el desarrollo comunitario.

Las preguntas planteadas fueron:

- ¿Hay personas en su barrio que trabajen desde casa o realicen actividades como artesanías, costura o carpintería? Si sí, ¿tienen un lugar adecuado para trabajar?
- ¿Cree que sería útil contar con un espacio en el edificio para talleres o para vender productos hechos por personas del barrio?

La mayoría de los entrevistados mencionaron que en sus barrios hay personas que trabajan desde casa en actividades como costura, carpintería, panadería o artesanías. Sin embargo, en muchos casos, señalaron que los espacios disponibles no son adecuados para desarrollar estas actividades, lo que limita su productividad y crecimiento.

Asimismo, los entrevistados coincidieron en la utilidad de contar con talleres comunitarios dentro de edificios o espacios comunes. Estos talleres no solo permitirían mejorar las condiciones de trabajo de los residentes, sino que también podrían ser utilizados para enseñar oficios, compartir conocimientos y fomentar el emprendimiento local. Además, varios participantes destacaron que disponer de un espacio para la venta de productos elaborados por los vecinos contribuiría al fortalecimiento de la economía local y al sentido de comunidad.

### **3.6.7 Sección 7: Seguridad y bienestar**

En esta sección, los entrevistados expresaron sus percepciones sobre la seguridad en sus barrios y los espacios públicos, así como la importancia de garantizar comodidad y accesibilidad para todos los miembros de la comunidad. Estas preguntas ayudaron a identificar las principales preocupaciones relacionadas con la seguridad y el bienestar de los residentes, así como las áreas de mejora prioritarias.

Las preguntas formuladas fueron:

- ¿Cree que las calles, parques o áreas públicas de su barrio son seguras para usted y su familia? Si no, ¿qué problemas hay y cómo cree que podrían solucionarse?
- ¿Cree que es importante que los espacios del edificio o el barrio sean cómodos para personas con discapacidad o movilidad reducida?

La mayoría de los entrevistados señaló que las calles y espacios públicos en sus barrios no son completamente seguros. Entre las principales preocupaciones mencionadas destacan la falta de iluminación en las calles, el mal estado de las veredas y la falta de vigilancia comunitaria. Algunos participantes también mencionaron que ciertos parques o áreas públicas requieren mantenimiento para garantizar su uso seguro y cómodo.

En cuanto a las soluciones, los entrevistados sugirieron mejoras como la instalación de más iluminación en las calles y espacios recreativos, patrullajes más frecuentes por parte de las autoridades, y la creación de sistemas de vigilancia comunitaria. Estas medidas serían esenciales para aumentar la percepción de seguridad en la zona.

Respecto a la accesibilidad, los participantes coincidieron en que es fundamental garantizar que los espacios sean cómodos y funcionales para personas con discapacidad o movilidad reducida. Propuestas como la construcción de rampas, pasillos amplios y áreas específicas para este grupo de personas se destacaron como esenciales para promover una comunidad inclusiva.

### **3.6.8 Sección 8: Visión a futuro**

En esta última sección, se invitó a los entrevistados a imaginar cómo podría mejorarse su entorno a largo plazo, considerando tanto las necesidades individuales como las de su comunidad. Estas preguntas permitieron conocer las aspiraciones de los participantes y sus propuestas para construir un futuro más inclusivo, funcional y armonioso para la comunidad.

Las preguntas planteadas fueron:

- Si pudiera imaginar un edificio pensado para las familias del barrio, ¿qué características o servicios debería tener?
- ¿Qué se podría hacer en el edificio o en el barrio para que las personas se lleven mejor y trabajen juntas como comunidad?

Los entrevistados coincidieron en que un edificio ideal para las familias del barrio debería contar con servicios básicos adecuados, acceso a internet, áreas recreativas, jardines comunitarios y espacios para actividades productivas y de aprendizaje, como talleres y salas de estudio. También mencionaron la importancia de incluir espacios para reuniones comunitarias y eventos sociales, promoviendo la interacción y cooperación entre vecinos.

Respecto a las iniciativas para fortalecer la convivencia comunitaria, sugirieron la organización de actividades colectivas como talleres educativos, eventos culturales, y reuniones vecinales periódicas. Estas actividades no solo mejorarían las relaciones entre los residentes, sino que también fomentarían un sentido de pertenencia y colaboración mutua.

Además, muchos participantes destacaron la necesidad de integrar características que beneficien a diferentes grupos, como áreas seguras para niños, espacios accesibles para adultos mayores y personas con discapacidad, y zonas verdes que sirvan como puntos de encuentro y recreación.

### 3.7 Síntesis de resultados de las entrevistas

Para facilitar la comprensión de los hallazgos, se presenta a continuación una tabla que sintetiza los aspectos más relevantes de cada sección de las entrevistas realizadas (ver tabla 2). Este resumen permite identificar de forma estructurada las principales necesidades, preocupaciones y aspiraciones de los entrevistados en relación con sus viviendas, el entorno comunitario y sus visiones a futuro.

**Tabla 2:** Resumen de resultados, preferencias y necesidades.

<b>Sección</b>	<b>Aspectos relevantes</b>
<b>Sección 1: Datos generales</b>	Edades de los entrevistados entre 13 y 84 años. Predominan familias de 4 integrantes y el transporte público es el medio más utilizado.
<b>Sección 2: Vivienda actual</b>	Los espacios más utilizados son la cocina y la sala. Muchas viviendas cumplen con lo básico, pero presentan limitaciones en espacio y distribución.
<b>Sección 3: Diseño y funcionalidad</b>	Los entrevistados desean cocinas funcionales, patios amplios y talleres productivos. Espacios comunitarios como jardines y talleres serían bien valorados.
<b>Sección 4: Entorno y comunidad</b>	Falta de espacios recreativos y de reunión. Los niños juegan en la calle, y los entrevistados proponen crear parques y áreas verdes.
<b>Sección 5: Perspectivas específicas</b>	Se necesitan parques y talleres educativos para niños, así como espacios tranquilos y actividades recreativas para adultos mayores.

<b>Sección 6: Actividades Productivas</b>	Muchas personas trabajan desde casa, pero carecen de espacios adecuados. Talleres comunitarios serían útiles para fomentar la economía local.
<b>Sección 7: Seguridad y Bienestar</b>	Inseguridad percibida en espacios públicos debido a la falta de iluminación y mantenimiento. Accesibilidad para personas con movilidad reducida es una prioridad.
<b>Sección 8: Visión a Futuro</b>	Un entorno ideal incluiría jardines, talleres, espacios recreativos y actividades comunitarias para fortalecer la convivencia y el desarrollo local.

**Fuente:** Elaboración propia.

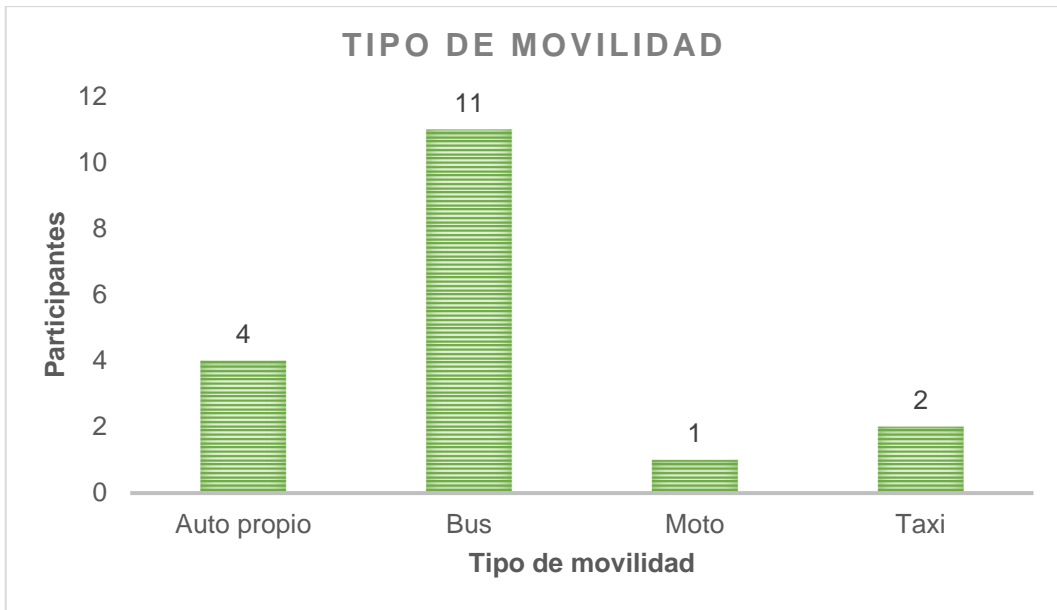
Los resultados obtenidos reflejan tanto las fortalezas como las carencias del entorno y las viviendas de los entrevistados. Si bien muchos hogares cumplen con los requerimientos básicos, la falta de espacios funcionales y comunitarios limita el bienestar integral de las familias.

Las propuestas de los entrevistados subrayan la importancia de crear un entorno más inclusivo, con áreas recreativas seguras, talleres productivos y actividades que fomenten la interacción y el sentido de comunidad. Este análisis brinda un punto de partida para diseñar intervenciones que no solo mejoren la calidad de vida de las familias, sino que también fortalezcan los lazos comunitarios

### **3.7.1 Análisis de preferencias y necesidades de vivienda**

A partir de la información cualitativa recopilada en las entrevistas, los datos se sintetizaron en tablas y gráficos que revelan patrones clave entre los participantes. Estas visualizaciones destacan aspectos como los medios de transporte más comunes, las áreas más utilizadas en las viviendas actuales, las necesidades prioritarias de los hogares, las preferencias en espacios comunitarios y los requisitos específicos para el diseño del proyecto. Además, el análisis gráfico examina la convivencia vecinal y su influencia en el bienestar familiar, identificando oportunidades para fomentar la interacción social. Estas herramientas proporcionan una visión clara de las prioridades de los futuros usuarios, respaldando decisiones de diseño arquitectónico basadas en sus expectativas.

Según las entrevistas realizadas, el autobús es el medio de transporte más utilizado, elegido por el 73% de los encuestados, lo que subraya la relevancia de invertir en infraestructura y servicios de transporte público eficientes (ver figura 85).



**Figura 85:** Análisis de cuenta de participantes por tipo de movilidad.

**Fuente:** Elaboración propia.

Los espacios más frecuentados en las viviendas son la cocina y el dormitorio, con una ocupación del 47% y 40% respectivamente. Esto demuestra que los usuarios priorizan áreas relacionadas con actividades diarias y descanso (ver figura 86).



**Figura 86:** Análisis de espacios más usados.

**Fuente:** Elaboración propia.

La mayoría de las personas manifiestan la necesidad de realizar ampliaciones para adaptar sus viviendas a sus requerimientos actuales (33%) y mejorar la distribución interna de los espacios

(20%). Estas cifras reflejan una clara búsqueda de mayor funcionalidad y flexibilidad en el diseño habitacional (ver figura 87).



**Figura 87:** Análisis de deseos y necesidades en viviendas

**Fuente:** Elaboración propia.

Un 80% de los encuestados señaló su preferencia por áreas verdes, indicando una inclinación significativa hacia entornos naturales que fomenten el bienestar físico y emocional (ver figura 88).



**Figura 88:** Análisis de áreas más preferidas por las personas.

**Fuente:** Elaboración propia.

Los principales requerimientos identificados incluyen:

- Espacios recreativos (60%)
- Talleres comunitarios (53%)
- Áreas destinadas a adultos mayores (46%)

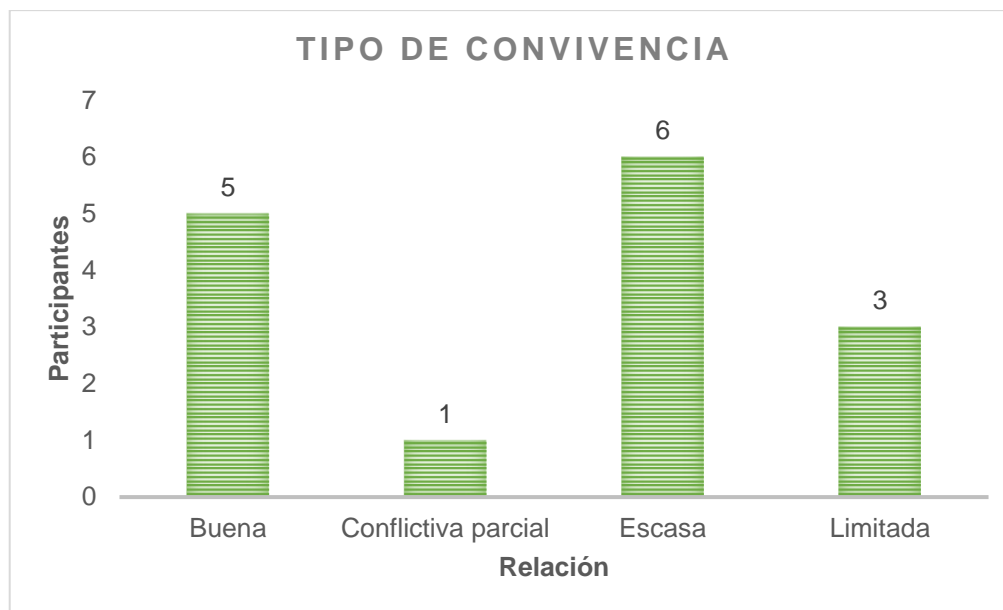
Esto pone en evidencia la necesidad de diseñar comunidades con espacios que promuevan la interacción social y el bienestar de todos los grupos etarios (ver figura 89).



**Figura 89:** Análisis de requerimientos específicos.

**Fuente:** Elaboración propia.

La convivencia entre vecinos fue calificada como deficiente por un 40% de los encuestados, mientras que solo el 33% consideró tener una buena relación con su comunidad. Este hallazgo subraya la necesidad de implementar estrategias que fomenten la cohesión social y la interacción positiva (ver figura 90).



**Figura 90:** Análisis de convivencia entre vecinos.

**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.8 Espacios a implementar en el proyecto

El análisis de los datos recopilados permitió identificar patrones y prioridades que guiarán el diseño del proyecto arquitectónico. Estas prioridades responden a necesidades específicas relacionadas con los medios de movilidad, el uso de espacios en las viviendas actuales, las preferencias habitacionales, las áreas comunitarias deseadas y los requerimientos individuales y colectivos que garantizarán una propuesta funcional, inclusiva y sostenible.

Además, se destacó la importancia de la convivencia vecinal como un factor clave para el bienestar de las familias, identificando oportunidades para fortalecer las interacciones sociales mediante la implementación de espacios diseñados para la interacción y la colaboración comunitaria (ver tabla 3). Estos hallazgos se resumen de manera clara, ya que organiza los aspectos más relevantes, proporcionando una base sólida para orientar las decisiones de diseño.

**Tabla 3:** Tabla resumen que detalla los aspectos más relevantes.

Aspecto analizado	Resultados clave	Implicaciones para el diseño
<b>Movilidad</b>	El 73% utiliza el autobús como principal medio de transporte.	Mejorar la accesibilidad a transporte público mediante una adecuada conexión con la infraestructura urbana.
<b>Uso de espacios</b>	Los espacios más utilizados son la cocina (47%) y el dormitorio (40%).	Diseñar cocinas funcionales y dormitorios cómodos que respondan a las actividades diarias de los usuarios.

<b>Deseos y necesidades</b>	El 33% requiere ampliaciones y el 20% busca mejorar la distribución interna de sus viviendas.	Incorporar diseños modulares y flexibles que permitan adaptaciones según las necesidades de las familias.
<b>Preferencia por áreas</b>	El 80% prefiere áreas verdes para promover el bienestar físico y emocional.	Integrar jardines y espacios naturales que fomenten la recreación y el contacto con el entorno natural.
<b>Requerimientos específicos</b>	- Espacios recreativos (60%). - Talleres comunitarios (53%). - Áreas para adultos mayores (46%).	Crear espacios multifuncionales que incluyan áreas de juegos, talleres productivos y zonas específicas para mayores.
<b>Convivencia vecinal</b>	El 40% califica la convivencia como deficiente; solo el 33% tiene buenas relaciones con sus vecinos.	Implementar salones de reuniones y actividades comunitarias para fortalecer la interacción y la cohesión social.

**Fuente:** Elaboración propia.

A partir de los resultados obtenidos, se identificaron necesidades clave que orientarán la propuesta arquitectónica. Estas incluyen una combinación equilibrada de espacios privados, compartidos y recreativos, además de mejoras en seguridad y accesibilidad (ver tabla 4), detalla las principales categorías de necesidades y los espacios priorizados para el diseño.

**Tabla 4:** Tabla de necesidades identificadas y espacios priorizados.

<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>
<b>Espacios privados</b>	- Dormitorios modulares y ampliables - Cocinas funcionales y bien distribuidas - Salas amplias adaptadas a diferentes tamaños familiares
<b>Espacios compartidos</b>	- Jardines comunitarios y áreas verdes - Talleres para actividades productivas (costura, carpintería, panadería) - Salones de reuniones comunitarias
<b>Espacios recreativos</b>	- Parques infantiles - Canchas deportivas - Áreas recreativas para adultos mayores
<b>Seguridad y accesibilidad</b>	- Iluminación adecuada en todas las áreas comunes - Rampas, ascensores y pasillos amplios para garantizar la accesibilidad universal

**Fuente:** Elaboración propia.

El análisis evidencia la necesidad de un diseño arquitectónico que integre funcionalidad, sostenibilidad y comunidad. Los espacios propuestos buscan satisfacer las prioridades de los usuarios, como la creación de jardines, talleres comunitarios y áreas recreativas, a la vez que promueven la interacción social y mejoran la seguridad y accesibilidad.

Esta propuesta tiene como objetivo no solo mejorar la calidad de vida de los residentes, sino también anticiparse a sus necesidades futuras, asegurando un entorno adaptable y cohesionado para las familias que ocuparán este proyecto multifamiliar modular en Cuenca, Ecuador.

### **3.9 Análisis de sitio**

El terreno objeto de estudio se encuentra ubicado en la parroquia San Sebastián perteneciente a la ciudad de Cuenca, Ecuador, específicamente en el sector Colinas de San Miguel, en la intersección de las calles Del Romero y Del Matorral. Como punto de referencia, destaca la proximidad al Condominio Romero. Este predio, con un área aproximada de 2550,6 m<sup>2</sup>, presenta una geometría irregular, característica que lo clasifica como un terreno de forma no uniforme. En su límite frontal, colindante con la calle Del Romero, se encuentran terrenos destinados a futuros desarrollos de vivienda unifamiliar y multifamiliar.

### **3.10 Ubicación**

La macro localización del caso de estudio corresponde al cantón Cuenca, perteneciente a la provincia del Azuay, en la región Sierra del Ecuador. Esta provincia limita al norte con Cañar, al este con Morona Santiago, al sur con Loja y al oeste con Guayas. En cuanto a la meso localización, el terreno se encuentra en la parroquia San Sebastián, ubicada en la zona occidental de la ciudad de Cuenca, a aproximadamente 800 metros del centro urbano. Con una superficie de 20 km<sup>2</sup>, esta parroquia está conformada por 47 barrios. Finalmente, la micro localización del sitio corresponde al sector de San Miguel de Putuzhi, dentro de Colinas de San Miguel, en la zona O-1, específicamente en la intersección de las calles Del Romero y Del Matorral. Como referencia, se encuentra cerca del Condominio Romero. El predio cuenta con un área aproximada de 2532,58 m<sup>2</sup> y, en su límite frontal con la calle Del Romero, colinda con terrenos destinados a futuros desarrollos de vivienda unifamiliar y multifamiliar (ver figura 91).

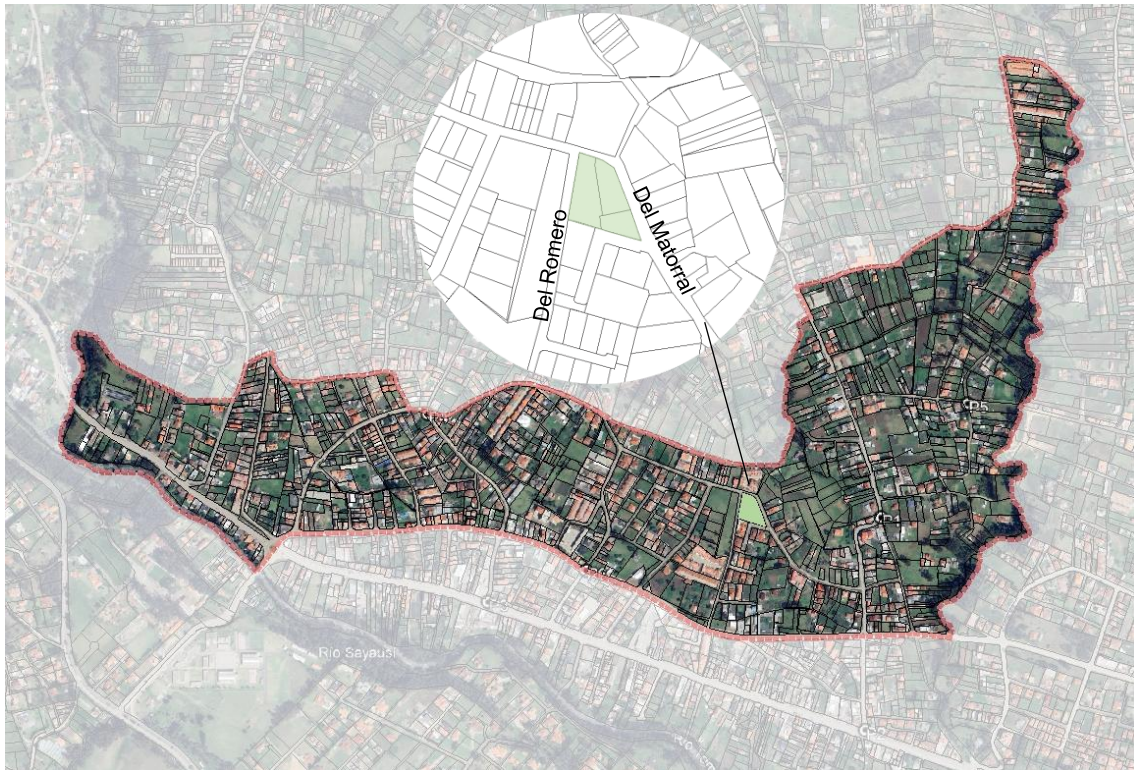


**Figura 91:** Localización, (maso, meso y micro localización).

**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.11 Acceso

El acceso al predio se realiza mediante las calles Del Romero y Del Matorral, que actualmente cuentan con una capa de rodadura de lastre, lo que podría representar un desafío para el tránsito vehicular y peatonal. Asimismo, la accesibilidad al sitio se ve afectada por la falta de aceras y la presencia de una corriente natural que cruza la vía pública sin estar conectada al sistema de alcantarillado (ver figura 92).



**Figura 92:** Mapas del sector de estudio.

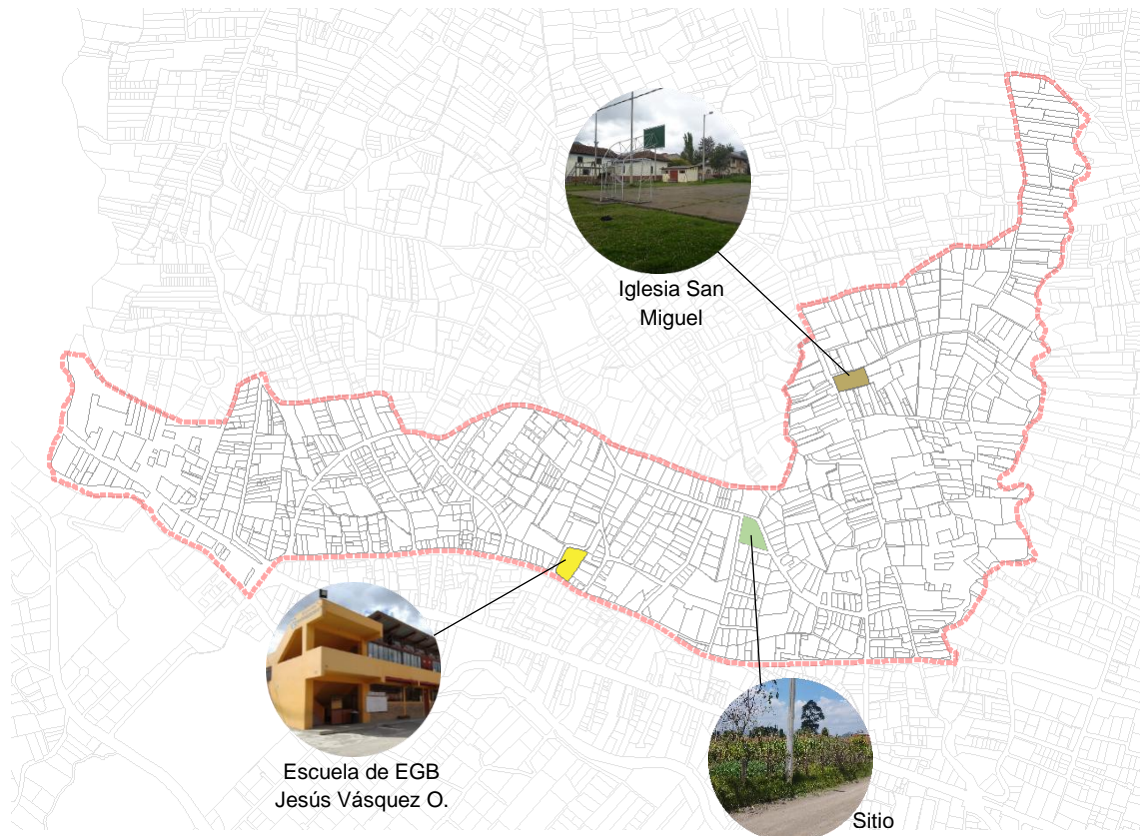
**Fuente:** Elaboración propia.

### **3.12 Análisis de equipamientos**

#### **3.12.1 Infraestructura y equipamientos existentes**

La infraestructura básica del área incluye redes de alcantarillado y agua potable, las cuales están presentes en las calles circundantes Del Romero y Del Matorral, según información del visor de ETAPA. Además, la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur confirma la existencia de postes de alumbrado público con redes eléctricas en dichas vías. Sin embargo, las condiciones actuales de la capa de rodadura, consistente en lastre, y la ausencia de aceras dificultan la accesibilidad al predio, especialmente para el tránsito peatonal.

En el barrio, los equipamientos más cercanos al área de estudio son: Educación: Escuela de EGB Jesus Vázquez que es usado por los niños del sector, además de la iglesia San Miguel que está en abandono debido a la falta de uso tanto en la iglesia como en su cancha comunal. (ver figura 93).



**Figura 93:** Mapa de equipamientos.

**Fuente:** Elaboración propia.

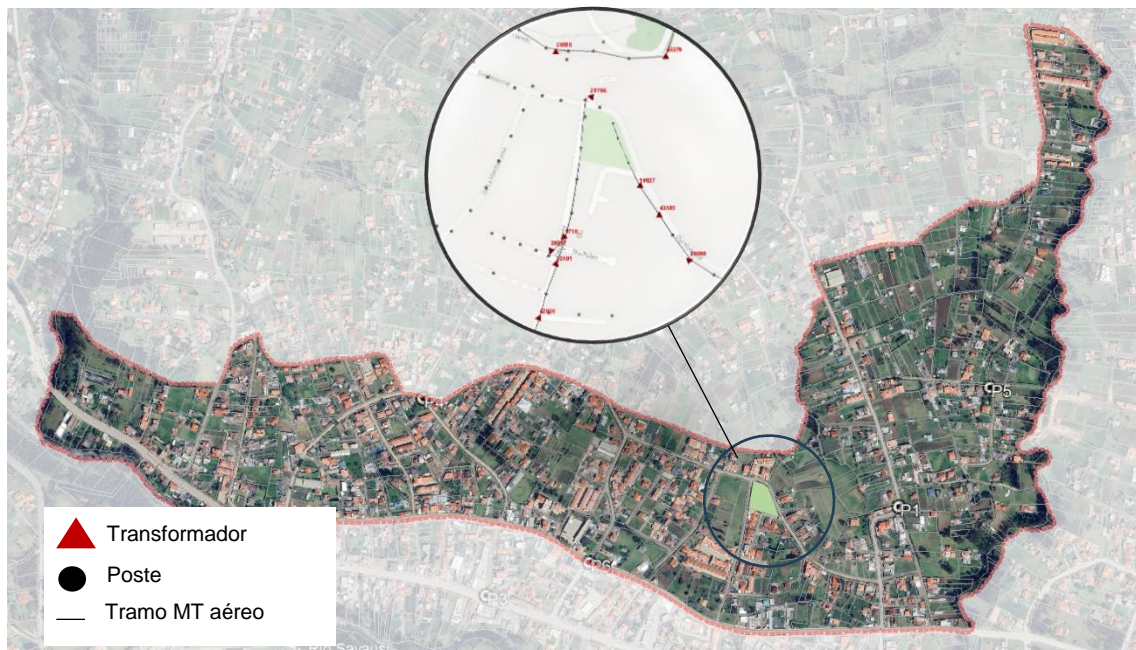
En las calles circundantes al terreno, específicamente en las calles Del Romero y Del Matorral, se cuenta con la existencia de redes de alcantarillado y agua potable, según la información obtenida mediante la herramienta Visor Etapa (ver figura 94).



**Figura 94:** Mapas de redes de agua potable y alcantarillado.

**Fuente:** Elaboración propia.

En las calles circundantes al terreno, específicamente en las calles Del Romero y Del Matorral, existen postes de alumbrado público con su respectiva red eléctrica, según la información obtenida de la página web de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur (ver figura 95).



**Figura 95:** Red de infraestructura eléctrica.

**Fuente:** <https://www.centrosur.gob.ec/geovisor-publico/>

La capa de rodadura de la Calle del Romero y la Calle del Matorral está compuesta por lastre (ver figura 96).

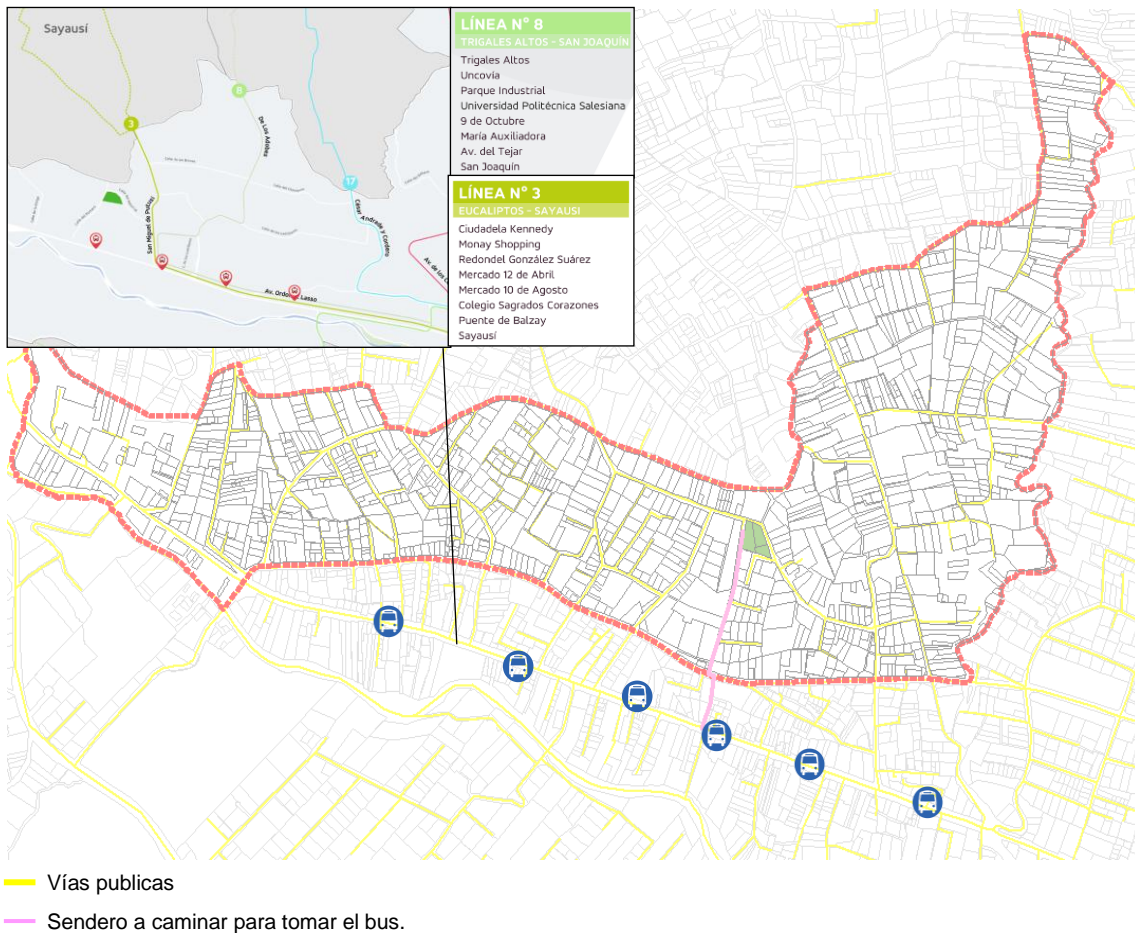


**Figura 96:** Mapa de capas de rodadura.

**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.12.2 Análisis de movilidad.

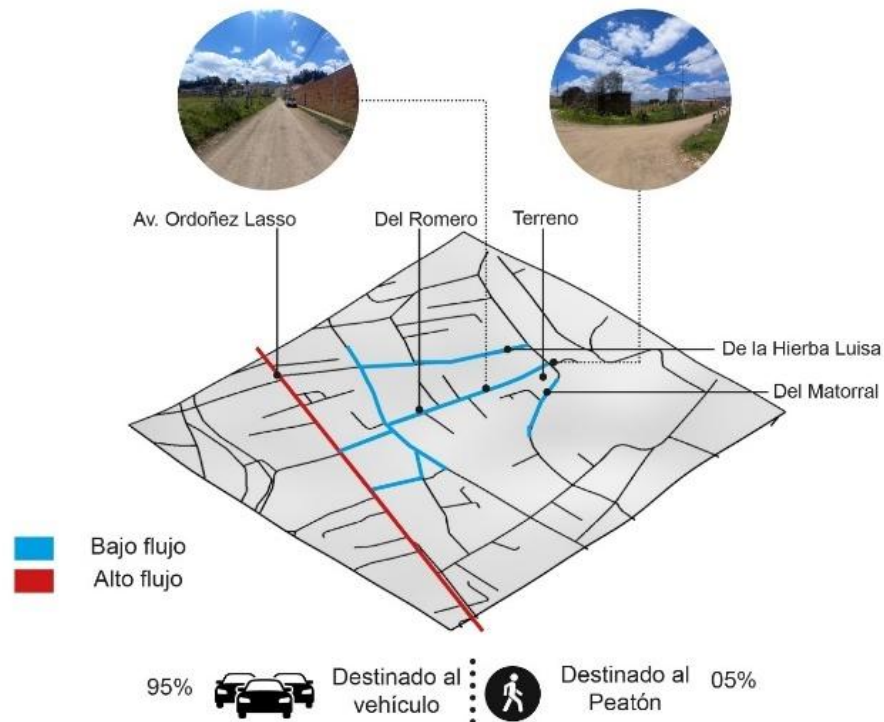
La conectividad del área se facilita mediante la proximidad de paradas de transporte público en la Avenida Ordóñez Lasso, ubicada a 400 metros al sur del predio. Las líneas de autobús 3 y 8 permiten el acceso desde diversos puntos de la ciudad (ver figura 97). Sin embargo, se identificó una limitada disponibilidad de espacios de estacionamiento en las vías circundantes, las cuales, debido a su estado actual, no son óptimas para este propósito.



**Figura 97:** Capa de rodadura en la calle del Matorral.

**Fuente:** Elaboración propia.

En términos de demanda y flujo vehicular, el análisis sugiere un tráfico moderado en la zona, con múltiples rutas de acceso al predio (ver figura 98). No obstante, uno de los límites del terreno colinda con una propiedad privada, lo que podría restringir marginalmente la conectividad desde esa dirección. A pesar de estos desafíos, la baja demanda de tráfico y las múltiples opciones de acceso hacen viable el diseño de soluciones de conectividad sin necesidad de intervenciones significativas.



**Figura 98:** Estacionamiento y Flujo de Tráfico.

**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.12.3 Análisis de uso de suelo.

En el sector de estudio predominan diversos usos de suelo, destacándose el suelo vacante y el suelo agrícola (ver figura 99). Esta configuración influye en la dinámica del lugar, generando dispersión de las personas y limitando la interacción entre vecinos, ya que la zona O-1 está conformada por núcleos aislados de viviendas en cada sector.



**Figura 99:** Mapa de usos de suelo.

**Fuente:** Elaboración propia.

### **3.13 Contexto de tenencia del predio y reservas de suelo**

En el marco del desarrollo urbano local, el terreno forma parte de las reservas de suelo establecidas para proyectos de vivienda de interés social. Actualmente, la Fundación Municipal El Barranco, en coordinación con EMUVI EP, lidera el proyecto arquitectónico denominado “San Miguel de Putuzhi”, ubicado en la reserva de suelo “SAN SEBASTIAN-28 RESERVA VIS SAN MIGUEL DE PUTUZHI”, el cual está en proceso de revisión y aprobación por la Dirección de Control Municipal. Por este motivo, no es viable destinar esfuerzos adicionales en este predio específico.

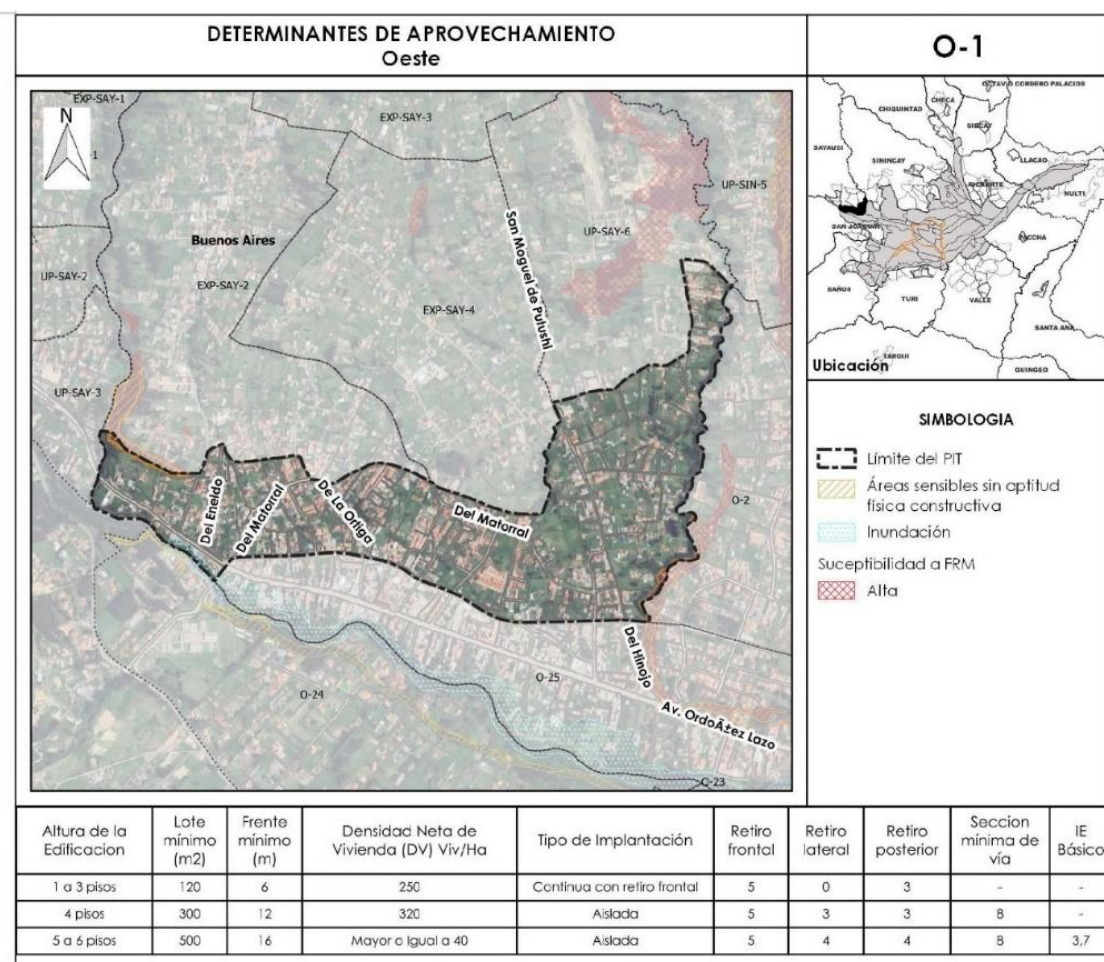
No obstante, se identifica como alternativa la reserva de suelo “SAN SEBASTIAN-29 AMPLIACIÓN RESERVA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL”, ubicada en el mismo sector. Esta reserva posee las características necesarias para la implementación de un proyecto académico que responda a las directrices urbanísticas locales y nacionales. Para profundizar en su análisis, se sugiere consultar el Plan de Uso y Gestión del Suelo (PUGS) de la Municipalidad de Cuenca, disponible en el PDOT, específicamente en la página 232 del Anexo 3.

### **3.14 Análisis normativo, uso de suelo y condiciones del terreno**

El predio cuenta con un área total de 2550,6 m<sup>2</sup>, siendo toda esta superficie edificable sin restricciones por obra. El uso de suelo general corresponde a R2 Residencial, prohibiendo aquellos usos no previstos como principales, complementarios o restringidos. Para habilitar el suelo en áreas con susceptibilidad media y baja a fenómenos de remoción de masas (FRM), se deberá cumplir lo establecido en el anexo 8.5 de determinantes.

Los retiros laterales se incrementarán obligatoriamente si las exigencias de espacio, funcionalidad de procesos productivos o control de impactos ambientales lo justifican, permitiéndose el adosamiento en planta baja.

En proyectos de propiedad horizontal desarrollados sobre predios resultantes de un fraccionamiento autorizado, donde ya se haya cedido suelo para áreas verdes y equipamientos, la densidad neta será de 250 viviendas por hectárea; en caso contrario, se aplicará la densidad de una vivienda por lote mínimo, conforme a lo estipulado en el Artículo 127 de la ordenanza vigente. Según la normativa y los m<sup>2</sup> del terreno, podemos implementar un edificio de hasta 6 pisos, el terreno no cuenta con ningún tipo de afección (ver figura 100).



**Figura 100:** Normativa del uso del suelo.

**Fuente:** Elaboración propia.

En el diseño del proyecto, se han considerado las normativas vigentes relacionadas con el uso del suelo, las dimensiones mínimas de vías, las densidades permitidas y, en particular, los retiros obligatorios en relación con las quebradas.

En la parte lateral derecha del terreno del caso de estudio se encuentra una quebrada (ver figura 101), lo que implica la aplicación de regulaciones específicas sobre el retiro de construcciones

en este tipo de áreas. Según la normativa local, el retiro mínimo para edificaciones respecto al límite del lote es de 4 metros. Sin embargo, debido a la proximidad de la quebrada, este retiro debe ampliarse para garantizar la seguridad estructural, prevenir riesgos asociados a deslizamientos o inundaciones, y preservar el entorno natural.



**Figura 101:** Mapa del sector con la quebrada.

**Fuente:** Elaboración propia.

De acuerdo con la Ordenanza Municipal del cantón Cuenca, los retiros en áreas colindantes con quebradas suelen oscilar entre 15 y 30 metros, dependiendo de las características del terreno y la relevancia ambiental de la quebrada. En este caso particular, al no tratarse de una quebrada formal ni de un canal de riego definido, y al no estar catalogada como una afección en los registros municipales, se ha adoptado un retiro preventivo de 3 metros. Esta decisión se basa en la normativa que establece dicha distancia mínima para canales de riego, garantizando así la sostenibilidad del proyecto y el cumplimiento de las disposiciones ambientales aplicables (*GAD Municipal de Cuenca*, 2013).

### **3.15 Influencia de los retiros en el diseño del edificio**

La ampliación del retiro lateral debido a la quebrada tiene un impacto significativo en el diseño del edificio. Este factor reduce el área útil del terreno, lo que obliga a optimizar la distribución de los espacios y reconsiderar la volumetría de la edificación para mantener la funcionalidad y viabilidad del proyecto. Además, este retiro contribuye a definir un área de amortiguamiento ecológico, promoviendo la integración del proyecto con el entorno natural y garantizando la preservación del ecosistema asociado a la quebrada. Por lo tanto, el diseño se ajusta no solo a los lineamientos técnicos y legales, sino también a principios de sostenibilidad y respeto por el medio ambiente.

Este enfoque no solo asegura el cumplimiento normativo, sino que también refuerza el compromiso del proyecto con un diseño consciente y responsable en el contexto urbano-natural del sector.

### 3.16 Afecciones del terreno y uso del suelo

Según información obtenida del Geoportal Web, el terreno no presenta afecciones significativas que restrinjan su uso. Sin embargo, las condiciones actuales de remoción de masas y las dinámicas del terreno requerirán un estudio detallado para garantizar la estabilidad del proyecto. También se tomará en cuenta la normativa urbana para planificar ejes de aprovechamiento y corredores que optimicen el uso del suelo y favorezcan la movilidad en el sector (ver Figura 102).



**Figura 102:** Mapa de afecciones.

**Fuente:** Elaboración propia.

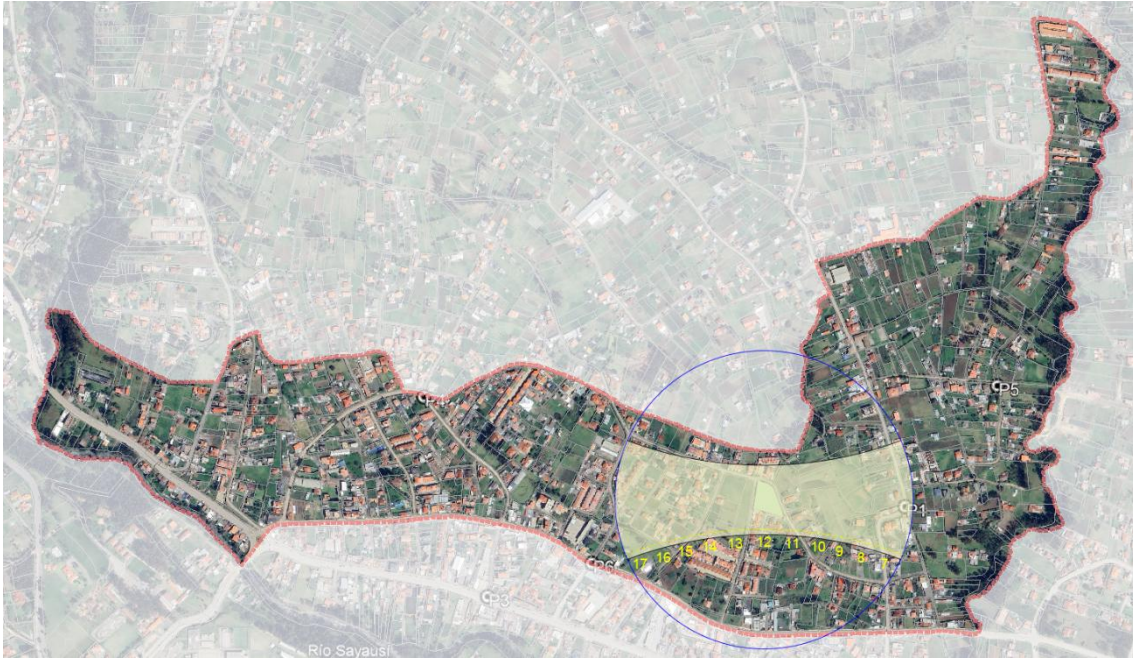
### 3.17 Análisis de componente biofísico

#### 3.17.1 Temperatura

El clima de la región presenta características estacionales marcadas. Los veranos son frescos y nublados, mientras que los inviernos son cortos, fríos, secos y parcialmente nublados. La temperatura anual promedio varía entre 7 °C y 17 °C, con marzo como el mes más cálido (máxima

de 17 °C) y julio como el más frío (mínima de 7 °C). En cuanto a las precipitaciones, marzo registra el mayor volumen con 94 mm, mientras que agosto es el mes más seco con 15 mm.

Con respecto al predio, se analiza la orientación y el recorrido del sol durante las dos estaciones principales, invierno y verano, para determinar cómo incide la luz solar en los diferentes espacios (ver figura 103).



**Figura 103:** Mapa del recorrido del sol.

**Fuente:** Elaboración propia.

El comportamiento del viento también varía estacionalmente, siendo julio el mes más ventoso, con una velocidad promedio de 13,7 km/h, y noviembre el más calmado, con 5,4 km/h. La dirección predominante del viento es del este (ver figura 104).



**Figura 104:** Dirección predominante del viento.

**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.17.2 Topografía

El terreno no cuenta con una gran pendiente, el mismo cuenta con un porcentaje de pendiente del 8,66%, además, por el lindero este del predio colinda un canal de agua que sigue el límite del sitio, además, se identificó una quebrada de pequeñas dimensiones que cruza el terreno (ver figura 105).



**Figura 105:** Vegetación del lugar.

**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.17.3 Análisis de vegetación

En el área de intervención se identificaron nueve especies arbóreas: eucalipto, pino vela, acacia, pedorrea, tilo, palmera, capulí, nogal y ramo de novia. También se observaron cultivos de maíz y avena, así como arbustos y maleza, entre ellos altamisa, chilca blanca, cótag y kikuyo (ver figura 106).



**Figura 106:** Vegetación del lugar.

**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.18 Análisis de lugar

#### 3.18.1 Estudio de elementos arquitectónicos en los tramos inmediatos

En el análisis del sector, se identificaron dos estilos arquitectónicos predominantes:

- **Estilo moderno-racionalista:** Se caracteriza por líneas rectas, formas simples y limpias, colores suaves y techos planos (ver figura 107).
- **Estilo vernáculo:** Representa la arquitectura tradicional, con el uso de aleros, tejas visibles, chimeneas y balcones (ver figura 108).



**Figura 107:** Sendero en colina adyacente al predio.

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 108:** Sendero en colina adyacente al predio.

**Fuente:** Elaboración propia.

En términos de materiales, el estilo moderno utiliza principalmente enlucidos, aluminio y teja española, mientras que el estilo vernáculo emplea ladrillo, piedra, tejas verdes, fachaletas y vidrio azul. La mayoría de las viviendas tienen dos plantas, aunque existe la posibilidad en un futuro la construcción de un edificio planificado por el municipio con más de cinco niveles, lo que indica un cambio en el uso del suelo hacia densidades mayores (ver figura 109).



**Figura 109:** Sendero en colina adyacente al predio.

**Fuente:** Elaboración propia.

En la mayoría de los tramos analizados, los cerramientos compactos predominan, bloqueando las vistas hacia las primeras plantas y limitando la conexión con los espacios exteriores (ver figura 110). En particular, los condominios frente al tramo del sitio presentan esta característica, configurando una estética cerrada y poco permeable.

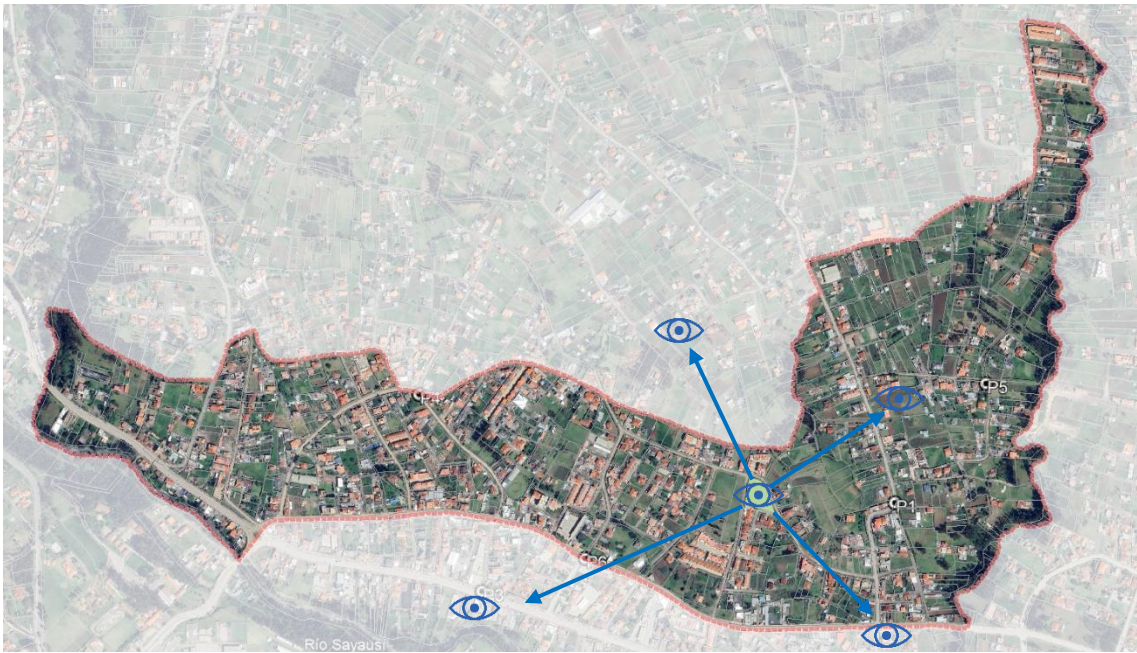


**Figura 110:** Sendero en colina adyacente al predio.

**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.18.2 Análisis de preexistencias y potencial visual

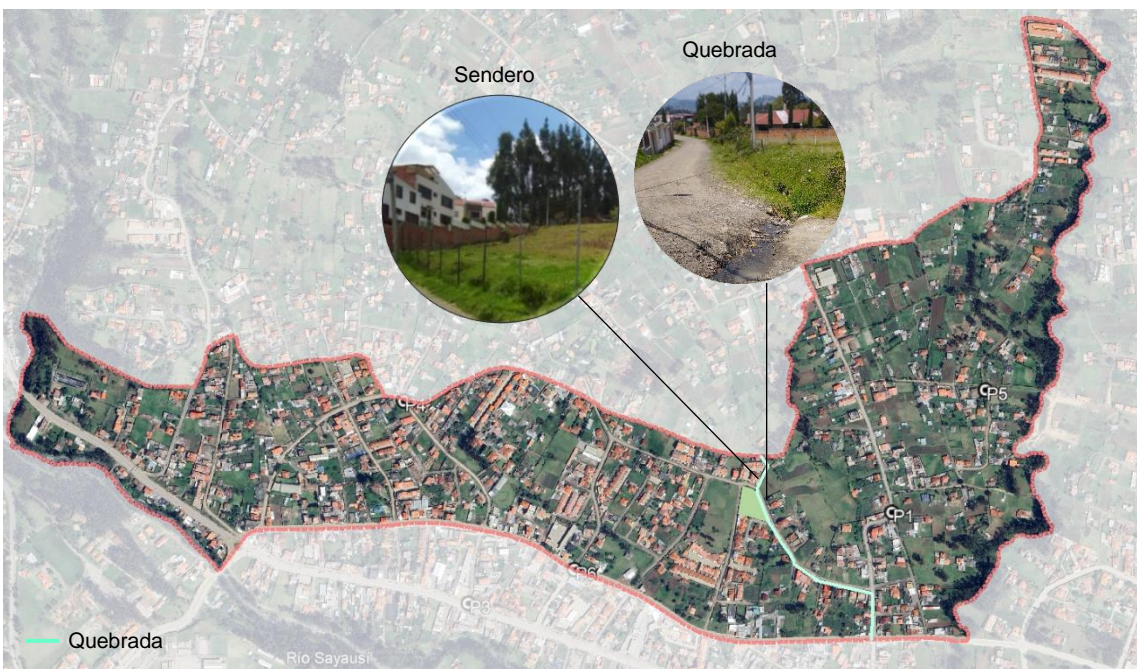
El terreno cuenta con preexistencias significativas que influyen en su potencial urbanístico y paisajístico. Entre ellas, se destacan las vistas panorámicas hacia las montañas en dirección suroeste, que representan un valor agregado para el diseño de cualquier intervención en el sitio (ver figura 111).



**Figura 111:** Vistas del predio a intervenir.

**Fuente:** Elaboración propia.

Asimismo, se identificaron colinas con senderos peatonales que conectan las partes baja y alta del sector, lo que indica un flujo peatonal constante (ver figura 112).



**Figura 112:** Sendero en colina adyacente al predio.

**Fuente:** Inspección al sitio.

### **3.19 Vinculación de necesidades del usuario respecto al análisis del sitio.**

El diseño del proyecto busca responder a las necesidades de los usuarios aprovechando las características únicas del sitio. Por ejemplo, la preferencia de los residentes por espacios naturales y recreativos se alinea con el potencial paisajístico del terreno. Las vistas panorámicas hacia las montañas en dirección suroeste representan una oportunidad para incorporar terrazas y áreas comunes en los niveles superiores del edificio, maximizando el disfrute visual de los usuarios.

Asimismo, los senderos peatonales que conectan las colinas cercanas que van a lado de la quebrada refuerzan la idea de crear un diseño que promueva la movilidad activa. Por esta razón, el proyecto podría incluir accesos peatonales directos que integren al edificio con estos senderos, fomentando la interacción entre los residentes y el entorno natural.

En cuanto a la quebrada ubicada en el límite este del predio, su preservación se plantea como una prioridad tanto normativa como ambiental. Esto se materializa mediante la creación de un parque lineal que no solo amplía el retiro mínimo requerido (20 metros en lugar de 4 metros) para proteger la quebrada, sino que también responde a la demanda de espacios recreativos y áreas verdes. Este parque funcionará como un espacio de amortiguación ecológica, al tiempo que conecta visual y funcionalmente las áreas bajas y altas del sector.

Este enfoque asegura que el diseño no solo cumpla con las normativas vigentes, sino que también proporcione soluciones que satisfagan las necesidades sociales, ambientales y funcionales de los usuarios, fortaleciendo la integración entre el edificio, el entorno y la comunidad.

La fundación El Barranco en el marco del proceso de intervención y diseño arquitectónico, la fundación planteó la necesidad de colaboración para desarrollar un proyecto en un terreno ubicado en San Miguel de Putuzhi, en la esquina entre las calles Del Romero y Del Manantial. La solicitud específica consistió en realizar un análisis detallado que permita determinar si la construcción más adecuada sería un edificio de viviendas unifamiliares o multifamiliares. Este estudio busca establecer la opción más factible, considerando tanto las necesidades del entorno como los objetivos del cliente.

### **3.20 Planteamiento del problema**

Tras la inspección del sitio y el análisis del equipamiento urbano disponible, se concluyó que la alternativa más viable es la construcción de un edificio de viviendas multifamiliares. Esta decisión se sustenta en la ausencia de edificaciones similares en el sector y en un reciente anteproyecto de un conjunto de viviendas unifamiliares y multifamiliares por parte del municipio en un predio adyacente (ver figura 113). Este planteamiento asegura la continuidad en los usos urbanos y promueve un desarrollo armónico y coherente con el contexto inmediato.

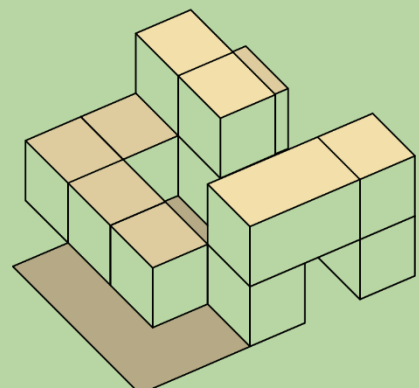
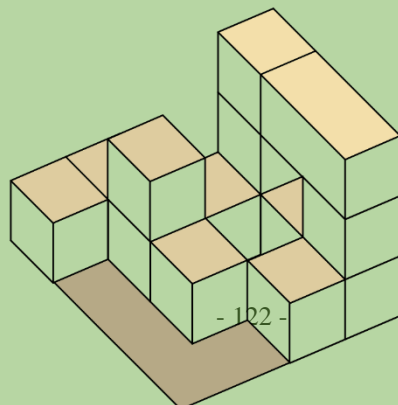
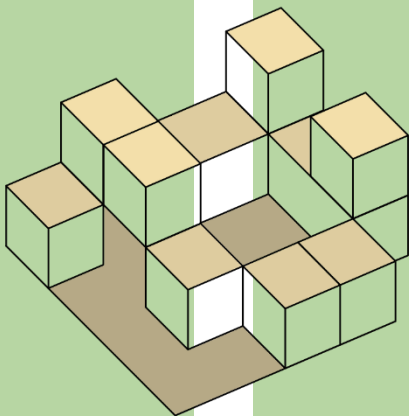
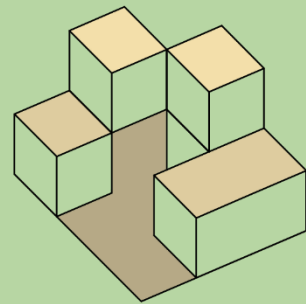
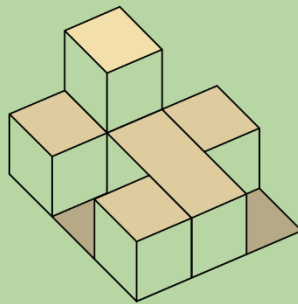
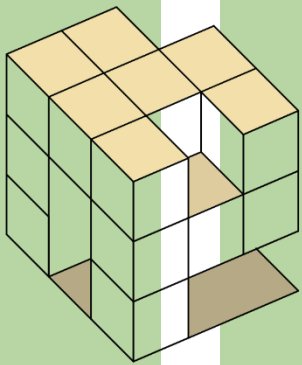


**Figura 113:** Mapa de ubicación del anteproyecto del municipio.

**Fuente:** Elaboración propia.

El proyecto se orienta hacia la población de bajos recursos económicos. Para garantizar su accesibilidad, se diseñará un edificio modular que ofrezca diversas tipologías de vivienda adaptadas a los ingresos de las familias beneficiarias. El terreno, ubicado en una zona destinada a edificaciones dentro de San Miguel de Putuzhi, refuerza la viabilidad de la propuesta desde el punto de vista normativo y urbanístico.

CAPÍTULO IV  
PROPUESTA ARQUITECTÓNICA Y  
RESULTADOS LA PROBLEMA



## CAPÍTULO IV

### 4. PROPUESTA ARQUITECTÓNICA Y RESULTADOS DEL PROYECTO

Este capítulo presenta los resultados y las propuestas del proyecto arquitectónico, centrado en un modelo de vivienda multifamiliar. El diseño responde a las necesidades de diversos grupos de usuarios y utiliza madera CLT como material principal, promoviendo una construcción sostenible. Además, se propone un modelo de derecho de uso sobre suelo público, con un enfoque en la accesibilidad, eficiencia energética y flexibilidad. El proyecto se ajusta a la normativa vigente y contempla unidades habitacionales adaptables, optimizando el uso de los espacios comunes y áreas recreativas para los residentes.

#### 4.1 Área de intervención

El proyecto se desarrollará en la reserva “San Sebastián-29 Ampliación Reserva Vivienda de Interés Social”, ubicada en Cuenca. Este terreno ha sido destinado a vivienda de interés social según el PDOT-PUGS del municipio, y aunque aún está en proceso de consolidación, representa una oportunidad para plantear una propuesta académica orientada a la sostenibilidad y al orden urbano. Su ubicación y el cumplimiento de la normativa vigente permiten planificar una vivienda multifamiliar de forma adecuada.

La normativa de Cuenca permite construir edificios de hasta 5 o 6 pisos en terrenos que superen los 500 m<sup>2</sup>. En este caso, el predio tiene una superficie de 2550.6 m<sup>2</sup>, por lo que cumple con ese requisito.

Para su implantación, se establecen los siguientes retiros: 5 metros en el frente y 4 metros tanto en los laterales como en la parte posterior. Esto garantiza una buena ventilación e iluminación natural en el edificio, aspectos importantes para el bienestar de los usuarios y exigidos por la normativa local.

Después de aplicar estos retiros, el área útil para el desarrollo del proyecto queda en 1711.73 m<sup>2</sup> (ver figura 114). Esta superficie permite organizar el diseño arquitectónico de forma funcional, con accesibilidad y espacios de calidad para los futuros habitantes.



**Figura 114:** Delimitación del área de intervención.

**Fuente:** Elaboración propia.

## 4.2 Necesidades clave a considerar

En base al análisis realizado en capítulos anteriores sobre los usuarios y sus necesidades, se han identificado los aspectos clave que guiarán el diseño arquitectónico del proyecto. Estos aspectos abarcan tanto los espacios privados como los comunes, asegurando que el proyecto responda de manera integral a las expectativas de los diferentes grupos de habitantes. A continuación, se detallan los principales espacios a considerar y los usuarios que habitarán el conjunto.

### 4.2.1 Espacios a considerar:

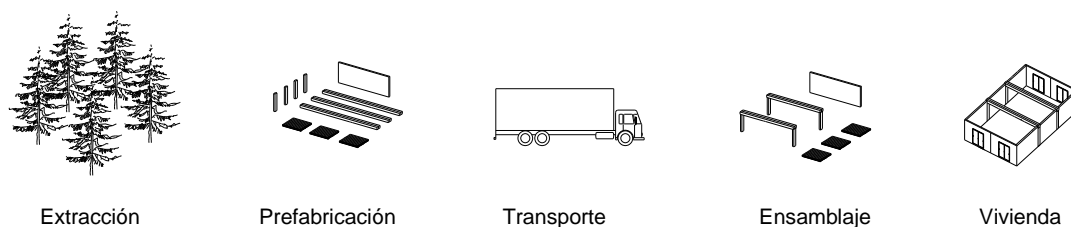
- **Viviendas:** Departamentos funcionales y adaptables con posibilidad de ampliación para responder a diferentes tamaños de familia.
- **Salas de reuniones:** Espacios multiusos que permitan actividades sociales y recreativas, promoviendo la interacción entre los residentes.
- **Áreas verdes:** Jardines, parques infantiles y espacios recreativos al aire libre para el bienestar y esparcimiento de los habitantes.
- **Talleres:** Espacios diseñados para la producción de bienes y la comercialización local, fomentando la economía interna.
- **Infraestructura accesible:** Rampas, ascensores y pasillos amplios para garantizar la accesibilidad universal a todos los habitantes.
- **Estacionamiento:** Áreas seguras y bien distribuidas para vehículos y zonas de carga.

#### 4.2.2 Usuarios que habitarán el proyecto:

- **Estudiantes:** Requieren espacios de estudio, acceso a internet y áreas recreativas para el esparcimiento.
- **Adultos mayores:** Necesitan accesibilidad, buena iluminación y zonas de descanso adaptadas a sus necesidades.
- **Trabajadores informales:** Buscan áreas productivas y de comercialización de bienes, adaptadas a sus oficios.
- **Familias nucleares:** Necesitan viviendas funcionales de 2-3 habitaciones, además de áreas recreativas y espacios comunes.
- **Familias extendidas:** Requieren viviendas amplias, modulares y flexibles, con espacios para eventos y convivencia.
- **Vecinos:** Necesitan espacios comunitarios para la integración social, como parques y canchas deportivas.
- **Microempresarios:** Requieren talleres y zonas para la venta de productos dentro del conjunto habitacional.

#### 4.3 Materialidad y construcción

El proyecto considerará el uso de madera CLT (Cross Laminated Timber) como material principal, asegurando un enfoque constructivo sostenible y eficiente. El proceso de modulación estructural permitirá una ejecución rápida y precisa, optimizando la extracción responsable de la materia prima, la prefabricación de los elementos en fábrica, su transporte eficiente al sitio de construcción y su ágil ensamblaje que no solo mejora los tiempos de obra, sino que también garantiza la calidad y precisión en la construcción de la vivienda, además de facilitar futuras adaptaciones en la distribución de los espacios (ver figura 115).

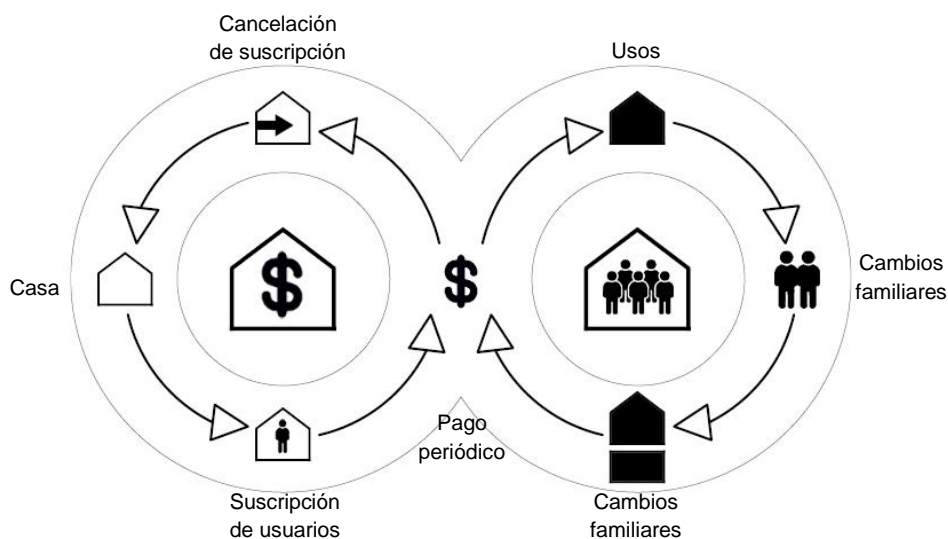


**Figura 115:** Proceso modular en la construcción sostenible de vivienda CLT.

**Fuente:** Elaboración propia.

#### 4.4 Modelo de gestión del proyecto

Para garantizar la accesibilidad de las viviendas y evitar la especulación inmobiliaria, se adoptará un modelo de derecho de uso sobre suelo público (ver figura 116), basado en el sistema aplicado en las 85 viviendas sociales en Cornellà. Este modelo permitirá que el suelo permanezca en gestión pública y no entre en el mercado especulativo, asegurando su función social a largo plazo.



**Figura 116:** Esquema del modelo de derecho de uso para vivienda.

**Fuente:** Elaboración propia.

##### 4.4.1 Características del modelo de gestión

El diseño del conjunto habitacional deberá responder a las características de este modelo, asegurando:

- **Derecho de uso, no propiedad:** Se diseñarán viviendas bajo un esquema de derecho de uso, donde los residentes pagarán una renta socialmente ajustada sin posibilidad de compra.
- **Prohibición de venta o subarriendo:** Se garantizará que la normativa impida la venta o alquiler a terceros, asegurando que las viviendas cumplan su función social.
- **Gestión pública o cooperativa:** Se estructurará un sistema de administración que puede ser gestionado por entidades gubernamentales o cooperativas de residentes.
- **Reasignación de viviendas:** El diseño permitirá una distribución eficiente de unidades habitacionales para facilitar su reasignación en caso de cambios en la comunidad de residentes.

- **Cuotas accesibles:** Se establecerán costos de mantenimiento bajos mediante un diseño optimizado y materiales eficientes.
- **Espacios comunitarios autogestionados:** Se incluirán áreas de uso común cuya administración podrá ser gestionada por los propios residentes o por una entidad pública.

#### 4.4.2 Entidades encargadas de la gestión

Para el diseño del proyecto, se deberá tener en cuenta la interacción con diversas instituciones encargadas de su implementación y administración. El GAD Municipal de Cuenca será el responsable de asignar los terrenos y regular las normativas urbanísticas. Junto a EMUVI EP, que se encargará de la construcción, mantenimiento y administración de las viviendas, asegurando su adecuado funcionamiento a lo largo del tiempo. La Fundación Municipal El Barranco también desempeñará un rol importante, apoyando la ejecución de políticas sociales y comunitarias, y promoviendo la integración de los residentes.

El diseño se ajustará a las condiciones específicas del terreno seleccionado, "SAN SEBASTIÁN-29", garantizando el cumplimiento de las normativas urbanísticas y sociales vigentes y asegurando una integración armónica con el entorno.

#### 4.5 Proceso de diseño

##### 4.5.1 Estrategias de diseño arquitectónico

El desarrollo del diseño arquitectónico de la vivienda modular parte de una serie de estrategias que garantizan su eficiencia (ver tabla 5), sostenibilidad e integración con el entorno. Para ello, se han definido los siguientes lineamientos:

**Tabla 5:** Estrategias de diseño que tomara el proyecto.

<b>Estrategia</b>	<b>Descripción</b>
<b>Espacios verdes y recreativos</b>	Incorporación de jardines verticales, techos verdes y áreas de esparcimiento para mejorar la calidad ambiental.
<b>Accesibilidad y movilidad</b>	Inclusión de infraestructura peatonal segura, rampas, pasillos amplios y estacionamientos para bicicletas.
<b>Construcción modular y liviana</b>	Uso de módulos prefabricados y materiales ligeros para optimizar tiempos y costos de construcción.
<b>Diseño sostenible y climático</b>	Fachadas con vegetación, barreras térmicas y ventilación natural cruzada para mejorar el confort térmico.
<b>Eficiencia energética</b>	Aprovechamiento de la luz natural y estrategias de orientación para reducir el sobrecalentamiento en las viviendas.

<b>Gestión del entorno</b>	Desarrollo de huertos urbanos, jardines comunitarios y visuales que potencien la relación con el paisaje.
<b>Adaptabilidad y flexibilidad</b>	Diseño de espacios multifuncionales y viviendas con tipologías ajustables a las necesidades de los habitantes.

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.5.2 Programa arquitectónico

El programa arquitectónico del proyecto está diseñado para optimizar la funcionalidad y distribución de los espacios, asegurando una correcta organización según las necesidades de los usuarios. Entre las principales áreas comunes, se destacan espacios de coworking que incluyen una sala de reuniones, áreas de trabajo compartido y oficinas privadas, permitiendo un entorno flexible y colaborativo. Asimismo, se contemplan zonas de servicio esenciales, como áreas de circulación, accesos, entre otros espacios, garantizando una conectividad eficiente dentro del edificio.

Además, el programa arquitectónico integra zonas privadas destinadas a la residencia, incluyendo diferentes números de dormitorios según su tipología, salas de estar y terrazas, estableciendo una adecuada relación entre espacios públicos y privados (ver tabla 6), para favorecer la comodidad y privacidad de los ocupantes.

El diseño y distribución de estos espacios buscan lograr un equilibrio entre funcionalidad, confort y eficiencia, asegurando que cada ambiente cumpla con su propósito específico dentro del proyecto.

**Tabla 6:** Evolución del CLT a través de edificios.

Cuadro de áreas							
Zona	Subzona	Espacio	Subespacio	#	Área (m2)	Área total(m <sup>2</sup> )	
<b>Áreas comunes</b>	<b>Coworking</b>	Sala de reuniones	Sala de reuniones	1	12,25	12,25	
		Área de trabajo compartido	Área de trabajo compartido	1	12,25	12,25	
		Oficina privada	Oficina privada	1	12,25	12,25	
		Cocina/comedor	Cocina/comedor	1	10,25	10,25	
		Área de servicios	Hall		1	5	10,25
			Lavandería		1	2,37	
			Baño		1	2,88	
	Espacios de descanso	Espacios de descanso	1	12,25	12,25		
	<b>Guardería</b>	Recepción	Recepción	1	12,25	12,25	

		Área de juegos	Área de juegos	1	12,25	12,25	
		Cocina/comedor	Cocina/comedor	1	10,25	10,25	
		Área de servicios	Hall	1	5	10,25	
			Lavandería	1	2,37		
			Baño	1	2,88		
		Zona de descanso	Zona de descanso	1	12,25	12,25	
		Área de aprendizaje	Área de aprendizaje	1	12,25	12,25	
<b>Zona multifuncional</b>		Espacio 1	Espacio 1	1	12,25	12,25	
		Espacio 2	Espacio 2	1	12,25	12,25	
		Espacio 3	Espacio 3	1	12,25	12,25	
		Espacio 4	Espacio 4	1	12,25	12,25	
		Cocina/comedor	Cocina/comedor	1	10,25	10,25	
		Área de servicios	Hall	1	5	10,25	
			Lavandería	1	2,37		
			Baño	1	2,88		
	<b>Vivienda</b>	<b>Vivienda Tipología 1</b>	Cocina/comedor	Cocina/comedor	8	10,25	82
			Zona de servicio	Baño	8	5	82
Lavandería				8	2,37		
Baño				8	2,88		
Dormitorio Master			Dormitorio Master	8	12,25	98	
Dormitorio 1			Dormitorio 1	8	12,25	98	
Dormitorio 2			Dormitorio 2	8	12,25	98	
Dormitorio 3			Dormitorio 3	8	12,25	98	
<b>Vivienda tipología 2</b>			Cocina/comedor	Cocina/comedor	8	10,25	82
			Zona de servicio	Baño	8	5	82
		Lavandería		8	2,37		
		Baño		8	2,88		
		Sala de estar	Sala de estar	8	12,25	98	
		Dormitorio Master	Dormitorio Master	8	12,25	98	
		Dormitorio 1	Dormitorio 1	8	12,25	98	
		Dormitorio 2	Dormitorio 2	8	12,25	98	
		<b>Vivienda tipología 3</b>	Cocina	Cocina	8	10,25	82
			Comedor	Comedor	8	12,25	98
Zona de servicio			Baño	8	5	82	
			Lavandería	8	2,37		
			Baño	8	2,88		
Dormitorio Master			Dormitorio Master	8	12,25	98	
Dormitorio 1			Dormitorio 2	8	12,25	98	
Sala de estar			Sala de estar	8	12,25	98	
<b>Vivienda tipología 4</b>			Cocina	Cocina	8	10,25	82
			Comedor	Comedor	8	12,25	98
		Zona de servicio	Baño	8	5	82	
			Lavandería	8	2,37		
			Baño	8	2,88		
		Dormitorio Master	Dormitorio Master	8	12,25	98	
	Sala de estar	Sala de estar	8	12,25	98		

		Estudio	Estudio	8	12,25	98
<b>Circulación</b>	<b>Pasillos</b>	Pasillos exteriores	Pasillos exteriores	4,5	76,14	342,63
	<b>Circulación vertical</b>	Circulación vertical	Circulación vertical	5	26,15	130,75
<b>Balcones</b>	<b>Balcones</b>	Balcones	Balcones	4	65,85	263,4
<b>Terraza</b>	<b>Terraza</b>	Terraza	Terraza	1	309,075	309,075
<b>Ductos</b>	<b>Ductos</b>	Ductos internos	Ductos internos	48	0,51	24,48
		Ductos externos	Ductos externos	6	9	54
<b>Parqueadero</b>	<b>Parqueadero</b>	Parqueadero	Parqueadero	1	190,26	190,26
<b>C. maquinas</b>	<b>Cuarto de maquinas</b>	Cuarto de maquinas	Cisterna	1	35,19	90,25
			Zona de maquinas	1	55,06	
<b>Total</b>						<b>3837,34</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.5.3 Revisión de normativa

Para definir los módulos de vivienda, fue fundamental analizar la normativa vigente. Se revisaron los requisitos mínimos de dimensiones por espacio, alturas mínimas y normativas de estacionamientos, lo que permitió establecer los límites y posibilidades del diseño (ver tabla 7, 8 y 9).

Tabla 7: Dimensiones mínimas por espacio de vivienda

Espacio	Área mínima (m <sup>2</sup> )	Lado mínimo (m)
<b>Dormitorio principal</b>	9.00 m <sup>2</sup>	2.70 m
<b>Dormitorio secundario</b>	7.50 m <sup>2</sup>	2.50 m
<b>Sala de estar</b>	10.00 m <sup>2</sup>	3.00 m
<b>Comedor</b>	6.00 m <sup>2</sup>	2.50 m
<b>Cocina</b>	5.00 m <sup>2</sup>	2.00 m
<b>Baño completo</b>	3.00 m <sup>2</sup>	1.50 m
<b>Medio baño (sin ducha)</b>	1.50 m <sup>2</sup>	1.00 m
<b>Lavandería</b>	2.00 m <sup>2</sup>	1.20 m
<b>Pasillos interiores</b>	-	0.90 m
<b>Escaleras</b>	-	0.90 m (huella mín. 0.25 m, contrahuella máx. 0.18 m)

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 8:** Alturas mínimas de espacios habitables

<b>Elemento</b>	<b>Altura mínima</b>
<b>Piso a techo (vivienda)</b>	2.30 m
<b>Piso a techo (local comercial)</b>	2.50 m
<b>Estacionamientos</b>	2.20 m
<b>Accesos peatonales</b>	2.30 m
<b>Accesos vehiculares</b>	2.40 m

**Fuente:** Elaboración propia.

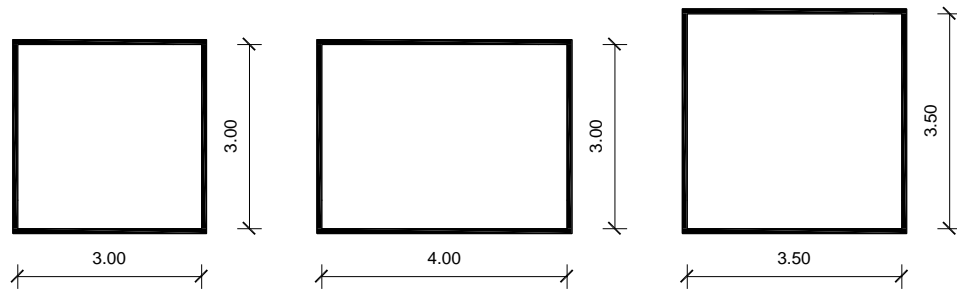
**Tabla 9:** Número de estacionamiento según tipo de vivienda

<b>Tipo de Vivienda / Proyecto</b>	<b>Número de Estacionamientos</b>
<b>Vivienda multifamiliar estándar</b>	1 parqueadero por unidad
<b>Conjuntos habitacionales</b>	1 parqueadero por cada 2 viviendas de hasta 120 m <sup>2</sup> , más 1 adicional por cada fracción de 120 m <sup>2</sup> en exceso
<b>Viviendas tipo suite</b>	1 parqueadero por cada 2 unidades
<b>Viviendas de interés social (máx. 80 m<sup>2</sup>)</b>	1 parqueadero por cada 3 unidades
<b>Visitas</b>	1 parqueadero por cada 5 departamentos
<b>Locales comerciales</b>	1 parqueadero cada 50 m <sup>2</sup>
<b>Bicicletas</b>	1 parqueadero cada 3 viviendas

**Fuente:** Elaboración propia.

#### **4.6 Establecimiento del espacio y módulo de vivienda**

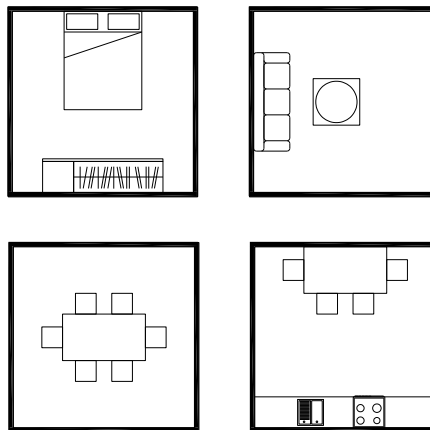
Con base en la normativa revisada, se analizó la viabilidad de establecer un módulo de vivienda flexible y adaptable. El proceso comenzó evaluando las dimensiones mínimas de los espacios (ver figura 117), con el objetivo de crear un diseño que pudiera ajustarse a diversos requerimientos. Partimos del tamaño mínimo establecido para la sala de estar, que es de 3 metros de lado, lo cual determina un área mínima de 9 m<sup>2</sup>. Sin embargo, la normativa establece que el área mínima debe ser de 10 m<sup>2</sup>, por lo que esta medida no cumplía con los requisitos. Tras un análisis más detallado, se concluyó que esta dimensión no era suficiente para incorporar de manera cómoda y funcional todos los espacios necesarios.



**Figura 117:** Viabilidad de vivienda flexible.

**Fuente:** Elaboración propia.

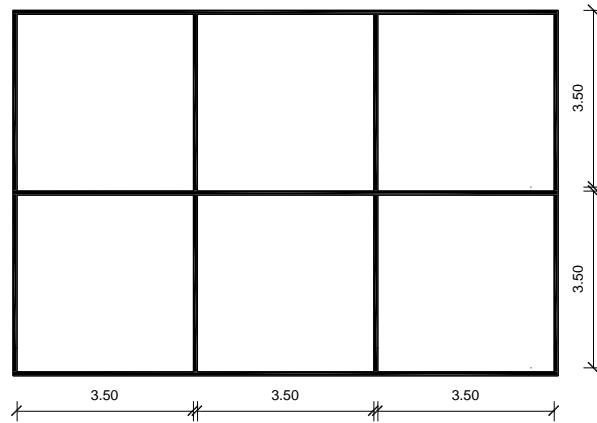
Se consideró aumentar a 3x4 m, pero tampoco resultó óptimo, por lo que se optó por incrementar las dimensiones en 50 cm por lado, logrando un espacio cuadrado de 3.50x3.50 m con un área de 12.25 m<sup>2</sup>, el cual permitió mayor versatilidad para los espacios básicos de una vivienda (ver figura 118).



**Figura 118:** Optimización de dimensiones.

**Fuente:** Elaboración propia.

Este módulo de 12.25 m<sup>2</sup> se repitió seis veces para formar una unidad de vivienda completa, alcanzando un área total de 73.50 m<sup>2</sup> (ver figura 119). Esta distribución permitió establecer un orden claro en la organización interna de los espacios.

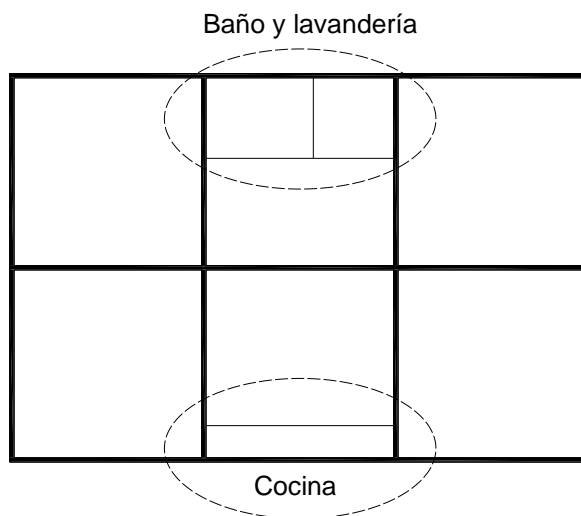


**Figura 119:** Modulación y distribución.

**Fuente:** Elaboración propia.

#### 4.7 Organización interna de los espacios

Para garantizar un diseño eficiente, se ubicaron estratégicamente las áreas húmedas, como la lavandería, baño y cocina, en módulos específicos (ver figura 120).

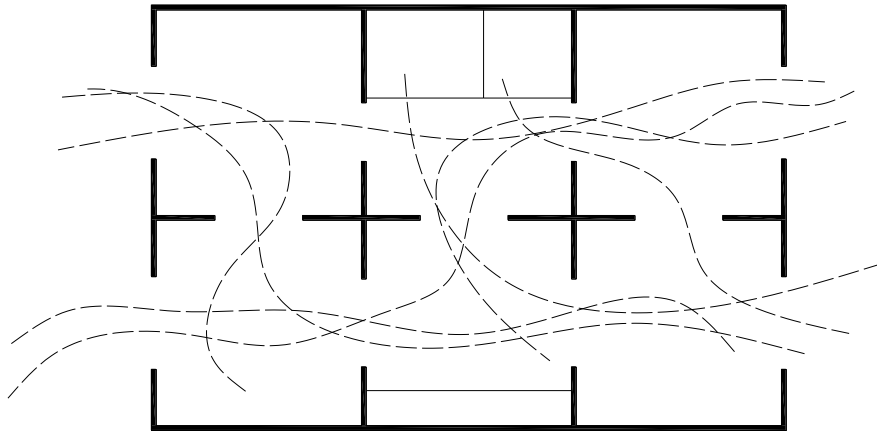


**Figura 120:** Ubicación de áreas húmedas.

**Fuente:** Elaboración propia.

Se establecieron dimensiones adecuadas para las aberturas internas, asegurando la conectividad entre espacios y la flexibilidad para futuras modificaciones según las necesidades de los usuarios (ver figura 121). Esta configuración permite la transformación del espacio con el tiempo, por ejemplo, habilitando más dormitorios o reconfigurando la relación entre sala, comedor y cocina.

Finalmente, con la definición del módulo de vivienda de 73.50 m<sup>2</sup>, se verificó que cumple con la normativa de vivienda de interés social, la cual establece un límite de hasta 80 m<sup>2</sup>. Según esta regulación, se debe considerar la provisión de un parqueadero por cada tres unidades de vivienda.

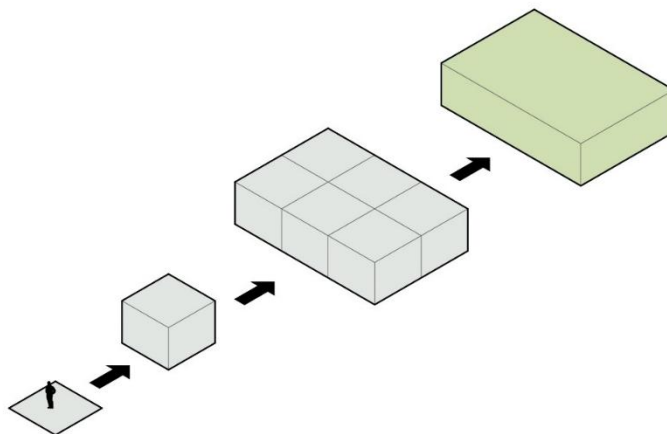


**Figura 121:** Conectividad y flexibilidad espacial.

**Fuente:** Elaboración propia.

#### 4.8 Forma

Partiendo de la definición del espacio interno de 12.25 m<sup>2</sup>, se organiza el módulo de vivienda compuesto por seis espacios de la misma superficie. Este módulo de vivienda adquiere su forma a partir de la disposición de estos espacios (ver figura 122), sirviendo como unidad base para la conformación de la barra para la edificación.

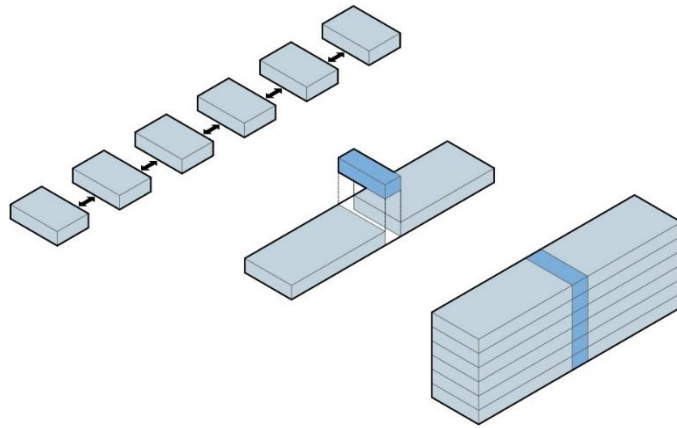


**Figura 122:** Organización del módulo base.

**Fuente:** Elaboración propia.

Con el módulo de vivienda definido, la morfología del edificio comienza a tomar forma. Primero, se agrupan seis módulos de vivienda para conformar un piso en la edificación. Este proceso

permitió identificar la circulación vertical, necesaria para conectar los módulos tanto en sentido horizontal como vertical. Con esta organización, se genera una barra que, al repetirse de manera apilada seis veces, da lugar a la configuración final del edificio, respetando la normativa que permite hasta seis niveles (ver figura 123). Esta disposición garantiza que cada módulo cuente con iluminación natural y ventilación cruzada, optimizando las condiciones de habitabilidad.

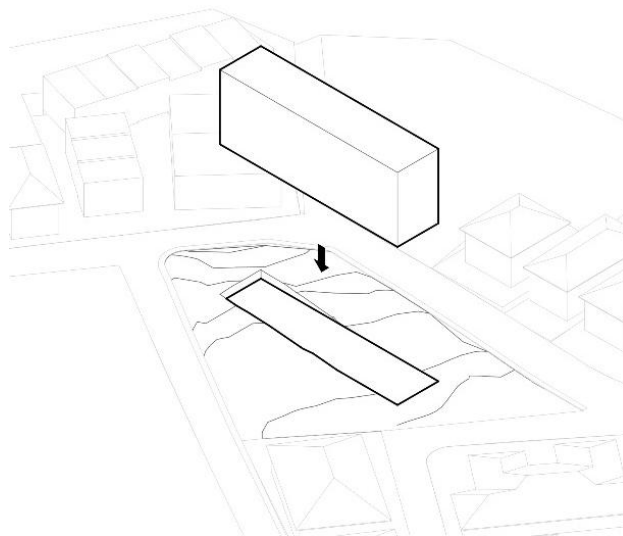


**Figura 123:** Configuración y altura del edificio.

**Fuente:** Elaboración propia.

#### 4.9 Concepto

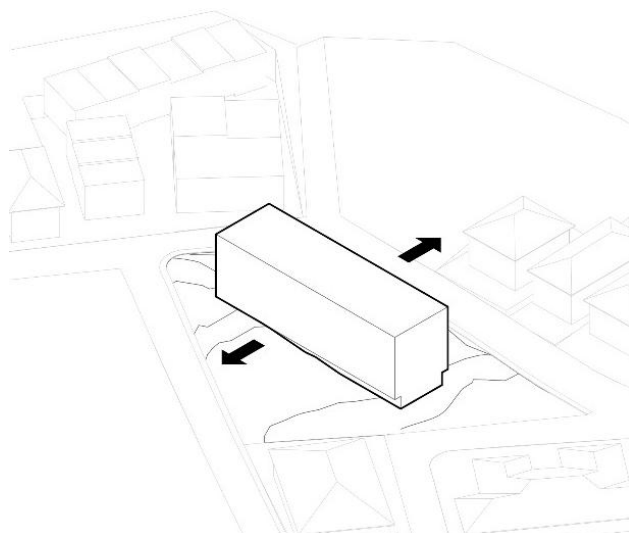
El concepto del edificio se basa en la conformación de una barra, definida tras analizar las dimensiones y establecer la forma inicial del proyecto. A partir de esta configuración, se determina su ubicación y emplazamiento (ver figura 124), considerando la orientación óptima y la mejor disposición dentro del terreno para integrar la barra de manera eficiente en su entorno.



**Figura 124:** Concepto y emplazamiento.

**Fuente:** Elaboración propia.

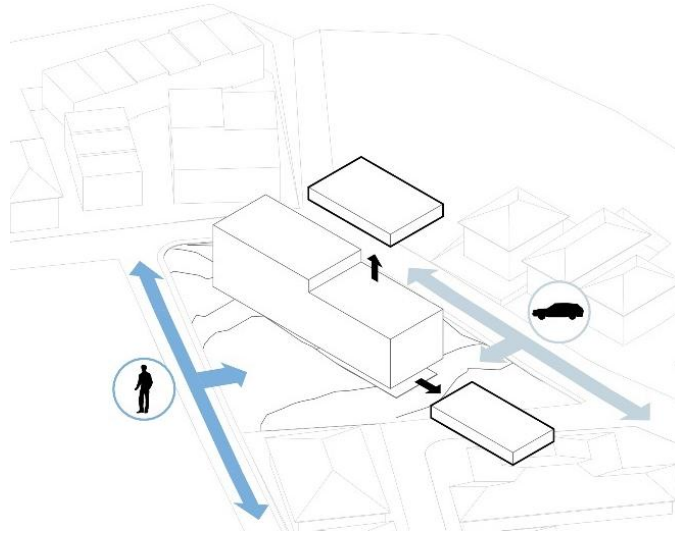
Una vez establecida la barra en el terreno, se incorporan volados de 1.50 m a cada lado del edificio. Estos volados permiten la circulación horizontal y la inclusión de balcones en los módulos de vivienda, mejorando así la funcionalidad y el confort de los espacios habitables (ver figura 125).



**Figura 125:** Incorporación de volados y balcones.

**Fuente:** Elaboración propia.

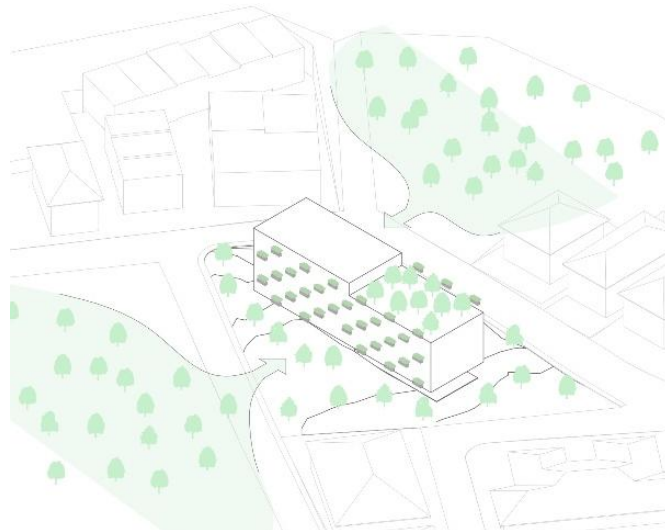
Para optimizar el diseño, se sustraen bloques tanto en la parte superior como en la inferior de la barra. La sustracción del bloque superior permite la creación de una terraza, donde se puede implementar vegetación y aprovechar las vistas hacia el exterior. Por otro lado, la sustracción del bloque inferior deja la planta baja libre, facilitando la conexión entre los extremos del terreno y mejorando el acceso vehicular y peatonal. Este espacio también se aprovecha para la ubicación del parqueadero (ver figura 126).



**Figura 126:** Optimización con sustracción de bloques.

**Fuente:** Elaboración propia.

Dado que el terreno está rodeado de vegetación, el proyecto busca integrarla en la edificación mediante su incorporación en la fachada, la terraza y los espacios exteriores restantes (ver figura 127). Además, durante el análisis de usuarios y sus necesidades, los entrevistados expresaron su interés en contar con áreas verdes y vegetación. En respuesta a esta demanda, el diseño arquitectónico no solo incorpora vegetación en las fachadas, sino que también la extiende a los espacios exteriores, convirtiéndola en un elemento clave del proyecto.

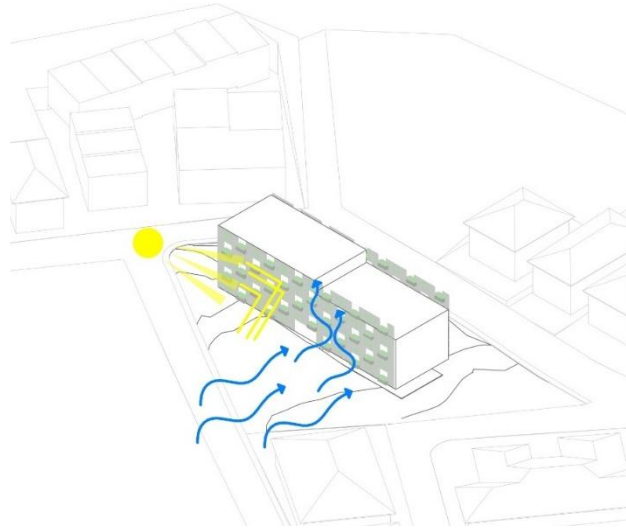


**Figura 127:** Integración de vegetación en el diseño.

**Fuente:** Elaboración propia.

Finalmente, se integra una malla en las fachadas laterales izquierda y derecha, cubriendo los pasillos y balcones. Esta malla, combinada con la vegetación, permite generar un filtro visual que

protege la edificación de los vientos predominantes y la radiación solar del poniente (ver figura 128), sin comprometer la transparencia de la fachada.



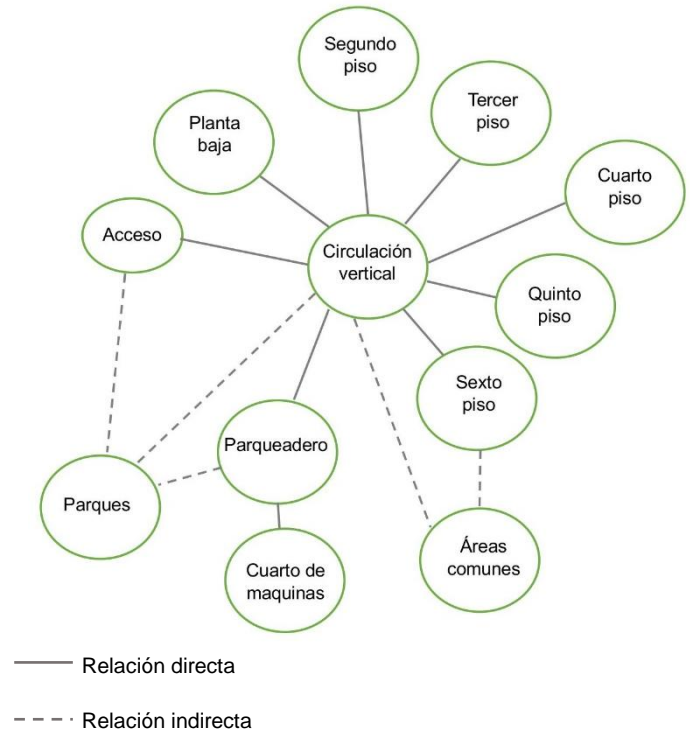
**Figura 128:** Malla y vegetación como filtro.

**Fuente:** Elaboración propia.

## 4.10 Composición y relaciones

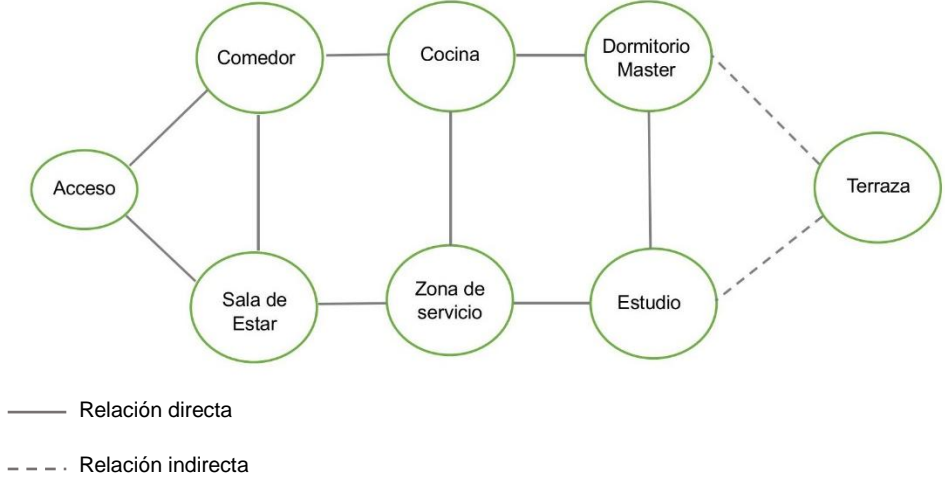
### 4.10.1 Diagrama de relaciones

Dentro del presente apartado, se pueden apreciar los diagramas de relación, los cuales representan la conexión funcional entre los distintos espacios del proyecto (ver figuras 129 y 130). Estos diagramas permiten visualizar de manera clara cómo las áreas del edificio interactúan entre sí, asegurando un diseño eficiente y bien estructurado. En ellos se identifican las relaciones directas, como las conexiones inmediatas entre accesos, circulación vertical y áreas comunes, facilitando la movilidad y el flujo continuo dentro del edificio. Asimismo, las relaciones indirectas establecen jerarquías espaciales que organizan las áreas privadas, como los dormitorios y estudios, separándolas de los espacios sociales y de servicio, garantizando mayor privacidad y comodidad para los usuarios. La correcta distribución de estos vínculos espaciales optimiza la funcionalidad del proyecto, asegurando una integración armoniosa entre los diferentes niveles y usos del edificio.



**Figura 129:** Relación de espacios en el edificio.

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 130:** Relación de espacios interiores.

**Fuente:** Elaboración propia.

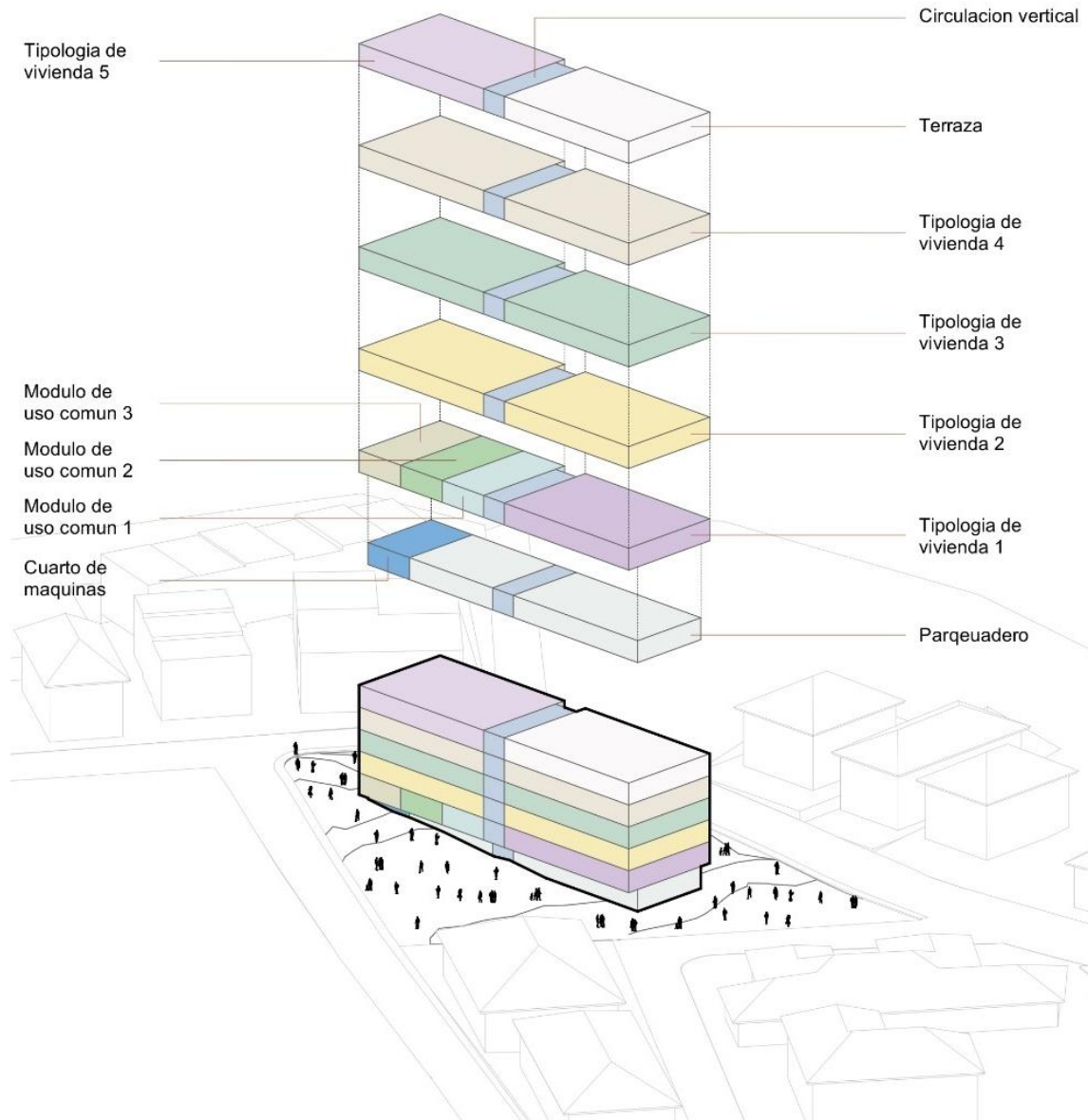
#### **4.10.2 Zonificación**

Se presenta una zonificación tridimensional que permite visualizar de manera clara la distribución de las distintas zonas del proyecto, su proximidad entre sí y sus conexiones (ver figura 131). Este enfoque facilita una mejor interpretación del diseño y su funcionamiento.

En la planta baja se ubican el cuarto de máquinas y el parqueadero. En el primer nivel, además de módulos de vivienda, se incorpora una zona de cohesión social que incluye espacios para talleres, una sala de reuniones y un área libre destinada a guardería, brindando un espacio adecuado para los niños.

Desde la tercera hasta la quinta planta, se desarrollan las tipologías de vivienda adaptables, mientras que en la sexta planta se encuentra una tipología adicional que comparte espacio con la terraza. En el centro de la edificación se localiza la circulación vertical, garantizando un acceso eficiente a cada nivel.

Esta organización espacial crea un entorno funcional y cómodo para los habitantes, integrando zonas de convivencia y servicios esenciales dentro del conjunto residencial.



**Figura 131:** Zonificación y distribución funcional.

**Fuente:** Elaboración propia.

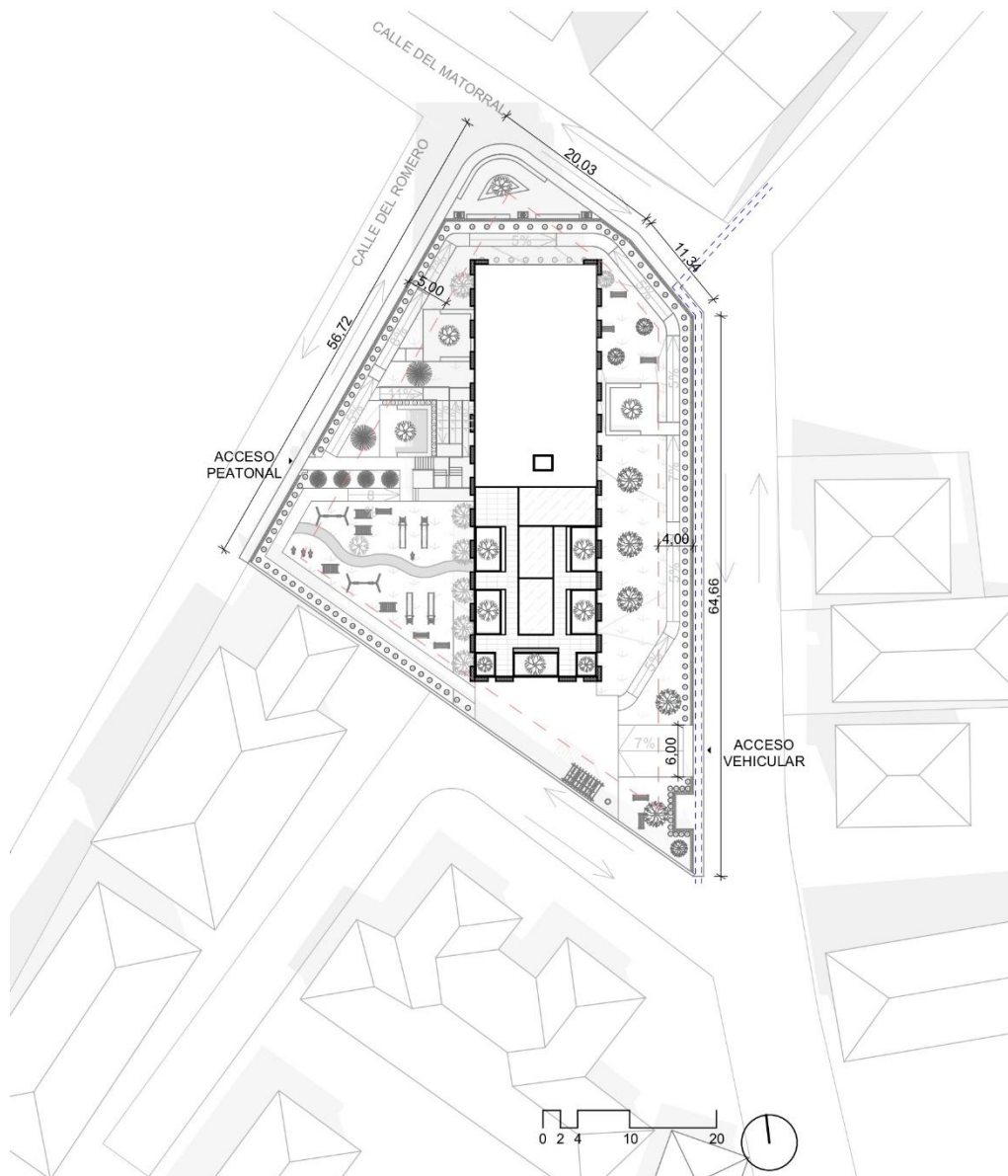
#### 4.11 Documentación arquitectónica

La documentación arquitectónica recopila los planos arquitectónicos desarrollados a nivel de anteproyecto. Estos planos permiten visualizar y comprender la distribución de los distintos espacios del proyecto, así como su funcionamiento e interacción con el conjunto de la edificación.

##### 4.11.1 Emplazamiento

El plano de emplazamiento muestra la ubicación del terreno en relación con su entorno, definiendo cómo se integra dentro del contexto urbano. Además, se plantea una plaza en el exterior,

diseñada para fomentar la cohesión social y la interacción con el espacio público circundante (ver figura 132).



**Figura 132:** Documentación y emplazamiento del proyecto.

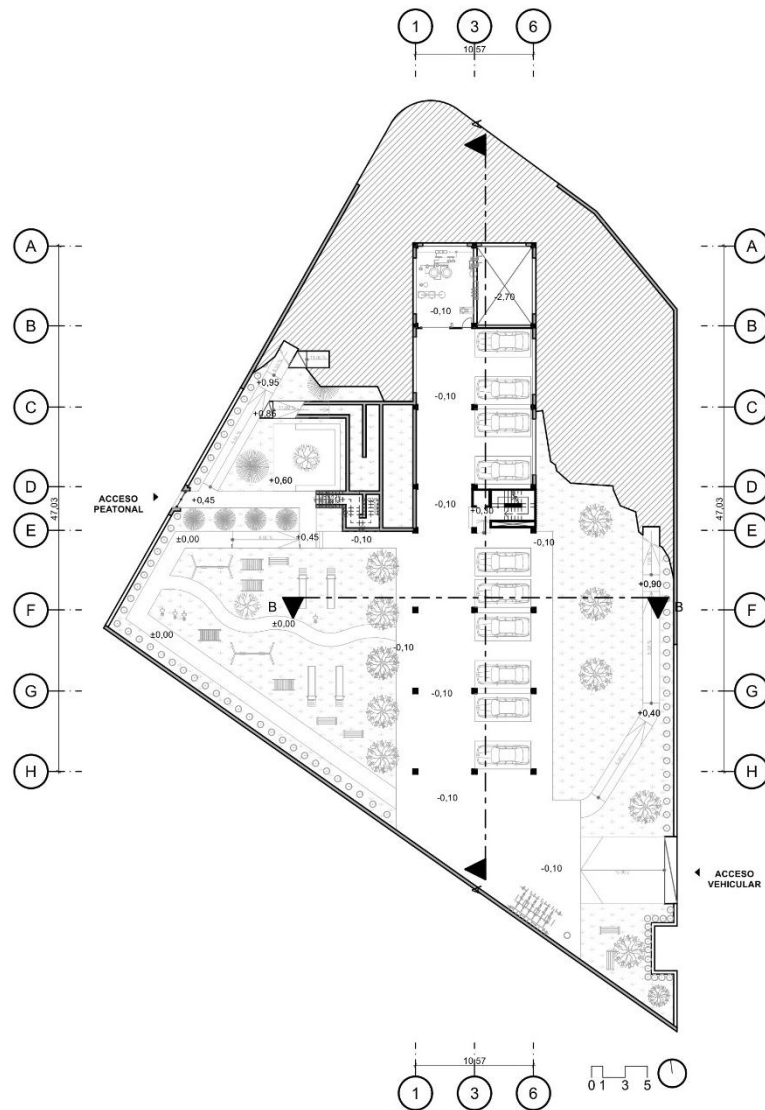
**Fuente:** Elaboración propia.

#### 4.11.2 Plantas arquitectónicas

El proyecto se desarrolla bajo diversos criterios que priorizan la sostenibilidad y la flexibilidad espacial. Se compone de un total de 24 módulos de vivienda distribuidos en seis niveles, donde se optimiza la ventilación e iluminación natural mediante estrategias de retención y distribución eficiente. Además, los espacios han sido diseñados para ser adaptables a las necesidades cambiantes de cada familia, permitiendo modificaciones internas en caso de expansión del núcleo familiar.

Se presentan las seis plantas arquitectónicas, donde se pueden visualizar la organización y distribución de los distintos espacios, basados en los análisis previos del proyecto.

En la planta baja, se establece una estructura de hormigón que sirve como base sólida para sostener los niveles superiores (ver figura 133), construidos con madera contralaminada (CLT). En este nivel, se ubican el parqueadero y el cuarto de máquinas, garantizando el correcto funcionamiento del edificio y su integración estructural.

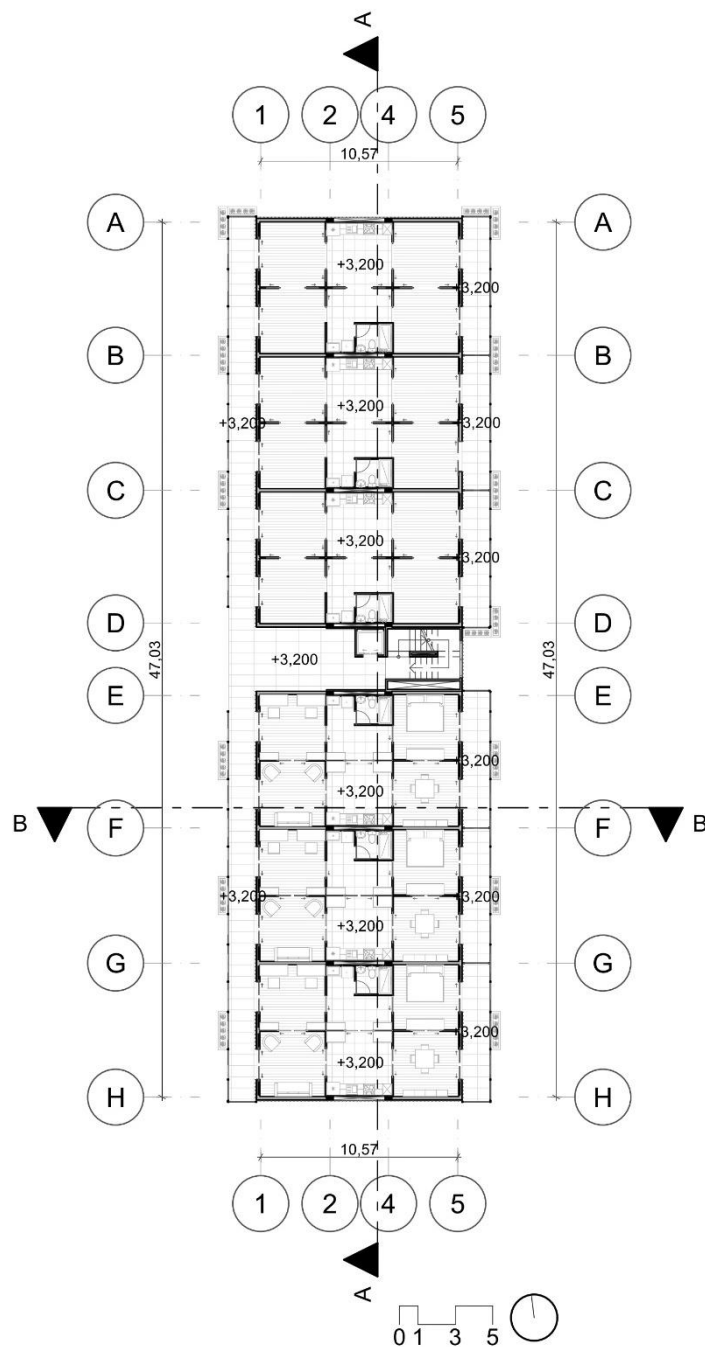


**Figura 133:** Planta baja.

**Fuente:** Elaboración propia.

En esta planta (ver figura 134), se presentan espacios dedicados a un uso común ya sea para taller, sala de reuniones y una guardería, que son espacios comunes que se propusieron. Organizados de manera funcional para fomentar la interacción social y el desarrollo de actividades comunes. Estos espacios se encuentran separados por la circulación vertical, lo que asegura la

conexión fluida entre las diferentes áreas del edificio. Además, en esta planta se ubica la tipología de módulo de vivienda para la Tipología 1, donde se utiliza madera contralaminada (CLT) como material principal para la estructura.

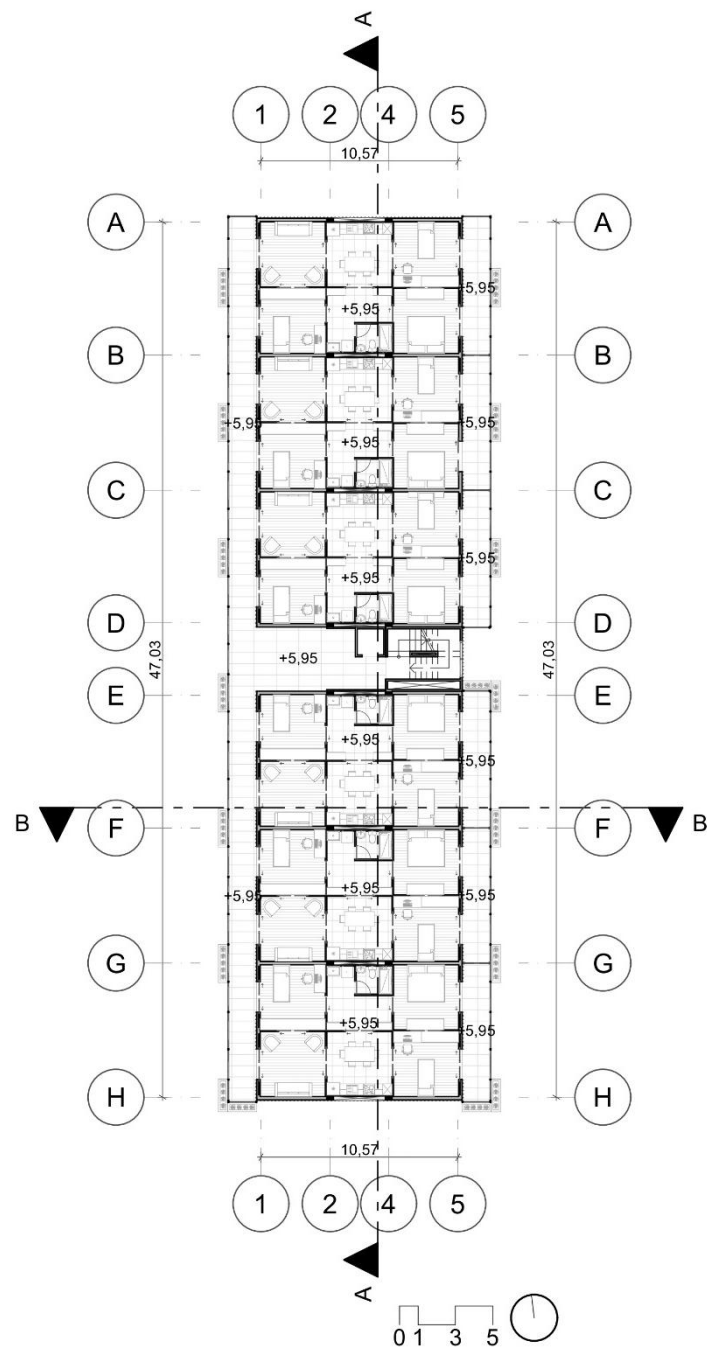


**Figura 134:** Planta alta.

**Fuente:** Elaboración propia.

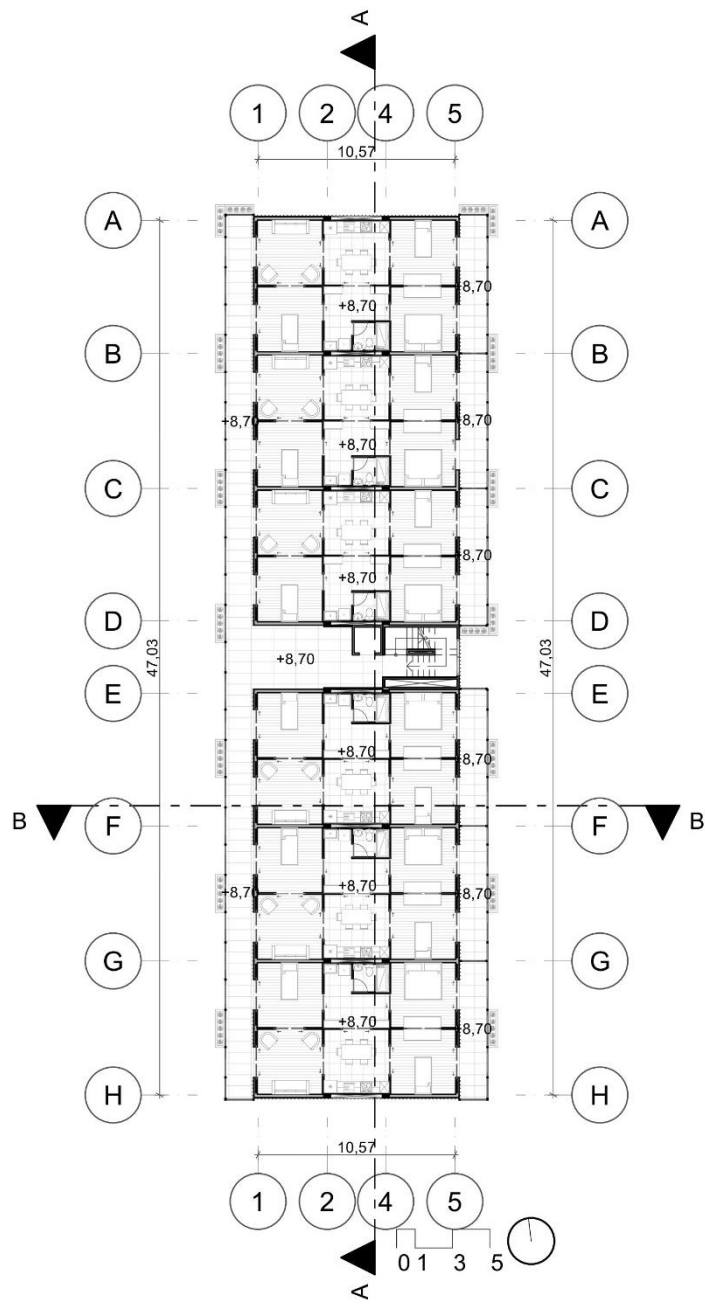
Desde la tercera hasta la quinta planta se presentan las distintas tipologías de vivienda restantes (ver figura 135, 136 y 137). En cada uno de estos niveles, se muestra cómo se distribuyen los espacios interiores, adaptándose a las necesidades de los usuarios. Cada planta está diseñada

para ofrecer flexibilidad y funcionalidad, permitiendo la personalización de los módulos según los requerimientos específicos de cada familia.



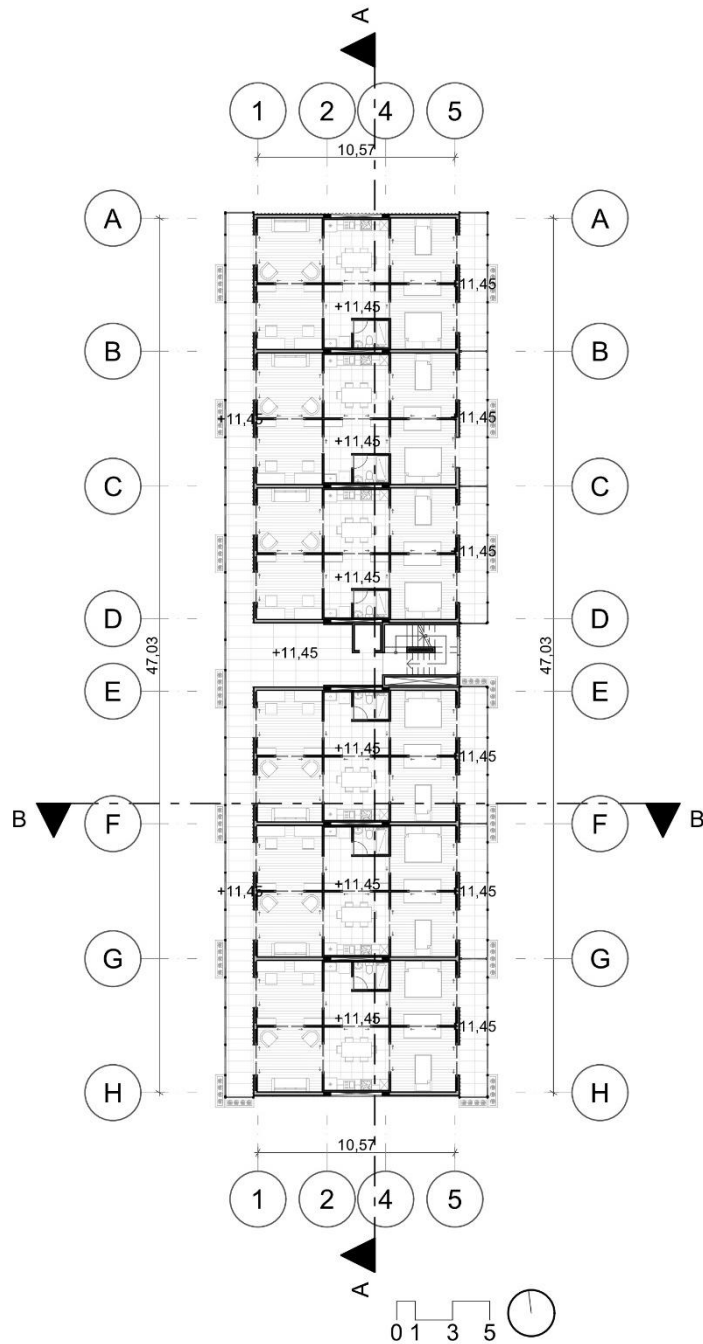
**Figura 135:** Tercera planta.

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 136:** Cuarta planta

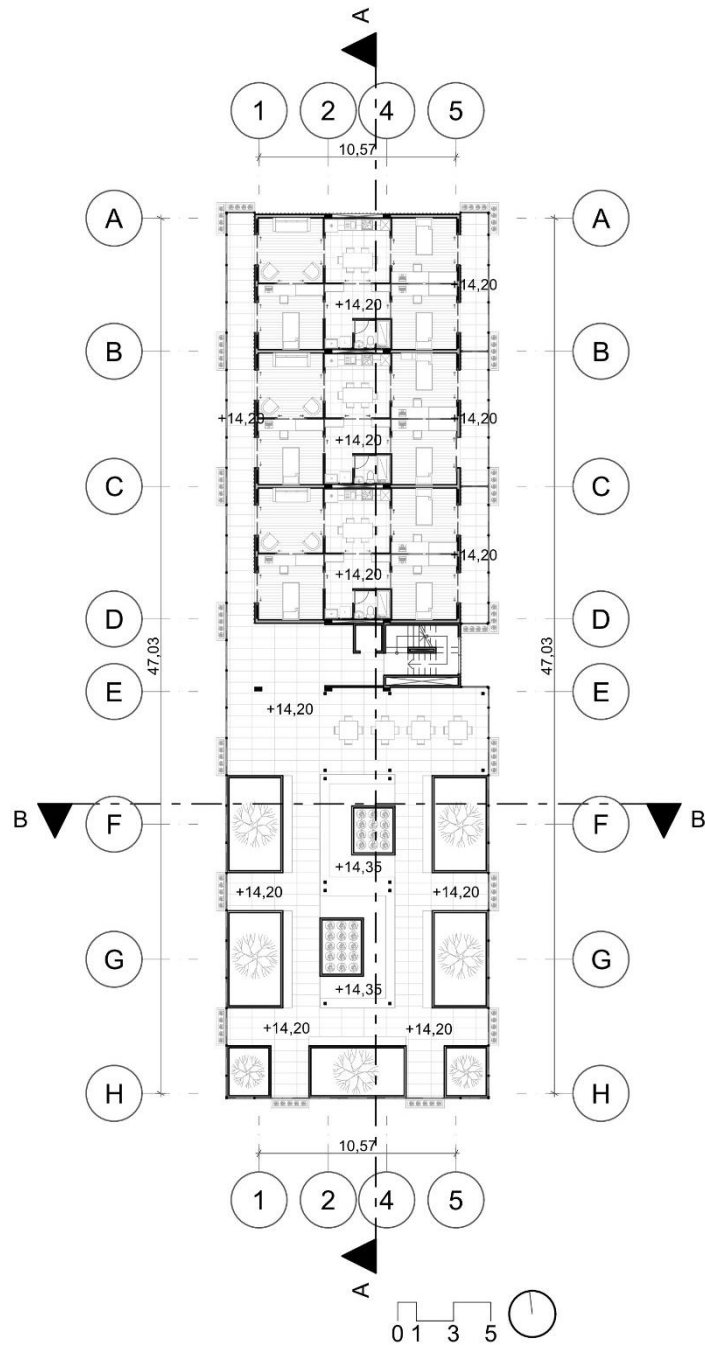
**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 137:** Quinta planta

**Fuente:** Elaboración propia.

En la última planta se presenta la tipología final, junto con la distribución de la terraza (ver figura 138). Este espacio exterior está diseñado para ofrecer áreas de descanso, vegetación y zonas de trabajo, aprovechando al máximo las vistas que ofrece el entorno. La terraza se convierte en un lugar versátil que no solo complementa la tipología de vivienda, sino que también optimiza la conexión con el exterior, proporcionando un espacio de esparcimiento y relajación para los residentes.



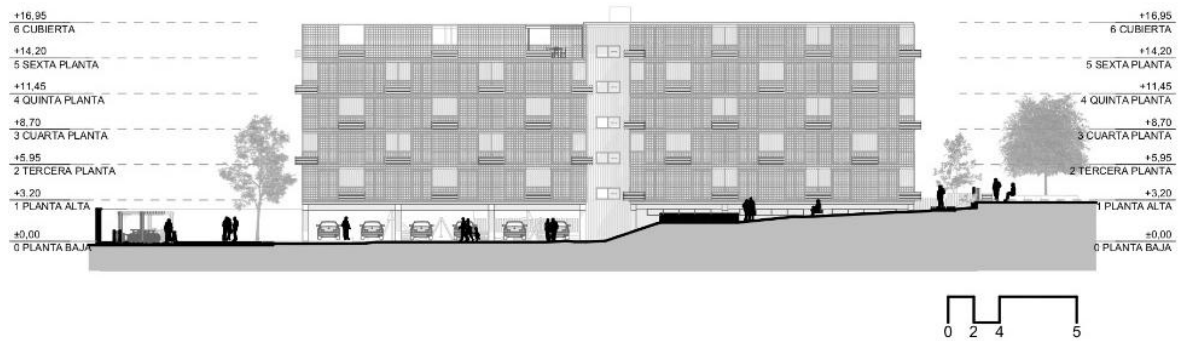
**Figura 138:** Sexta planta.

**Fuente:** Elaboración propia.

#### 4.11.3 Elevaciones

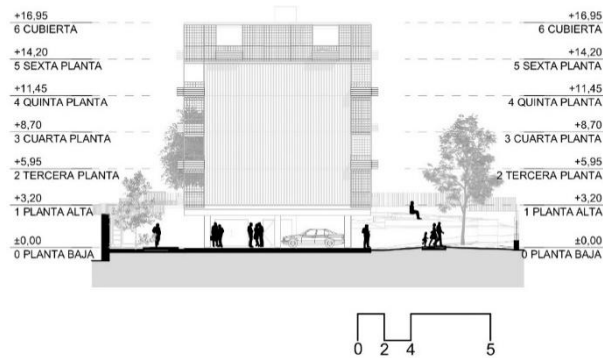
Las elevaciones permiten apreciar de manera más clara los acabados del edificio (ver figura 139 y 1401). Para proteger la madera del exterior, se propuso superponer láminas grecadas que cubren toda la edificación. Además, se incorporó una malla en las fachadas laterales derecha e

izquierda, que no solo organiza mejor la vegetación en la fachada, sino que también ayuda a proteger el edificio de los vientos predominantes y el sol del poniente en las tardes.



**Figura 139:** Elevación frontal.

**Fuente:** Elaboración propia.

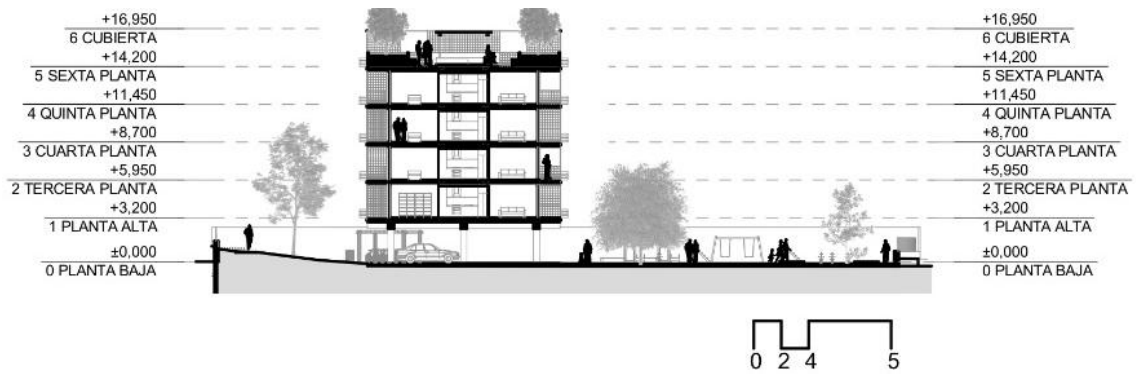


**Figura 140:** Elevación lateral derecha.

**Fuente:** Elaboración propia.

#### 4.11.4 Secciones

En la sección C1 se puede observar claramente la ventilación cruzada, así como la estrategia utilizada para garantizar la iluminación natural en todo el edificio (ver figura 141). Además, se destaca que en las zonas húmedas la altura de piso a cielo raso es de 2.32 m, mientras que, en los demás espacios, la altura de piso a acabado de madera sin recubrimiento es de 2.42 m, cumpliendo con las medidas estipuladas por la normativa para los espacios dispuestos (ver figura 142).



**Figura 141:** Sección A - A.

Fuente: Elaboración propia.



**Figura 142:** Sección B - B.

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.11.5 Imágenes del proyecto

En esta sección de imágenes del proyecto, se presentarán diversas perspectivas del diseño, que incluyen vistas exteriores del edificio, así como los espacios interiores de los módulos de vivienda. También se mostrarán las diferentes adaptaciones de los espacios según las necesidades de los futuros habitantes, reflejando la flexibilidad y funcionalidad del diseño (ver figura 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156 y 157).



**Figura 143:** Perspectiva exterior 1.

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 144:** Perspectiva exterior 2.

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 145:** Perspectiva exterior 3.

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 146:** Perspectiva exterior 4.

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 147:** Perspectiva vista balcón.

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 148:** Perspectiva del pasillo exterior con puertas cerradas.

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 149:** Perspectiva del pasillo exterior con puertas abiertas.

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 150:** Perspectiva terraza 1.

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 151:** Perspectiva terraza 2.

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 152:** Perspectiva parqueadero

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 153:** Perspectiva interior dormitorio.

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 154:** Perspectiva interior dormitorio 2.

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 155:** Perspectiva interior dormitorio 3.

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 156:** Perspectiva interior baño-lavanderia.

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 157:** Perspectiva interior sala.

**Fuente:** Elaboración propia.

#### 4.12 Cuadro de materiales

Después de revisar los renders arquitectónicos, es importante especificar los materiales que se utilizaron en cada espacio del proyecto. Estos no solo determinan la apariencia y el uso de los espacios, sino que también afectan la sostenibilidad, durabilidad y mantenimiento del edificio.

La selección de materiales (ver tabla 10) se ha hecho considerando aspectos como resistencia, eficiencia térmica, confort acústico y compatibilidad con la construcción en CLT. También se han evaluado opciones que ofrezcan un equilibrio entre calidad, costo y sostenibilidad, asegurando que el diseño cumpla con principios responsables y con la normativa vigente.

**Tabla 10:** Materiales predominantes en el proyecto

<b>Cuadro de materiales</b>			
<b>Material</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Tipología</b>	<b>Figura</b>
<b>Piso Flotante AC3. Tráfico Residencial // 6388</b>	Dormitorio	1-2-3-4-5	
	Sala	1-2-3-4-5	
	Estudio	1-2-3-4-5	
	Comedor	1	
<b>Porcelanato Beige Pulido Rectificado 60x60cm</b>	Cocina	1-2-3-4-5	
	Comedor	1-2-3-4-5	

	Zona de servicio	1-2-3-4-5	
<b>Porcelanato Traffic Gris Ec 60x120</b>	Pasillos/terraza	////	
<b>Adoquín Barza Interlock 8 cm</b>	Caminera del área infantil	////	
<b>Césped</b>	Áreas verdes	////	
<b>Hormigón impreso</b>	Camineras exteriores	////	
<b>Malla electrosoldada ARMEX 4.15 (R-84) IDEAL-AR84</b>	Recubrimiento. Protección exterior	////	
<b>Placa de Fibrocemento ST 1220x2440x10mm</b>	Cielo raso	1-2-3-4-5	
<b>Vidrio claro</b>	Pérgola	////	
<b>Hormigón pulido</b>	Parqueadero	////	

<b>Empastado con acabado de pintura Beige</b>	Paredes interiores	1-2-3-4-5	
<b>Madera Teca</b>	Maseteros exteriores	////	
<b>Lámina de acero estructural galvanizado (Novalosa)</b>	Recubrimiento exterior	////	
<b>PIEDRA LISTON 15 x 60 PARAISO 3 x ML</b>	Bancos exteriores de terraza	////	
<b>Pino</b>	Puertas interiores/puertas exteriores	1-2-3-4-5	
<b>Aluminio</b>	Puertas exteriores	1-2-3-4-5	

**Fuente:** Elaboración propia.

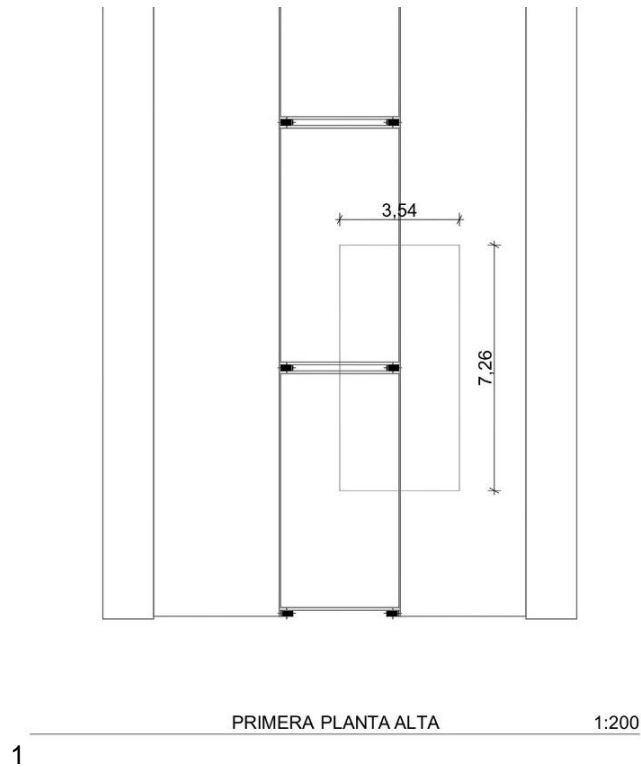
#### **4.13 Desarrollo técnico y constructivo del módulo arquitectónico**

##### **4.13.1 Predimensionamiento isostático estructural**

El dimensionado de vigas y columnas es crucial para garantizar la estabilidad y seguridad de una edificación. En este proyecto, se utilizan hormigón armado en la planta baja y madera laminada encolada (GLT) en los pisos superiores, optimizando así el peso y la eficiencia estructural. Los

cálculos realizados consideran las cargas tributarias, asegurando el cumplimiento de las normativas vigentes.

El predimensionamiento isostático de columnas de madera (Glt) G4 inicia con la planificación del área tributaria, cuya superficie es de 25.7 m<sup>2</sup> (ver figura 157), estableciendo este valor como punto de partida para el diseño estructural, permitiendo determinar las cargas que se transferirán hacia las columnas y optimizar su dimensión y disposición.



**Figura 158:** Plano de área tributaria de columna G4.

**Fuente:** Elaboración propia.

**Carga viva:** 11565 kg/m<sup>3</sup>

Peso de losa de CLT + contrachapado de hormigón: 5655 kg/m<sup>3</sup>

**Calculo:**

$$\text{Área} = \frac{P.\text{serv}}{n \times fc}$$

$$\text{Área} = \frac{17220}{0.5 \times 100.4}$$

$$\text{Área} = 343.02 \text{ cm}^2$$

$$\text{Lado} = \sqrt{343.02}$$

**Lado = 18.52 cm**

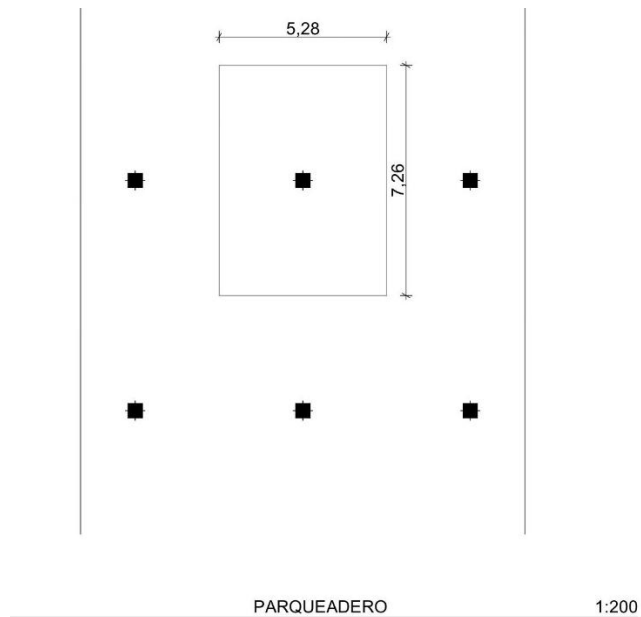
Adaptándonos al espacio y a las funciones que necesitamos, las columnas de GLT quedaron de 18 x 36cm ya que el cálculo del predimensionamiento isostático inicial dio un valor muy bajo por ende se tomó como base el proyecto 85 viviendas. Además, se calculó en el programa Ábaco y se comprobó que las medidas si cumplen con la condición (ver figura 159).



**Figura 159:** Comprobación de cálculo mediante programa Ábaco.

**Fuente:** Elaboración propia.

El predimensionamiento isostático de columnas de hormigón armado para el piso de parqueadero se realizó mediante el análisis estructural, estableciendo la columna G3 como referencia (ver figura 160), la cual permitió evaluar los cálculos con un área tributaria de 38.33 m<sup>2</sup>, determinando así las dimensiones necesarias para soportar las cargas correspondientes.



**Figura 160:** Plano de área tributaria de columna G3.

**Fuente:** Elaboración propia.

**Carga viva:** 17249 kg/m<sup>3</sup>

**Peso de plantas altas:** 60000 kg/m<sup>3</sup>

**Peso de losa de hormigón:** 40000 kg/m<sup>3</sup>

**Calculo:**

$$\text{Área} = \frac{P.serv}{n \times fc}$$

$$\text{Área} = \frac{86100+47615}{0.5 \times 210}$$

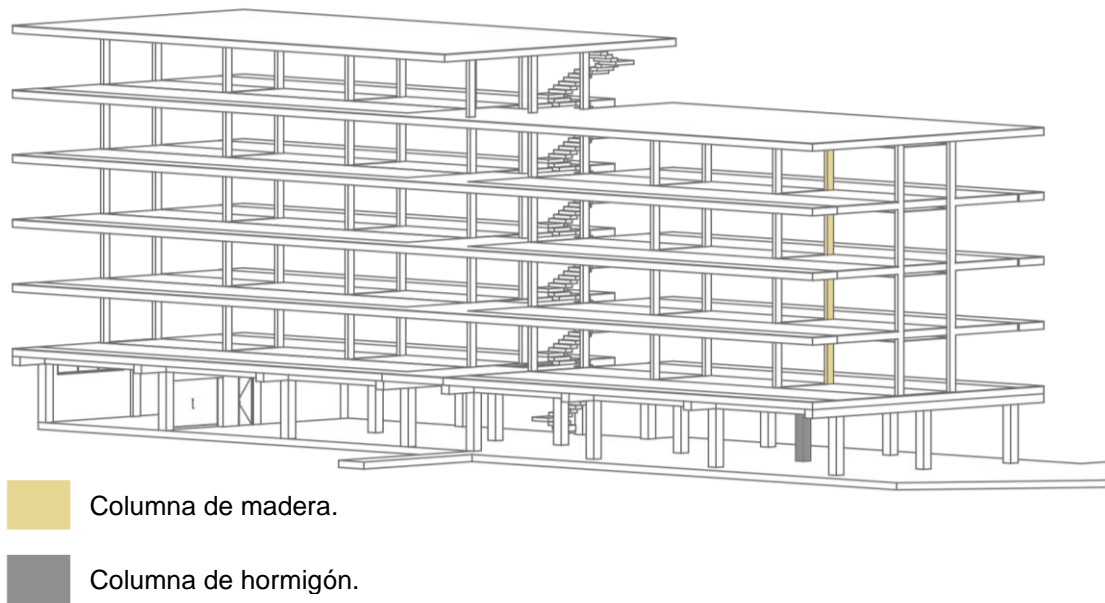
$$\text{Área} = 1273.4 \text{ cm}^2$$

$$\text{Lado} = \sqrt{1273.4}$$

$$\text{Lado} = 35.68 \text{ cm}$$

Adaptando el tamaño de la columna a la medida establecida por la NEC y con el fin de prevenir posibles daños, se dejó una columna de 45 x 45 cm de espesor.

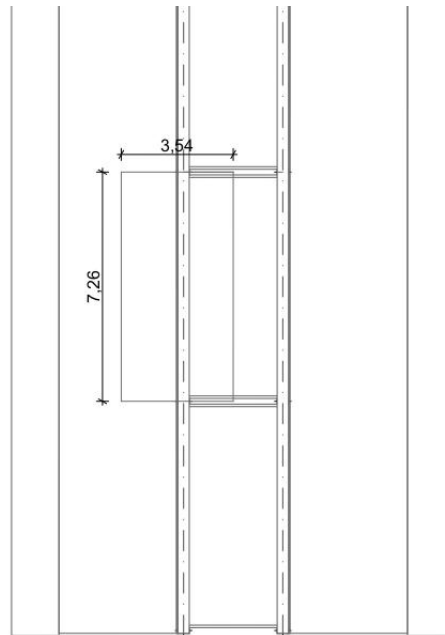
En el proyecto se trabajó con dos tipos de columnas, como se muestra (ver figura 161) columnas de hormigón y de GLT. Estas últimas se utilizaron en la parte superior para reducir el peso de la estructura.



**Figura 161:** Axonometría de columnas estructurales.

**Fuente:** Elaboración propia.

El predimensionamiento isostático de vigas de madera se realizó considerando la luz más desfavorable de 7.26 m, con un área tributaria de 25.7 m<sup>2</sup> (ver figura 162), permitiendo determinar las dimensiones necesarias para garantizar la resistencia y estabilidad estructural frente a las cargas actuantes.



SEGUNDA PLANTA ALTA

1:200

**Figura 162:** Plano de área tributaria de viga de madera.

**Fuente:** Elaboración propia.

$$\text{Calculo} = \frac{L}{19}$$

$$\text{Calculo} = \frac{7.26 \text{ m}}{20}$$

El peralte total es de 40 cm. Para optimizar la rigidez estructural y evitar un peralte excesivo, se divide en dos vigas de 20 cm apiladas lateralmente, lo que permite mejorar el desempeño estructural del cálculo.

$$\text{Base} = \frac{7.26 \text{ m}}{20}$$

**Base** = El cálculo determinó una base de 36 cm, por lo que, al apilar ambas vigas juntas, se mantiene la medida especificada, garantizando la estabilidad estructural y optimizando la rigidez del sistema. Las vigas de madera se unen para mejorar la rigidez

El predimensionamiento isostático de vigas de hormigón se realizó tomando en cuenta la luz más desfavorable de 7.26 m, estableciendo las dimensiones necesarias para asegurar la capacidad estructural y la estabilidad frente a las cargas actuantes.

$$\text{Calculo} = \frac{L}{12}$$

$$\text{Calculo} = \frac{7.26 \text{ m}}{13}$$

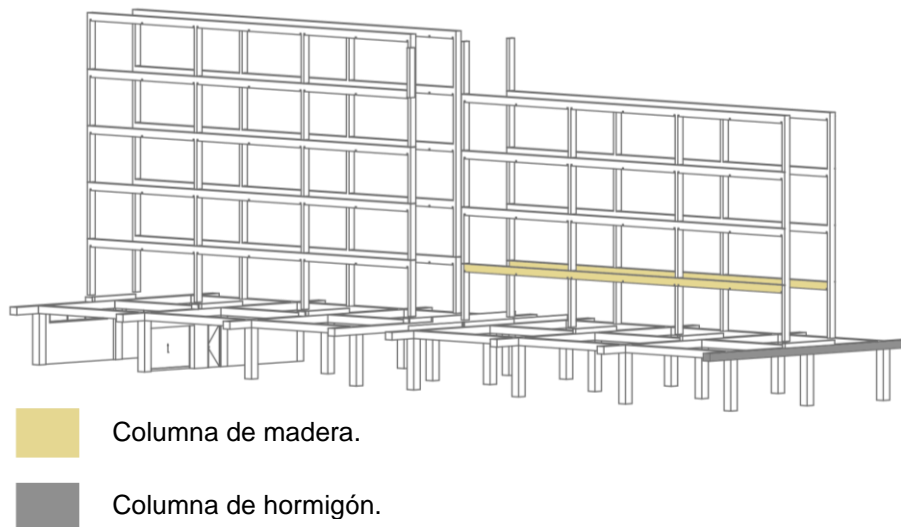
**Peralte** = 55 cm

$$\text{Base} = \frac{7.26 \text{ m}}{20}$$

**Base** = 45 cm

El cálculo determinó que las vigas que soportarán la losa de la planta baja tendrán un peralte de 60 cm y una base de 45 cm, cumpliendo así con los requisitos estructurales.

Para el proyecto, se prevé el uso de dos tipos de vigas, vigas de hormigón en la planta baja y vigas de madera en los niveles superiores, donde se ubican los departamentos (ver figura 163).

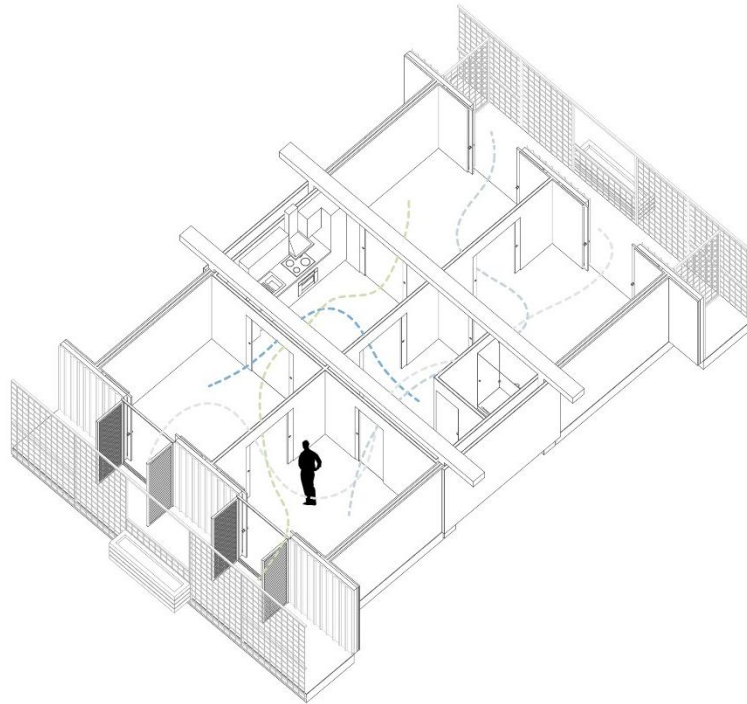


**Figura 163:** Axonometría de columnas estructurales.

**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.13.2 Módulo de vivienda

El diseño del edificio se basa en un enfoque flexible y adaptable, lo que permitió desarrollar un modelo de vivienda por módulos, como se muestra en la axonometría (ver figura 164). Estos módulos pueden ajustarse a diferentes tipos de vivienda, desde unidades pensadas para personas que viven solas hasta espacios más amplios para familias. La versatilidad de estos módulos permite adaptaciones según las necesidades que puedan surgir tanto a nivel individual como colectivo, haciendo que el diseño sea funcional y capaz de evolucionar con el tiempo.



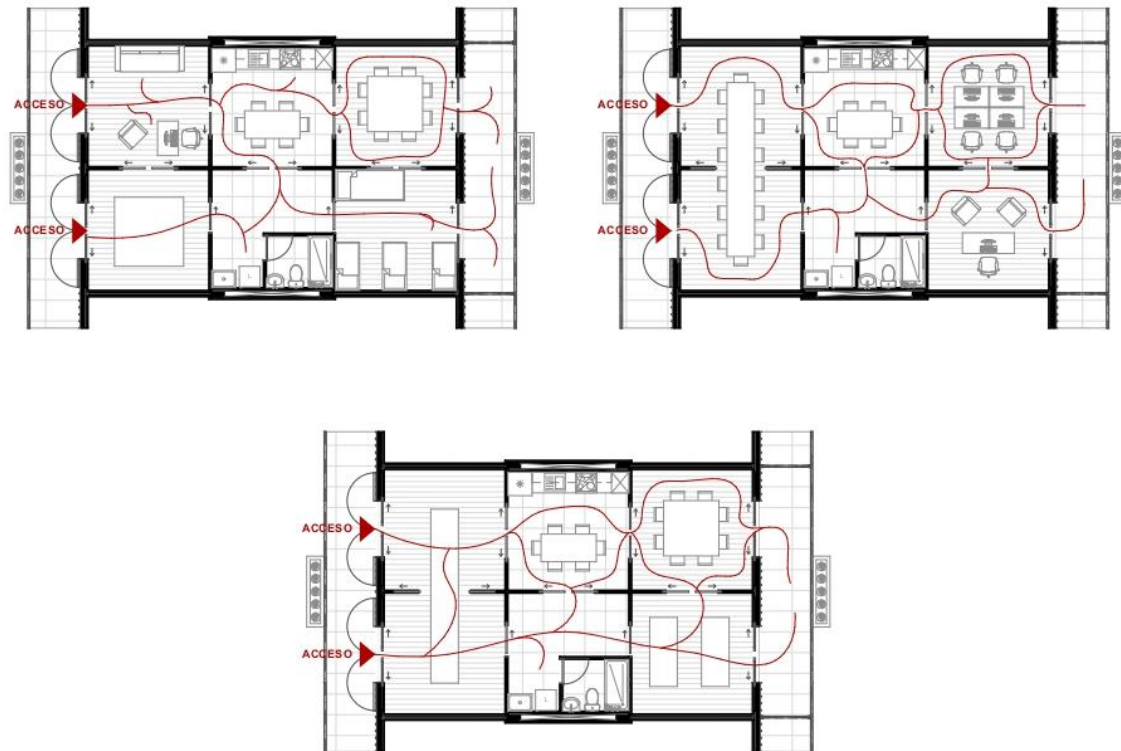
**Figura 164:** Modelo modular flexible y adaptable

**Fuente:** Elaboración propia.

Al observar el módulo, notamos que la circulación conecta de forma directa con los espacios interiores, lo que genera un flujo ordenado y práctico. Las zonas húmedas, como cocinas y baños, han sido organizadas de manera flexible, permitiendo que se adapten a distintas configuraciones de departamento según las necesidades de los usuarios.

Además, esta modulación no solo es útil dentro de cada vivienda, sino también en los espacios comunes. Por ejemplo, en áreas como talleres o salas de reuniones, las puertas internas pueden abrirse por completo, creando ambientes más amplios y favoreciendo una circulación fluida entre espacios vecinos (ver figura 165).

En los esquemas, las líneas rojas marcan los recorridos principales dentro de las zonas sociales, lo que ayuda a visualizar cómo se mueven las personas en el lugar. En varios casos, las puertas se integran con las paredes cuando están cerradas, lo que permite que un mismo espacio tenga varios usos según el momento o la actividad. Esta capacidad de transformación hace que el conjunto habitacional pueda responder a nuevas formas de vida y a diferentes formas de habitar.



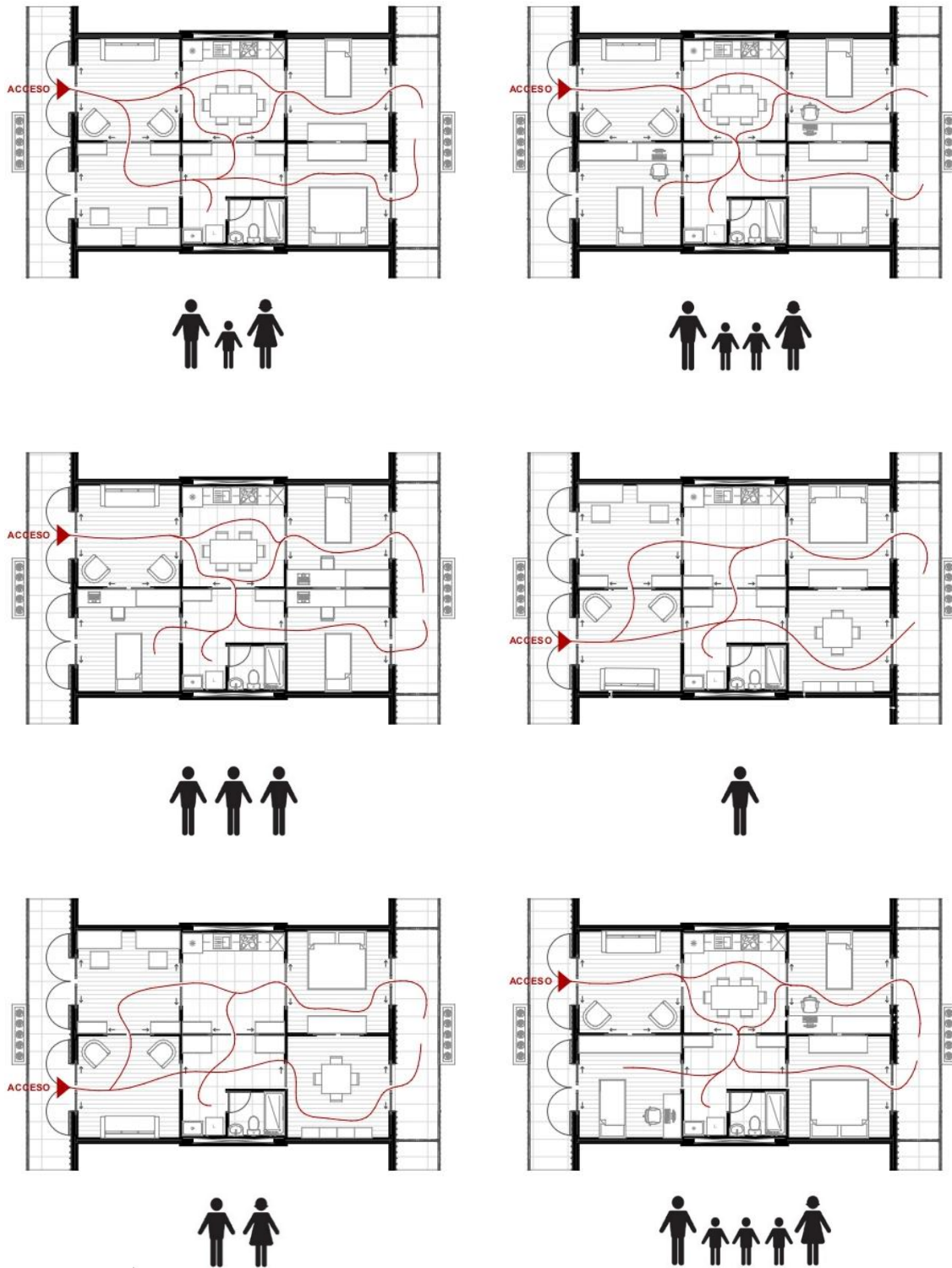
**Figura 165:** Tipología de espacios comunes posibles.

**Fuente:** Elaboración propia.

La modulación de las viviendas y sus diversas tipologías muestran claramente cómo se organizan los espacios en el proyecto. Aquí, la idea de espacio no se limita a lo físico, sino que también se relaciona con cómo las personas lo viven y lo transforman. Una vivienda flexible tiene la ventaja de ajustarse a las distintas etapas o estilos de vida de sus ocupantes. Un espacio que para una persona puede ser una oficina, para otra puede convertirse en zona de descanso o de juegos, según sus necesidades.

Este enfoque adaptable aporta un gran valor al diseño, ya que no solo responde a lo que los usuarios necesitan en el presente, sino que también está pensado para acompañar los cambios a futuro. Así, la vivienda deja de ser una estructura rígida y se convierte en un reflejo de quienes la habitan.

Finalmente, las líneas rojas en los esquemas del interior de los departamentos ayudan a entender la fluidez del recorrido interno. Al igual que en las zonas sociales, algunas puertas pueden cerrarse y quedar ocultas en la pared, permitiendo transformar el espacio según la ocasión. Además, cada tipología de vivienda cuenta con un único acceso, lo que favorece una distribución clara y eficiente dentro del hogar (ver figura 166).

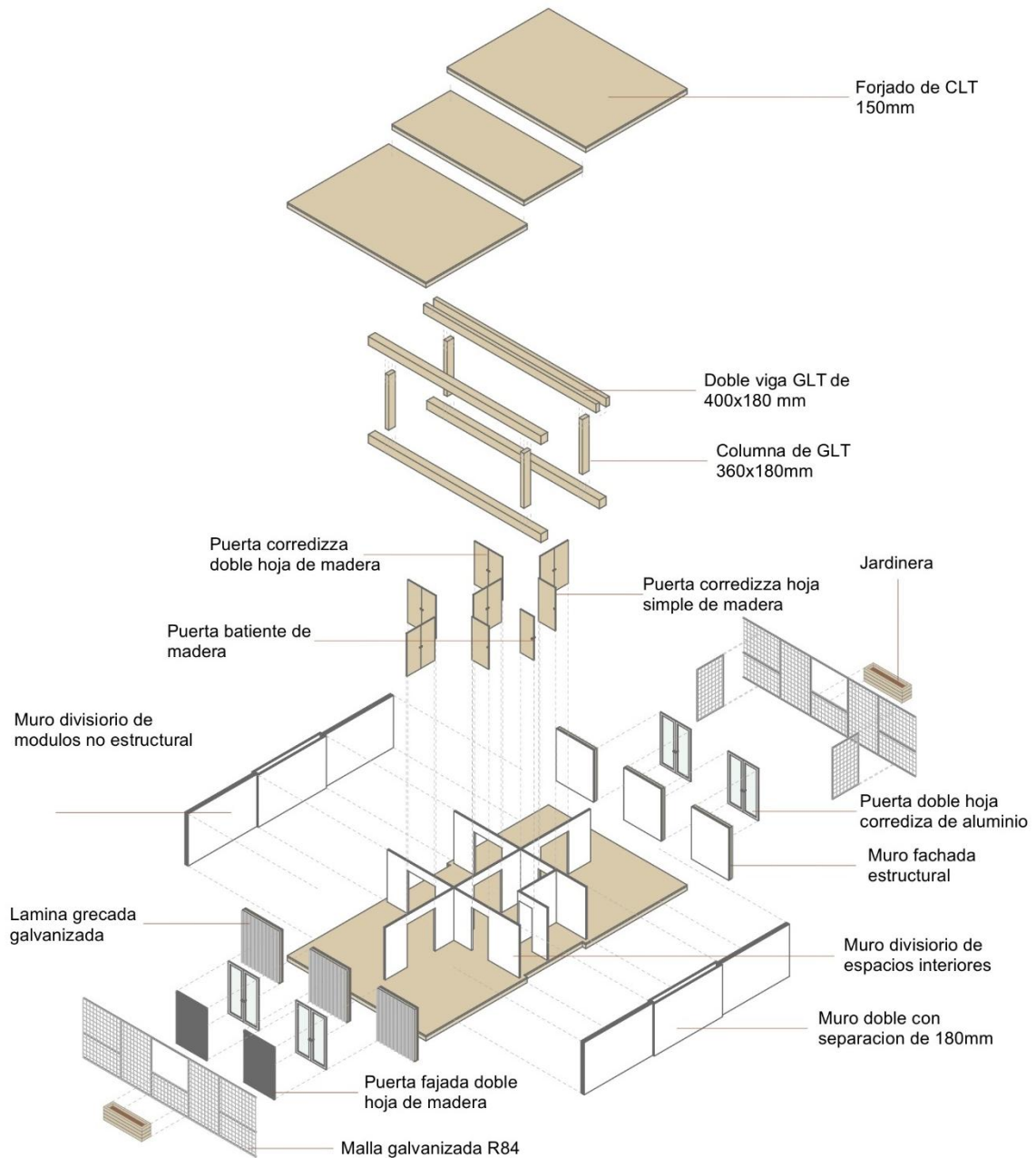


**Figura 166:** Adaptabilidad a diferentes tipologías de vivienda.

**Fuente:** Elaboración propia.

### 4.13.3 Detalles constructivos en su composición, uniones y conexiones del módulo de vivienda

Para comprender la composición de un módulo de vivienda en términos de estructura y componentes, se presenta un esquema despiezado que permite visualizar todos los elementos que lo conforman, tanto internos como externos (ver figura 167).

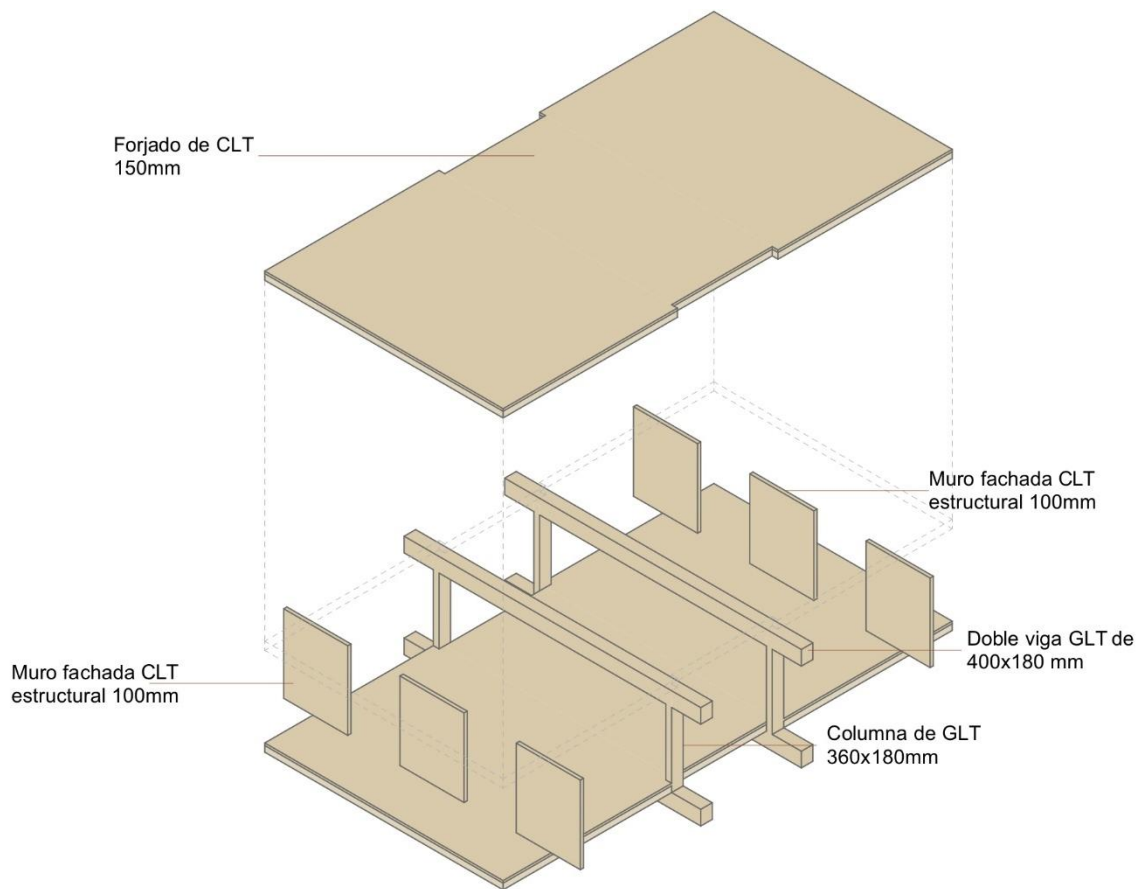


**Figura 167:** Despiece del Módulo de Vivienda.

**Fuente:** Elaboración propia.

A partir del despiece, se desarrolla un segundo esquema que representa únicamente la estructura del módulo de vivienda (ver figura 168). En este, se destacan los elementos portantes,

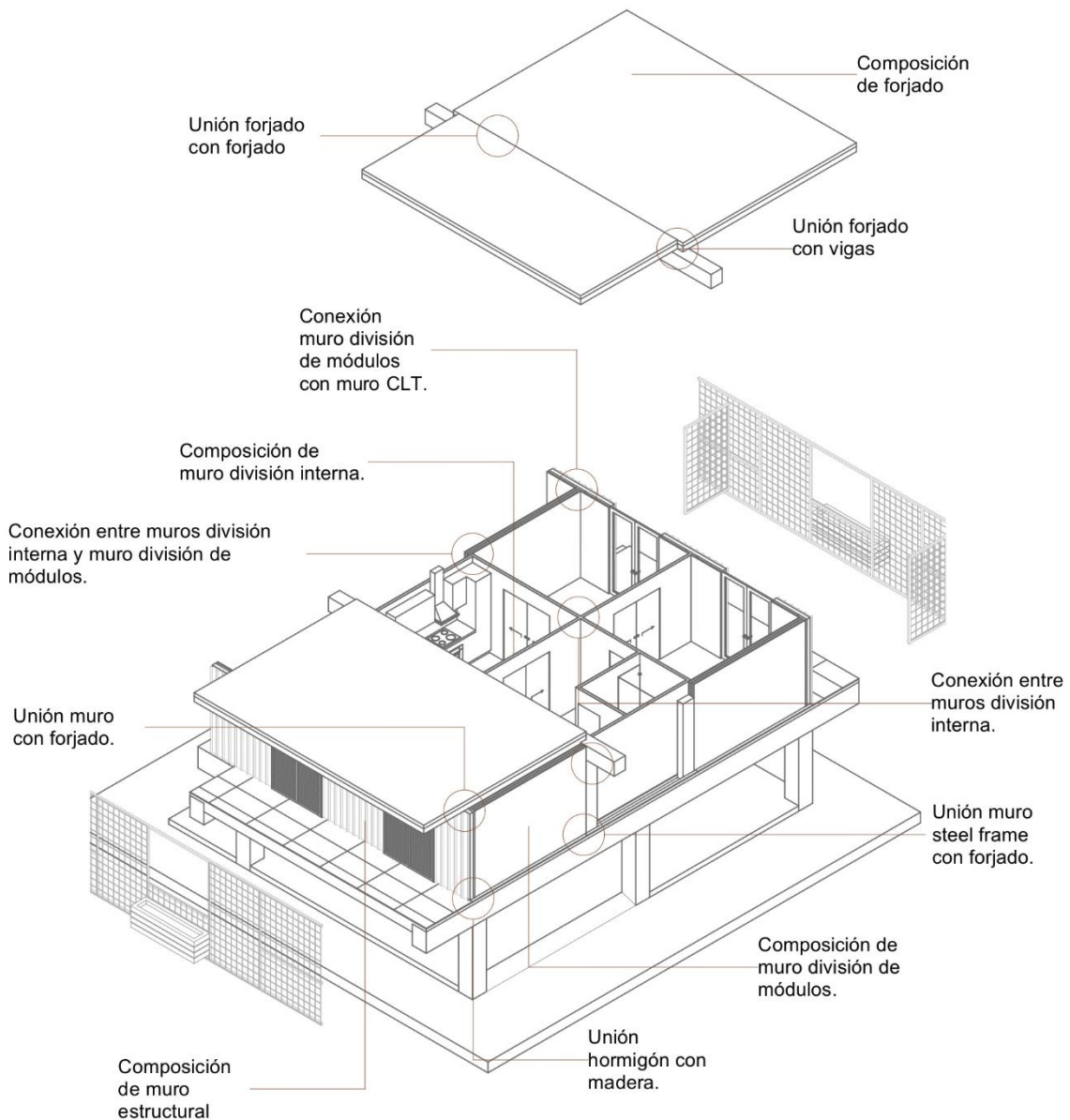
como muros estructurales, vigas y columnas, diferenciándolos de aquellos que cumplen funciones divisorias. Además, se analiza la relación entre los forjados y los muros de carga, permitiendo una mejor comprensión del sistema constructivo.



**Figura 168:** Despiece del Módulo de Vivienda.

**Fuente:** Elaboración propia.

El proyecto utiliza como material principal la madera contralaminada (CLT), lo que tiene un impacto directo en la forma en que se conectan y unen los distintos elementos estructurales. Para comprender mejor cómo funciona este sistema, se ha desarrollado un esquema general donde se señalan los detalles constructivos más importantes (ver figura 169).



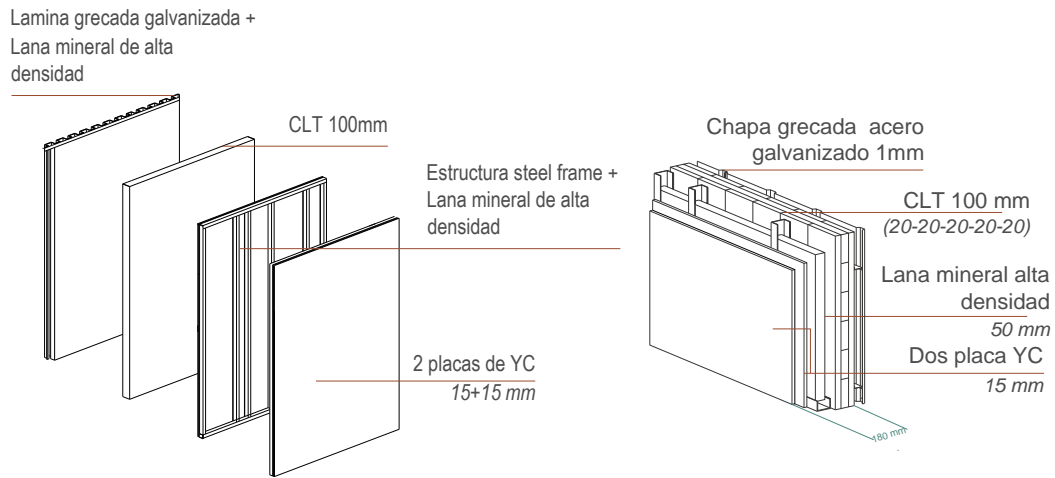
**Figura 169:** Ubicación de detalles constructivos

**Fuente:** Elaboración propia.

Esto permite ver claramente de dónde proviene cada elemento y cuál es su función dentro del módulo. A partir de esto, se presentan los detalles específicos de las uniones y conexiones entre los distintos componentes, tanto estructurales como no estructurales. Esto ayuda a entender cómo se ensamblan las partes del módulo, asegurando su estabilidad y mejorando su rendimiento dentro del conjunto del proyecto.

En cuanto a su composición, un solo módulo está formado por seis muros estructurales de CLT de 100 mm de espesor. En el interior, estos muros se complementan con láminas minerales y placas de yeso, mientras que en el exterior se utiliza una combinación de lámina mineral y lámina

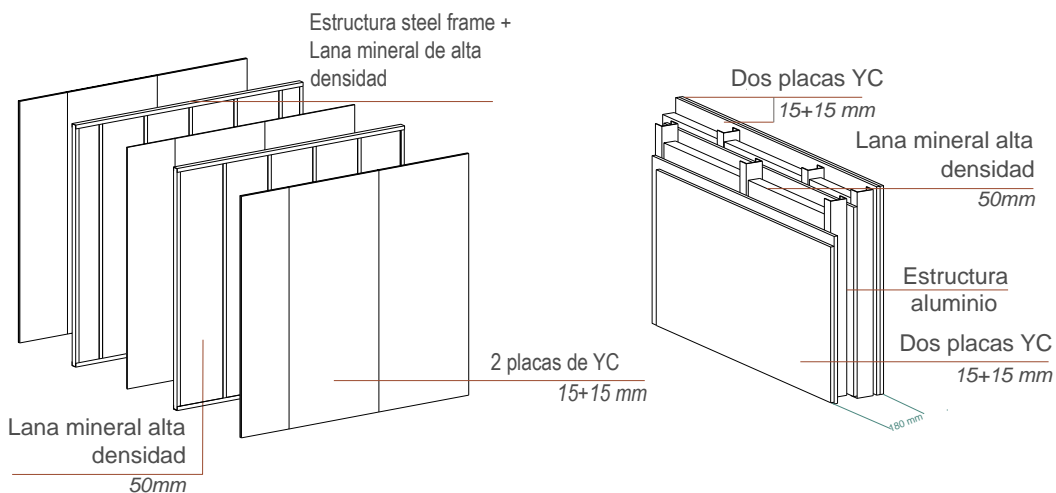
galvanizada grecada. Esta última capa brinda una protección adicional frente a las condiciones climáticas, reforzando la durabilidad del sistema constructivo (ver figura 170).



**Figura 170:** Composición de muro estructural.

**Fuente:** Elaboración propia.

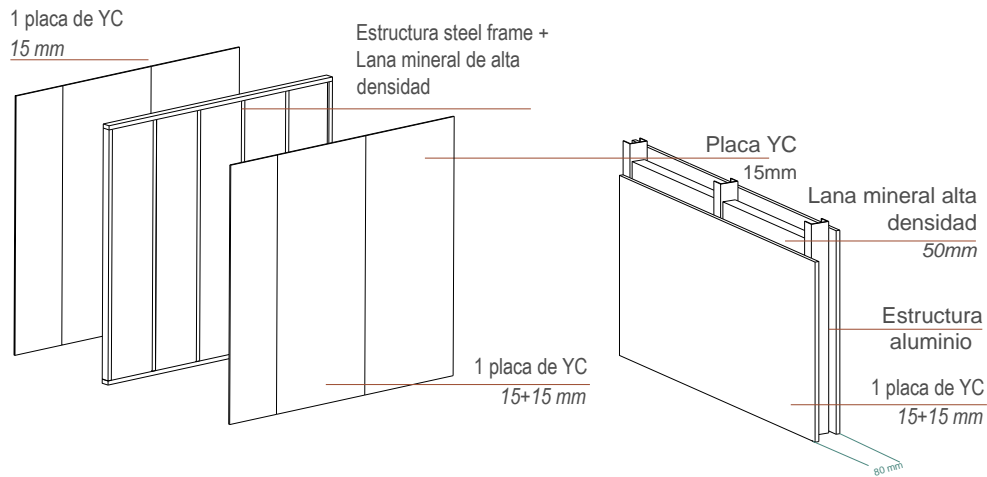
Para los muros divisores entre los módulos de vivienda, los cuales están compuestos por doble muro de Steel Frame. Este sistema garantizará un adecuado rendimiento acústico entre los módulos. La estructura está conformada por Steel Frame, lana mineral y placas de yeso. El módulo cuenta con cuatro de estos muros divisores (ver figura 171).



**Figura 171:** Composición de muro división de módulos.

**Fuente:** Elaboración propia.

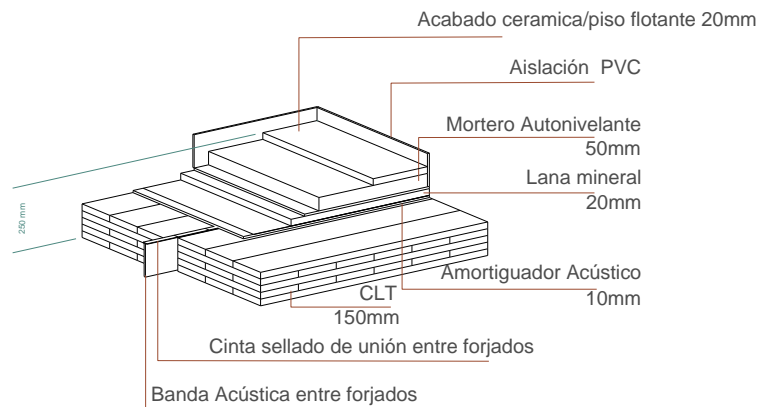
En las separaciones internas entre los espacios del módulo de vivienda, se utiliza un muro de Steel Frame compuesto por una estructura de Steel Frame y placas de yeso. Este sistema permitirá dividir de manera eficiente los distintos espacios interiores del módulo (ver figura 172).



**Figura 172:** Composición de muro divisorio interno.

**Fuente:** Elaboración propia.

Los forjados están compuestos por tres paneles que se intercalan entre los muros estructurales y las vigas, las cuales se apoyan sobre estos. Cada panel está formado por capas de CLT de 150 mm, seguidas por materiales adicionales como lana mineral y mortero autonivelante, que funcionan como amortiguadores acústicos. El acabado final del forjado será elegido entre dos opciones como cerámica o piso flotante, que serán los materiales de terminación para los pisos (ver figura 173).



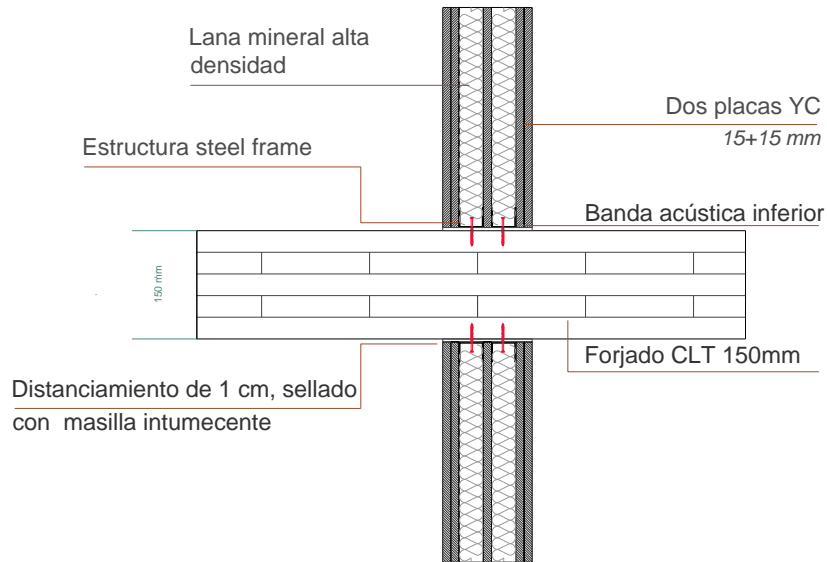
**Figura 173:** Composición de forjado.

**Fuente:** Elaboración propia.

Una vez comprendida la composición general de los principales muros, se procede a revisar de forma más detallada las conexiones y uniones entre los distintos elementos estructurales. En esta parte, se analiza cómo se relacionan entre sí los componentes del sistema constructivo, poniendo atención en aspectos clave como la unión entre muros y forjados, las conexiones entre

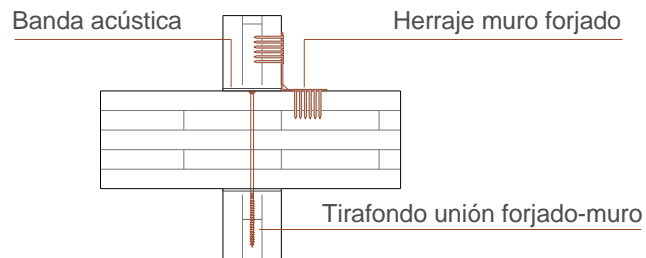
muros, las uniones entre columnas y vigas, así como las conexiones del sistema steel frame con los forjados y entre los mismos forjados.

Estas uniones se muestran en una serie de figuras que ilustran de manera clara cada tipo de conexión (ver figuras 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181 y 182), facilitando la comprensión del sistema estructural completo y su funcionamiento dentro del proyecto.



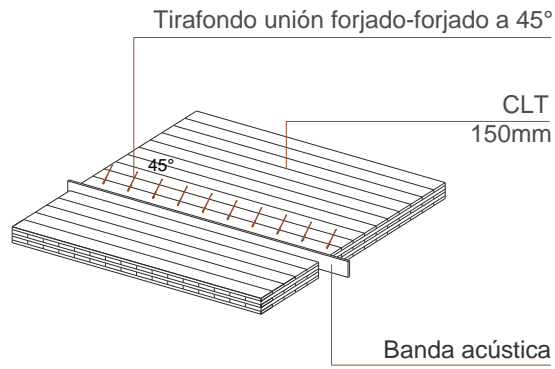
**Figura 174:** Unión muro steel frame con forjado.

**Fuente:** Elaboración propia.



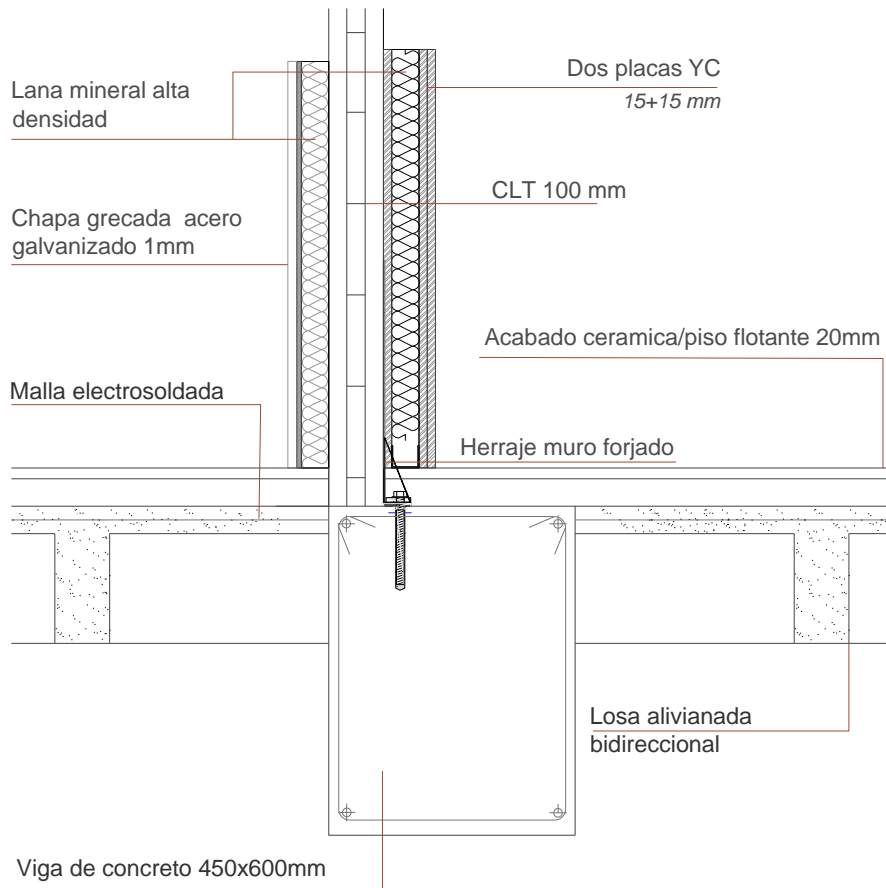
**Figura 175:** Unión muro con forjado.

**Fuente:** Elaboración propia.



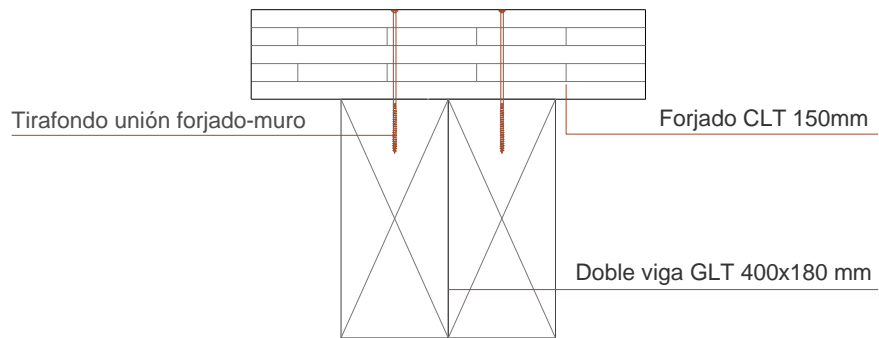
**Figura 176:** Unión forjado con forjado.

**Fuente:** Elaboración propia.



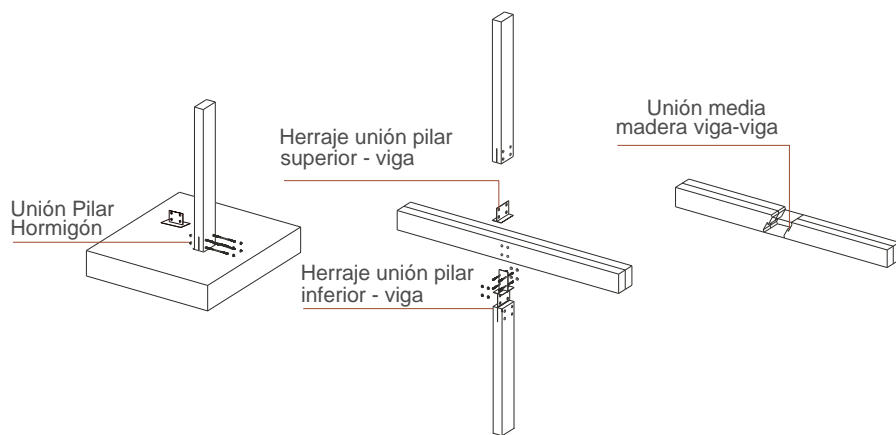
**Figura 177:** Unión hormigón con madera.

**Fuente:** Elaboración propia.



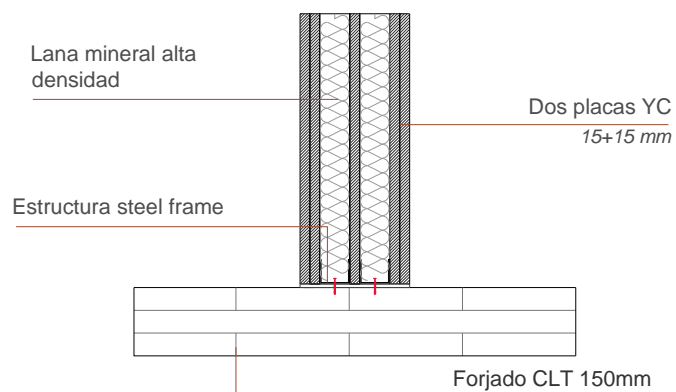
**Figura 178:** Unión muro con muro.

**Fuente:** Elaboración propia.



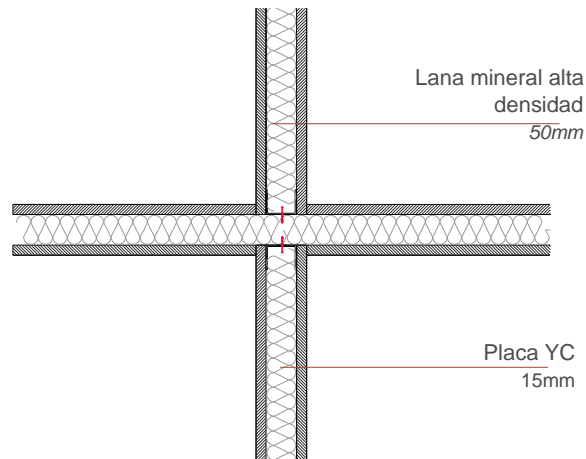
**Figura 179:** Conexión vigas y columnas.

**Fuente:** Elaboración propia.



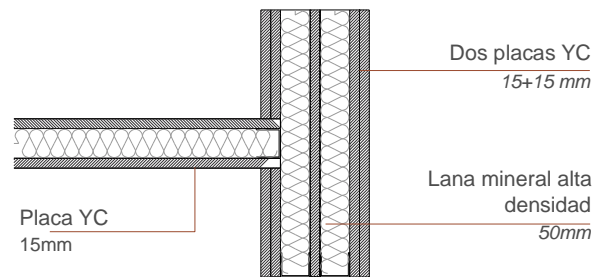
**Figura 180:** Conexión muro división de módulos con muro CLT.

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 181:** Conexión entre muros división interna.

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 182:** Conexión entre muros división interna y muro división de módulos.

**Fuente:** Elaboración propia.

#### 4.13.4 Ventilación e Iluminación

El módulo está diseñado de manera que la ventilación cruzada juega un papel crucial en el confort del departamento. En invierno, aprovechamos el calor del sol al saliente desde el este, lo que permite que el aire caliente circule. Este aire, al llegar al poniente, es bloqueado por los fuertes vientos que son interrumpidos por la vegetación en la fachada oeste, lo que contribuye a mantener el confort térmico en el interior.

En verano, el diseño permite que el aire fresco circule fácilmente, mientras que la capa vegetal en la fachada oeste actúa como un bloqueo del sol directo de la tarde, reduciendo la ganancia térmica y mejorando el confort. Este sistema contribuye a crear un ambiente interior más saludable y eficiente, optimizando tanto la ventilación como el control térmico (ver figura 183).

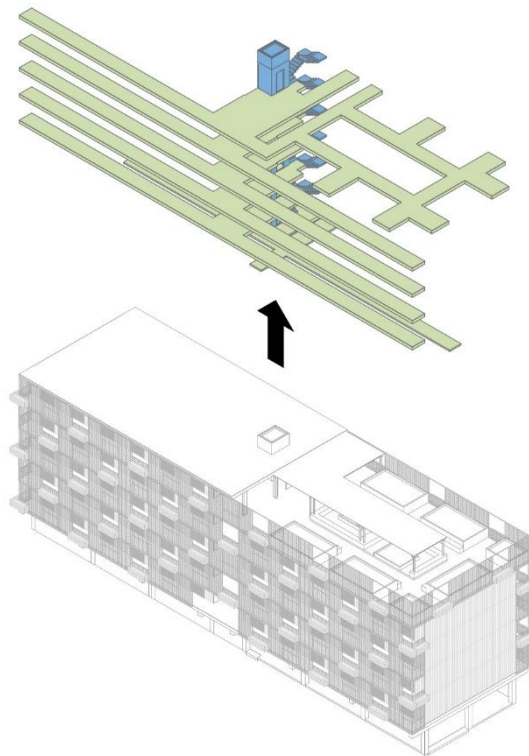


**Figura 183:** Funcionamiento climático.

**Fuente:** Elaboración propia.

#### 4.13.5 Circulación

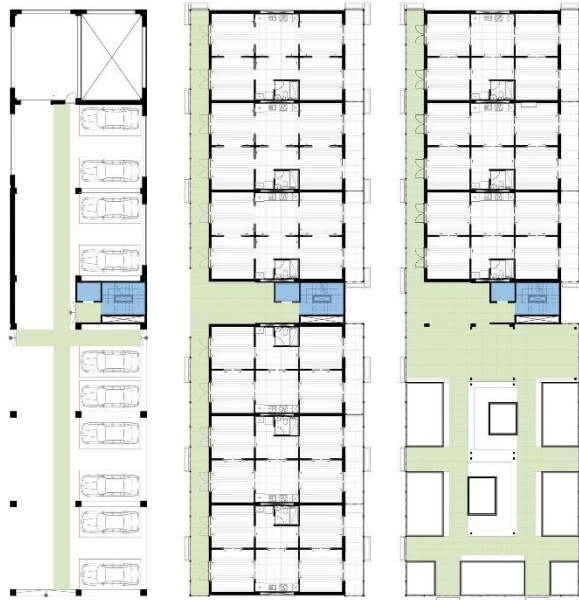
La circulación en el proyecto se organiza a partir de un esquema general que permite visualizar los recorridos horizontales y verticales en relación con los distintos espacios (ver figura 184). Este análisis inicial facilita la comprensión de cómo los usuarios se desplazan dentro del edificio y cómo se articulan los accesos con los espacios comunes y privados.



**Figura 184:** Circulación en la edificación a través del modelo 3D.

**Fuente:** Elaboración propia.

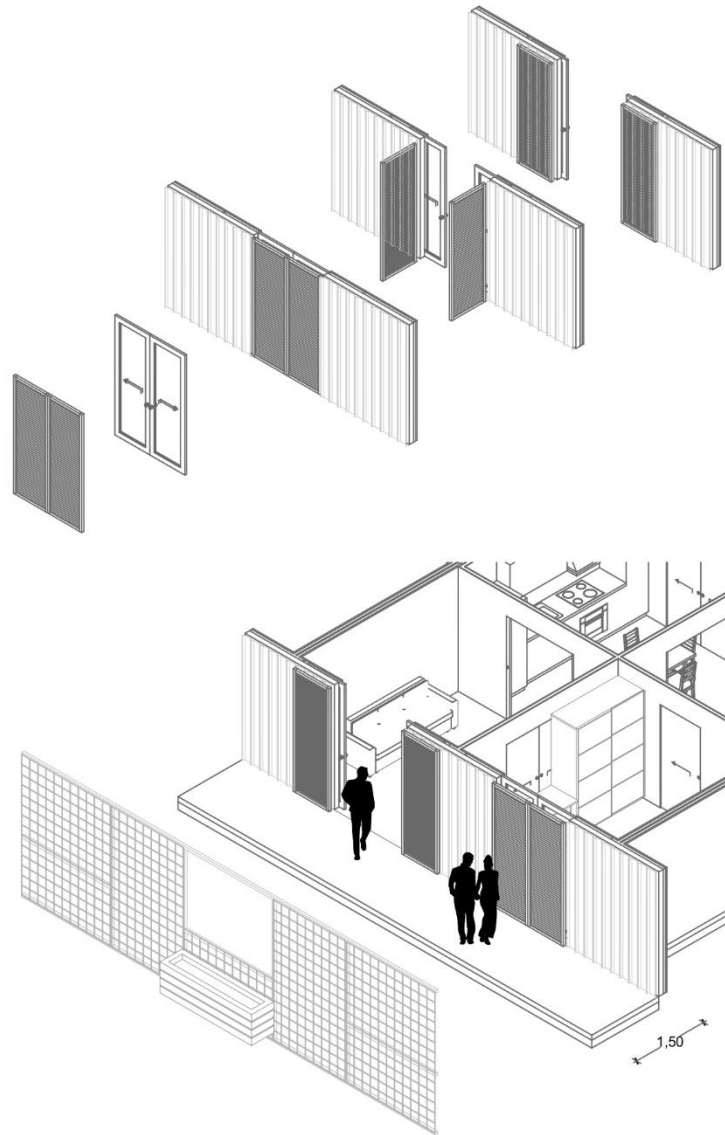
Para detallar esta organización, se desarrolla un esquema en planta que representa la circulación general, diferenciando los trayectos horizontales y los núcleos de circulación vertical (ver figura 185). En la planta baja, se identifican los accesos principales y la conexión con los estacionamientos, mientras que en los niveles superiores se observa la relación entre los módulos de vivienda y los elementos de circulación, como pasillos, ascensores y escaleras.



**Figura 185:** Circulación en planta y conexión de módulos de vivienda.

**Fuente:** Elaboración propia.

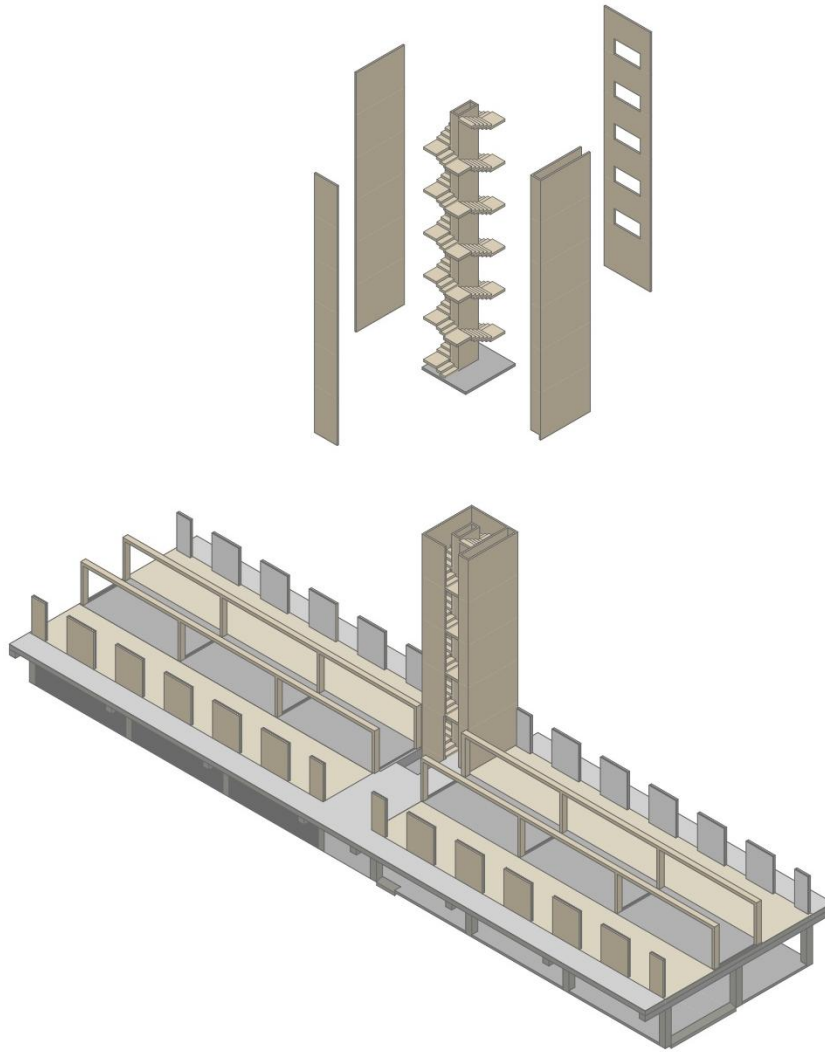
Dentro de estos recorridos, el pasillo de circulación adquiere un papel clave en la distribución del proyecto, ya que define el acceso a los departamentos. Para optimizar privacidad, iluminación y ventilación, se implementa un sistema de doble puerta, donde una corredera permite la entrada de luz y aire sin comprometer la seguridad, y una abatible de 180° garantiza un flujo de movimiento sin interferencias (ver figura 186). Esta solución responde tanto a criterios funcionales como normativos, asegurando accesibilidad y confort en el uso diario.



**Figura 186:** Optimización del pasillo de circulación.

**Fuente:** Elaboración propia.

La escalera del proyecto se establece como un elemento estructural y de circulación fundamental, conectando los distintos niveles del edificio (ver figura 187). Su ubicación central permite que ningún punto del proyecto supere los 25 metros hasta una salida de evacuación, cumpliendo con el Artículo 22 del Anexo N° 11. Además, su diseño como estructura independiente mejora la estabilidad del edificio ante cargas laterales. Con dimensiones que garantizan seguridad y accesibilidad, la escalera se convierte en un elemento esencial para la funcionalidad del conjunto, eliminando la necesidad de escaleras de emergencia adicionales.

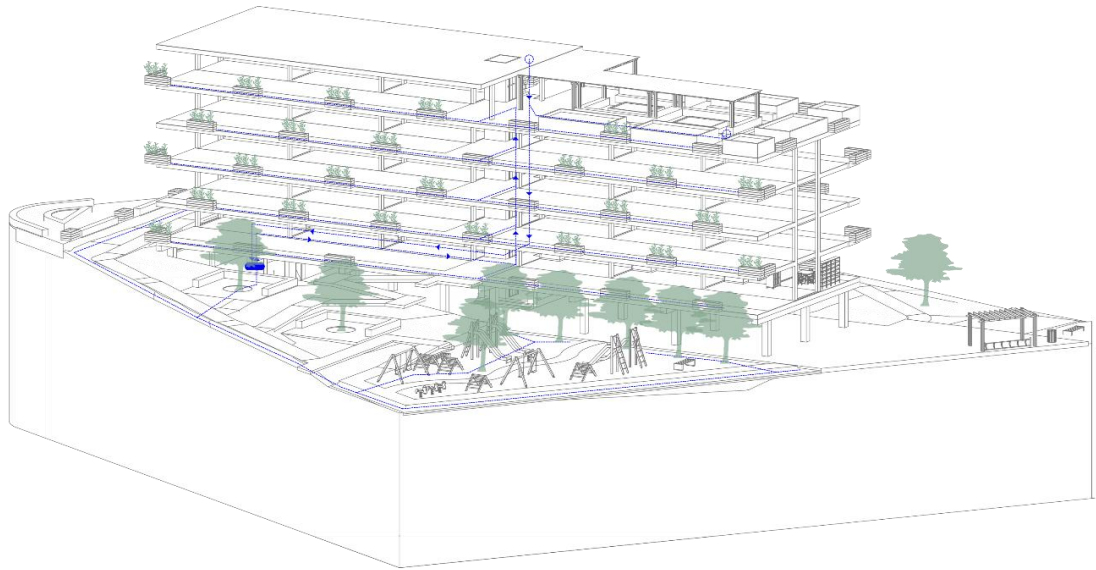


**Figura 187:** Escalera central como elemento estructural y circulación segura.

**Fuente:** Elaboración propia.

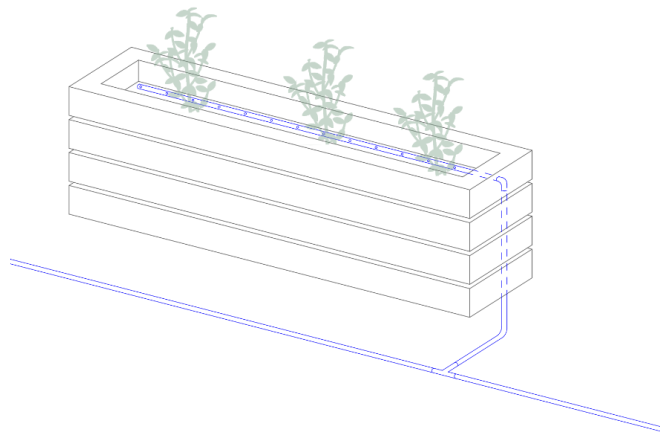
#### **4.13.6 Sistema de recolección de agua y riego por goteo**

Para el riego periódico de las macetas y plantas del proyecto, se plantea la recolección de agua lluvia a través de una cisterna. Esta permitirá bombear el agua a todas las plantas (ver figura 188), garantizando el riego necesario para su supervivencia y asegurando una distribución adecuada en cada maceta (ver figura 189).



**Figura 188:** Axonometría de recolección de agua para riego.

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 189:** Axonometría de riego de agua por maceta.

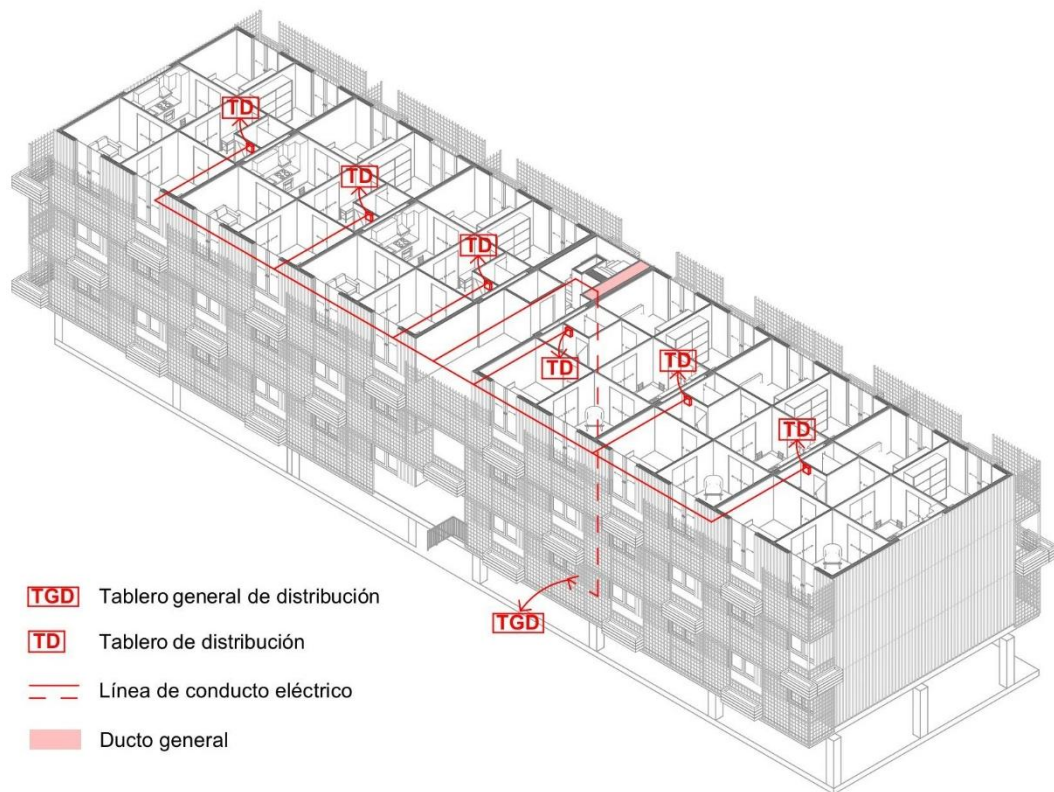
**Fuente:** Elaboración propia.

#### 4.14 Esquemmatización de ductos

##### 4.14.1 Esquema eléctrico

El sistema eléctrico del edificio se distribuye desde el cuarto de máquinas, donde los ductos principales conducen la energía a través de canales hasta el ducto general (ver figura 190). En la zona de parqueaderos, se ha dejado un espacio de 20 cm destinado a los canales eléctricos, permitiendo el correcto tendido de las instalaciones hasta el ducto central. Desde allí, la conexión se extiende a los departamentos mediante canales sobrepuestos en los pasillos. Dentro de cada unidad habitacional, la distribución se realiza a través de canales ubicados en las esquinas

superiores laterales, permitiendo un recorrido eficiente hasta la zona de servicio de cada departamento, desde donde se redistribuye la energía a los distintos espacios.



**Figura 190:** Axonometría de esquema eléctrico.

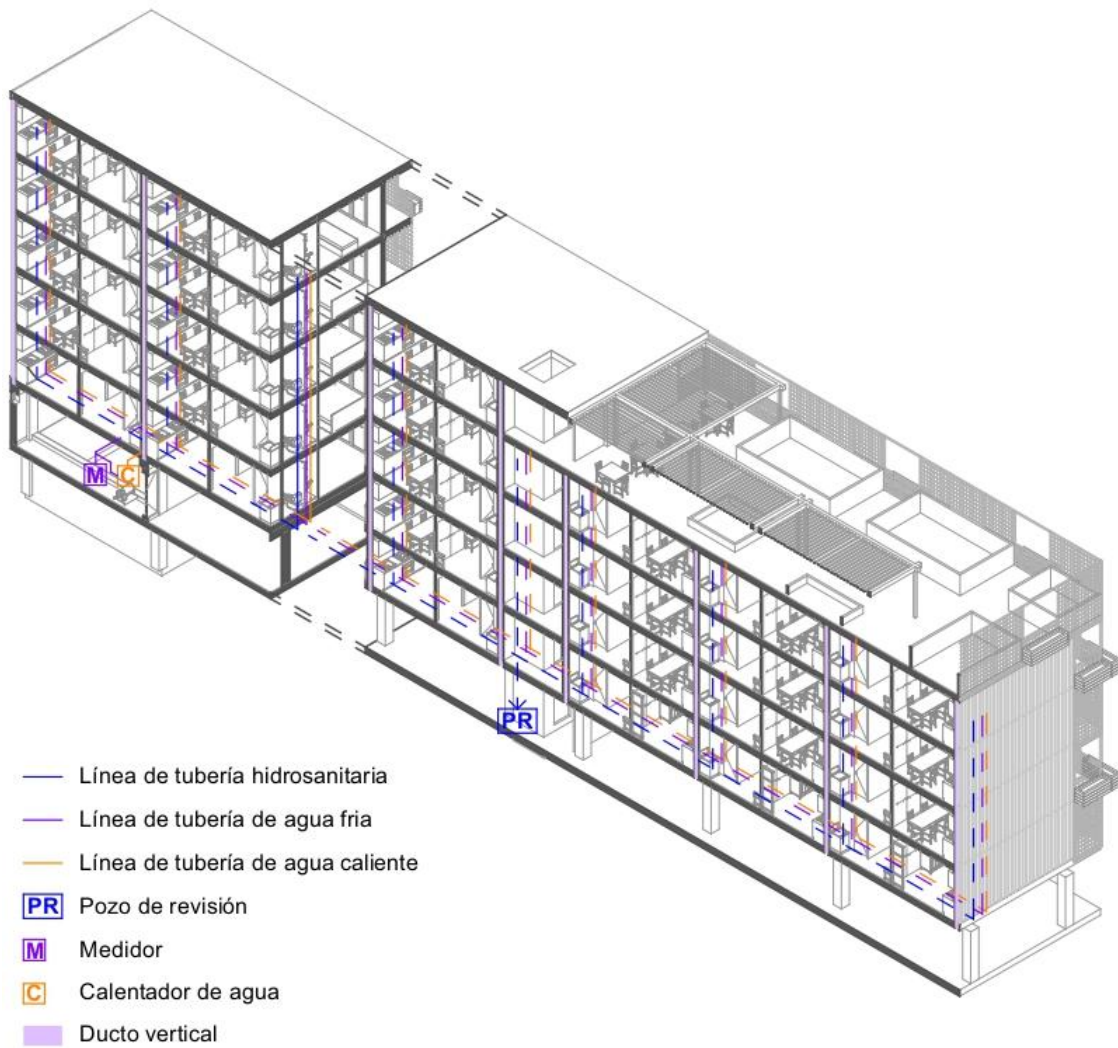
**Fuente:** Elaboración propia.

#### 4.14.2 Esquema hidrosanitario

El sistema hidrosanitario del edificio está compuesto por ductos sanitarios y tuberías de agua fría y caliente, los cuales se extienden desde los departamentos hasta el cuarto de máquinas, ubicado en la planta baja del parqueadero (ver figura 191). Desde este punto, las tuberías de agua caliente regresan al cuarto de máquinas para su distribución y recirculación.

El edificio cuenta con ocho ductos verticales estratégicamente situados en la zona húmeda central, optimizando el uso del espacio al concentrar en una misma estructura las canalizaciones tanto del sistema sanitario como del suministro de agua.

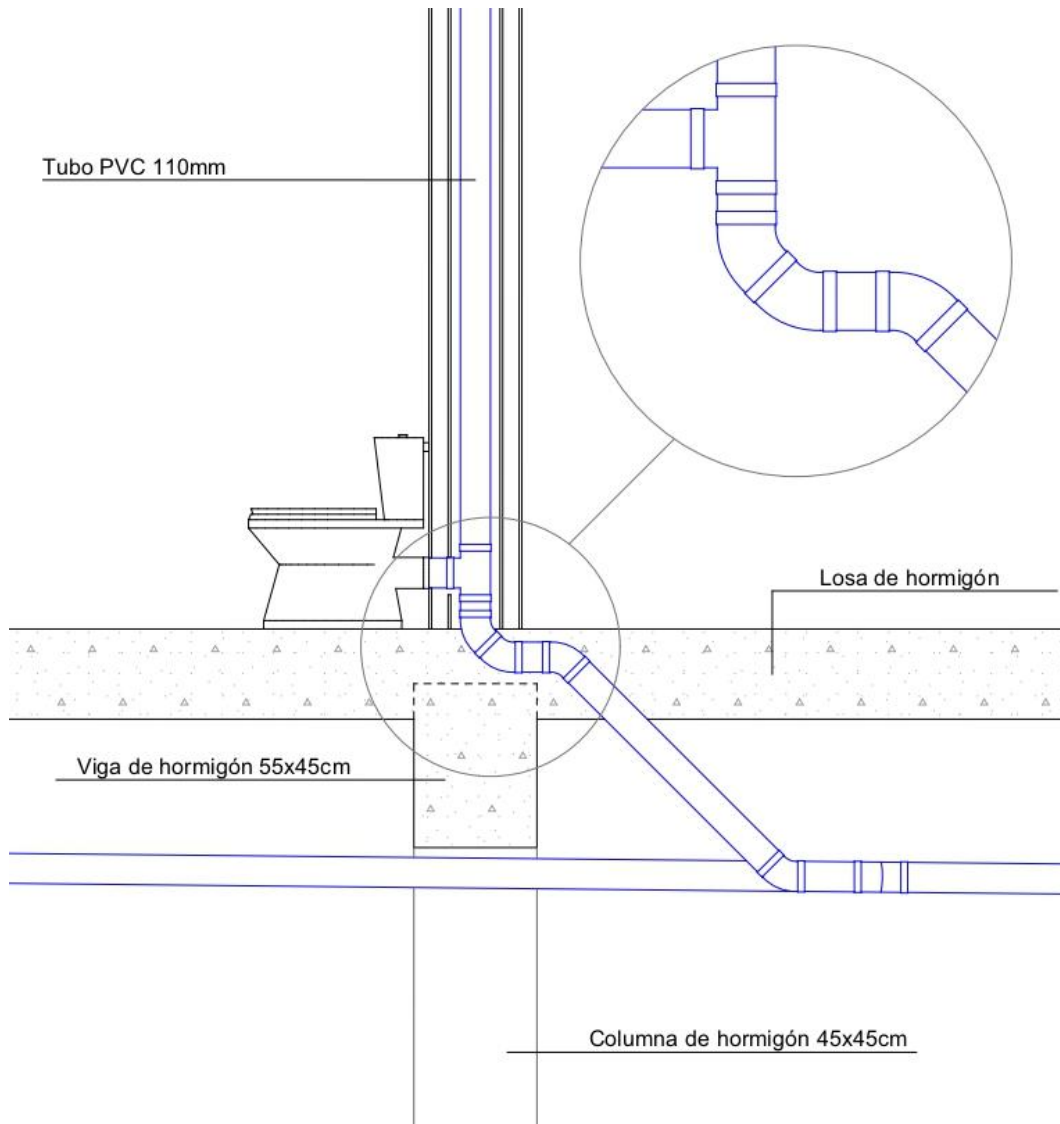
Además, la tubería hidrosanitaria de 110 mm conduce las aguas residuales hacia un pozo de revisión ubicado en la parte central del edificio. Desde allí, el sistema continúa su recorrido hasta conectarse con la red de alcantarillado.



**Figura 191:** Axonometría de esquema hidrosanitario.

**Fuente:** Elaboración propia.

En la planta baja, la parte superior dispone de un espacio de 20 cm entre la viga y el parqueadero, destinado a estos ductos, permitiendo una conexión eficiente desde el cuarto de máquinas hasta cada ducto vertical que abastece a los departamentos (ver figura 192).

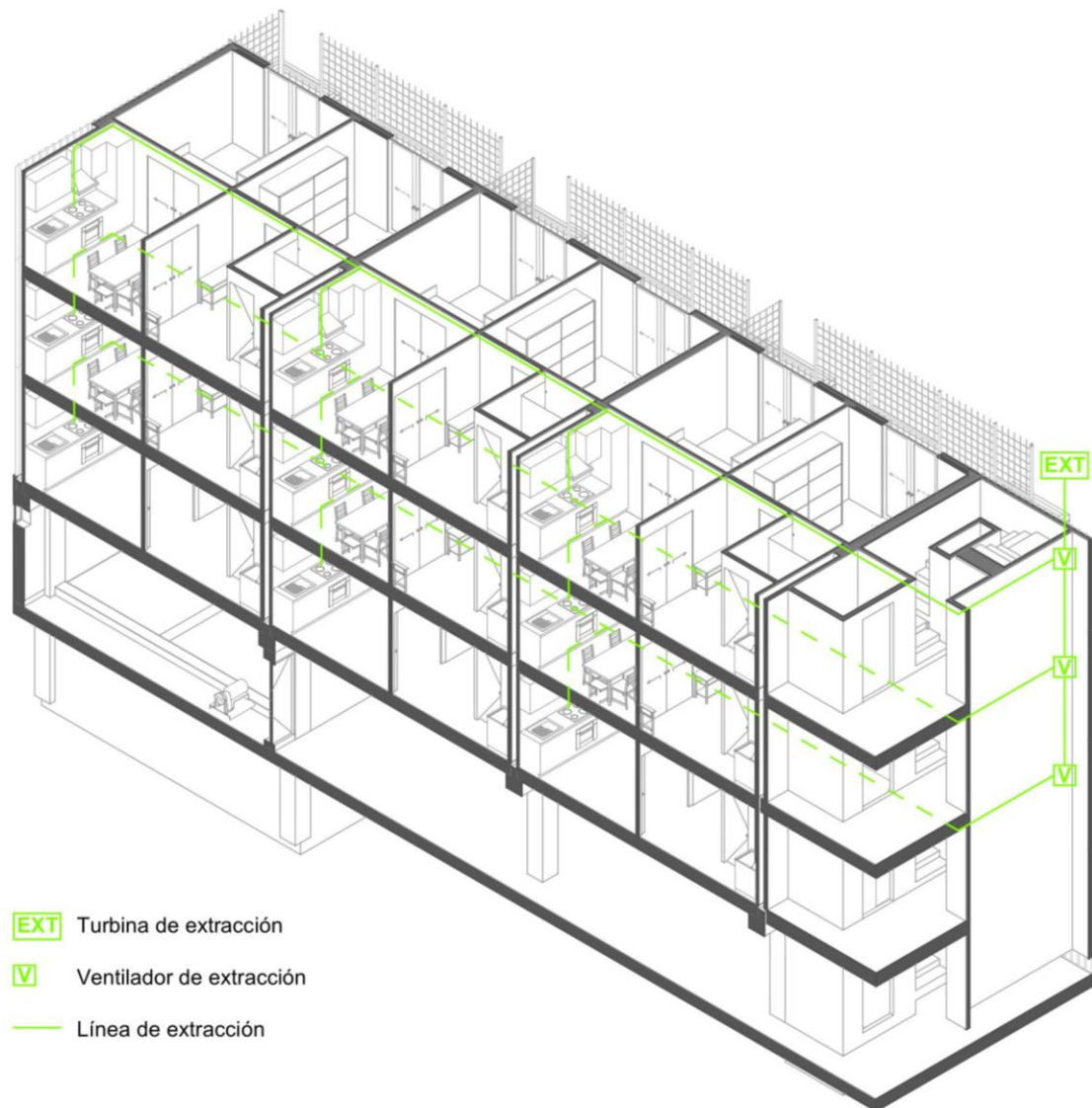


**Figura 192:** Detalle de conexión de tubería hidrosanitaria de 110 mm.

**Fuente:** Elaboración propia.

#### 4.14.3 Esquema de extracción de humo y olores

El sistema de extracción de humo y olores funcionará a través de un ducto ubicado en la parte superior de cada departamento, el cual conducirá los gases hasta un ducto general (ver figura 193). Desde allí, un ventilador de extracción impulsará el aire hacia la parte superior del edificio, donde una turbina de extracción se encargará de expulsarlo al exterior de manera eficiente.



**Figura 193:** Axonometría de esquema de extracción de humo y olores.

**Fuente:** Elaboración propia.

#### 4.15 Presupuesto referencial

El presente presupuesto referencial tiene como finalidad estimar los costos asociados a la construcción del proyecto utilizando CLT (Cross Laminated Timber), considerando materiales, mano de obra, equipos y costos indirectos. Este análisis financiero es fundamental para evaluar la viabilidad económica del proyecto y establecer una base sólida para futuras gestiones de inversión y financiamiento.

Dado que el CLT no se produce en Cuenca, Ecuador, su importación representa un factor determinante en el incremento de los costos, debido a gastos asociados como transporte, impuestos de importación y logística. Además, la especialización en la mano de obra y los métodos constructivos específicos para este material influyen directamente en el valor total del proyecto.

#### 4.15.1 Metodología de calculo

Para determinar el costo total del edificio y el valor por metro cuadrado de construcción, se elaboró un presupuesto donde resume los costos estimados para cada componente constructivo. Se analizó los costos de cada rubro por metro cuadrado, lo que permitió obtener una visión clara y estructurada del impacto financiero del proyecto (ver tabla 11).

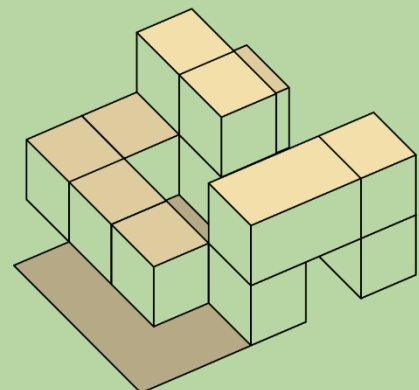
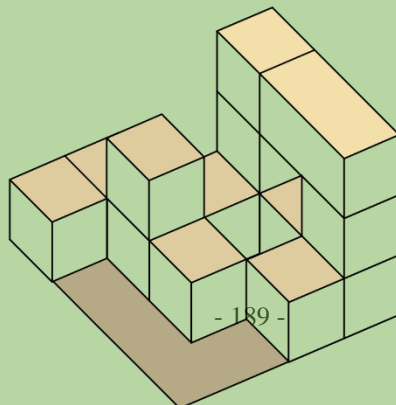
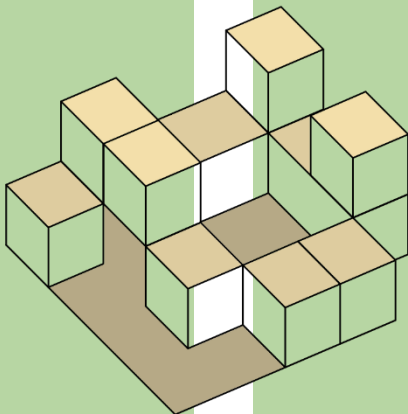
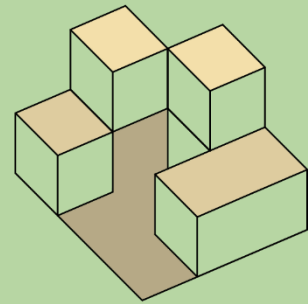
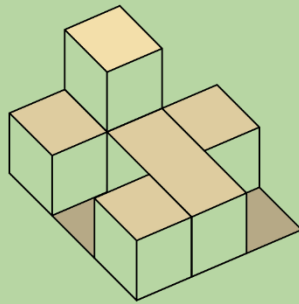
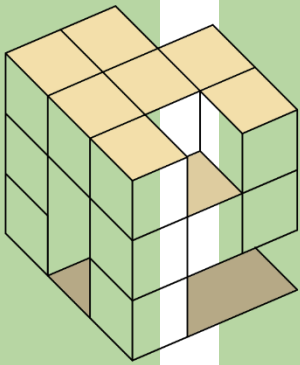
**Tabla 11:** Presupuesto referencial

<b>Valor total del presupuesto</b>		
<b>Numero</b>	<b>Descripciones</b>	<b>Total</b>
1	Obras previas	7376,82
2	Movimientos de tierras	29180,28
3	Hormigones	686461,25
4	Encofrados	7260,72
5	Cimentaciones	681690,24
6	Aceros de refuerzo	139763,12
7	Mampostería CLT	1215009,12
8	Estructura de entrepiso GLT	973490,80
9	Estructura de cubierta GLT	200000,00
10	Cubiertas Mixta	167569,20
11	Cielo raso	73620,94
12	Enlucidos	5510,76
13	Pisos y contrapisos mixtos	186178,51
14	Ventanería	9562,50
15	Puertas	32616,14
16	Cerrajería	9828,00
17	Canalizaciones y desagües	86456,56
18	Agua potable	17462,18
19	Piezas sanitarias	24536,03
20	Instalaciones eléctricas	58048,16
21	Pinturas	60105,56
22	Carpintería	800000,00
23	Acabados fachada	366537,92
24	Otros	371250,00
<b>Costo estimado total</b>		<b>6209514,80</b>
<b>Total, m2 del edificio</b>		<b>3837,345</b>
<b>Total, m2 del edificio</b>		<b>1618,18</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

El costo total del proyecto asciende a \$5,476,276.78, con un valor de \$1,664.52 por metro cuadrado, considerando todos los rubros esenciales para su ejecución. El uso de CLT, su importación y la adaptación de las técnicas constructivas a este material han influido en el costo final, reflejando una inversión significativa en tecnología sostenible y en procesos innovadores que garantizarán eficiencia estructural, sustentabilidad y confort habitacional.

CAPÍTULO V  
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



# CAPÍTULO V

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

A partir del desarrollo del presente anteproyecto arquitectónico de vivienda social en altura con módulos de madera contralaminada (CLT), se concluye que esta tecnología representa una alternativa viable para la construcción de vivienda social en altura debido a sus propiedades estructurales, sostenibles y térmicas. Su capacidad de prefabricación, como se evidenció en el edificio Bloc 6x6 en Girona y el edificio de 85 viviendas sociales en Cornellà, permite optimizar los tiempos de construcción, reducir costos y garantizar una mayor eficiencia en el proceso edificatorio. La modularidad, fundamental para la prefabricación del CLT, ha demostrado ser una ventaja significativa en estos proyectos, aportando flexibilidad, eficiencia en la gestión de recursos y una construcción más rápida y sostenible. Además, el uso de madera como material renovable reduce significativamente la huella de carbono en comparación con materiales tradicionales como el hormigón o el acero.

El análisis de las condiciones habitacionales y la escasez de vivienda social en Cuenca evidencia que la densificación poblacional está aumentando, contribuyendo a un crecimiento urbano descontrolado. Actualmente, la ciudad se expande principalmente de manera horizontal cuando debería hacerlo en altura, optimizando el uso del suelo y generando mayores beneficios espaciales. Asimismo, la diversidad en la composición familiar y en las necesidades habitacionales requiere modelos arquitectónicos adaptables. Por ello, la propuesta de un diseño modular flexible surge como una respuesta efectiva, permitiendo configuraciones interiores adaptables que respondan a los cambios en las dinámicas familiares.

Junto con ello el análisis de usuario y de sitio permitió identificar principales necesidades habitacionales, sociales y comunitarias que, aunque valoran el diseño de sus viviendas actuales, señalan algunas limitaciones en su distribución interna de espacios, funcionalidad y sobre todo la calidad de la misma, se destacó el interés en espacios verdes, recreativos y talleres productivos donde fomenten el bienestar individual y colectivo. De la mano con el análisis de sitio mostró un entorno urbano y natural en área de crecimiento habitacional, que ofrece oportunidades de diseño, aprovechando cada uno de sus factores como su implantación y la conectividad del sector. Estas condiciones favorecen la implementación de un proyecto de vivienda multifamiliar que respete el contexto urbano y mejore la calidad del espacio.

En cuanto al modelo de tenencia, los casos analizados han demostrado enfoques contrastantes. El edificio de 85 viviendas sociales en Cornellà implementa un sistema de alquiler social que garantiza la disponibilidad continua de viviendas asequibles, mientras que el Bloc 6x6 opera bajo un esquema de propiedad privada. La experiencia en Cornellà resalta la eficiencia en la

redistribución de recursos habitacionales, asegurando que las viviendas permanezcan accesibles para familias en situación de vulnerabilidad.

Además, la incorporación de estrategias pasivas de ventilación e iluminación natural en el proyecto favorece el ahorro energético y el confort térmico, optimizando el desempeño ambiental de la edificación. La estructura modular en CLT, combinada con una base de hormigón sólido, proporciona estabilidad estructural y eficiencia energética, mientras que la integración de vegetación en la envolvente contribuye a la adaptación climática.

Sin embargo, es fundamental considerar los desafíos específicos del contexto ecuatoriano, especialmente en términos culturales y de disponibilidad de recursos forestales. Aunque el uso de madera en la construcción aún genera dudas sobre su durabilidad y resistencia, promover su aceptación puede representar un paso importante hacia una construcción más sostenible. En un contexto global que demanda soluciones responsables frente al cambio climático, la implementación del CLT en proyectos de vivienda social en altura en Cuenca no solo representa una apuesta innovadora, sino también una visión transformadora hacia un desarrollo urbano más equitativo y amigable con el medio ambiente.

## **5.2 Recomendaciones**

Es fundamental promover el desarrollo local del CLT en Ecuador para aprovechar sus ventajas en la construcción de vivienda social en altura. Esto requiere actualizar las normativas de construcción e impulsar la producción local del material, lo que permitiría reducir costos y fomentar su adopción masiva. Además, es importante sensibilizar a la población y al sector constructivo sobre sus beneficios, cambiando la percepción tradicional sobre el uso de madera en estructuras habitacionales.

Se recomienda planificar adecuadamente las aberturas y la circulación interna en los módulos, asegurando flexibilidad y comodidad para los usuarios. Además, implementar un sistema de alquiler social, similar al utilizado en el edificio de 85 viviendas en Cornellà, permitiría una gestión eficiente y continua de las unidades habitacionales, garantizando su disponibilidad para familias vulnerables. El diseño arquitectónico debe ser integral, combinando espacios privados eficientes, áreas comunitarias multifuncionales y zonas recreativas inclusivas.

Es fundamental incluir soluciones modulares adaptables, fomentar la participación comunitaria, el desarrollo económico local y la seguridad. Se debe priorizar la accesibilidad universal, el diseño participativo y el uso de estrategias de diseño pasivo adaptadas al clima local, así como el empleo de materiales sostenibles. La integración de espacios verdes fortalecerá la cohesión social, y se debe mantener una relación armónica con el entorno urbano para asegurar una transición coherente.

Finalmente, se debe considerar una gestión sostenible de los recursos forestales para garantizar la viabilidad a largo plazo del uso de CLT, promoviendo al mismo tiempo la construcción sostenible y accesible en Cuenca.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera Gerlach, MI. 2023. Evaluación de sistemas de prefabricación en madera: un estudio analítico del potencial de la industrialización como alternativa para la construcción de viviendas de protección oficial en España (en línea). . Consultado 4 mar. 2025. Disponible en <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/399435>.
- Alfonso, S; Zamora, B. 2009. HIGH RISE SOCIAL HOUSING: BACKGROUND AND PRODUCTION TRAITS IN BOGOTA (en línea). Revista INVI 24(67):95-124. DOI: <https://doi.org/10.4067/S0718-83582009000300004>.
- Almeida Do Nascimento, C. 2020. La industria de la madera contralaminada (CLT) y su aplicación en la construcción: estudio sobre la situación actual en Brasil (en línea). . Consultado 6 nov. 2024. Disponible en <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/334153>.
- Alvarado-López, JR; Correa-Quezada, RF; Tituaña-Castillo, M del C; Alvarado-López, JR; Correa-Quezada, RF; Tituaña-Castillo, M del C. 2017. Migración interna y urbanización sin eficiencia en países en desarrollo: evidencia para Ecuador (en línea). Papeles de población 23(94):99-123. DOI: <https://doi.org/10.22185/24487147.2017.94.033>.
- Anchorena, JM de. 2020. Arquitectura modular : el pragmatismo como herramienta de diseño (en línea). . Consultado 9 nov. 2024. Disponible en <http://repositorio.ub.edu.ar/handle/123456789/9454>.
- ANDRADE MARTINEZ, MY; ANDRADE MARTINEZ, MY 552898. 2015. Sistema constructivo modular con materiales alternativos que favorezca a la flexibilidad en la construcción de vivienda (en línea). . Consultado 12 nov. 2024. Disponible en <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/79937>.
- Andrés Fernández, Á. 2020. Edificación en altura con CLT: soluciones constructivas. . Consultado 6 nov. 2024.
- Barragán, AE; Ochoa, PE; Cuenca, U de; Cuenca, D de I de la U de; DIUC. 2014. Estudio de caso: Diseño de viviendas ambientales de bajo costo, Cuenca (Ecuador) (en línea). s.l., Universidad de Cuenca, vol.5. Consultado 27 feb. 2025. Disponible en <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/5587>.
- CLT- Madera Contralaminada - Arauco Chile. 2024. (en línea, sitio web). Consultado 6 nov. 2024. Disponible en <https://arauco.com/chile/marcas/hilam/clt-madera-contralaminada/>.
- Decarbonizing construction: the potential of cross-laminated timber by Suzannah Sherman and Helena Fazeli | Sustainability Accelerator. 2024. (en línea, sitio web). Consultado 6 nov. 2024. Disponible en <https://accelerator.chathamhouse.org/article/decarbonizing-construction-the-potential-of-cross-laminated-timber>.
- Díaz Piloñeta, M; Ortega Fernandez, F; Díaz Suárez, A; Alvarez Cabal, V. 2018. PRESENTE Y FUTURO DE LA CONSTRUCCIÓN MODULAR (en línea). 22nd International Congress on Project Management and Engineering. AEIPRO :2375-2383. Consultado 9 nov. 2024. Disponible en <http://dspace.aeipro.com/xmlui/handle/123456789/1597>.
- Domínguez-Valverde, KS; Morejón-Ulloa, JL; Rodas-Beltrán, AP. 2019. SEGREGACIÓN EN LOS CONJUNTOS HABITACIONALES EN LA PERIFERIA DE LA CIUDAD DE CUENCA, ECUADOR (en línea). DISEÑO ARTE Y ARQUITECTURA 1(7):99-120. DOI: <https://doi.org/10.33324/DAYA.V1I7.250>.

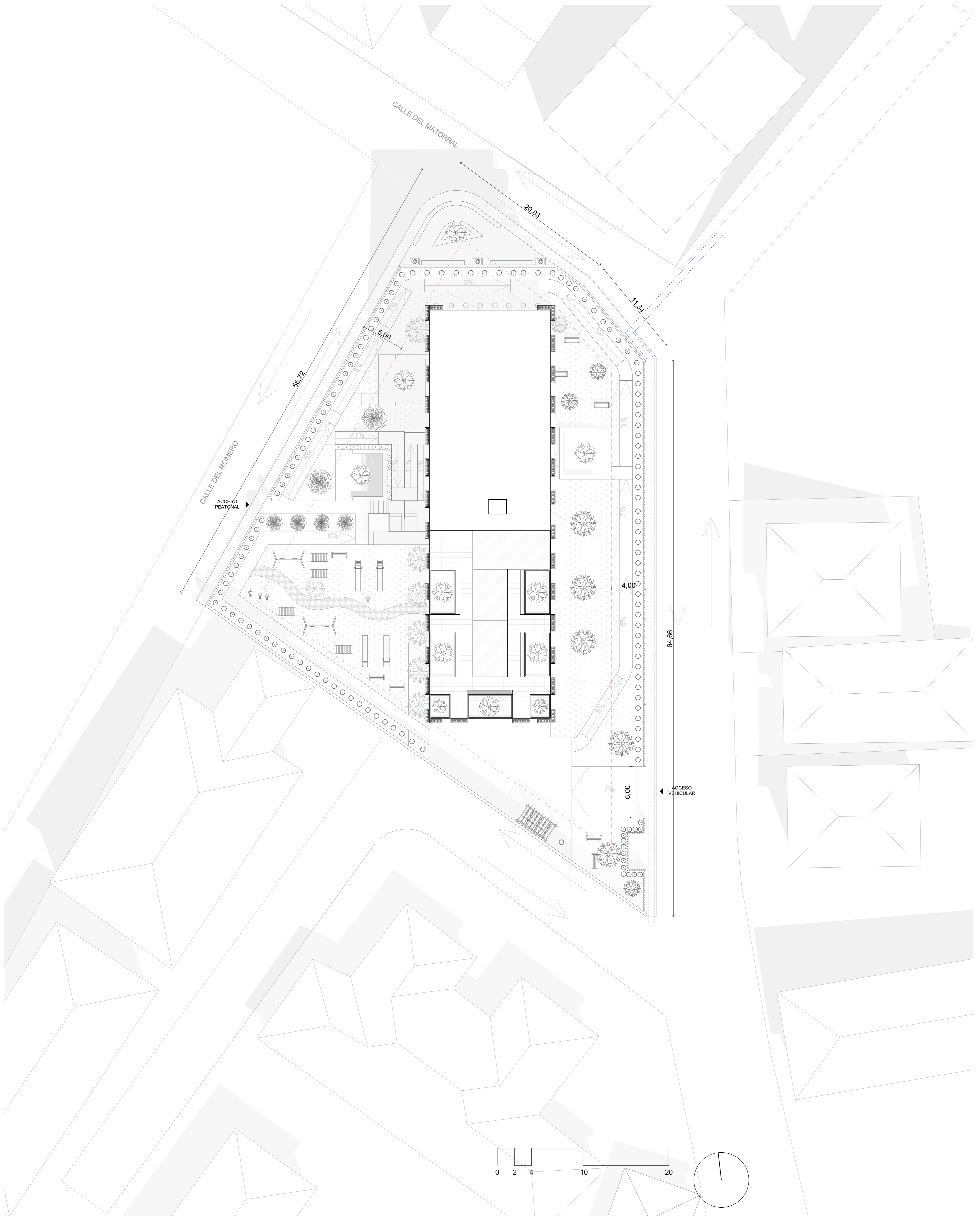
- Esteban Flores Pineda, S; Guía, P; Medel Vera FACULTAD INGENIERÍA Y CIENCIAS, C DE. 2022. ESTUDIO TÉCNICO, ECONÓMICO Y AMBIENTAL DEL USO DE LA MADERA CONTRALAMINADA COMO ALTERNATIVA A LA CONSTRUCCIÓN DE (en línea). . Consultado 31 oct. 2024. Disponible en <https://repositoriobiblioteca.udp.cl/TD001560.pdf>.
- Estupiñan, D; Estratégica, JC-F; 2020, undefined. s. f. Importancia del concreto en el campo de la construcción (en línea). [formacionestrategica.com](http://formacionestrategica.com) . Consultado 29 oct. 2024. Disponible en <https://formacionestrategica.com/index.php/foes/article/view/18>.
- Fernández Barreiro, G. 2023. De la ciudad al individuo. Grados de comunidad en el cohousing. . Consultado 3 mar. 2025.
- Galván Rodríguez, J. 2017. Sostenibilidad y durabilidad de elementos estructurales superficiales en base madera : el caso del CLT (en línea). DOI: <https://doi.org/10.20868/UPM.THESIS.46891>.
- García Martínez, P. 2020. Habraken\_revisited: Re-thinking open systems. Case study: Molenvliet 1975 -2020. . Consultado 27 feb. 2025.
- García-Alvarado, R; Rojas-Wilckens, I; Vargas-Mosqueda, M. 2021. Análisis de la Modulación Arquitectónica en Edificaciones Menores de CLT; estudio de casos (en línea). Informes de la Construcción 73(562):e387-e387. DOI: <https://doi.org/10.3989/IC.77708>.
- Going Taller and Greener with CLT and Modular Construction — Valerio Dewalt Train. 2024. (en línea, sitio web). Consultado 6 nov. 2024. Disponible en <https://www.buildordie.com/vdta-blog/modular-construction>.
- Gómez Jáuregui, V. 2009. Habidite: viviendas modulares industrializadas (en línea). Informes de la construcción, 2009, 61 (513), 33-46. 61(513):33-46. DOI: <https://doi.org/10.3989/IC.08.035>.
- González, JS. 2016. Construcción modular ligera energéticamente eficiente (en línea). . Consultado 9 nov. 2024. Disponible en <https://oa.upm.es/id/eprint/40342>.
- Hasanbeigi, A; Lu, H; Williams, C; Price, L. 2012. International Best Practices for Pre-Processing and Co-Processing Municipal Solid Waste and Sewage Sludge in the Cement Industry (en línea). . Consultado 4 mar. 2025. Disponible en <https://escholarship.org/content/qt6nf95925/qt6nf95925.pdf>.
- Hermoso, E; Luengo, E; Cabrero, J. s. f. METODOLOGÍAS PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE ENCOLADO DE LA MADERA CONTRALAMINADA (CLT) METHODOLOGIES FOR BONDING (en línea). [clem-cimad2017.unnoba.edu.ar](http://clem-cimad2017.unnoba.edu.ar) Hermoso, E Luengo, JC Cabreroclem-cimad2017.unnoba.edu.ar . Consultado 6 nov. 2024. Disponible en <http://clem-cimad2017.unnoba.edu.ar/papers/T4-07.pdf>.
- León-Velez, A; Guillén-Mena, V. 2020. Energía contenida y emisiones de CO2 en el proceso de fabricación del cemento en Ecuador (en línea). Ambiente Construido 20(3):611-625. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1678-86212020000300448>.
- Martínez-Marí Vall, I. 2023. Democratizando el espacio habitable: la desjerarquización en la vivienda contemporánea en Barcelona (en línea). . Consultado 3 mar. 2025. Disponible en <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/394736>.
- Méndez, T del RA; Burgos, AC. 2008. Análisis del impacto ambiental asociado a los materiales de construcción empleados en las viviendas de bajo coste del programa 10 x10 Con Techo-Chiapas del CYTED (en línea). Informes de la Construcción 60(509):25-34. DOI: <https://doi.org/10.3989/IC.2008.V60.I509.588>.

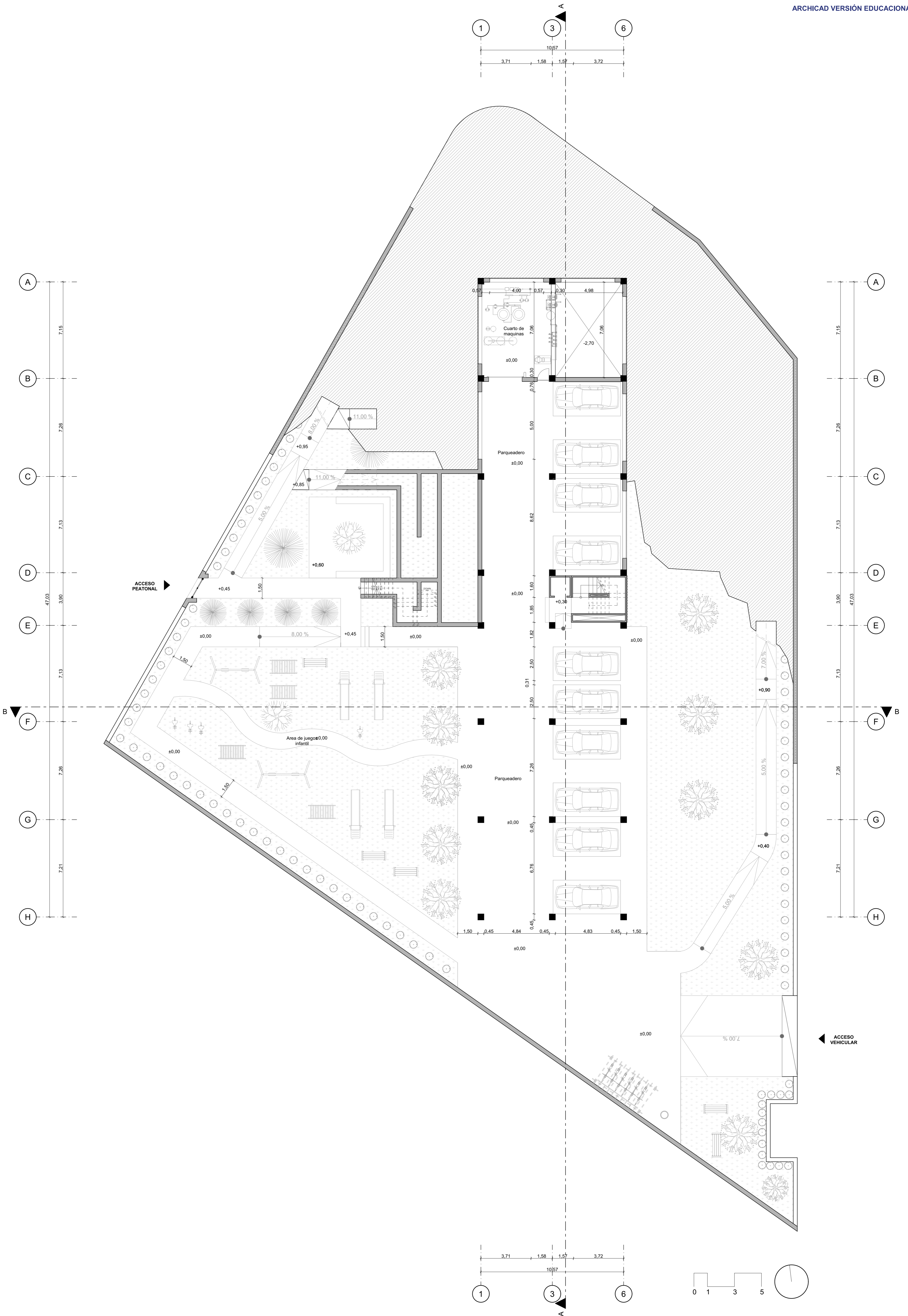
- Moreno Carrera, J. 2023. La habitación neutra: desjerarquización y polivalencia en la vivienda colectiva. . Consultado 9 nov. 2024.
- Muenala Guevara, JM. 2017. Industrialización en la construcción de vivienda de interés social en el Ecuador (en línea). . Consultado 9 nov. 2024. Disponible en <https://riunet.upv.es/handle/10251/77886>.
- ONU-Habitat - Vivienda: inviable para la mayoría. 2024. (en línea, sitio web). Consultado 19 oct. 2024. Disponible en <https://onu-habitat.org/index.php/vivienda-inviable-para-la-mayoria>.
- Ouedraogo Guayasamin, NK. 2022. Vivienda colectiva en sistema prefabricado CLT: un límite dinámico e integral para las diversas clases socioeconómicas del barrio la Floresta (en línea). s.l., PUCE - Quito. Consultado 27 feb. 2025. Disponible en <https://repositorio.puce.edu.ec/handle/123456789/12070>.
- Pacheco Guzmán, FJ. 2023. El desarrollo de la industria de la madera contralaminada CLT y sus posibilidades de uso en soluciones habitacionales industrializadas de carácter social en Chile (en línea). . Consultado 6 nov. 2024. Disponible en <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/394125>.
- Parreño, L; Coronel Veronica. 2024. Un Método Alternativo para Medir el DÉFICIT HABITACIONAL. Quito, s.e.
- Pérez, CE. 2010. Evolución de los sistemas de construcción industrializados a base de elementos prefabricados de hormigón (en línea). . Consultado 20 oct. 2024. Disponible en <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/8398>.
- Pérez Jácome, ÁM. 2021. Selección de la alternativa tecnológica verde para el sector de la construcción en Colombia a partir de los impactos ambientales generados por la producción del concreto Portland, fotocatalítico y captador de CO2 (en línea). s.l., Fundación Universidad de América. Consultado 4 mar. 2025. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.11839/8397>.
- Prats Blanes, P. 2022. La fusta amagada: la sinceritat constructiva de la construcció en fusta (en línea). . Consultado 2 mar. 2025. Disponible en <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/373459>.
- Rossy Sesé, Á. 2024. Miles de celdas : restricción y liberación de la cuadrícula (en línea). . Consultado 2 mar. 2025. Disponible en <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/411501>.
- Salas, J. 2008. De los sistemas de prefabricación cerrada a la industrialización sutil de la edificación: Algunas claves del cambio tecnológico. Informes de la Construcción 60(512):19-34. DOI: <https://doi.org/10.3989/IC.07.001>.
- San Francisco de Quito Ecuador Zaldumbide, U; José, P; Israel, E; San Francisco de Quito Ecuador, U. 2985. Barreras para introducir madera maciza en la construcción en Ecuador- estudio exploratorio. (en línea). portal.america.org 15(2). DOI: <https://doi.org/10.18272/aci.v15i2.2985>.
- Sanguinetti, C; Sustentable, FO-H; 2014, undefined. 2014. Análisis de Ciclo de Vida en la determinación de la energía contenida y la huella de carbono en el proceso de fabricación del hormigón premezclado. Caso estudio (en línea). revistas.ubiobio.cl 4. Consultado 30 oct. 2024. Disponible en <https://revistas.ubiobio.cl/index.php/RHS/article/view/447>.
- Serrano, JS. 2002. Latinoamérica: Hambre de Vivienda (en línea). Revista INVI 17(45):58-69. Consultado 8 mar. 2025. Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=25804503>.

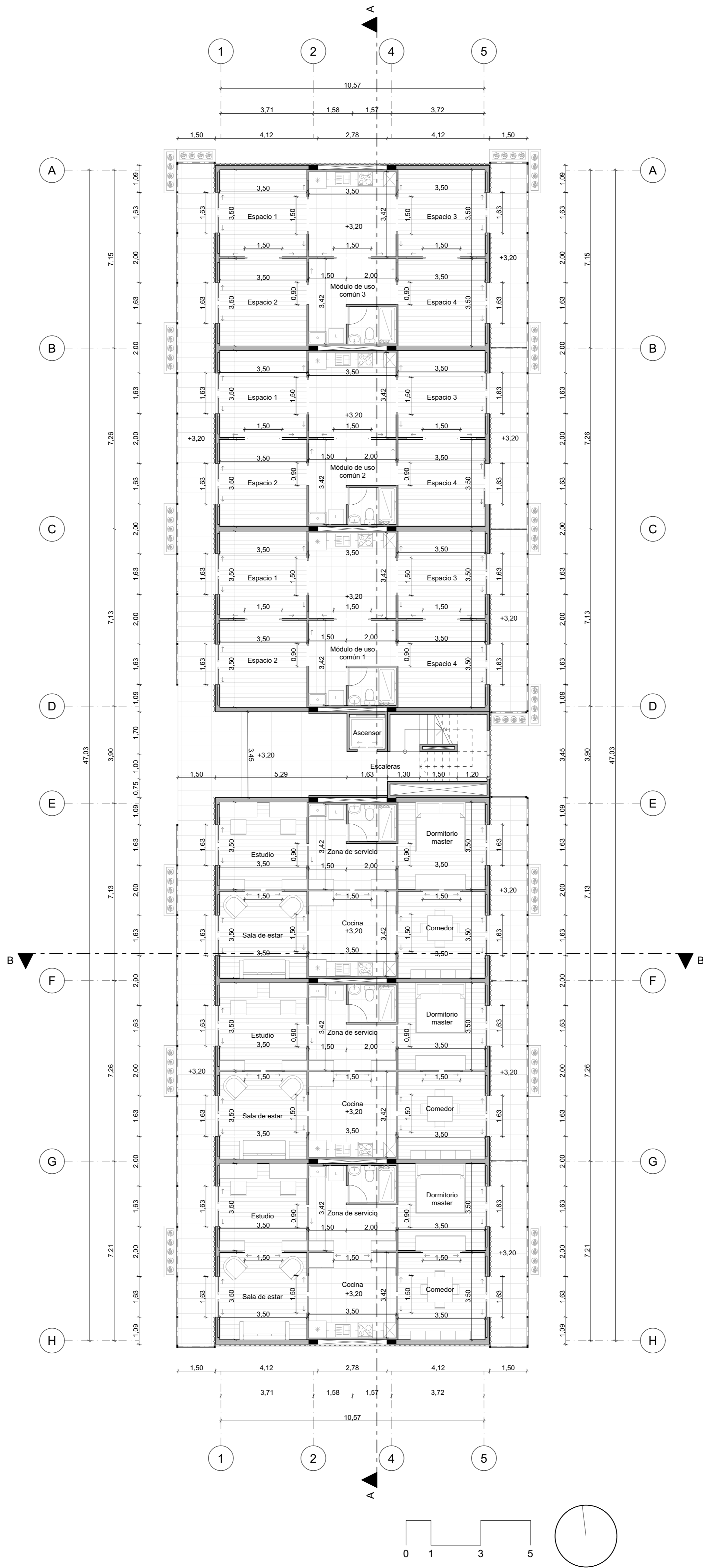
- Su, Y; Con, R. 2023. La vivienda colectiva en Roma y su relación con la arquitectura residencial del siglo XX (en línea). . Consultado 9 mar. 2025. Disponible en <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/59043>.
- Tordable Calvo, D. 2020. Habraken y la teoría de los soportes en la vivienda colectiva : La Borda como caso de estudio (en línea). . Consultado 9 nov. 2024. Disponible en <https://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/26302>.
- urbanismo, JO-C de V y; 2017, undefined. s. f. Vivienda industrializada: antecedentes en el mundo y propuesta al déficit de vivienda social en Colombia (en línea).  
revistas.javeriana.edu.coJS OcampoCuadernos de Vivienda y urbanismo,  
2017•revistas.javeriana.edu.co . Consultado 12 nov. 2024. Disponible en  
<https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/cvyu/article/download/19842/15592>.
- Villao Vera, RA. 2022. Las nuevas técnicas para el desarrollo y evaluaciones de las estructuras de hormigón (en línea). 593 Digital Publisher CEIT, ISSN-e 2588-0705, Vol. 7, No. Extra 3, 1, 2022, págs. 176-190 7(3):176-190. DOI: <https://doi.org/10.33386/593dp.2022.3-1.1134>.
- Wadel, G; Avellaneda, J; Cuchí, A. 2010. La sostenibilidad en la arquitectura industrializada: cerrando el ciclo de los materiales (en línea). Informes de la Construcción 62(517):37-51. DOI: <https://doi.org/10.3989/IC.09.067>.
- Wilfrido, B; Guanín, A; Cecibel, L; Armijo, R; Tomas, R; Burgos, Y. 2025. Patrones de desigualdad de la vivienda en Ecuador: Patterns of housing inequality in Ecuador (en línea). LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades 6(1):832 – 843-832 – 843. DOI: <https://doi.org/10.56712/LATAM.V6I1.3382>.

# ANEXOS

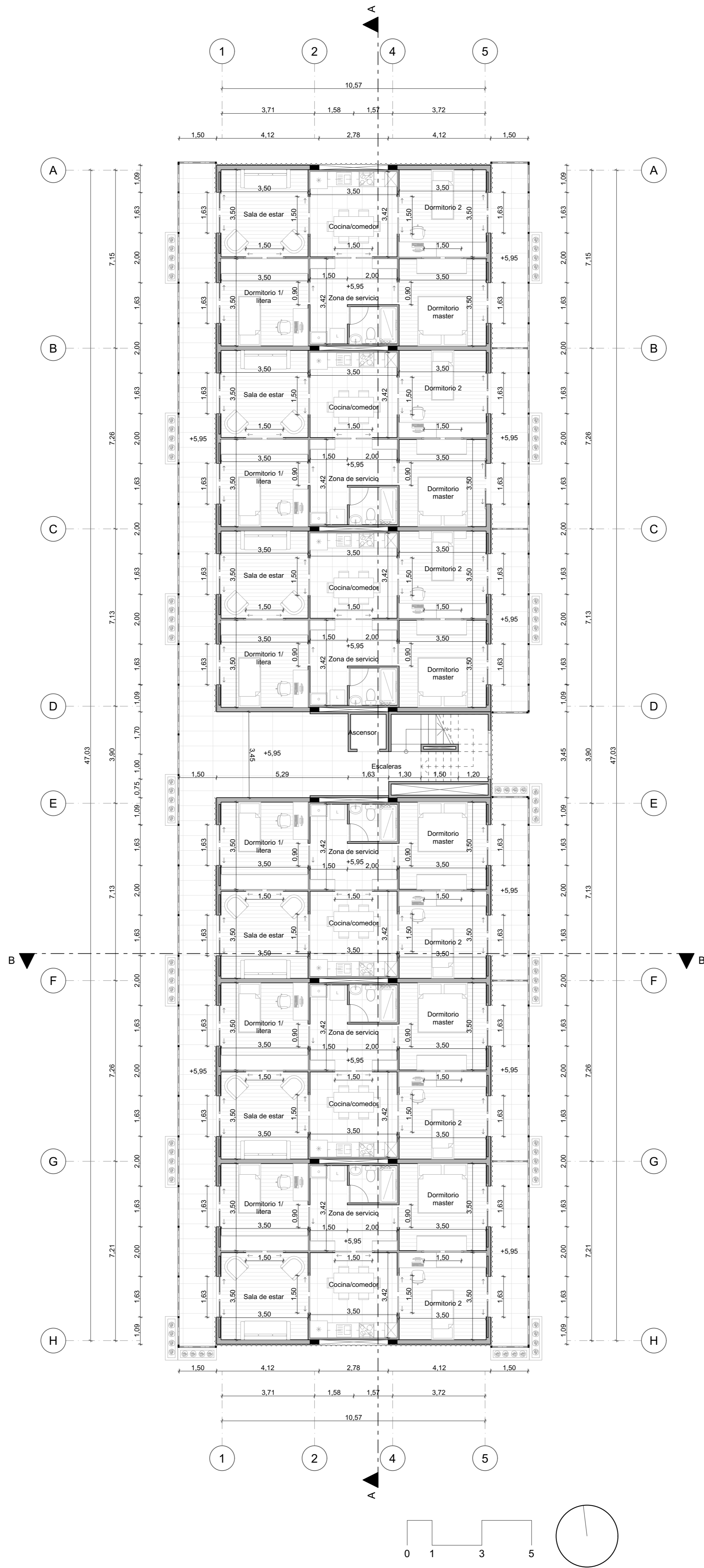
**Anexo 1:** Planos, Elevaciones y Cortes del Anteproyecto Arquitectónico en A1



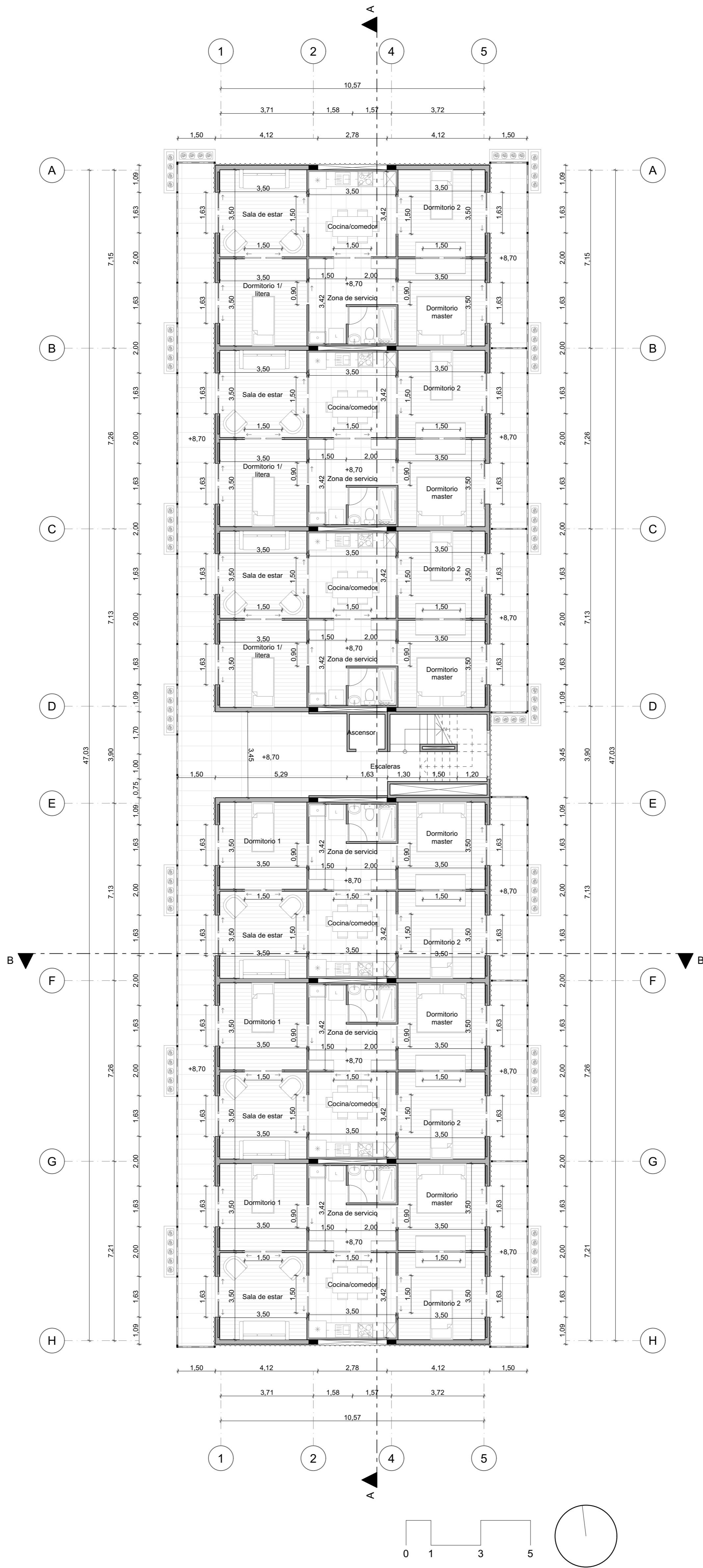




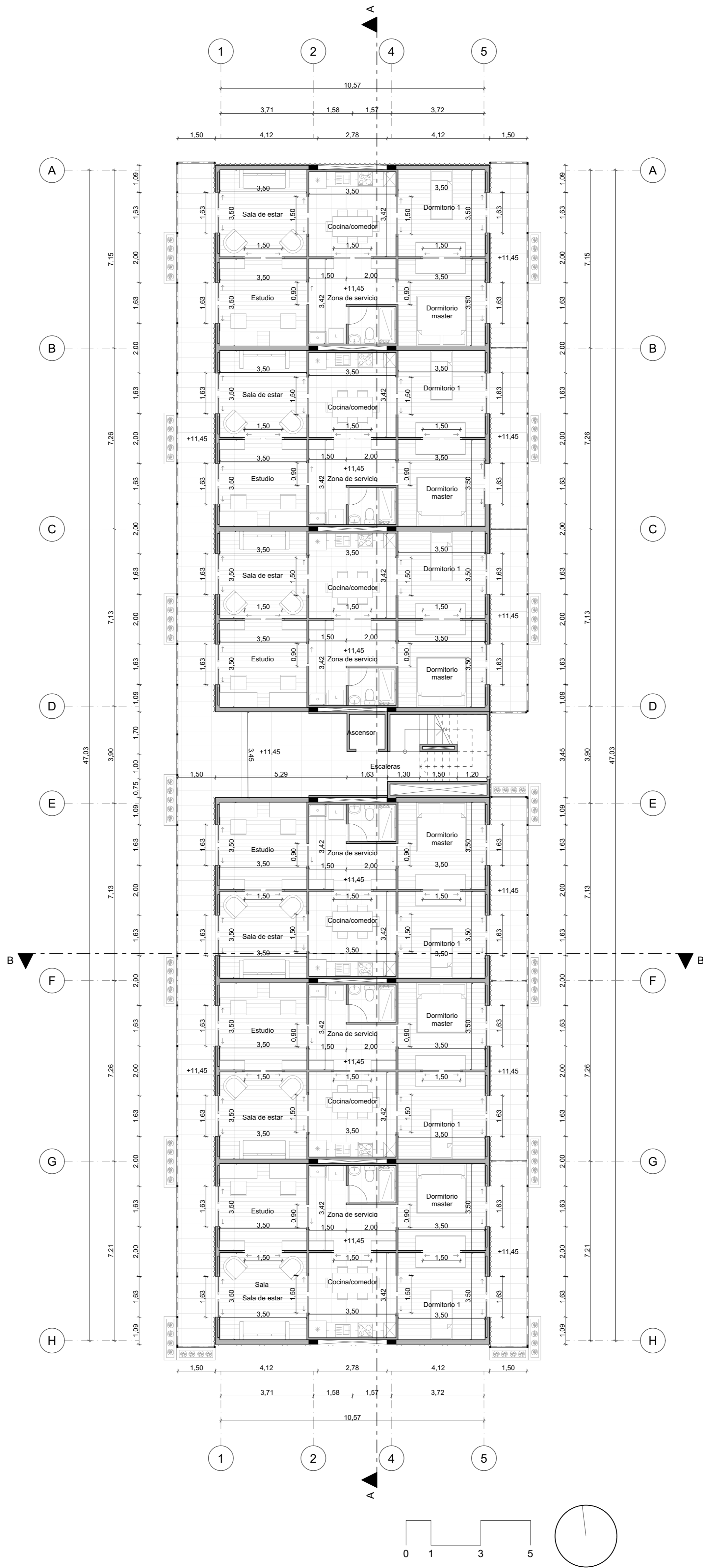
PLANTA ALTA



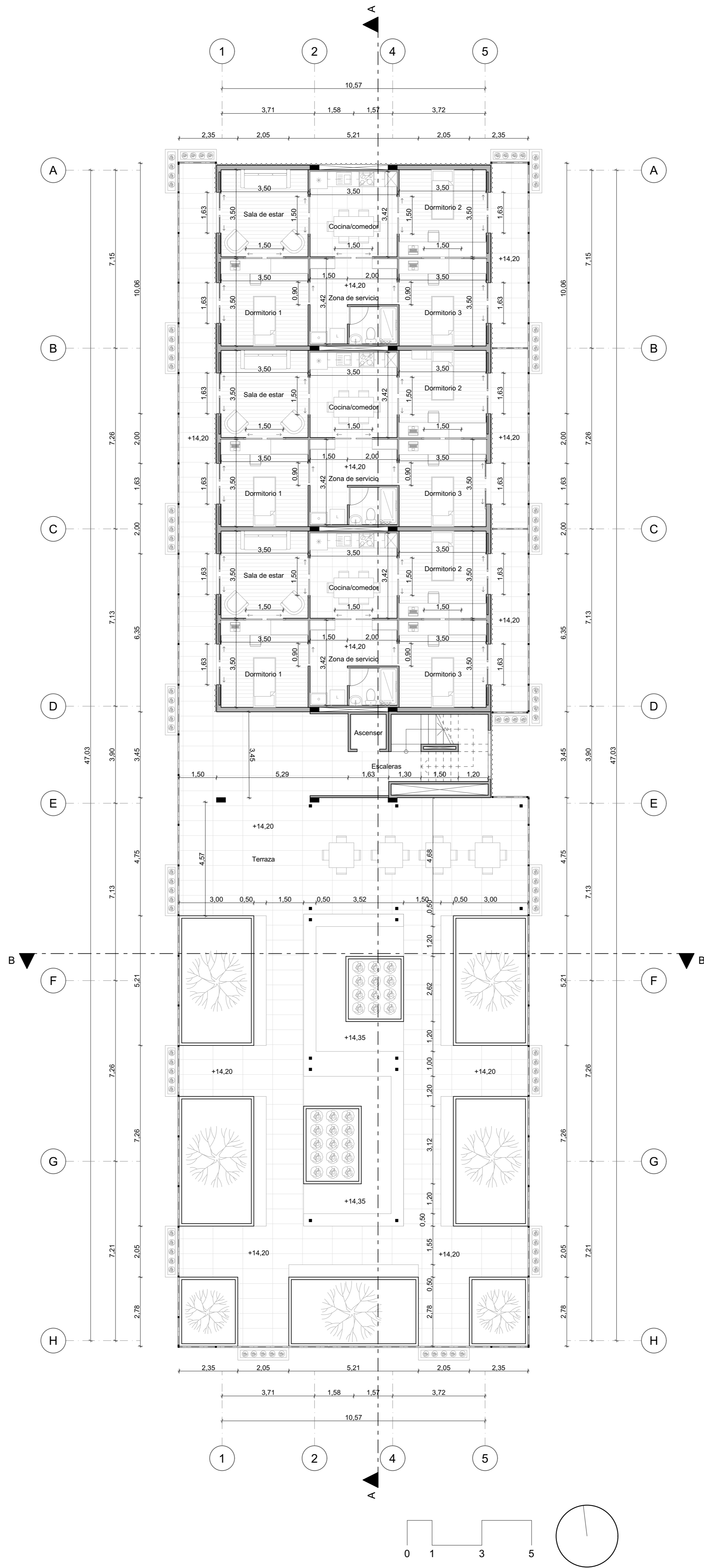
TERCERA PLANTA



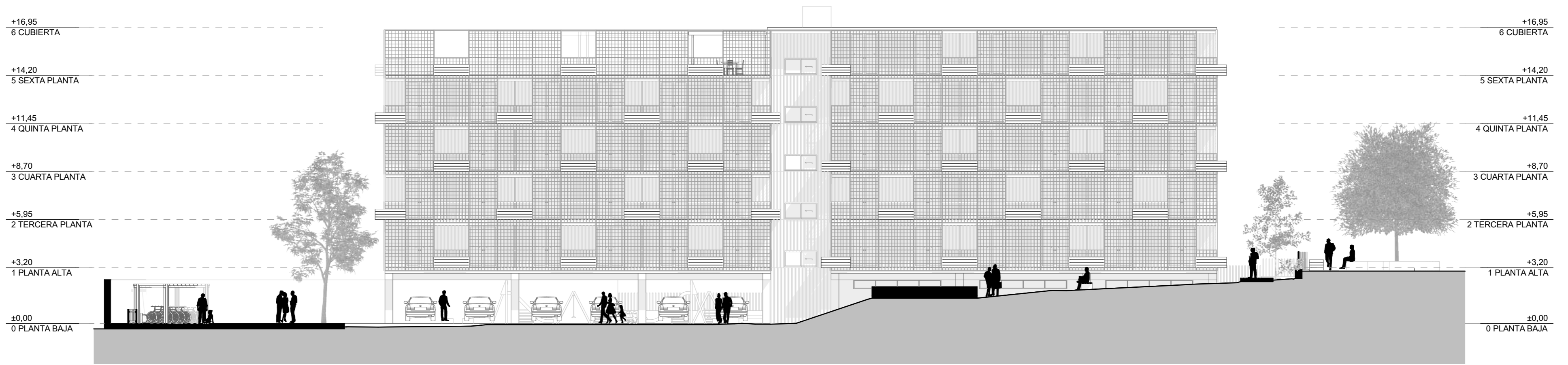
CUARTA PLANTA



QUINTA PLANTA

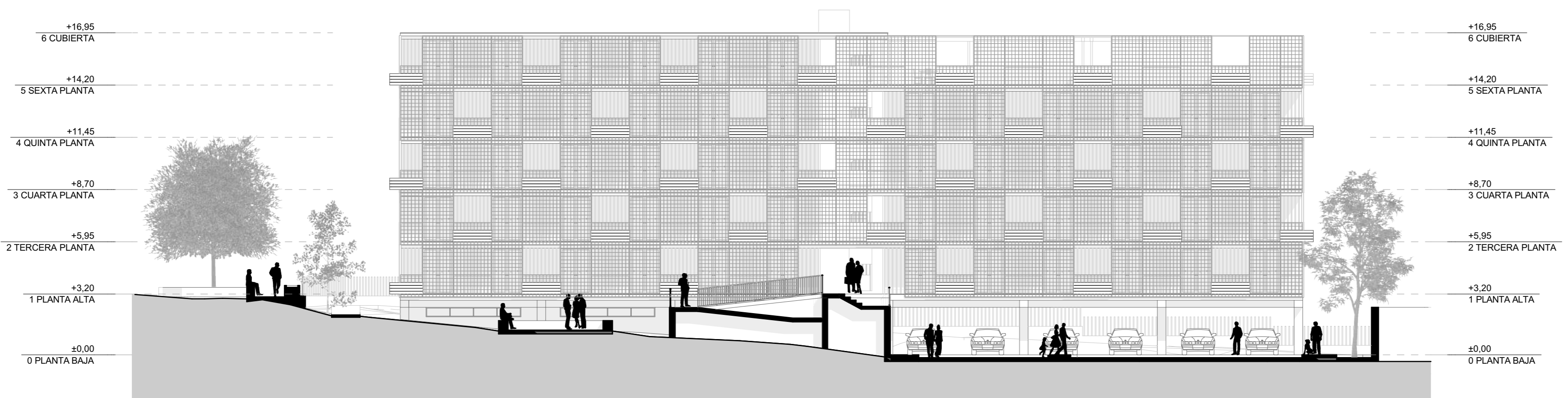


SEXTA PLANTA



ELEVACION LATERAL DERECHA

1:175



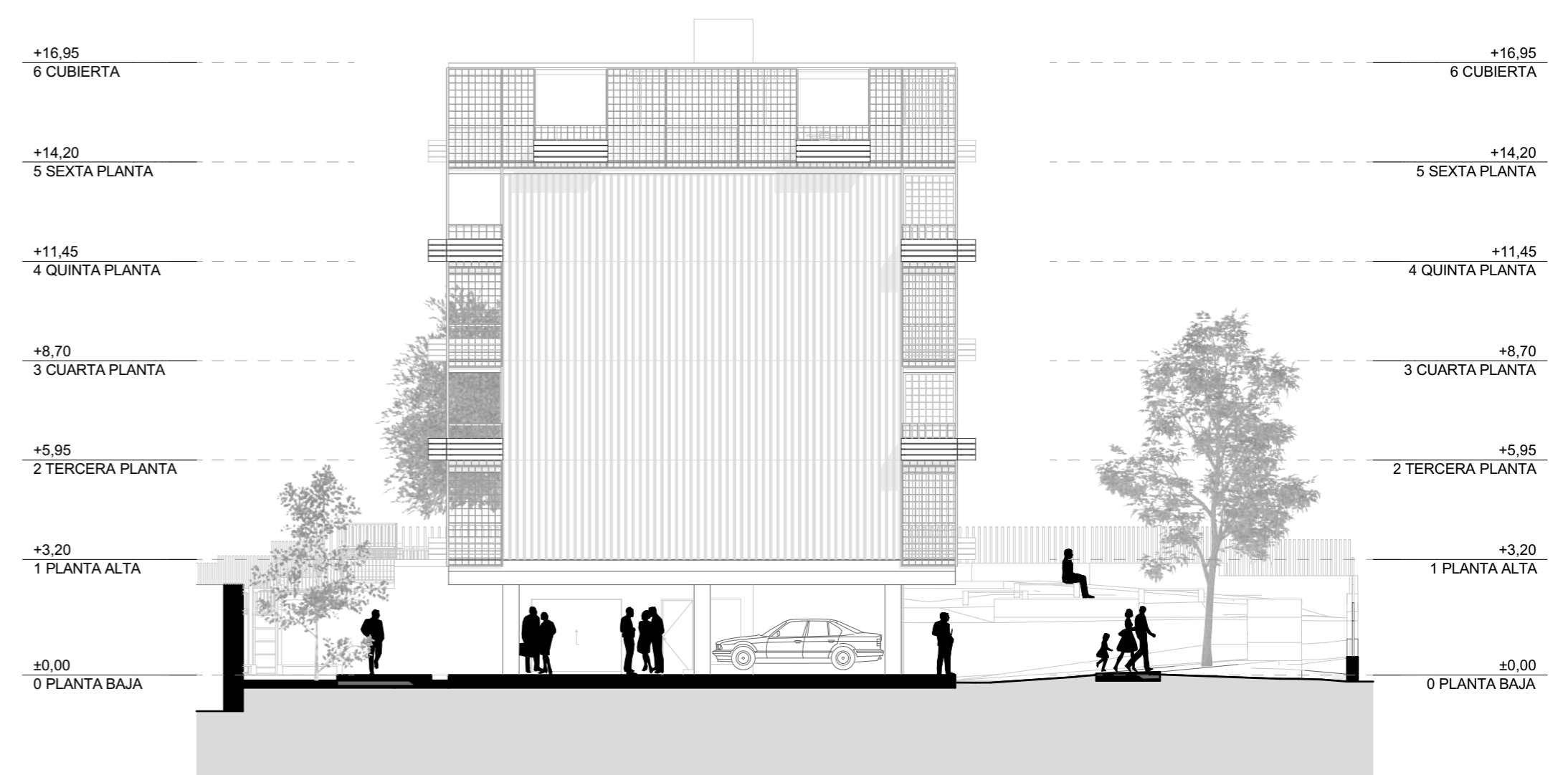
ELEVACION LATERAL IZQUIERDA

1:175



ELEVACION POSTERIOR

1:150



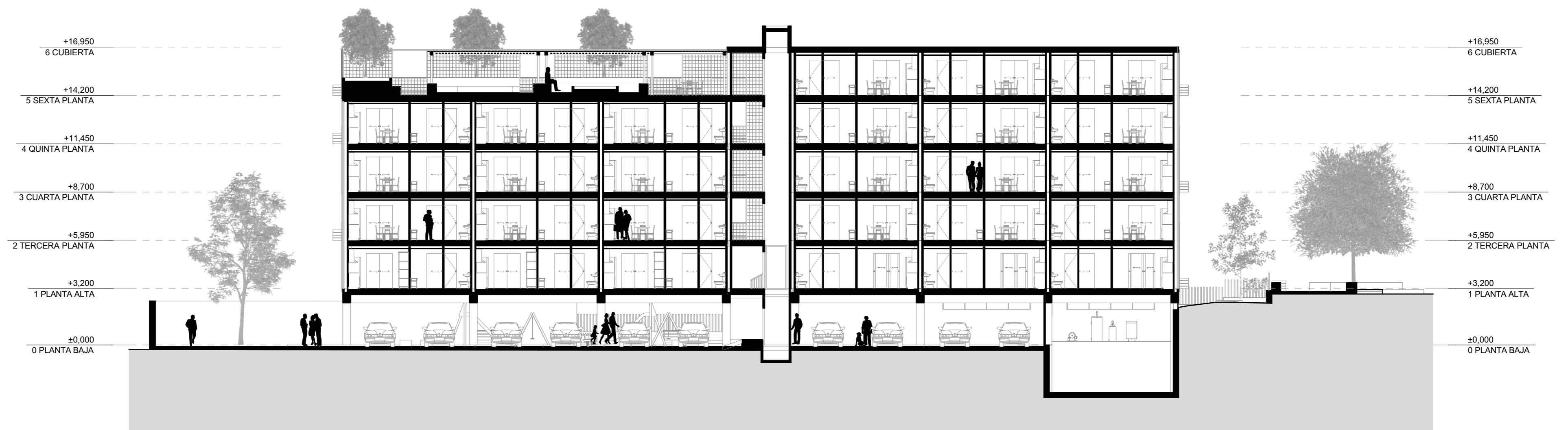
ELEVACION FRONTAL

1:150



CORTE C-1

1:125



CORTE C2

1:175

## AUTORIZACION DE PUBLICACION EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Nosotros(a)s, **Richard Israel Matute Guaman** y **Bryam Andres Quinde Pizarro** portadore(a)s de las cédulas de ciudadanía N.º 0106739956 y 0106266117. En calidad de autore(a)s y titulares de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación **“Anteproyecto arquitectónico de vivienda social en altura con módulos de madera contralaminada (CLT) en Cuenca, Ecuador”** de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconocemos a favor de la Universidad Católica de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, Así mismo; autorizamos a la Universidad para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 15 de abril de 2024



F: .....

**Richard Israel Matute Guaman**

0106739956



F: .....

**Bryam Andres Quinde Pizarro**

0106266117