



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CUENCA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

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

CARRERA DE ARQUITECTURA

**ANÁLISIS COMPARATIVO DEL SISTEMA *STEEL FRAMING* Y
EL HORMIGÓN ARMADO COMO ALTERNATIVAS PARA LA
CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES**

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

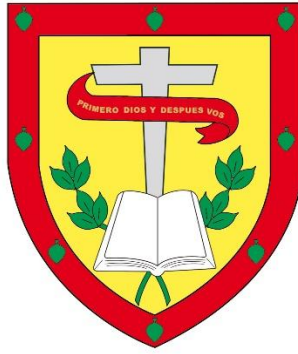
AUTOR: ANDRES NICOLÁS MACHUCA ÁLVAREZ

DIRECTOR: ARQ. JUAN FELIPE QUESADA MOLINA

CUENCA - ECUADOR

2026

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

**ANÁLISIS COMPARATIVO DEL SISTEMA STEEL FRAMING Y
EL HORMIGÓN ARMADO COMO ALTERNATIVAS PARA LA
CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES**

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

AUTOR: ANDRES NICOLAS MACHUCA ALVAREZ

DIRECTOR: ARQ. JUAN FELIPE QUESADA MOLINA

CUENCA - ECUADOR

2026

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO

DECLARATORIA DE AUTORÍA Y RESPONSABILIDAD

Andrés Nicolas Machuca Álvarez portador de la cédula de ciudadanía N° 0107589772. Declaro ser el autor de la obra: “Análisis comparativo del sistema *Steel Framing* y el hormigón armado como alternativas para la construcción de viviendas unifamiliares”, sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi 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 me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, 18 de marzo de 2026

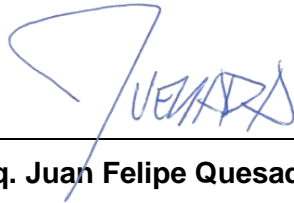
F: 

Andrés Nicolas Machuca Álvarez

0107589772

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Andrés Nicolas Machuca Álvarez, bajo mi supervisión.



Arq. Juan Felipe Quesada Molina

DIRECTOR

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres, Guido Machuca y Susana Álvarez, quienes desde el inicio me han apoyado y guiado durante todo mi desarrollo académico, dándome ánimo de seguir adelante y no abandonar mis sueños, incluso frente a los obstáculos que, sin su respaldo, no habría podido superar.

A mi hermano Sebastián y a mis hermanas Chantal, Andrea y Priscila, que como hermanos nos apoyamos y que junto a mis sobrinos Cristian, Joaquín, Rafaela, Isabela, Abigail, Juan Francisco y Luciana, fueron un gran apoyo para salir adelante.

A mis abuelos, que gracias a sus consejos y experiencias me impulsaron a progresar en mi formación profesional y alcanzar este logro.

Finalmente, a todo familiar que estuvo presente, apoyándome y contribuyendo a que este logro sea posible.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Católica de Cuenca, a sus autoridades y docentes, por su labor que me ha permitido culminar mi formación académica mediante el esfuerzo y la realización de mi trabajo de titulación.

A mi tutor el arquitecto Juan Felipe Quesada Molina, por la confianza y guía que fue de gran valor para el desarrollo y culminación de este trabajo de titulación.

A la empresa nacional ConstruGypsum, por su apoyo con información y asesoría técnica valiosa; y al estudio Bernardo Horta arquitectos, de Brasil, por el aporte de información relevante que permitió el progreso del tema.

Al arquitecto Javier Flores y a su empresa CasaSecas, por su interés y respaldo, brindando asesoría e información que, gracias a su experiencia, resultaron de gran ayuda para el desarrollo del tema de titulación.

A los familiares, que estuvieron presentes desde el inicio, dispuestos a apoyarme en todo momento de mi formación académica, motivándome a siempre seguir adelante y a no rendirme.

RESUMEN

El presente trabajo realiza un análisis comparativo entre el sistema constructivo *Steel Framing* y el hormigón armado como alternativas para la construcción de viviendas unifamiliares en Ecuador, en un contexto marcado por el déficit habitacional y la necesidad de optimizar costos, tiempos y recursos. La investigación se justifica por la limitada difusión y aplicación de sistemas constructivos industrializados, a pesar de su potencial técnico, económico y ambiental. El objetivo general es evaluar la viabilidad del *Steel Framing* frente al hormigón armado, considerando sus ventajas y limitaciones. El estudio adopta un enfoque descriptivo-comparativo con metodología mixta, basado en revisión documental, análisis normativo, estudios de casos y comparación de costos, tiempos de ejecución, requerimientos técnicos, impacto ambiental y flexibilidad. El estudio se centra en viviendas unifamiliares, utilizando información secundaria y casos de estudio. Los resultados evidencian que el *Steel Framing* presenta ventajas relevantes en reducción de costos, tiempos, menor impacto ambiental y mayor flexibilidad, consolidándose como una alternativa viable y eficiente, especialmente para proyectos de vivienda de interés público.

Palabras clave: Steel Framing, hormigón armado, vivienda unifamiliar, sistemas constructivos, eficiencia constructiva.

ABSTRACT

This paper presents a comparative analysis of the Steel Framing construction system and reinforced concrete as alternatives for constructing single-family housing in Ecuador, within a context marked by a housing deficit and the need to optimize costs, timelines, and resources. The research is justified by the limited dissemination and application of industrialized construction systems, despite their technical, economic, and environmental potential. The main objective is to evaluate the feasibility of Steel Framing compared to reinforced concrete, considering its advantages and limitations. The study is a descriptive-comparative approach with a mixed methodology, based on documentary review, regulatory analysis, case studies, and comparison of costs, construction times, technical requirements, environmental impact, and flexibility. The research focuses on single-family housing, using secondary data and case studies. The results show that Steel Framing offers significant advantages in terms of cost and time reduction, lower environmental impact, and greater flexibility, establishing itself as a viable and efficient alternative, especially for public interest housing projects.

Keywords: Steel Framing, reinforced concrete, single-family housing, construction systems, construction efficiency.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	II
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTOS	IV
RESUMEN	V
ABSTRACT	VI
ÍNDICE DE CONTENIDOS	VII
LISTA DE FIGURAS	XI
LISTA DE TABLAS	XIV
LISTA DE ANEXOS	XVI
CAPÍTULO I	- 1 -
1. GENERALIDADES	- 1 -
1.1 INTRODUCCIÓN	- 1 -
1.2 PROBLEMÁTICA	- 2 -
1.3 JUSTIFICACIÓN	- 2 -
1.4 OBJETIVOS	- 3 -
1.4.1 <i>Objetivo general</i>	- 3 -
1.4.2 <i>Objetivos específicos</i>	- 3 -
1.5 METODOLOGÍA	- 3 -
1.5.1 <i>Investigación, análisis y obtención de la información</i>	- 3 -
1.5.2 <i>Análisis Comparativo</i>	- 4 -
1.5.3 <i>Desarrollo y validación de propuesta</i>	- 11 -
1.5.4 <i>Esquema metodológico</i>	- 13 -
CAPÍTULO II	- 15 -
2. EL STEEL FRAMING Y EL HORMIGON ARMADO	- 15 -
2.1 INTRODUCCIÓN	- 15 -
2.2 ANTECEDENTES HISTÓRICOS Y EVOLUCIÓN DEL STEEL FRAMING Y HORMIGÓN ARMADO	- 15 -
2.3 ANTECEDENTES HISTÓRICOS DEL STEEL FRAMING	- 16 -
2.3.1 <i>Orígenes del Steel Framing</i>	- 16 -
2.3.1 <i>Evolución del Steel Framing</i>	- 18 -
2.4 ANTECEDENTES HISTÓRICOS Y EVOLUCIÓN DEL HORMIGÓN ARMADO	- 19 -
2.4.1 <i>Orígenes del hormigón armado</i>	- 19 -
2.4.1 <i>Evolución del hormigón armado</i>	- 19 -
2.5 DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL STEEL FRAMING Y EL HORMIGÓN ARMADO	- 20 -
2.5.1 <i>Características del Steel Framing</i>	- 21 -
2.5.2 <i>Descripción del hormigón armado</i>	- 22 -
2.5.3 <i>Características del hormigón armado</i>	- 22 -
2.6 NORMATIVA	- 22 -
2.6.1 <i>Normativa internacional del Steel Framing</i>	- 23 -
2.6.2 <i>Normativa nacional del Steel Framing</i>	- 25 -
2.6.3 <i>Normativa internacional del hormigón armado</i>	- 25 -
2.6.4 <i>Normativa nacional del hormigón armado</i>	- 27 -
2.6.5 <i>Normativas nacionales relacionadas con Steel Framing y hormigón armado</i>	- 29 -
2.7 COMPONENTES QUE CONFORMAN EL STEEL FRAMING Y EL HORMIGÓN ARMADO	- 30 -
2.8 COMPONENTES QUE CONFORMAN EL STEEL FRAMING	- 31 -

2.8.1	Perfiles	- 31 -
2.8.2	Sistemas de sujeción	- 32 -
2.8.3	Tornillos	- 38 -
2.8.4	Placas de Gypsum	- 39 -
2.8.5	Placas de fibrocemento	- 40 -
2.9	COMPONENTES QUE CONFORMAN EL HORMIGÓN ARMADO	- 40 -
2.9.1	Hormigón	- 40 -
2.9.2	Varillas de refuerzo	- 41 -
2.9.3	Mallas electrosoldadas	- 41 -
2.9.4	Encofrados	- 42 -
2.9.5	Separadores	- 44 -
2.9.6	Materiales de muros	- 44 -
2.10	ELEMENTOS QUE CONFORMAN EL STEEL FRAMING Y EL HORMIGÓN ARMADO	- 46 -
2.11	ELEMENTOS BÁSICOS QUE CONFORMAN EL SISTEMA STEEL FRAMING	- 46 -
2.11.1	Cimentaciones	- 46 -
2.11.2	Paneles estructurales y no estructurales	- 47 -
2.11.3	Paneles estructurales	- 47 -
2.11.4	Paneles no estructurales	- 49 -
2.11.5	Unión entre paneles	- 49 -
2.11.6	Entrepiso	- 51 -
2.11.7	Cubiertas	- 51 -
2.11.8	Escaleras	- 52 -
2.11.9	Elementos de rigidización	- 54 -
2.12	ELEMENTOS BÁSICOS QUE CONFORMAN EL SISTEMA HORMIGÓN ARMADO	- 56 -
2.12.1	Cimentaciones	- 56 -
2.12.2	Zapatas	- 57 -
2.12.3	Cadenas de amarre	- 57 -
2.12.4	Columnas	- 58 -
2.12.5	Vigas	- 58 -
2.12.6	Muros	- 59 -
2.12.7	Losas y entrepisos	- 60 -
2.12.8	Cubiertas	- 60 -
2.12.9	Escaleras	- 61 -
2.12.10	Dintel	- 62 -
2.12.11	Conclusión	- 62 -
2.13	COMPORTAMIENTO SÍSMICO DEL STEEL FRAMING Y HORMIGÓN ARMADO	- 62 -
2.13.1	Comportamiento sísmico del Steel Framing	- 62 -
2.13.2	Comportamiento sísmico del hormigón armado	- 63 -
2.13.3	Conclusión	- 64 -
2.14	COMPORTAMIENTO TÉRMICO DEL STEEL FRAMING Y HORMIGÓN ARMADO	- 65 -
2.14.1	Generalidades del comportamiento térmico en edificaciones	- 65 -
2.14.2	Comportamiento térmico del Steel Framing	- 65 -
2.14.3	Comportamiento térmico del hormigón armado	- 65 -
2.14.4	Conclusión	- 66 -
2.14.5	Costos de materiales y mano de obra en Steel Framing y hormigón armado	- 66 -
CAPÍTULO III		- 70 -
3.	EL STEEL FRAMING VS EL HORMIGON ARMADO	- 70 -
3.1	EL STEEL FRAMING COMPARADO CON EL HORMIGÓN ARMADO	- 70 -
3.1.1	Comparativa de componentes y elementos	- 70 -
3.1.2	Análisis de la comparativa de componentes y elementos	- 74 -
3.1.3	Comparativa de presupuestos y costos de Steel Framing y Hormigón Armado	- 75 -

3.1.4	Resumen de comparativa de presupuesto	- 86 -
3.1.5	Análisis de la comparativa de presupuestos	- 87 -
3.1.6	Comparativa de tiempos	- 90 -
3.1.7	Análisis de la comparativa de tiempos	- 92 -
3.1.8	Comparativa de requerimientos técnicos	- 93 -
3.1.9	Análisis de la comparativa de requerimientos técnicos	- 96 -
3.1.10	Impacto ambiental	- 97 -
3.1.11	Comparativa de impacto ambiental	- 97 -
3.1.12	Análisis de la comparativa de impacto ambiental	- 98 -
3.1.13	Flexibilidad del sistema constructivo de Steel Framing y hormigón armado	- 100 -
3.1.14	Mantenimiento	- 100 -
3.1.15	Durabilidad	- 100 -
3.1.16	Resistencia estructural	- 101 -
3.1.17	Comportamiento térmico	- 102 -
3.1.18	Comparativa de flexibilidad del sistema constructivo y diseño	- 102 -
3.1.19	Análisis de la comparativa de flexibilidad del sistema constructivo	- 105 -
3.2	ANÁLISIS DE CASOS DE ESTUDIO DE STEEL FRAMING Y HORMIGÓN ARMADO	- 107 -
3.2.1	Caso de estudio de Steel Framing Casa Pasargada / Bernardo Horta Arquitecto + Meius Arquitectura	- 108 -
3.2.2	Caso de estudio de Hormigón Armado Casa Mashar / Ruptura Morlaca Arquitectura	- 116 -
3.2.3	Caso de estudio de Steel Framing Casa Carupa / Bermudez Arquitectos	- 126 -
3.2.4	Caso de estudio de Hormigón Armado Casa Finlandia / Escobedo Soliz Arquitectura	- 135 -
3.2.5	Aporte de los casos de estudio Casa Pasargada, Casa Mashar, Casa Carupa y Casa Finlandia	- 142 -
3.3	VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL STEEL FRAMING Y HORMIGÓN ARMADO	- 143 -
3.3.1	Ventajas y desventajas	- 143 -
3.3.2	Ventajas de Steel Framing	- 143 -
3.3.3	Desventajas del Steel Framing	- 144 -
3.3.4	Ventajas del hormigón armado	- 144 -
3.3.5	Desventajas del hormigón armado	- 144 -
3.3.6	Vivienda VIP	- 145 -
3.3.7	Características y requerimientos de viviendas VIP	- 145 -
3.3.8	Análisis de vivienda VIP en Cuenca, Condominio Colinas de Racar	- 145 -
3.3.9	Conclusión	- 148 -
CAPÍTULO IV		- 150 -
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	- 150 -
4.1	PROPUESTA DE MEJORA DE VIVIENDA DE COLINAS DE RACAR	- 150 -
4.1.1	Descripción	- 150 -
4.1.2	Conclusión	- 151 -
4.2	PROPUESTA DE VIVIENDA EMPLEANDO STEEL FRAMING	- 152 -
4.2.1	Introducción	- 152 -
4.2.2	Aspectos funcionales	- 152 -
4.2.3	Plantas arquitectónicas	- 152 -
4.2.4	Predio	- 153 -
4.2.5	Zonificación funcional de planta baja	- 154 -
4.2.6	Zonificación funcional de planta alta	- 155 -
4.2.7	Zonificación según nivel de privacidad de planta baja	- 156 -
4.2.8	Zonificación según nivel de privacidad de planta alta	- 157 -
4.2.9	Zonificación según actividades	- 158 -

4.2.10 Zonificación de espacios en planta baja	- 159 -
4.2.11 Zonificación de espacios en planta alta	- 160 -
4.2.12 Organigramas	- 161 -
4.2.13 Programa arquitectónico	- 162 -
4.2.14 Aspectos formales	- 163 -
4.2.15 Planta baja	- 165 -
4.2.16 Planta alta	- 166 -
4.2.17 Elevaciones	- 167 -
4.2.18 Sistema constructivo de Steel Framing	- 168 -
4.2.19 Esquema general	- 169 -
4.2.20 Renders	- 170 -
4.2.21 Detalle constructivo de anclaje a cimentación	- 173 -
4.2.22 Detalle constructivo de entepiso	- 174 -
4.2.23 Detalle constructivo de paneles	- 175 -
4.2.24 Detalle de escaleras	- 176 -
4.2.25 Detalle constructivo de cubierta	- 177 -
4.2.26 Presupuesto referencial	- 178 -
4.2.27 Resumen del presupuesto	- 182 -
4.2.28 Conclusión	- 184 -
CAPÍTULO V	- 186 -
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	- 186 -
5.1 CONCLUSIONES	- 186 -
5.2 RECOMENDACIONES	- 187 -
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	- 189 -
ANEXOS	- 195 -

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Esquema metodológico	- 13 -
Figura 2: A: Ballon Framing B: Platform Framing	- 16 -
Figura 3: Primer prototipo del Steel Framing, Feria mundial de Chicago	- 17 -
Figura 4: Primeros detalles constructivos empleando el acero laminado	- 17 -
Figura 5: Línea de montaje de módulos residenciales en Japón	- 18 -
Figura 6: Vivienda realizada con Steel Framing, São Paulo, Brasil	- 18 -
Figura 7: Parte de un muro del Coliseo Romano	- 19 -
Figura 8: Puente de Risorgimento sobre el río Tiber, Roma, construido por la empresa de François	- 20 -
Figura 9: Imagen referencial del hormigón armado	- 20 -
Figura 10: Esquema de vivienda en Steel Framing	- 21 -
Figura 11: Detalle constructivo de cimentación	- 46 -
Figura 12: Detalle constructivo de panel de Steel Framing	- 47 -
Figura 13: Detalle constructivo de perfil estructural con dintel	- 48 -
Figura 14: Detalle constructivo de dintel de perfiles de Steel Framing	- 48 -
Figura 15: Detalle constructivo de panel no estructural	- 49 -
Figura 16: Detalle constructivo de entresijos	- 51 -
Figura 17: Detalle constructivo de cubiertas	- 52 -
Figura 18: Detalle constructivo de cimentación en hormigón armado	- 56 -
Figura 19: Detalle constructivo de zapatas	- 57 -
Figura 20: Detalle constructivo de cadenas de amarre	- 57 -
Figura 21: Detalle constructivo de columnas	- 58 -
Figura 22: Detalle constructivo de losas y entresijos	- 60 -
Figura 23: Detalle constructivo de cubiertas	- 61 -
Figura 24: Detalle constructivo de escaleras	- 61 -
Figura 25: Detalle constructivo de dintel	- 62 -
Figura 26: Redibujo de plantas y elevaciones del proyecto base	- 75 -
Figura 27: Vista exterior de la Casa Pasargada	- 108 -
Figura 28: Vista exterior de la Casa Pasargada	- 108 -
Figura 29: Construcción de la Casa Pasargada	- 109 -
Figura 30: Construcción de la Casa Pasargada	- 109 -
Figura 31: Construcción de escaleras de la Casa Pasargada	- 110 -
Figura 32: Esquema de la forma de Casa Pasargada	- 110 -
Figura 33: Redibujo de la planta baja de Casa Pasargada	- 111 -
Figura 34: Redibujo de la planta baja de Casa Pasargada	- 112 -
Figura 35: Redibujo de la sección de Casa Pasargada	- 113 -
Figura 36: Redibujo de la sección de Casa Pasargada	- 114 -
Figura 37: Detalle constructivo de muro de Casa Pasargada	- 114 -
Figura 38: Elevación con materialidad de la Casa Pasargada	- 115 -
Figura 39: Sala / Comedor de Casa Pasargada	- 115 -
Figura 40: Exteriores de la Casa Pasargada	- 115 -
Figura 41: Vista de Casa Mashar	- 116 -
Figura 42: Vista interior de Casa Mashar	- 116 -
Figura 43: Construcción de Casa Mashar	- 117 -
Figura 44: Construcción de escaleras de Casa Mashar	- 118 -
Figura 45: Esquema de la forma de Casa Mashar	- 118 -
Figura 46: Redibujo de subsuelo de Casa Mashar	- 119 -
Figura 47: Redibujo de planta baja de Casa Mashar	- 120 -
Figura 48: Redibujo de planta alta de Casa Mashar	- 121 -
Figura 49: Detalle de zapata esquinera de Casa Mashar	- 122 -
Figura 50: Redibujo de sección de Casa Mashar	- 123 -

Figura 51: Esquema de elemento de madera laminada de la fachada de Casa Mashar	- 123 -
Figura 52: Elevación con materialidad de Casa Mashar	- 124 -
Figura 53: Pasillo de Casa Mashar	- 124 -
Figura 54: Escaleras y jardín interior de Casa Mashar	- 125 -
Figura 55: Vista de Casa Carupa	- 126 -
Figura 56: Vista exterior de Casa Carupa	- 126 -
Figura 57: Construcción de Casa Carupa	- 127 -
Figura 58: Construcción de Casa Carupa	- 127 -
Figura 59: Construcción de Casa Carupa	- 128 -
Figura 60: Esquema de la forma de Casa Carupa	- 128 -
Figura 61: Redibujo de planta baja de Casa Carupa	- 129 -
Figura 62: Redibujo de la planta de ampliación de Casa Carupa	- 130 -
Figura 63: Redibujo de sección de Casa Carupa	- 131 -
Figura 64: Detalle constructivo de paneles de Casa Carupa	- 132 -
Figura 65: Sección en perspectiva con materialidad	- 133 -
Figura 66: Redibujo de elevación de Casa Carupa	- 133 -
Figura 67: Vista exterior de Casa Carupa	- 134 -
Figura 68: Vista interior de Casa Carupa	- 134 -
Figura 69: Vista exterior de Casa Finlandia	- 135 -
Figura 70: Vista exterior de Casa Finlandia	- 135 -
Figura 71: Construcción de Casa Finlandia	- 136 -
Figura 72: Construcción de Casa Finlandia	- 136 -
Figura 73: Esquema de la forma de Casa Finlandia	- 137 -
Figura 74: Redibujo de planta baja de Casa Finlandia	- 138 -
Figura 75: Redibujo de planta de ampliación de Casa Finlandia	- 138 -
Figura 76: Redibujo de sección de Casa Finlandia	- 140 -
Figura 77: Detalle constructivo de hormigón armado empleando el sistema de enhuacalado	- 140 -
Figura 78: Elevación con materialidad de Casa Finlandia	- 141 -
Figura 79: Comedor de Casa Finlandia	- 141 -
Figura 80: Exteriores de Casa Finlandia	- 142 -
Figura 81: Render del condominio Colinas de Racar	- 145 -
Figura 82: Redibujo de plantas actuales de unidad de vivienda del Condominio Colinas de Racar	- 146 -
Figura 83: Redibujo de elevación de unidad de vivienda Colinas de Racar	- 147 -
Figura 84: Fotografía del estado actual del proyecto Colinas de Racar	- 148 -
Figura 85: Plantas arquitectónicas de la propuesta de mejora para el proyecto Colinas de Racar	- 150 -
Figura 86: Predio destinado al anteproyecto	- 153 -
Figura 87: Zonificación funcional de planta baja	- 154 -
Figura 88: Zonificación funcional de planta alta	- 155 -
Figura 89: Zonificación según nivel de privacidad de planta alta	- 156 -
Figura 90: Zonificación según nivel de privacidad de planta alta	- 157 -
Figura 91: Zonificación según actividades	- 158 -
Figura 92: Zonificación de espacios en planta baja	- 159 -
Figura 93: Zonificación de espacios en planta alta	- 160 -
Figura 94: Organigramas de planta baja y planta alta	- 161 -
Figura 95: Planta baja	- 165 -
Figura 96: Planta alta	- 166 -
Figura 97: Elevación frontal	- 167 -
Figura 98: Elevación posterior	- 167 -
Figura 99: Perspectiva frontal de la estructura de Steel Framing del anteproyecto	- 168 -
Figura 100: Perspectiva posterior de la estructura de Steel Framing del anteproyecto	- 168 -

Figura 101: Despiece estructural del anteproyecto	- 169 -
Figura 102: Render exterior de fachada	- 170 -
Figura 103: Render interior de sala	- 170 -
Figura 104: Render interior de comedor	- 171 -
Figura 105: Render interior de cocina	- 171 -
Figura 106: Render interior de dormitorio	- 172 -
Figura 107: Detalle constructivo de anclaje a cimentación	- 173 -
Figura 108: Detalle constructivo de entrepiso	- 174 -
Figura 109: Detalle constructivo de paneles	- 175 -
Figura 110: Detalle constructivo de escaleras	- 176 -
Figura 111: Detalle constructivo de cubiertas	- 177 -

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Tabla modelo de comparativas _____	- 5 -
Tabla 2: Tabla modelo de comparativa de presupuestos _____	- 5 -
Tabla 3: Modelo de tabla comparativa de requerimientos _____	- 6 -
Tabla 4: Modelo de tabla comparativa de Flexibilidad _____	- 7 -
Tabla 5: Condicionantes para el análisis de las comparativas _____	- 7 -
Tabla 6: Escala de Likert _____	- 9 -
Tabla 7: Indicadores técnicos _____	- 11 -
Tabla 8: Normas AISI _____	- 23 -
Tabla 9: Normas ASTM _____	- 24 -
Tabla 10: Manual ILAFA _____	- 24 -
Tabla 11: Normas NEC _____	- 25 -
Tabla 12: Normas ACI _____	- 26 -
Tabla 13: Normas NEC de hormigón armado aplicado a viviendas _____	- 27 -
Tabla 14: Normas NEC del hormigón armado _____	- 28 -
Tabla 15: Normas nacionales relacionadas _____	- 29 -
Tabla 16: Perfiles estructurales _____	- 31 -
Tabla 17: Perfiles no estructurales _____	- 32 -
Tabla 18: Conectores y anclajes _____	- 33 -
Tabla 19: Tornillos _____	- 38 -
Tabla 20: Placas de gypsum _____	- 39 -
Tabla 21: Placas de fibrocemento _____	- 40 -
Tabla 22: Materiales de la mezcla de hormigón _____	- 41 -
Tabla 23: Varillas de refuerzo _____	- 41 -
Tabla 24: Mallas electrosoldadas _____	- 42 -
Tabla 25: Materiales de encofrado _____	- 43 -
Tabla 26: Galletas o separadores _____	- 44 -
Tabla 27: Ladrillos _____	- 44 -
Tabla 28: Bloques _____	- 46 -
Tabla 29: Unión entre paneles _____	- 50 -
Tabla 30: Sistemas estructurales de escaleras _____	- 52 -
Tabla 31: Elementos y sistemas de rigidización _____	- 54 -
Tabla 32: Sistemas de vigas _____	- 58 -
Tabla 33: Muros estructurales y no estructurales _____	- 59 -
Tabla 34: Factores estructurales del Steel Framing _____	- 63 -
Tabla 35: Factores estructurales del hormigón armado _____	- 64 -
Tabla 36: Costo de materiales más importantes en el Steel Framing _____	- 66 -
Tabla 37: Costo de materiales más importantes en hormigón armado _____	- 67 -
Tabla 38: Costo de mano de obra en Steel Framing _____	- 68 -
Tabla 39: Costo de mano de obra en hormigón armado _____	- 68 -
Tabla 40: Comparativa de componentes y elementos _____	- 70 -
Tabla 41: Conclusión _____	- 74 -
Tabla 42: Presupuesto de Steel Framing _____	- 76 -
Tabla 43: Presupuesto de Hormigón Armado _____	- 80 -
Tabla 44: Resumen de la comparativa de presupuestos _____	- 86 -
Tabla 45: Análisis de la comparativa de presupuestos _____	- 88 -
Tabla 46: Comparativa de tiempos entre Steel Framing y hormigón armado _____	- 90 -
Tabla 47: Análisis de la comparativa de tiempos _____	- 93 -
Tabla 48: Requerimientos técnicos del Steel Framing _____	- 94 -
Tabla 49: Requerimientos técnicos del hormigón armado _____	- 95 -
Tabla 50: Análisis de la comparativa de requerimientos técnicos _____	- 96 -
Tabla 51: Impactos ambientales _____	- 98 -

<i>Tabla 52: Análisis de la comparativa de impacto ambiental</i>	- 99 -
<i>Tabla 53: Comparativa de resistencia estructural</i>	- 101 -
<i>Tabla 54: Comparativa de comportamiento térmico</i>	- 102 -
<i>Tabla 55: Comparativa de flexibilidad</i>	- 102 -
<i>Tabla 56: Análisis de la comparativa de flexibilidad</i>	- 105 -
<i>Tabla 57: Casos de estudio seleccionados</i>	- 107 -
<i>Tabla 58: Cuadro de áreas</i>	- 112 -
<i>Tabla 59: Cuadro de áreas</i>	- 121 -
<i>Tabla 60: Cuadro de áreas</i>	- 130 -
<i>Tabla 61: Cuadro de áreas</i>	- 139 -
<i>Tabla 62: Cuadro de áreas</i>	- 146 -
<i>Tabla 63: Cuadro de espacios y áreas de la propuesta de mejora de una unidad de vivienda de Colinas de Racar</i>	- 151 -
<i>Tabla 64: Programa arquitectónico</i>	- 162 -
<i>Tabla 65: Aspectos formales</i>	- 163 -
<i>Tabla 66: Presupuesto de anteproyecto de vivienda VIP</i>	- 178 -
<i>Tabla 67: Resumen del presupuesto</i>	- 182 -
<i>Tabla 68: Porcentajes del costo total del anteproyecto</i>	- 183 -

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: *Plantas arquitectónicas, elevaciones y secciones del anteproyecto* _____ - 195 -

CAPITULO 1

GENERALIDADES

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES

1.1 Introducción

En Ecuador el sector inmobiliario atraviesa un proceso de transformación, evolución y crecimiento impulsado por la necesidad de optimizar recursos, reducir tiempos de ejecución y mejorar la eficiencia en procesos constructivos. En este contexto, la comparación entre sistemas constructivos tradicionales y alternativas viables se vuelve una estrategia clave para la toma de decisiones, especialmente en proyectos de vivienda unifamiliar, donde el equilibrio entre costo, funcionalidad, estética y flexibilidad define la correcta ejecución y resultados de un proyecto. Entre estas alternativas, el *Steel Framing* que a pesar de su limitado protagonismo demuestra eficiencia por su enfoque industrializado, su ligereza estructural y su capacidad para responder a los requerimientos y necesidades del sector.

Históricamente, el hormigón armado ha sido el sistema predominante en el país gracias a su resistencia, disponibilidad de materiales y preferencia dentro de la práctica constructiva. Su aplicación implica procesos más extensos, mayor consumo de recursos y un alto impacto ambiental. Frente a ello, el *Steel Framing* surge como una opción que propone optimizar la construcción mediante un sistema liviano, de montaje rápido, adaptable a diversas necesidades y con un impacto ambiental menor.

El presente estudio desarrolla un análisis comparativo entre el *Steel Framing* y el hormigón armado, enfocado específicamente en viviendas unifamiliares, evaluando su desempeño técnico, económico y ambiental mediante una metodología mixta que combina investigación documental, análisis de casos de estudio, revisión normativa y elaboración de una propuesta de un prototipo a nivel de anteproyecto de vivienda. Esta estructura metodológica permite identificar fortalezas, debilidades y oportunidades de implementación para cada sistema, así como determinar su nivel de eficiencia en viviendas unifamiliares.

La investigación también integra una propuesta basada en los requerimientos de vivienda VIP en Cuenca, lo que permite destacar al *Steel Framing* desde un escenario práctico y alineado con las necesidades mínimas. Este ejercicio aplicado posibilita valorar no solo el rendimiento técnico, sino también la adaptabilidad del *Steel Framing* a modelos de vivienda estandarizados, su potencial para optimizar tiempos y su capacidad para ofrecer soluciones funcionales dentro de las restricciones normativas vigentes. Finalmente se busca ofrecer un análisis que aporte criterios técnicos para mejorar la toma de decisiones en el ámbito constructivo y promover la adopción de sistemas constructivos como el *Steel Framing* como alternativa eficiente, sostenible y aplicable a proyectos de vivienda unifamiliar.

1.2 Problemática

Según la Secretaria Nacional de Planificación, 2024 el Ecuador enfrenta un déficit habitacional del 56.71% desde el año 2023. Este factor afecta tanto la cantidad como la calidad de las viviendas en zonas urbanas y rurales. Este problema no solo compromete el acceso a una vivienda digna, sino que impulsa la idea de utilizar alternativas constructivas más eficientes, ligeras y económicas; que no comprometan los resultados y la calidad de los procesos, permitiendo reducir los costos y tiempos elevados de construcción de los sistemas tradicionales. Según la Secretaria Nacional de Planificación, 2023, el objetivo desde 2023 es reducir el déficit habitacional a través de las siguientes actividades; construcción de nuevas unidades habitacionales, remplazo de viviendas irrecuperables, realización de mejoras en función de tres factores: materiales, espacio y servicios.

El uso predominante del hormigón armado conlleva a altos costos debido al elevado tiempo de elaboración, fraguado de elementos estructurales y materiales necesarios. Así mismo, generan edificaciones con limitaciones en comportamiento sísmico por su peso, el dimensionamiento adecuado y el tiempo considerable que requiere su ejecución (Aguirre & Figueroa, 2008). También debe destacarse el impacto ambiental que provoca la elaboración de materiales como el ladrillo, lo que resulta en que estos sistemas tradicionales sean ineficientes.

A estas limitaciones se suma la falta de conocimiento y confianza para utilizar nuevos sistemas constructivos. En Ecuador, la adopción de sistemas constructivos innovadores como el *Steel Framing* es aún muy limitada, debido a la reducida difusión y confianza en estos métodos por parte de profesionales, constructores y clientes (Brito et al., 2022). Esta situación impacta de manera directa a las familias de ingresos bajos y medios, quienes requieren soluciones habitacionales asequibles, y también a desarrolladores inmobiliarios y gobiernos locales que buscan alternativas viables y sostenibles para enfrentar la creciente demanda de vivienda.

1.3 Justificación

El presente trabajo busca analizar si el sistema constructivo *Steel Framing* puede representar una alternativa viable, eficiente y económica frente a los sistemas tradicionales, especialmente en las etapas constructivas que implican la aplicación de múltiples recursos y largos tiempos de ejecución. Asimismo, se evaluarán sus posibles ventajas y limitaciones en aspectos como los procesos, la sostenibilidad y el comportamiento sísmico. De esta forma, se busca determinar en qué medida el *Steel Framing* podría contribuir a la eficiencia constructiva en el Ecuador, considerando sus ventajas y eficiencia.

El *Steel Framing* se presenta como un sistema constructivo basado en una estructura liviana de acero galvanizado, que potencialmente puede ofrecer eficiencia y procesos constructivos más rápidos y con menor demanda de recursos. También se destaca su capacidad para reducir residuos en obra, con posibilidades de reciclaje y reutilización. No obstante, en Ecuador aún se percibe como un sistema nuevo, por lo que existe desconfianza y desconocimiento por parte de la población,

quienes consideran que, por su costo y materialidad, podría tener menor durabilidad y resistencia que los sistemas tradicionales.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Analizar el sistema constructivo *Steel Framing* en comparación con el hormigón armado evaluando su evolución y sus ventajas técnicas, económicas y ambientales para determinar su viabilidad en viviendas unifamiliares en Ecuador.

1.4.2 Objetivos específicos

- Investigar y analizar las características y elementos constructivos que conforman los sistemas constructivos del hormigón armado y el *Steel Framing*.
- Analizar casos de estudio donde el *Steel Framing* se haya aplicado total o parcialmente en viviendas unifamiliares.
- Realizar un análisis comparativo analizando costos generales, tiempos, requerimientos técnicos, impacto ambiental y la flexibilidad que abarca mantenimiento.
- Proponer un modelo de vivienda a nivel de anteproyecto basado en las viviendas de interés público aplicando las características del *Steel Framing* como alternativa viable.

1.5 Metodología

La presente investigación adopta un enfoque descriptivo-comparativo, con énfasis en el análisis cualitativo de información documental, normativa y de casos de estudio (Creswell, 2009). Se recopila información documental y técnica sobre *Steel Framing* y hormigón armado, utilizando datos cuantitativos referenciales (costos, tiempos, impacto ambiental) obtenidos de fuentes secundarias y estudios previos, para sustentar el análisis comparativo. Finalmente, se propone un anteproyecto de vivienda unifamiliar en *Steel Framing*, con el fin de validar su aplicabilidad en Ecuador.

1.5.1 Investigación, análisis y obtención de la información

Según Groat & Wang, 2013 para buscar y analizar información de un tema relacionado con la arquitectura es necesario recopilar información técnica y teórica de fuentes variadas y organizarla sistemáticamente, abarcando principalmente las siguientes actividades:

a. Revisión de bibliografía y recopilación de información sobre los sistemas *Steel Framing* y hormigón armado

Se seleccionan documentos, catálogos, tesis, artículos y publicaciones de repositorios académicos a nivel internacional y nacional que abordan el sistema constructivo *Steel Framing* y el sistema constructivo de hormigón armado, con énfasis en su historia, características, componentes, elementos, normativa, ventajas y desventajas. Las fuentes bibliográficas a tomar en cuenta se consideran con menos de 5 años de publicación para asegurar información actualizada, (en este caso para la información de componentes y elementos); también se consideran fuentes con más de

5 años de publicación para analizar aspectos como la historia e información de la investigación que no requería de fuentes actualizadas, sino de mayor cantidad de información como las normativas y manuales o descripción de los elementos del hormigón armado y *Steel Framing*, esto con el objeto de obtener la mayor cantidad de información consiguiendo datos más puntuales que ayudan a determinar la información necesaria y comprender las variables a analizar en el estudio comparativo.

El objetivo es reunir información sobre la historia, características, componentes, normativa, ventajas y desventajas de ambos sistemas, identificando variables de comparación, en este caso la comparativa desarrollada en el capítulo dos sobre la cantidad, complejidad y procesos de ambos sistemas.

La información se toma de repositorios como; Repositorio FADU de la Universidad de la Republica de Uruguay, ResearchGate, PUCE (Pontificia Universidad Católica del Ecuador), UCE(Universidad Central del Ecuador), Dialnet, UPS(Universidad Politécnica Salesiana), ESPOL(Escuela Superior Politécnica del Litoral), EPN(Escuela Politécnica Nacional), UNT(Universidad Nacional de Trujillo – Perú), UCC(Universidad de Ciencias Comerciales – Nicaragua), FCYT-UNCA(Facultad de Ciencias y Tecnologías de la Universidad Nacional de Caaguazú - Paraguay), y artículos o publicaciones de las revistas Green World Journal de Camera Editorial y la revista INGENIUS.

b. Análisis documental y contextual

Se recopila información de fuentes técnicas nacionales e internacionales; normativas para este caso las normas NEC (Norma Ecuatoriana de la construcción), ACI (*American Concrete Institute*), AISI (*American Iron and Steel Institute*), ASTM (*Advancing Standards Transforming Markets*) la información se obtiene de los sitios web oficiales de las normas mencionadas donde se encuentra publicada información general e información detallada. Esto permite conocer los aspectos legales que regulan ambos sistemas a nivel nacional e internacional. Se obtiene información del sitio web oficial del manual ILAFA (Instituto Latinoamericano del Fierro y del Acero) y se obtiene información de catálogos impresos de las empresas nacionales GypTech y catálogos online de las empresas SuperBoard, Adelca, FALCO, Fabrica Orellana y del sitio web oficial del catálogo internacional de la empresa Simpson Strong Tie, necesario para complementar la información técnica del *Steel Framing*.

1.5.2 Análisis Comparativo

La metodología a seguir para comparar los dos sistemas se basa en definir los criterios de comparación, garantizando que sean equivalentes y comparables en ambos casos, con la finalidad de obtener un correcto análisis de similitudes y diferencias. Los criterios a comparar en base a la metodología de Groat & Wang, 2013 son:

c. Comparativa de componentes y elementos

A partir de la recopilación de información puntual sobre historia, componentes y elementos se realiza una comparativa en la que se analicen cantidad de componentes, materiales y elementos. Con lo recopilado se obtienen los datos que se analizan y se comparan mediante una tabla comparativa, empleando la escala de Likert (ver Tabla 1).

Tabla 1: Tabla modelo de comparativas

COMPARATIVA DE COMPONENTES Y ELEMENTOS				
ESCALA DE LIKERT				
1-MUY BAJO	2-BAJO	3-MEDIO	4-ALTO	5-MUY ALTO
COMPARACION				
ASPECTO	STEEL FRAMING	HORMIGON ARMADO	OBSERVACION	
-	-	-	-	

Fuente: Elaboración propia

d. Análisis de presupuestos

Se recopila información de precios de materiales, boletines o catálogos disponibles a nivel local con información disponible de los costos referenciales por metro cuadrado de construcción a nivel local.

Se toma como base el presupuesto de la vivienda construida con hormigón armado publicada en el boletín digital disponible en el sitio web de la Cámara de la Construcción de Cuenca actualizada hasta enero de 2025 y para el *Steel Framing* se utiliza una lista de precios de materiales proporcionada por la empresa ConstruGypsum, información actualizada al año 2025 y asesoría proporcionada presencialmente por el arquitecto Javier Flores de la empresa Casa Seca. Para el presupuesto de vivienda de *Steel Framing* se utiliza como base la misma vivienda de la Cámara de la Construcción para calcular el presupuesto mediante una tabla independiente por cada sistema y finalmente definir precios en común o similares y precios con diferencias significativas, definiendo así mediante una tabla comparativa empleando la escala de Likert, cual sistema constructivo es mejor en cuanto a presupuestos (ver Tabla 2).

Tabla 2: Tabla modelo de comparativa de presupuestos

COMPARATIVA DE PRESUPUESTOS				
ESCALA DE LIKERT				
1-MUY BAJO	2-BAJO	3-MEDIO	4-ALTO	5-MUY ALTO
COMPARACION				
ASPECTO	STEEL FRAMING	HORMIGON ARMADO	OBSERVACION	

Rubro	Costo en dólares	Costo en dólares	Conclusión sobre ambos costos
	Calificación	Calificación	

Fuente: Elaboración propia

e. Tiempos de construcción

Se analizan y comparan los tiempos de construcción aproximados de construcción del *Steel Framing* y del hormigón armado, con base en la misma vivienda analizada en presupuestos, publicada en el boletín de la Cámara de la Construcción, realizando un cálculo aproximado de los tiempos de construcción de cada etapa, en el caso del hormigón armado se cuenta con información referencial del trabajo de investigación publicado en el año 2021 en el repositorio institucional de la Universidad Politécnica Salesiana del autor Kevin Alexander Vallejos Buri con el título de "Comparativa del sistema tradicional versus el sistema *Steel Framing* en la construcción de viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5 metros" y para el *Steel Framing* se cuenta con un video referencial proporcionado por el arquitecto Javier Flores de la empresa Casa Seca que presenta una vivienda de una planta construida en 60 días.

f. Requerimientos

Se analizan y comparan los recursos necesarios, en este caso maquinarias y herramientas que se necesitan en cada sistema durante la construcción, tomando como base investigaciones y comparativas ya realizadas, disponibles en repositorios institucionales locales. Se considera como aspecto importante el análisis de cada sistema constructivo y la información aproximada referente a los requerimientos de construcción. La información parcial sobre maquinaria y requerimientos se obtiene del trabajo de investigación publicado en el año 2021 en el repositorio institucional de la Universidad Politécnica Salesiana del autor Kevin Alexander Vallejos Buri con el título de "Comparativa del sistema tradicional versus el sistema *Steel Framing* en la construcción de viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5 metros". Finalmente se emplea la escala de Likert para definir la cantidad, frecuencia de uso de los requerimientos necesarios, y, los insumos necesarios como el agua y energía eléctrica (ver Tabla 3).

Tabla 3: Modelo de tabla comparativa de requerimientos

COMPARATIVA DE REQUERIMIENTOS				
ESCALA DE LIKERT				
1-MUY BAJO	2-BAJO	3-MEDIO	4-ALTO	5-MUY ALTO
COMPARACION				
ASPECTO	STEEL FRAMING	HORMIGON ARMADO	OBSERVACION	
-	Calificación	Calificación	Conclusión sobre ambos sistemas	

Fuente: Elaboración propia

g. Impacto ambiental

Se analizan estudios de impacto ambiental de los sistemas *Steel Framing* y hormigón armado preexistentes a nivel nacional o internacional para definir los impactos ambientales de ambos sistemas. Se analizan investigaciones ya publicados sobre el impacto ambiental de ambos sistemas tal como la publicación online de la Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria Pentaciencias publicada en el año 2023 de los autores Diego Andrés Rincón Zambrano y Eduardo Ortiz Hernández con el título “Sistema de construcción *Steel Framing* y su impacto en la protección del medio ambiente”.

h. Flexibilidad y adaptabilidad

Se compara la eficiencia, dificultad y viabilidad de realizar modificaciones o remodelaciones posteriores, tomando en cuenta los elementos constructivos, tiempos de construcción, frecuencia y complejidad del mantenimiento y requerimientos. Se aplica mediante una tabla empleando la escala de Likert, definiendo la capacidad de cada sistema de adaptarse a diversos cambios (ver Tabla 4). Se prioriza la información que relacione directamente la flexibilidad del sistema con su durabilidad y los tiempos de intervención necesarios durante su vida útil.

Tabla 4: Modelo de tabla comparativa de Flexibilidad

COMPARATIVA DE FLEXIBILIDAD Y ADATABILIDAD				
ESCALA DE LIKERT				
1-MUY BAJO	2-BAJO	3-MEDIO	4-ALTO	5-MUY ALTO
COMPARACION				
ASPECTO	STEEL FRAMING	HORMIGON ARMADO	OBSERVACION	
-	Calificación	Calificación	Conclusión sobre ambos sistemas	

Fuente: Elaboración propia

i. Variables de comparación

Se comparan diferentes temas expuestos en el marco teórico, mediante tablas y para el análisis de cada comparativa se definen condicionantes comunes entre ambos sistemas, en este caso son:

Tabla 5: Condicionantes para el análisis de las comparativas

CONDICIONANTES PARA EL ANALISIS DE COMPARATIVAS		
COMPONENTES Y ELEMENTOS	Complejidad	Nivel de complejidad de los procesos
	Cantidad de procesos	Evalúa que sistema requiere más procesos
	Peso	Componentes y elementos más pesados

	Mano de obra especializada	Nivel de especialización de la mano de obra
COMPARATIVA DE PRESUPUESTOS	Presupuestos de vivienda	Se analizan y evalúan los costos totales de rubros.
COMPARATIVA DE TIEMPOS	Tiempo aproximado de construcción de la vivienda analizada en presupuestos	Se analizan y evalúan los tiempos totales de construcción de los rubros analizados en presupuestos.
COMPARATIVA DE REQUERIMIENTOS TECNICOS	Cantidad de maquinaria	Evalúa la cantidad de maquinaria necesaria en cada sistema
	Cantidad de herramientas manuales	Mayor necesidad de herramientas manuales o eléctricas
	Cantidad de herramientas eléctricas	
	Complejidad de aplicación	Complejidad en el uso y aplicación de los requerimientos técnicos
	Requerimiento de energía eléctrica	Sistema con más demanda de electricidad
	Requerimiento de agua	Sistema con más necesidad de agua.
COMPARATIVA DE IMPACTO AMBIENTAL	Fabricación de componentes	Impacto ambiental de fabricación
	Huella de carbono	Huella de carbono más baja y más alta
	Consumo de agua	Impacto ambiental por mayor consumo de agua
	Dependencia de maquinaria	Nivel de dependencia de maquinarias
	Movimiento y extracción de materiales	Evalúa la frecuencia de transporte de materiales y frecuencia de desalojo de residuos o escombros.
COMPARATIVA DE FLEXIBILIDAD DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO	Frecuencia de mantenimiento	Qué sistema requiere de un mayor mantenimiento
	Dificultad de realizar remodelaciones	En qué sistema es más complejo realizar una remodelación

	Elementos que afectan la funcionalidad	Qué sistema puede tener elementos que afecten la funcionalidad o estética.
	Dificultad de correcciones en obra	En qué sistema se puede corregir de mejor manera un error durante la obra.
	Dificultad de realizar reparaciones	En qué sistema es más difícil realizar una reparación posterior.
	Dificultad de elaborar formas complejas	Qué sistema tiene componentes más trabajables para elementos estéticos.
	Consideraciones para la resistencia estructural	Qué sistema puede llegar a tener más exigencias estructurales
	Necesidad de aislamiento térmico	Qué sistema necesita materiales de aislamiento térmico

Fuente: Elaboración propia

j. Criterios de evaluación

Se analizan las comparativas para definir el sistema con mejores resultados, empleando la escala de Likert donde "1" es una condición más favorable y "5" es una condición menos favorable, con el fin de obtener un promedio final, para definir qué sistema constructivo tiene un mejor desempeño en las variables de comparación (ver Tabla 6).

Tabla 6: Escala de Likert

ESCALA DE LIKERT			
1	MUY BAJO	Componentes y elementos.	Indica una complejidad y cantidad de recursos mínima.
		Comparativa de presupuestos.	Indica un costo muy bajo.
		Comparativa de tiempos.	Indica un tiempo muy bajo.
		Comparativa de requerimientos técnicos.	Indica requerimientos técnicos mínimos o nulos.
		Comparativa de impacto ambiental.	Indica un menor impacto ambiental.
		Comparativa de flexibilidad del sistema constructivo.	Indica una condición excelente de flexibilidad.
2	BAJO	Componentes y elementos.	Indica una complejidad y cantidad de recursos baja.
		Comparativa de presupuestos.	Indica un costo bajo.
		Comparativa de tiempos.	Indica un tiempo bajo.

		Comparativa de requerimientos técnicos.	Indica requerimientos técnicos mínimos.
		Comparativa de impacto ambiental.	Indica un impacto ambiental bajo.
		Comparativa de flexibilidad del sistema constructivo.	Indica una condición buena de flexibilidad.
3	MEDIO	Componentes y elementos.	Indica una complejidad y cantidad de recursos media.
		Comparativa de presupuestos.	Indica un costo medio
		Comparativa de tiempos.	Indica un tiempo medio.
		Comparativa de requerimientos técnicos.	Indica requerimientos técnicos frecuentes y en cantidad media.
		Comparativa de impacto ambiental.	Indica un impacto ambiental medio.
		Comparativa de flexibilidad del sistema constructivo.	Indica una condición normal de flexibilidad.
4	ALTO	Componentes y elementos.	Indica una complejidad y cantidad de recursos alta.
		Comparativa de presupuestos.	Indica un costo alto.
		Comparativa de tiempos.	Indica un tiempo alto.
		Comparativa de requerimientos técnicos.	Indica requerimientos técnicos de mayor frecuencia y en cantidad alta.
		Comparativa de impacto ambiental.	Indica un impacto ambiental alto.
		Comparativa de flexibilidad del sistema constructivo.	Indica una condición de flexibilidad mala o compleja.
5	MUY ALTO	Componentes y elementos.	Indica una complejidad y cantidad de recursos muy alta.
		Comparativa de presupuestos.	Indica un costo muy alto.
		Comparativa de tiempos.	Indica un tiempo muy alto.
		Comparativa de requerimientos técnicos.	Indica una cantidad de requerimientos técnicos muy alta.
		Comparativa de impacto ambiental.	Indica un impacto ambiental muy alto.
		Comparativa de flexibilidad del sistema constructivo.	Indica una condición de flexibilidad muy mala o muy compleja.

Fuente: Elaboración propia

k. Indicadores técnicos

Los indicadores técnicos para cada comparativa son:

Tabla 7: Indicadores técnicos

INDICADORES TECNICOS		
COMPARATIVA	INDICADOR TECNICO	OBSERVACIÓN
Componentes y elementos.	Cantidad numérica.	Numero de componentes y elementos.
Comparativa de presupuestos.	Costo total y costo por metro cuadrado.	Presupuesto de un proyecto, se analizan costos totales por rubro y costos por metro cuadrado.
Comparativa de tiempos.	Número de días totales por rubro.	Tiempo aproximado de construcción.
Comparativa de requerimientos técnicos.	Cantidad de maquinaria y herramientas.	Cantidad de maquinaria y herramientas requeridas por sistema constructivo.
Comparativa de impacto ambiental.	Datos y cantidades	Información obtenida y sintetizada de otras investigaciones.
Comparativa de flexibilidad del sistema constructivo.	Datos y cantidades	Abarca varios temas relacionados a la flexibilidad de cada sistema constructivo.

Fuente: Elaboración propia

I. Casos de estudio

Según Groat & Wang, 2013 se recomienda analizar mínimo 2 casos de estudio con la finalidad de identificar patrones, similitudes y diferencias en la aplicación de ambos sistemas en viviendas unifamiliares. En el presente estudio se analizan 4 casos de estudio, 2 donde se ha aplicado el *Steel Framing* y 2 donde se aplique el hormigón armado con la finalidad de analizar aspectos comparables.

Los casos de estudio analizados se definen tomando en cuenta que tanto el caso de estudio del *Steel Framing* y hormigón armado sean comparables, considerando un área similar, cantidad de espacios, aspectos funcionales, materialidad y características generales. Permitiendo usar categorías tales como: descripción general, análisis formal, análisis funcional, análisis de secciones y materialidad, definiendo los aportes que estos casos puedan ofrecer para el desarrollo de la propuesta.

1.5.3 Desarrollo y validación de propuesta

La elaboración de la propuesta, permite validar los resultados de la investigación; en este caso, permitirá evaluar la aplicabilidad del sistema *Steel Framing* como alternativa frente a otros sistemas. En esta etapa se desarrolla una propuesta de mejora de una unidad de vivienda VIP ya existente mismo que es redibujado, considerando aspectos como el área y la funcionalidad, con un enfoque en definir las necesidades mínimas. Adicionalmente se propone un modelo de vivienda a nivel de

anteproyecto, utilizando el sistema *Steel Framing*, el predio a utilizar será simulado con medidas comunes y máximas en proyectos VIP, debido a que los proyectos VIP parten de proyectos de lotización y planificación a nivel de unidades de viviendas y el enfoque de esta fase es únicamente en una unidad de vivienda unifamiliar.

El diseño de esta vivienda se elabora de manera digital, empleando el software de Archicad 28 y se elabora una propuesta a nivel de anteproyecto, presentando un modelo de vivienda VIP tomando como bases, características como área, espacios y número de pisos de proyectos de vivienda de interés público preexistentes.

El anteproyecto cuenta con, descripción, cuadro de áreas, espacios, plantas arquitectónicas, elevaciones, cortes y renders, buscando demostrar que el *Steel Framing* es aplicable en cualquier tipo de proyecto y puede ser una alternativa constructiva más eficiente frente a otros sistemas. Con esto se busca comparar a nivel de anteproyecto, que sistema constructivo puede ofrecer una mayor flexibilidad en cuanto a diseño y funcionalidad al emplear el *Steel Framing* como sistema constructivo alternativo.

1.5.4 Esquema metodológico

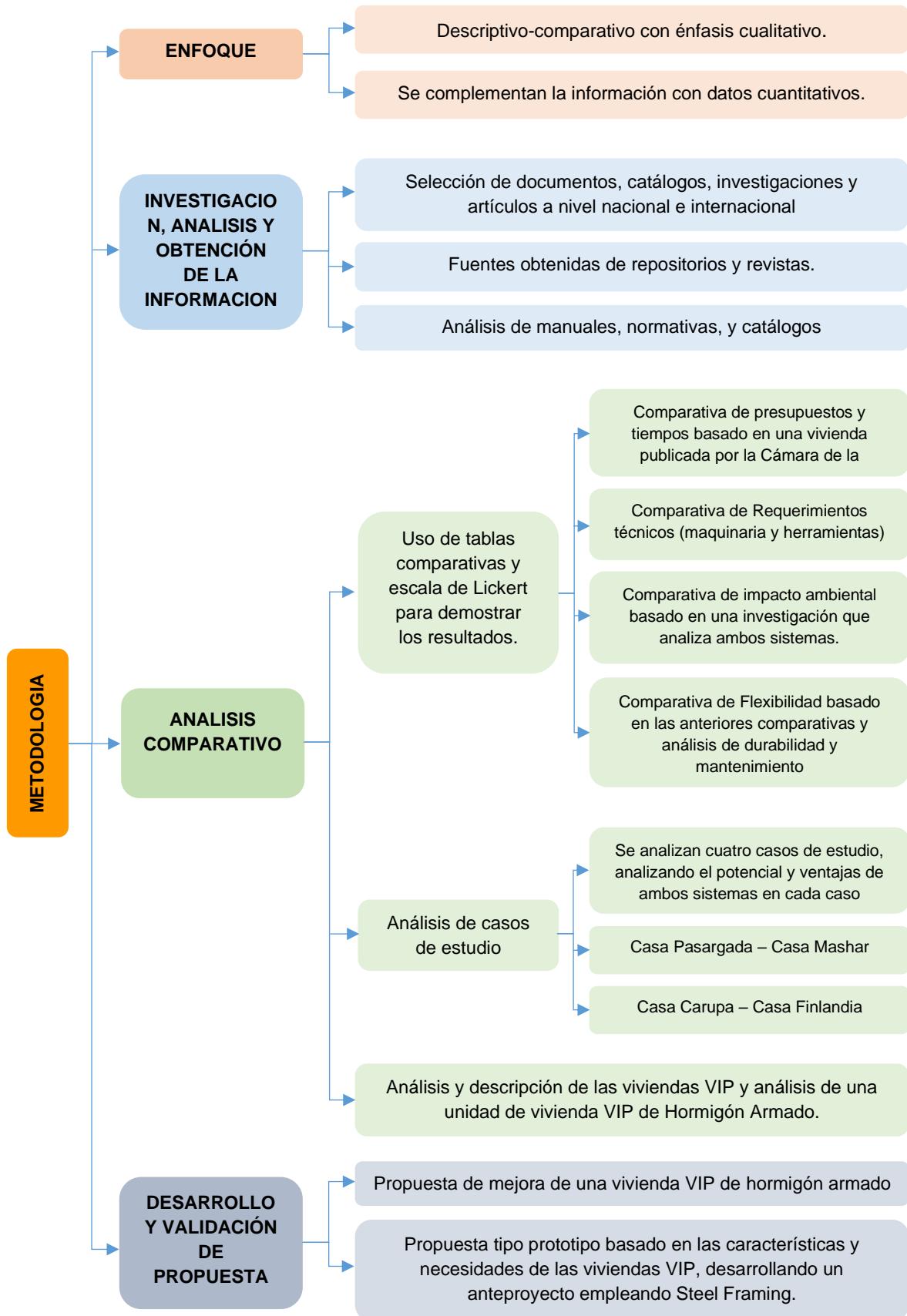


Figura 1:Esquema metodológico

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO 2

EL STEEL FRAMING
Y EL HORMIGON
ARMADO

CAPÍTULO II

2. EL STEEL FRAMING Y EL HORMIGON ARMADO

2.1 Introducción

En Ecuador el sistema de construcción más utilizado es el hormigón armado, percibido como un sistema de gran resistencia por sus componentes, en cambio el *Steel Framing* es percibido como frágil y poco confiable por lo que únicamente es considerado como un sistema parcial o complementario, utilizado como una opción para remodelaciones y ampliaciones, ignorando las ventajas de construir aplicando el sistema *Steel Framing* como sistema constructivo total.

En este capítulo se desarrollará la información puntual y más importante, para dar a conocer ambos sistemas constructivos, desde sus antecedentes históricos y evolución, así como su normativa internacional y nacional; mostrando sus características, aspectos, componentes y elementos más importantes y comunes, en la construcción de viviendas unifamiliares, toda esta información será la base de la comparativa, que permitirá comprobar, que el *Steel Framing* es una alternativa totalmente viable en comparación al hormigón armado.

2.2 Antecedentes históricos y evolución del Steel Framing y hormigón armado

Ambos sistemas tienen diferentes percepciones, el *Steel Framing* a nivel nacional se percibe como un sistema constructivo nuevo que actualmente se está dando a conocer en mayor medida, sin embargo, este sistema tiene una mayor antigüedad a la percibida. Sus orígenes se remontan a la necesidad de mejorar los sistemas constructivos elaborados con madera, como el sistema tradicional que empleaba elementos pesados de madera, el *Ballon Framing*, que presentaba desventajas como un mal comportamiento frente a condiciones como clima, plagas e incendios y al *Platform Framing* que mejoró el sistema anterior. El *Steel Framing* se basa en estos sistemas, con la intención de reducir el uso de la madera y compensar las desventajas que estos sistemas presentaban, mejorando los sistemas constructivos anteriores al emplear materiales y componentes fabricados con medidas y características técnicas estandarizadas, permitiendo procesos regulados, y eficientes con elementos constructivos totalmente prefabricables. Japón es uno de los países que aplicó este sistema, para elaborar viviendas prefabricadas, como respuesta frente a la destrucción provocada por la guerra.

Así mismo el hormigón armado tiene sus orígenes como respuesta a sistemas constructivos que utilizaban la piedra tallada, la madera, el adobe y morteros como cal, barro y arcilla. El hormigón surge en la romanización (siglo II d.C.) como una mezcla llamada *opus caementicium* que gracias a los materiales utilizados en la mezcla, se consiguieron construcciones que en la actualidad continúan en pie, presentando deterioro parcial, posteriormente surgieron nuevas mezclas y aplicaciones de nuevos materiales, dando como resultado la mezcla portland, que fue evolucionando hasta la aplicación con varillas de refuerzo, dando como resultado en lo que hoy en día es uno de los sistemas más aplicados y confiables.

2.3 Antecedentes históricos del Steel Framing

2.3.1 Orígenes del Steel Framing

A mediados del siglo XVIII en Estados Unidos el crecimiento del país hacia el Oeste requería de nuevas construcciones sobre todo en lugares donde el material más predominante era la madera, material que durante esta época comenzaba a tener relación con procesos de prefabricación (Ferrando & García, 2014).

A partir del año 1830 surge como una adaptación al sistema de construcción con madera de esa época, el sistema *Balloon*, que empleaba elementos continuos de madera como estructura a modo de esqueleto y para conformar muros se usaba una técnica de entirado, aprovechando la abundancia de la madera y desarrollando elementos estructurales livianos y con medidas estándar generalmente de 1" x 2" (2.54 x 5.08 cm) reemplazando así elementos de madera pesados que requerían juntas de carpintería complejas, consiguiendo optimizar significativamente los procesos constructivos (Ferrando & García, 2014).

Durante el siglo XIX, surge un sistema constructivo derivado llamado *Platform Framing* que se basa en el mismo principio, pero en este caso cada nivel es una estructura independiente apoyada sobre la anterior y se usan tableros de madera para formar los muros respondiendo a una de las limitaciones del *Balloon Framing* en este caso la continuidad de elementos estructurales de madera y el uso de entablado para formar las paredes. Además, factores ambientales, provocaban a largo plazo, aberturas y defectos que daban paso a plagas, corrientes de aire y una rápida propagación del fuego en caso de incendios (Isaacs, 2013) (ver Figura 2).

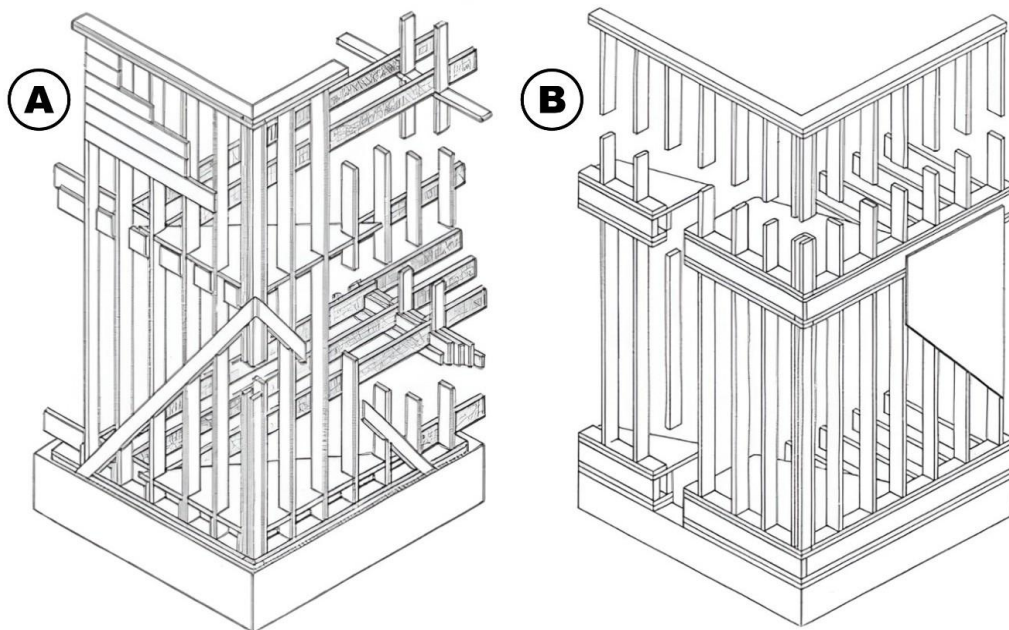


Figura 2: A: Balloon Framing B: Platform Framing

Fuente: Pizzi, 2019

A finales del siglo XIX e inicios del siglo XX, gracias al gran desarrollo industrial sobre todo de la industria metalúrgica y como respuesta a los grandes incendios, se desarrollaron elementos de acero, que al principio presentaban una limitación en cuanto al peso de los elementos estructurales y la cantidad de mano de obra necesaria para procesos como el remachado (Cáceres, 2018). El acero también fue evolucionando, así en 1933 se presentó el primer prototipo del *Steel Framing* (ver Figura 3) en la feria mundial de la construcción de Chicago, empleando una estructura con perfiles de acero laminado y demostrando la aplicabilidad y ventajas del *Steel Framing* frente a la madera (Chávez Lalangui & Guerrero, 2022).



Figura 3: Primer prototipo del Steel Framing, Feria mundial de Chicago, 1933

Fuente: Cáceres, 2018

El *Steel Framing* (ver Figura 4) fue ganando popularidad sobre todo porque el acero solucionaba los problemas derivados del uso de la madera, tales como la resistencia frente a fenómenos ambientales, huracanes, terremotos e incendios; el acero presentaba una mayor vida útil frente a la madera ya que resistía al fuego, la putrefacción y a plagas, el único inconveniente que presentaba el acero laminado eran los daños por óxido, que fue corregido gracias a los procesos de galvanizado (Cáceres, 2018).

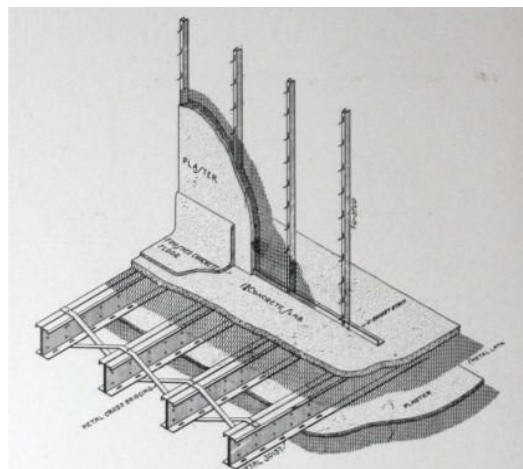


Figura 4: Primeros detalles constructivos empleando el acero laminado

Fuente: Berger Manufacturing, 1924

2.3.1 Evolución del *Steel Framing*

En el año 1939 la AISI (*American Iron and Steel Institute*) desarrolló las primeras guías e investigaciones para este tipo de estructuras (Naranjo, 2024). Desde su origen su uso se difundió en varios países, pero especialmente en Japón, país afectado por bombardeos durante la segunda guerra mundial, comenzó a industrializar el *Steel Framing* minimizando el uso de recursos forestales y desarrollando viviendas prefabricadas en serie (ver Figura 5), como una solución rápida a las zonas destruidas, pero también se aplicó como solución a fenómenos naturales (Cáceres, 2018).



Figura 5: Línea de montaje de módulos residenciales en Japón

Fuente: Sarmanho & Moraes, 2007

Hoy en día, países como Canadá, Estados Unidos y Japón utilizan ampliamente el sistema *Steel Framing*, especialmente en la construcción de viviendas unifamiliares, aunque todavía se emplean métodos tradicionales como el *Platform Framing*, el *Steel Framing*, continúa siendo una opción ideal para la construcción de viviendas. En Latinoamérica este sistema no tuvo una gran acogida, siendo Chile, Brasil y Argentina los primeros países en adoptarlo parcialmente (Cáceres, 2018) (ver Figura 6).



Figura 6: Vivienda realizada con *Steel Framing*, São Paulo, Brasil

Fuente: Sarmanho & Moraes, 2007

2.4 Antecedentes históricos y evolución del Hormigón Armado

2.4.1 Orígenes del hormigón armado

Antiguamente los sistemas constructivos consistían en piedra tallada, construcciones con madera, adobe y uso de morteros como cal, barro y arcilla, el hormigón aparece como uno de los materiales más revolucionarios en el segundo periodo de la romanización (siglo II d. C) como una mezcla que recibió el nombre de *opus caementicium* (ver Figura 7) de grava, cal arena y agua, pero tiempo después se le agregaría puzolana (tierra volcánica de la zona de Pozzuoli, en las faldas del Vesubio), esta mezcla si se hacía correctamente tenía una gran resistencia para elaborar cúpulas de gran tamaño y construcciones en contacto con el agua (Romea, 2014).



Figura 7: Parte de un muro del Coliseo Romano

Fuente: Franco, 2013

El hormigón romano fue utilizado en varias obras que hasta el día de hoy siguen en pie, como el Panteón de Agripa y el Coliseo Romano, pero a pesar de su resistencia y durabilidad tras la caída del Imperio Romano el uso de este tipo de hormigón decayó, hasta que en el siglo XVIII se descubrieron nuevos aglomerantes y en el año 1824 el albañil inglés Joseph Aspdin patentó una mezcla de piedra caliza y arcilla, sometida a un proceso de calcinación a temperaturas de entre 1350 y 1450 °C. El resultado fue el Clinker, un material sólido que se molía y combinaba con una pequeña cantidad de yeso para controlar el tiempo de fraguado, Aspdin lo denominó Portland ya que afirmaba que esta mezcla era tan dura como las piedras de Portland (Romea, 2014).

2.4.1 Evolución del hormigón armado

Durante el siglo XIX se buscaron formas de aumentar la resistencia del hormigón ya que, a pesar de resistir correctamente a la compresión, la resistencia a la tracción era mínima, es entonces cuando Louis Labot, Joseph Monier y François Coignet, experimentaron la aplicación de varillas y mallas de hierro para elaborar estructuras y elementos constructivos. A finales del siglo XIX François Hennebique industrializó el sistema, lo difundió en varios países y consolidó el término Hormigón Armado como sistema estructural (Romea, 2014) (ver Figura 8).



Figura 8: Puente de Risorgimento sobre el río Tiber, Roma, construido por la empresa de François
Fuente: Romea, 2014

En el siglo XX el hormigón armado ya había sido difundido a nivel mundial y se aplicaba en casi todo el mundo y aunque cada país podía tener variantes en cuanto a dosificaciones, el concepto seguía siendo el mismo y también se originaron nuevas técnicas como el hormigón pretensado y postensado. Actualmente es uno de los sistemas más usados en el mundo (Romea, 2014) (ver Figura 9).



Figura 9: Imagen referencial del hormigón armado
Fuente: ICH (Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile), 2019

2.5 Descripción y características del Steel Framing y el hormigón armado

El término *Steel Framing* viene de las palabras en inglés *Steel* (Acero) y *Frame* (Estructura), este sistema se caracteriza por el uso de perfiles de acero galvanizado ligero, como elementos estructurales o no estructurales. Estos perfiles forman una estructura o un esqueleto en el que se montan el resto de componentes de la edificación como instalaciones eléctricas e hidrosanitarias, aislamientos térmicos o acústicos y placas de gypsum, fibrocemento u OSB que forman los muros que pueden ser estructurales o divisorios. Esto da como resultado una estructura liviana de gran resistencia y que permite una mayor flexibilidad en el diseño, modificaciones posteriores y fácil mantenimiento (Peralta & Tapia, 2024) (ver Figura 10).

En Ecuador el sistema constructivo más predominante para la construcción es mayormente el hormigón armado para cimentaciones, estructura y cubiertas, y materiales como el bloque y el ladrillo para mampostería, muros y cerramientos. También se utiliza el sistema constructivo de estructura de acero que suele ser elegida por eficiencia constructiva. La introducción de sistemas constructivos alternativos es mínima ya que se ignoran las ventajas de otros sistemas como el *Steel Framing* (Brito et al., 2022).

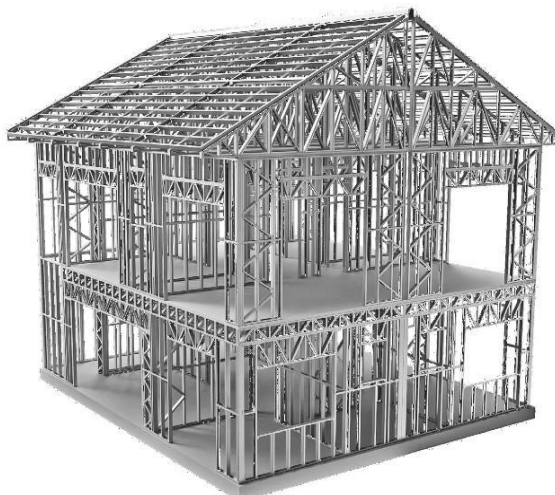


Figura 10: Esquema de vivienda en Steel Framing

Fuente: Rothoblaas, 2019

2.5.1 Características del Steel Framing

El *Steel Framing* es un sistema formado por paneles donde no se utilizan elementos tradicionales como columnas y vigas. En este caso se arman paneles formados por perfiles, anclajes, placas de gypsum, elementos de rigidización y uniones mediante tornillos o soldaduras (Romero & Sánchez, 2022).

Segun Romero & Sánchez, 2022 las características más relevantes del *Steel Framing* son:

- El *Steel Framing* pertenece a los sistemas de construcción en seco, lo que permite mejoras en las condiciones de trabajo para los obreros.
- Es un sistema constructivo que presenta una alta durabilidad y vida útil.
- Los paneles al estar conformados por perfiles y placas, generan vacíos que facilitan las instalaciones eléctricas e hidrosanitarias.
- La carga muerta por el peso propio del material se reduce considerablemente en comparación a otros materiales.
- Los paneles se pueden ensamblar en obra o pueden ser prefabricados.
- Los residuos o sobrantes pueden ser reutilizados para otras actividades o ser reciclados.
- La estructura al estar formada por perfiles de acero galvanizado es resistente a la corrosión.
- Se considera un sistema flexible que se puede adaptar a otros sistemas permitiendo una mayor eficiencia y rapidez para realizar ampliaciones o remodelaciones.

2.5.2 Descripción del hormigón armado

El Hormigón Armado es el sistema constructivo más utilizado y también uno de los más antiguos originados desde la época del Imperio Romano, que consiste en utilizar hormigón reforzado con varillas o mallas que reciben el nombre de armadura (Vallejos, 2021). El hormigón armado está compuesto por dos elementos: el hormigón y el acero; el primero tiene alta resistencia a la compresión, pero una baja resistencia a la tracción y el segundo presente en las varillas y mallas tienen la función de armadura, la cual aumenta la resistencia a esfuerzos de tracción y corte (Aguirre & Figueroa, 2008).

2.5.3 Características del hormigón armado

El hormigón armado es un sistema caracterizado por ser resistente a la compresión como a la tracción, gracias a las propiedades del hormigón y del acero empleado en mallas y varillas de refuerzo, estas características estructurales permiten que este sistema se adapte a diferentes materiales para la elaboración de muros, como ladrillo, bloque, piedra y distintos materiales para acabados (Maldonado, 2023).

Según Aguirre & Figueroa, 2008 las características más relevantes del Hormigón Armado son:

- El Hormigón Armado es un sistema con alta durabilidad, si se realiza correctamente, permitiendo que el hormigón resista acciones físicas y químicas agresivas protegiendo las armaduras y elementos metálicos embebidos, durante toda la vida útil de la estructura.
- Tiene una alta capacidad estructural pudiendo resistir grandes magnitudes de carga antes de fallar o alcanzar su punto de ruptura.
- El hormigón presenta un comportamiento elástico-plástico mostrando deformaciones recuperables en condiciones mínimas y en caso de cargas mayores deformaciones permanentes.
- El hormigón presenta una alta resistencia a altas temperaturas.
- Este sistema constructivo está compuesto por varios elementos estructurales como cimentación, columnas, vigas y losas, que con un correcto cálculo y predimensionamiento consiguen soportar los requerimientos estructurales, brindando resistencia y durabilidad.

2.6 Normativa

Ambos sistemas debido a su evolución y nivel de complejidad han alcanzado un nivel en el que varios de los procesos están regulados y estandarizados, con la finalidad de simplificarlos u optimizarlos, esto también ha dado paso a la aplicación y generación de normativas u ordenanzas con condiciones legales que se aplican a nivel internacional, latinoamericano y nacional, permitiendo regulaciones que garantizan la seguridad estructural, calidad y características o parámetros que los componentes y elementos de cada sistema deben cumplir.

2.6.1 Normativa internacional del Steel Framing

A nivel internacional las normas y manuales del *Steel Framing* son la AISI (ver Tabla 8) la ASTM (ver Tabla 9) siendo esta última la más aplicada internacionalmente. A nivel latinoamericano está el manual ILAFA (Instituto Latinoamericano del Fierro y del Acero) (ver Tabla 10) y en otros países donde es común este sistema, cada país tiene su propio manual o cuerpo normativo.

Tabla 8: Normas AISI

NORMATIVA AISI (American Iron and Steel Institute)		
NORMAS AISI S230-19	DESCRIPCIÓN	
	Esta norma incluye las directrices, requerimientos y proceso para la construcción de viviendas unifamiliares y bifamiliares.	
	REGULACIONES	
	Límites de aplicación de las normas	Define que la normativa está destinada a viviendas en zonas con condiciones de viento y sismo normales, indicando que en construcciones con más requerimientos se deben seguir procesos de ingeniería y cálculos de mayor complejidad.
	Conexiones	Define el uso de conectores, anclajes y rigidizadores.
	Cimentación	Define que la cimentación debe seguir especificaciones y normas del lugar de construcción y respetar las especificaciones de anclajes.
	Losas	Define los perfiles, condiciones, conexiones y diseño que deben tener las losas y entresijos construido con este sistema.
	Paneles	Define las especificaciones que deben seguir los paneles estructurales y no estructurales, así como los materiales de placas y sistemas de rigidización.
Cubiertas	Define las especificaciones para cada tipo de cubierta, ensamblaje y conexiones.	

Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos de; ANSI, 2019.

Tabla 9: Normas ASTM

NORMATIVA ASTM (Advancing Standards Transforming Markets)		
NORMAS ASTM C955-18e1	DESCRIPCIÓN	
	Las normas ASTM son regulaciones y estandarizaciones en este caso de los elementos estructurales empleados en el <i>Steel Framing</i>	
	REGULACIONES	
	Espesor mínimo de perfiles	Establece el espesor mínimo que los perfiles deben tener.
	Perfiles permitidos	Establece los tipos de perfiles regulados para su aplicación en el sistema <i>Steel Framing</i> .
	Cimentación	Define que la cimentación debe seguir especificaciones y normas del lugar de construcción y respetar las especificaciones de anclajes.
	Propiedades y calidad de los perfiles	Establece los requerimientos, ensayos, pruebas y resistencia que deben cumplir los perfiles para garantizar su funcionamiento
Dimensiones	Establece las dimensiones que deben tener los perfiles antes y después de aplicar el recubrimiento.	

Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos de; ASTM, 2024.

Tabla 10: Manual ILAFA

MANUAL ILAFA (Instituto Latinoamericano del Fierro y del Acero)	
MANUAL ILAFA 2008	DESCRIPCIÓN
	Es un manual aplicable a nivel latinoamericano basado en las normas AISI
	REGULACIONES
	Al igual que las normas AISI este manual está adaptado como guía de cómo se construyen las viviendas unifamiliares y bifamiliares con el sistema <i>Steel Framing</i> .

ILAFA & DannemannFuente: Elaboración propia, datos obtenidos de; ILAFA & Dannemann, 2008.

2.6.2 Normativa nacional del Steel Framing

A nivel nacional el *Steel Framing* no tiene una normativa totalmente desarrollada como en el caso del hormigón armado y estructuras de acero, únicamente se nombra en la NEC y las normas INEN y se dan directrices básicas como número de pisos y dimensiones de la construcción. La normativa a nivel local está basada en las normas internacionales sobre todo en la AISI y manuales internacionales como la ILAFA (Instituto Latinoamericano del Fierro y del Acero) (ver Tabla 11).

Tabla 11: Normas NEC

NORMATIVA NEC (Norma Ecuatoriana de la Construcción)		
NORMAS NEC SE-VIVIENDA PARTE 3 Y 4	DESCRIPCIÓN	
	Esta normativa está basada en normas y manuales internacionales, definiendo aspectos básicos y limitaciones del <i>Steel Framing</i> a nivel local.	
	REGULACIONES	
	Dimensiones de la construcción	Define un ancho máximo de 12m y un largo máximo de 18m.
	Numero de niveles	Limita que puede aplicarse totalmente en viviendas de 1 y de 2 niveles.
	Diseño y condiciones de elementos estructurales	Especifica que estos elementos deben seguir las normas AISI o un diseño normado.
Elementos no estructurales	Especifica que los elementos no estructurales deben respetar las condiciones de las normas ASTM.	

Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos de; NEC SE VIVIENDA parte 3 (2015) y NEC SE VIVIENDA parte 4 (2015)

2.6.3 Normativa internacional del hormigón armado

A nivel internacional las normas que regulan las estructuras de hormigón armado más aplicadas son la ACI y el Eurocódigo 2 del hormigón armado, siendo la ACI una normativa que en Ecuador se usa como referencia para normas locales (ver Tabla 12).

Tabla 12: Normas ACI

NORMATIVA ACI (American Concrete Institute)		
NORMA ACI 318 S-14	DESCRIPCIÓN	
	Es una normativa que se aplica a nivel mundial y cuenta con especificaciones sobre todos los elementos que conforman el sistema constructivo de hormigón armado.	
	REGULACIONES	
	Cimentación	Exige que la cimentación debe estar calculada, buscando cumplir con la resistencia a las cargas y exigencia de la edificación.
	Columnas y vigas	Establece la esbeltez máxima en columnas y la altura mínima en vigas, en ambos casos detalla la cuantía de acero de refuerzo y la distancia entre estribos.
	Losas	Establece los espesores según las luces y el tipo de apoyo; exige que se verifique y garantice que no exista riesgo de punzonamiento.
	Muros	Establece que los muros estructurales deben estar reforzados respondiendo a las exigencias como cargas verticales y horizontales.
Conexiones entre elementos estructurales	Regula los métodos de unión entre elementos estructurales definiendo longitudes mínimas de empalmes y traslapos para garantizar la continuidad estructural.	

Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos de; ACI, 2015.

2.6.4 Normativa nacional del hormigón armado

A nivel nacional la normativa que regula las estructuras de hormigón armado es la NEC (Norma Ecuatoriana de la Construcción) que consta de un cuerpo normativo destinado al hormigón armado en general y un cuerpo normativo destinado únicamente a viviendas, tomando como referencia las normas ACI (American Concrete Institute) (ver Tabla 13).

Tabla 13: Normas NEC de hormigón armado aplicado a viviendas

NORMATIVA NEC (Norma Ecuatoriana de la Construcción)		
NEC-SE-VIVIENDA- PARTE 1 Y 2	DESCRIPCIÓN	
	Las normas NEC de Ecuador están basadas en normativas internacionales en este caso la ACI.	
	REGULACIONES	
	Cimentación	A diferencia de la ACI la NEC define tipos y elementos de cimentación comúnmente aplicados a nivel nacional y exige un estudio de suelos para garantizar el cumplimiento de los requerimientos estructurales.
	Columnas y vigas	La NEC en este caso simplifica las exigencias normativas centrándose en los requerimientos mínimos de vivienda.
	Losas	En este caso la NEC define directamente un espesor mínimo que deben cumplir las losas en viviendas con luces máximas de 5m.
	Muros	La NEC especifica continuidad, resistencia y uso de dinteles para vanos, centrándose únicamente en los criterios básicos que debe cumplir un muro para viviendas.
	Conexiones entre elementos estructurales	En este caso la NEC explica y detalla conexiones entre elementos con traslapes o ganchos específicos.

Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos de; NEC SE VIVIENDA parte 1 (2015) y NEC SE VIVIENDA parte 2 (2015)

Tabla 14: Normas NEC del hormigón armado

NORMATIVA NEC (Norma Ecuatoriana de la Construcción)		
NEC-SE-HM	DESCRIPCIÓN	
	Las normas NEC de Ecuador específicas del hormigón armado están destinadas a cualquier tipo de edificación que aplique este sistema y están basadas en normativas internacionales, en este caso la ACI.	
	REGULACIONES	
	Cimentación	Especifica que las cimentaciones deben seguir las normas ACI 318 o las normas NSR 2010, ambas establecen criterios de diseño para estructuras sismorresistentes que garanticen la estabilidad, la adecuada transmisión de las cargas desde la estructura hacia el suelo; resistencia estructural y control de asentamientos.
	Columnas	Establece que deben diseñarse para resistir cargas axiales y momentos flectores, cumpliendo límites como: cuantía de refuerzo, dimensiones mínimas y confinamiento del acero, garantizando el correcto desempeño estructural.
	Vigas	Detalla las condiciones que deben cumplir, en este caso: diseño a flexión, dimensiones mínimas, anclaje, confinamiento, refuerzo longitudinal y refuerzo transversal; garantizando estructuras que cumplan con ductilidad y comportamiento sísmico adecuado.
	Losas	Especifica que las losas deben cumplir un espesor mínimo, refuerzos y diseño adecuado que garantice la transmisión de cargas y que funcionen como diafragmas que transfieran cargas sísmicas hacia los elementos verticales. También hace referencia a las normas internacionales ACI.
Muros	Establece que los muros deben resistir: esfuerzos cortantes, de flexión y carga axial; garantizando continuidad estructural y una adecuada transmisión de las cargas, a la cimentación.	

Fuente: Elaboración propia con base en; NEC-SE-HM, 2015.

2.6.5 Normativas nacionales relacionadas con Steel Framing y hormigón armado

Tabla 15: Normas nacionales relacionadas

NORMATIVA NEC de Cargas sísmicas y diseño sismorresistente		
NEC-SE-DS	DESCRIPCIÓN	
	Establece criterios para un adecuado diseño estructural eficiente, frente a sismos, definiendo determinantes como las cargas sísmicas según la zona, tipo de suelo y de edificación; especifica que todo diseño debe cumplir condicionantes de análisis estructural, control de derivas, ductilidad y estabilidad que garantice la eficiencia y resistencia adecuada.	
	CONTENIDOS	
	Bases del diseño sísmico	Define zonas sísmicas, condiciones del suelo, tipo de sistema estructural adecuado y método de análisis estructural.
	Niveles de amenaza sísmica	Clasifica los tipos de riesgo sísmico como: sismo frecuente, sismo ocasional, sismo raro o severo y sismo muy raro o extremo.
	Objetivos del diseño sísmico	Busca que toda estructura cumpla tres objetivos: no colapso, limitación de daños y ductilidad estructural.
	Métodos de análisis sísmico	Establece dos métodos de diseño basado en fuerzas y en desplazamientos.
Distribución de fuerzas sísmicas	Determina que las fuerzas sísmicas se distribuyen en función de: el peso de cada nivel, la altura de cada nivel y el periodo fundamental de la estructura.	
NORMATIVA NEC de estructuras de acero		
NEC-SE-AC	DESCRIPCIÓN	
	Las normas NEC para estructuras de acero define las condiciones y normas internacionales de referencia para construcciones que emplean estructuras de acero.	

REGULACIONES	
Cimentación	Establece que las columnas de acero deben anclarse a la cimentación mediante placas base y pernos de anclaje adecuados, garantizando la correcta transferencia de: cargas axiales, cortantes y momentos, a las zapatas o losas de cimentación.
Columnas	Indica que las columnas deben calcularse para resistir cargas axiales y momentos flectores, así como requisitos de ductilidad, estabilidad y resistencia para evitar deformaciones. También incluye especificaciones para el uso de empalmes, placas base y conexión con arriostramientos.
Vigas	Establece que deben calcularse para garantizar que resistan esfuerzos de flexión y cortante, asegurando una adecuada continuidad estructural, estabilidad, conexión con columnas y resistencia a pandeos o deformaciones.
Losas	Determina las condiciones de cálculo, para que las losas compuestas por acero y hormigón, permitan la correcta transferencia de esfuerzos a las vigas.
Muros	Exige que los muros deben confinarse a la estructura de acero, garantizando una correcta estabilidad, rigidez y resistencia sísmica, así como una correcta interacción entre el material de mampostería y la estructura.

Fuente: Elaboración propia en base a; NEC-SE-DS, 2014 y NEC-SE-AC, 2015.

2.7 Componentes que conforman el Steel Framing y el hormigón armado

El *Steel Framing* es un sistema conformado en seco, lo que significa que todos sus componentes o elementos se elaboran con materiales estandarizados, desde su estructura elaborada con perfiles de acero galvanizado, anclajes, conectores y refuerzos, hasta los revestimientos o recubrimientos elaborados con paneles de gypsum, OSB, fibrocemento o combinaciones que permiten una mayor resistencia en ciertas condiciones, como el uso de una base de OSB y por encima fibrocemento o gypsum. En su lugar el hormigón armado es un sistema cuyos elementos y materia prima requiere de recursos adicionales como el agua, en grandes cantidades, sobre todo para la elaboración de mezclas que son empleadas en fundiciones, morteros y vertido en encofrados que conforman elementos estructurales.

2.8 Componentes que conforman el *Steel Framing*

2.8.1 Perfiles







Los perfiles son parte fundamental de la estructura que permiten garantizar las exigencias estructurales de la edificación, mediante un buen montaje y rigidización de los elementos que conforman los paneles de *Steel Framing* (Usamá, 2022) (ver Tabla 16 y Tabla 17).

Tabla 16:Perfiles estructurales

PERFILES ESTRUCTURALES			
PERFIL STUD O G			
IMAGEN/ESQUEMA	FORMATOS DISPONIBLES		
	Dimensión	Largo	Espesor
	4.13cm x 3.00cm o 4.00cm	2.44m	0.40mm o 0.45mm
	6.35cm x 3.00cm o 4.00cm	2.44m	0.40mm o 0.45mm
	9.20cm x 3.00cm o 4.00cm	2.44m	0.40mm o 0.45mm
	12.00cm x 3.00cm o 4.00cm	2.44m	0.80mm o 1.00mm
APLICACIONES			
	Utilizado como soporte vertical (montante) incluye perforaciones para el paso de instalaciones. También puede ser utilizado para vigas de entrepiso, escaleras y cubiertas.		
PERFIL TRACK O U			
IMAGEN/ESQUEMA	FORMATOS DISPONIBLES		
	Dimensión	Largo	Espesor
	4.13cm x 3.00cm	2.44m	0.40mm o 0.45mm
	6.35cm x 3.00cm	2.44m	0.40mm o 0.45mm
	9.20cm x 3.00cm	2.44m	0.40mm o 0.45mm
	12.00cm x 3.00cm	2.44m	0.80mm o 1.00mm
APLICACIONES			
	Utilizado como soporte horizontal o solera. También se usa como estructura para la elaboración de escaleras.		
PERFIL L ESUINERO			
IMAGEN/ESQUEMA	FORMATOS DISPONIBLES		
	Dimensión	Largo	Espesor
	4.13cm x 3.00cm	4.13cm x 3.00cm	4.13cm x 3.00cm
APLICACIONES			
	Utilizado para proteger las esquinas en muros.		

Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos de; catálogos digitales GypTech, 2025 y SICON, 2024 imágenes obtenidas de; ACIMCO, 2025.

Tabla 17: Perfiles no estructurales

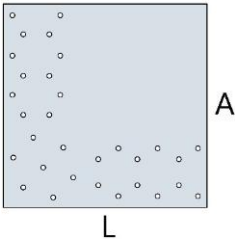
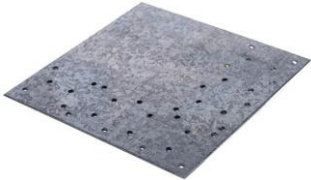
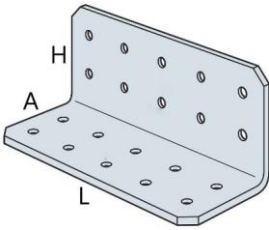

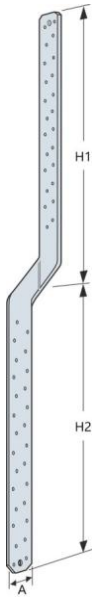
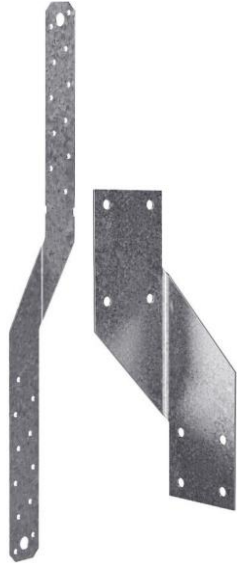
PERFILES NO ESTRUCTURALES			
PERFIL SECUNDARIO U OMEGA			
IMAGEN/ESQUEMA	FORMATOS DISPONIBLES		
	Dimensión	Largo	Espesor
	22mm x 33mm x 64mm	2.44m o 3.65m	0.40mm o 0.45mm
	APLICACIONES		
	Usado principalmente para la instalación de cielo raso.		
PERFIL PERIMETRAL			
IMAGEN/ESQUEMA	FORMATOS DISPONIBLES		
	Dimensión	Largo	Espesor
	0.19cm x 0.19cm	3.00m	0.40mm o 0.45mm
	APLICACIONES		
	Utilizado para el perímetro del tumbado o cielo raso.		
PERFIL C (TIPO CANAL DE CARGA)			
IMAGEN/ESQUEMA	FORMATOS DISPONIBLES		
	Dimensión	Largo	Espesor
	4.00cm x 12.00cm	2.44m o 3.66m	0.70mm
	APLICACIONES		
	Usado para cubiertas, escaleras y soporte del peso del tumbado o cielo raso.		

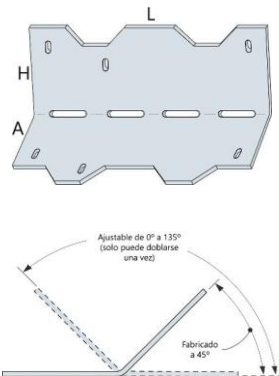

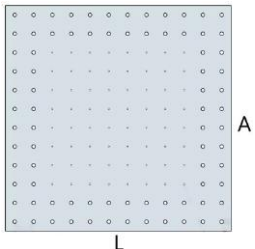



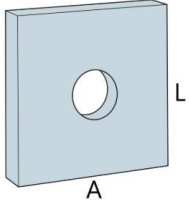

Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos de; catalogo digital GypTech, 2025 Imágenes obtenidas de ACIMCO, 2025.

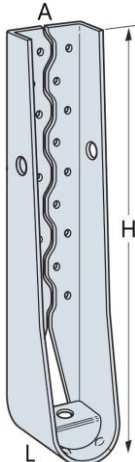

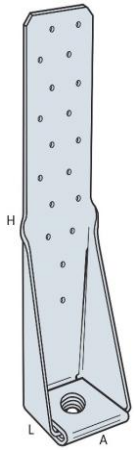

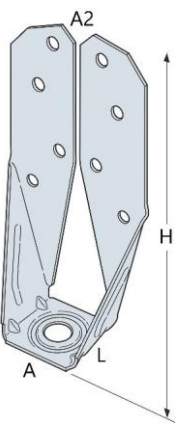

2.8.2 Sistemas de sujeción

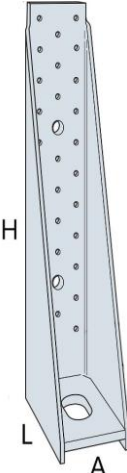

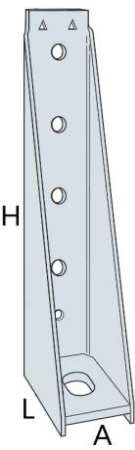

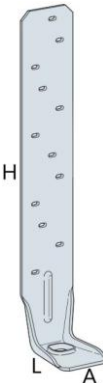

Los elementos que se necesitan para conformar los paneles y la fijación con la fundición o cimentación son los conectores y anclajes, los conectores son piezas constructivas destinados a la unión de los perfiles y los anclajes que pueden ser temporales o permanentes sirven para para fijar los paneles a la cimentación (Tipanta & Tinguino, 2019) (ver Tabla 18).



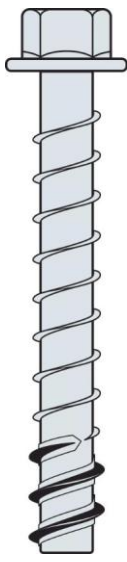

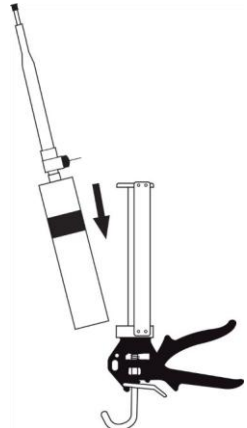

Tabla 18: Conectores y anclajes

CONECTORES																		
DETALLE	DESCRIPCION	IMAGEN																
PLACA PERFORADA O PLACA DE ARRIOSTRAMIENTO																		
	<p>Se utiliza para unir y reforzar perfiles inclinados sobre todo en cerchas, cubiertas y para elaborar la cruz de San Andrés (técnica de rigidización).</p>																	
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ANCHO</th> <th>LARGO</th> <th>ESPESOR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>30.00cm</td> <td>30.00cm</td> <td>1.30mm</td> </tr> <tr> <td>20.00cm</td> <td>20.00cm</td> <td>1.30mm</td> </tr> </tbody> </table>			ANCHO	LARGO	ESPESOR	30.00cm	30.00cm	1.30mm	20.00cm	20.00cm	1.30mm						
	ANCHO			LARGO	ESPESOR													
	30.00cm			30.00cm	1.30mm													
20.00cm	20.00cm	1.30mm																
PLACA PERFORADA O PLACA DE ARRIOSTRAMIENTO																		
	<p>Se utiliza para unir y reforzar elementos constructivos, especialmente vigas principales o secundarias y elementos dispuestos a 90°.</p>																	
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ANCHO</th> <th>LARGO</th> <th>ESPESOR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5.00cm x 5.00cm</td> <td>17.75cm</td> <td>1.60mm</td> </tr> <tr> <td>7.60cm x 7.60cm</td> <td>12.70cm</td> <td>1.60mm</td> </tr> <tr> <td>7.60cm x 7.60cm</td> <td>7.60cm</td> <td>1.60mm</td> </tr> </tbody> </table>			ANCHO	LARGO	ESPESOR	5.00cm x 5.00cm	17.75cm	1.60mm	7.60cm x 7.60cm	12.70cm	1.60mm	7.60cm x 7.60cm	7.60cm	1.60mm			
	ANCHO			LARGO	ESPESOR													
	5.00cm x 5.00cm			17.75cm	1.60mm													
7.60cm x 7.60cm	12.70cm	1.60mm																
7.60cm x 7.60cm	7.60cm	1.60mm																
CONECTOR Z IZQUIERDA O DERECHA																		
	<p>Se utiliza para unir y reforzar elementos estructurales o vigas principales y secundarias que se encuentren en posición perpendicular una con la otra.</p>																	
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ANCHO</th> <th>LARGO</th> <th>ESPESOR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5.00cm</td> <td>25.00cm - 25.00cm</td> <td>1.60mm</td> </tr> <tr> <td>4.00cm</td> <td>7.00cm - 7.00cm</td> <td>1.60mm</td> </tr> <tr> <td>3.15cm</td> <td>40.00cm - 40.00cm</td> <td>1.60mm</td> </tr> <tr> <td>3.15cm</td> <td>25.50cm - 50.00cm</td> <td>1.60mm</td> </tr> </tbody> </table>			ANCHO	LARGO	ESPESOR	5.00cm	25.00cm - 25.00cm	1.60mm	4.00cm	7.00cm - 7.00cm	1.60mm	3.15cm	40.00cm - 40.00cm	1.60mm	3.15cm	25.50cm - 50.00cm	1.60mm
	ANCHO			LARGO	ESPESOR													
	5.00cm			25.00cm - 25.00cm	1.60mm													
	4.00cm			7.00cm - 7.00cm	1.60mm													
3.15cm	40.00cm - 40.00cm	1.60mm																
3.15cm	25.50cm - 50.00cm	1.60mm																

CONECTOR ANGULAR AJUSTABLE				
	Se utiliza para unir elementos que requieran una inclinación como vigas principales y secundarias con elementos estructurales de cubiertas.			
	Angulo de giro	0° hasta 135°		
	ANCHO/ ALTOH	LARGO		ESPESOR
	6.00cm x 6.00cm	20.00cm		1.25mm
6.00cm x 3.50cm	20.00cm	1.25mm		
6.00cm x 6.00cm	8.00cm	1.25mm		
PLACA PERFORADA				
	Se utiliza para la unión de perfiles y para la unión de paneles.			
	ANCHO	LARGO		ESPESOR
	30.50cm	30.50cm		1.30mm
	15.25cm	15.25cm		1.30mm
	15.25cm	30.50cm		1.30mm
15.25cm	23.00cm	1.30mm		
FLEJE CONECTOR				
	Se corta por metros y se perfora según necesidad; se utiliza para unir perfiles, paneles a distintos niveles y para la cruz de San Andrés en la rigidización.			
	ANCHO	LARGO (ROLLO)		ESPESOR
	50.00mm	1m		0.94mm
50.00mm	50m	0.94mm		
ANCLAJES				
DETALLE	DESCRIPCION	IMAGEN		
ARANDELA PARA ANCLAJES				
	Se utiliza como arandela para la colocación de anclajes mecánicos o de expansión.			
	ANCHO	LARGO		ESPESOR
	5.80cm	5.80cm		3.24mm
5.80cm	6.80cm	3.20mm		

ANCLAJE HDU				
	<p>Es el anclaje a cimentación que más exigencias soporta, ideal para viviendas de más de dos plantas, destinado a elementos estructurales en zonas de vientos y sismos.</p>			
	ANCHO / LARGO L	ALTO H		ESPESOR
	6.00cm – 9.20cm	20.00cm		3.20mm
	6.00cm – 9.20cm	26.35cm		3.20mm
	DIÁMETRO DE PERNO			5/8"
	6.00cm – 9.20cm	32.70cm		3.20mm
	6.00cm – 9.20cm	42.25cm		3.20mm
DIÁMETRO DE PERNO		7/8"		
ANCLAJE HTT				
	<p>Al igual que el HDU es un anclaje a la cimentación de alta resistencia y es ideal para zonas que se pueden ver afectadas por vientos y sismos o para viviendas con techos altos.</p>			
	ANCHO / LARGO L	ALTO H		ESPESOR
	6.00cm x 7.00cm	34.5cm		3.20mm
	6.00cm x 7.00cm	40.65cm		3.20mm
DIÁMETRO DE PERNO		5/8"		
ANCLAJE DTT				
	<p>Sirve para anclar paneles estructurales ligeros a la cimentación. No es ideal para soportar elementos grandes y requiere arandela para anclajes.</p>			
	ANCHO 1 / ANCHO 2 / LARGO	ALTO H		ESPESOR
	4.15cm – 8.25cm – 4.15cm	17.62cm		3.20mm
	DIÁMETRO DE PERNO			1/2"

ANCLAJE HDS				
	<p>Similar al anclaje HDU pero está destinado a soportar cargas y elementos más ligeros.</p>			
	ANCHO / LARGO L	ALTO H		ESPESOR
	5.87cm x 8.57cm	27.95cm		3.20mm
	5.87cm x 8.57cm	34.30cm		3.20mm
	DIÁMETRO DE PERNO			7/8"
	5.87cm x 8.57cm	43.15cm		3.20mm
DIÁMETRO DE PERNO		1"		
ANCLAJE HDB				
	<p>Se usa para anclar paneles estructurales a la cimentación, pero con limitaciones de hasta 2 plantas, al igual que el HTT Y HDU es un anclaje destinado a zonas que se pueden ver afectadas por vientos y sismos.</p>			
	ANCHO / LARGO L	ALTO H		ESPESOR
	5.87cm x 8.57cm	27.95cm		3.20mm
	5.87cm x 8.57cm	34.30cm		3.20mm
	DIÁMETRO DE PERNO			7/8"
	5.87cm x 8.57cm	43.15cm		3.20mm
DIÁMETRO DE PERNO		1"		
ANCLAJE LTTP				
	<p>Está destinado a fijar elementos livianos a la cimentación como muros divisorios, cubiertas y elementos que no tengan una función estructural.</p>			
	ANCHO / LARGO L	ALTO H		ESPESOR
	6.50cm x 4.00cm	38.10cm		3.20mm
DIÁMETRO DE PERNO		1/2"		

VARILLA ROSCADA O PERNO PARA ANCLAJES				
	Se usa para anclajes de elementos de acero galvanizado a elementos de hormigón.			
	DIAMETROS	LARGOS DISPONIBLES		
	1/2"	10.15cm		12.70cm
		15.25cm		17.80cm
		20.30cm		25.40cm
	5/8"	12.70cm		20.30cm
25.40cm		30.45cm		
40.65cm	-			
3/4"	10.50cm	-		
TORNILLO DE ANCLAJE				
	Se usa para anclajes de elementos estructurales y paneles principales a la cimentación o elementos de hormigón.			
	DIAMETROS	LARGOS DISPONIBLES		
	1/4"	10.15cm		12.70cm
		15.25cm		20.32cm
	3/8"	10.15cm		12.70cm
		15.25cm		20.32cm
	1/2"	10.15cm		12.70cm
		15.25cm		20.32cm
	5/8"	10.15cm		12.70cm
		15.25cm		20.32cm
3/4"	10.15cm	12.70cm		
	15.25cm	20.32cm		
ANCLAJE QUIMICO				
	Se aplica junto con la varilla roscada o el tornillo de anclaje para obtener una correcta fijación de los paneles y elementos a la cimentación.			
-Requiere pipeta para aplicación.				

Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos de; Catalogo online Simpson Strong-Tie, 2025

2.8.3 Tornillos

Se utilizan tornillos de acero con protección de zinc o epoxi, es necesario este tipo de protección para evitar la oxidación. Los tornillos, que se usan para la elaboración de paneles son; tornillos auto perforantes T1 punta de lenteja, este tipo de tornillo se usa para sujetar firmemente los elementos de la estructura, tornillo de cabeza hexagonal N° 10 y 12, este se utiliza para fijaciones entre paneles, tornillo cabeza de trompeta T2, se utiliza para unir las placas de gypsum a elementos de acero, tornillo cabeza de trompeta fresada, con alas, punta mecha, este se utiliza para unir y fijar elementos de rigidización y tornillo auto perforante con cabeza plana T2 punta de mecha, se usa para unir placas de gypsum a elementos estructurales cuando existen diferentes capas de materiales o diferentes espesores (ver Tabla 19) (Poluche, 2024).

Tabla 19:Tornillos

TORNILLOS AUTO PERFORANTES T1 PUNTA DE LENTEJA	
TORNILLO DE CABEZA HEXAGONAL N° 10 Y 12	
TORNILLO CABEZA DE TROMPETA T2	
TORNILLO CABEZA DE TROMPETA FRESADA, CON ALAS, PUNTA MECHA	
TORNILLO AUTO PERFORANTE CON CABEZA DE TROMPETA T2 PUNTA DE MECHA	

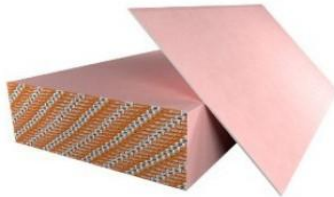
Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos de; Poluche, 2024

2.8.4 Placas de Gypsum

Existen 3 tipos de placas de gypsum que se deben emplear según las necesidades y ubicación dentro del proyecto: ST (estándar), empleada para espacios interiores y cielos rasos, RH (Resistente a la Humedad), esta placa está destinada para aplicarse en zonas húmedas como cocinas y baños y las placas RF (Resistentes al fuego) este tipo de placa no es muy utilizado en viviendas debido a que está destinada a lugares con alto riesgo de incendios como bodegas, almacenes, talleres, entre otros (ver Tabla 20) (GypTech, 2025).

Tabla 20: Placas de gypsum

PLACAS DE GYPSUM		
PLACA ST (ESTANDAR)		
CARACTERISTICAS	MEDIDAS	
Su uso está destinado a interiores en paredes, cielos rasos y remodelaciones. Su superficie es lisa, ideal para acabados como pintura, papel tapiz o empaste.	LARGO X ANCHO	ESPESOR
	1.22m x 2.44m	9.5mm
		12.7mm
LIMITACIONES	IMAGEN	
Su uso está limitado a interiores, no puede estar en contacto directo con el agua o estar en ambientes húmedos y no pueden ser expuestas a temperaturas mayores a 52°		
PLACA RH (RESISTENTE A LA HUMEDAD)		
CARACTERISTICAS	MEDIDAS	
Su uso está destinado a uso interior o exterior donde no exista contacto directo con el agua. Su superficie está adaptada para adherir acabados como la cerámica.	LARGO X ANCHO	ESPESOR
	1.22m x 2.44m	12.7mm
LIMITACIONES	IMAGEN	
Su uso está limitado a interiores o exteriores sin contacto directo con el agua o humedad continua (saunas, piscinas, etc).		
PLACA RF (RESISTENTE AL FUEGO)		
CARACTERISTICAS	MEDIDAS	
Su uso está destinado a espacios interiores con riesgo de incendio. Su superficie está adaptada para acabados como pintura, papel tapiz o empaste.	LARGO X ANCHO	ESPESOR
	1.22m x 2.44m	12.7mm
		15.9mm

LIMITACIONES	IMAGEN
No es resistente a la humedad o contacto directo con el agua, limitando su uso a interiores o exteriores cubiertos, su resistencia al fuego es de entre 1 y 2 horas.	

Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos de; catalogo impreso GypTech, 2025

2.8.5 Placas de fibrocemento

Para paneles donde los elementos puedan estar expuestos a humedad constante o contacto directo con el agua como baños, cocinas, áreas de servicio y exteriores se recomienda usar la placa de fibrocemento, que en exteriores tiene múltiples ventajas, como la elevada resistencia a impactos, resistencia al agua y humedad y adaptación a acabados como pintura, cerámicas, piedra, etc. (Sarmanho & Moraes, 2007) (ver Tabla 21).

Tabla 21: Placas de fibrocemento

PLACAS DE FIBROCEMENTO			
IMAGEN	MEDIDAS DISPONIBLES		USO
	ANCHO/LARGO	ESPESOR	
	1.22m x 2.44m	4mm	Cielos rasos.
		6mm	Cielos rasos.
		10mm	Fachadas con acabados estándar.
		12mm	Fachadas con acabados pesados.
		15mm	Entrepisos de espacios pequeños o de tránsito bajo.
		17mm	Entrepisos de espacios medianos y de tránsito medio.
		20mm	Entrepisos de espacios grandes o de alto tránsito.

Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos de; catalogo online Superboard by Etex, 2025

2.9 Componentes que conforman el hormigón armado

2.9.1 Hormigón

Es la materia prima del hormigón armado; según su dosificación puede ser de distintas resistencias dependiendo del uso o aplicación, pudiendo ser diferente para cimentaciones, losas, escaleras y elementos estructurales como columnas, vigas o cadenas de amarre (NEC, 2015) (ver Tabla 22).

Tabla 22: Materiales de la mezcla de hormigón

MATERIALES	
NOMBRE	DESCRIPCION
CEMENTO	Por lo general, se vende en sacos de 50 kg, es la materia prima más importante permitiendo dosificar las mezclas según la necesidad y aplicación (NEC, 2015).
ARENA	Generalmente, se vende por metro cubico, es un agregado fino que sirve para reducir las fisuras que aparecen cuando se endurece la mezcla (Giordani & Leone, 2015).
RIPIO	Por lo general se vende por metro cubico y sirve para preparar mezclas de mayor resistencia destinado a elementos estructurales (NEC, 2015).
AGUA	La correcta dosificación de agua permite que el hormigón tenga la resistencia y calidad adecuada. El agua a usarse debe ser limpia y libre de partículas (NEC, 2015).
ADITIVOS	Es un producto complementario en polvo o líquido que se incorpora al agua para mejorar las propiedades del hormigón pudiendo ser aceleradores de fragüe, mejoradores plásticos, impermeabilizantes, etc (Giordani & Leone, 2015).

Fuente: Elaboración propia

2.9.2 Varillas de refuerzo

Los elementos estructurales, deben usar varillas corrugadas de acero, únicamente en ciertos casos como hormigón pretensado se utilizan varillas lisas. Es importante que las varillas tengan la forma, tamaño y amarre correcto para que los elementos funcionen correctamente permitiendo un correcto comportamiento estructural y así evitar patologías como grietas, corrosión y deformaciones (NEC, 2015) (ver Tabla 23).

Tabla 23: Varillas de refuerzo

VARILLAS DE REFUERZO			
IMAGEN	MEDIDAS DISPONIBLES		
	LARGO	DIAMETRO	
	12m	8mm	10mm
		12mm	14mm
		16mm	18mm
		20mm	22mm
		25mm	28mm
		32mm	-

Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos de catalogo digital, DIPAC, 2025

2.9.3 Mallas electrosoldadas

Las mallas electro-soldadas son elementos formados por varillas que pueden ser lisas o corrugadas dispuestas transversal y longitudinalmente, mismas que al estar perpendiculares,

forman recuadros de 10 a 50cm (ADELCA, 2025) Se usan en la elaboración de losas, como refuerzo estructural, para soportar y repartir las cargas uniformemente, evitando agrietamientos (NEC, 2015) (ver Tabla 24).

Tabla 24: Mallas electrosoldadas

MALLAS ELECTRO-SOLDADAS					
MALLA ELECTRO-SOLDADA 4-15					
IMAGEN	DIÁMETRO		ESPACIAMIENTO		
	Longitudinal	Transversal	Longitudinal	Transversal	
	4mm	4mm	15cm	15cm	
	DIMENSIONES				
	LARGO		ANCHO		
	6.25m		2.40m		
	Formatos de 15m ²				
	OTROS FORMATOS DE MALLAS				
DESCRIPCIÓN	DIÁMETRO Y ESPACIAMIENTO				
Existen múltiples diámetros y espaciamientos disponibles cuyas aplicaciones están destinadas a otros requerimientos y necesidades como losas de grandes formatos y requerimientos como piscinas, canchas, industrias, pavimentos, cisternas, etc	3.5-15	4-10	4-20		
	4.5-15	4-10/4-05 (rectangular)	4.5-30		
	5-10	5-15	5-20		
	5.5-10	5.5-15	5.5-20		

Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos de; catalogo online ADELCA, 2025

2.9.4 Encofrados

Un encofrado es un molde que en la mayoría de los casos se elabora en madera y sirve para colar el hormigón en la armadura y así formar vigas, columnas, losas y escaleras (ILAFA & Dannemann, 2008). Los encofrados se caracterizan por constituir una parte fundamental en el proceso de la elaboración de miembros estructurales y no estructurales, ya que deben colocarse de la manera correcta y con precisión evitando que exista excentricidades, columnas sin verticalidad o elementos que no respondan a la forma o tamaño deseado. Estos encofrados en madera requieren de una gran cantidad de material que, a pesar de tratar de preservarse mediante aditivos, la manipulación de los elementos siempre causa deformaciones. Actualmente, se ha reducido el uso de la madera en encofrados, debido a la existencia de otras soluciones más flexibles o precisas (Aguirre & Figueroa, 2008). Además, todo encofrado debe ser hermético, correctamente alineado y apuntalado para evitar malos resultados al momento del desencofrado, que en caso de aplicar aditivos desencofrantes o desmoldantes, permiten superficies más uniformes y estéticas (NEC, 2015) (ver Tabla 25).

Tabla 25: Materiales de encofrado

MATERIALES DE ENCOFRADO		
ENCOFRADO METALICO		
IMAGEN	DESCRIPCIÓN	APLICACIÓN
	Existen diferentes tipos de encofrado metálico, pero generalmente son módulos ya armados y su principal ventaja es la adaptabilidad a diferentes diseños y formas.	Su uso es reducido en viviendas siendo mayormente aplicada en proyectos de gran magnitud como presas y puentes.
ENCOFRADO DE MADERA		
IMAGEN	DESCRIPCIÓN	APLICACIÓN
	Es el encofrado más tradicional, se elabora con tablonces de madera, a pesar de sus desventajas como la corta durabilidad, es el más usado por su ligereza y adaptabilidad a diferentes diseños y formas.	Su uso es muy común en todo tipo de edificaciones sobre todo en viviendas.
ENCOFRADO DE PLÁSTICO O PVC		
IMAGEN	DESCRIPCIÓN	APLICACIÓN
	Es el encofrado menos comercializado, pero con ventajas como su ligereza y adaptabilidad. Existe un subtipo de encofrado denominado "encofrado perdido", lo que significa que no se requiere desencofrar ya que el encofrado pasa a ser parte de la estructura.	Su uso está destinado a cualquier tipo de edificación.
ENCOFRADO DE ALUMINIO		
IMAGEN	DESCRIPCIÓN	APLICACIÓN
	Son similares a los encofrados metálicos, pero al estar hechos de aluminio son más ligeros. Por su ligereza es fácil adaptarlas a diferentes formas.	Su uso está destinado a cualquier tipo de edificación, sobre todo edificaciones de gran magnitud, debido a su costo.

Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos del Blog online '11 Tipos de Encofrado que debes conocer, ¡serás un experto en el tema!' Max Acero, 2023

2.9.5 Separadores

También llamados galletas, son elementos cúbicos de hormigón armado que se coloca con el objetivo de separar y evitar el contacto de las varillas con superficies o con el replantillo (NEC, 2015). Específicamente sus funciones son: asegurar y mantener la parrilla de zapatas en su posición exacta, elevar la armadura de la cadena de amarre a la altura necesaria y colocar la armadura que conforma las escaleras en la posición correcta (NEC, 2015) (ver Tabla 26).

Tabla 26: Galletas o separadores

GALLETAS O SEPARADORES		
IMAGEN	DIMENSIONES	
	LARGO/ANCHO	ALTO
	5.00 cm x 5.00 cm	2.00 cm a 5.00 cm (Según requerimientos)




Fuente: Elaboración propia, datos tomados de; IngeCivil, 2020

2.9.6 Materiales de muros

Los materiales predominantes para vivienda especialmente las paredes y cerramientos, se elaboran con materiales como bloque o ladrillo (Brito et al., 2022). En el caso del ladrillo se encuentran y comercializan tres tipos, ladrillos vistos, tochanos y artesanales, mismos que se diferencian por estética, usos, peso, resistencia y dimensiones (ver Tabla 27) (FALCO, 2025). En el caso de los bloques estos son elaborados con hormigón o pómez con procesos industriales que permiten que este material sea resistente (KONKRET, 2025) (ver Tabla 28).

Tabla 27: Ladrillos

LADRILLOS VISTOS					
LADRILLOS VISTOS DE PERFORACION HORIZONTAL					
IMAGEN	MEDIDAS DISPONIBLES				LADRILLOS POR m ²
	ALTO	LARGO	ANCHO	NUMERO DE PERFORACIONES	
	7.00cm	28.00cm	13.00cm	2 perforaciones	43 unidades
	9.00cm	28.00cm	13.00cm	2 perforaciones	35 unidades
	9.00cm	28.00cm	13.00cm	4 perforaciones	35 unidades
	13.00cm	28.00cm	9.00cm	4 perforaciones	25 unidades
	20.00cm	30.00cm	13.00cm	6 perforaciones	17 unidades
	20.00cm	38.00cm	10.00cm	6 perforaciones	12 unidades
	20.00cm	38.00cm	13.00cm	6 perforaciones	12 unidades
	20.00cm	38.00cm	13.00cm	6 perforaciones	12 unidades

LADRILLOS VISTOS DE PERFORACION VERTICAL					
IMAGEN	MEDIDAS DISPONIBLES				LADRILLOS POR m2
	ALTO	LARGO	ANCHO	NUMERO DE PERFORACIONES	
	5.00cm	25.00cm	12.00cm	11 perforaciones	64 unidades
	7.00cm	25.00cm	12.00cm	11 perforaciones	48 unidades
	ESQUINERO				
	9.00cm	28.00cm	13.00cm	4 perforaciones	35 unidades
	PERFORACIONES CIRCULARES				
	9.00cm	24.00cm	13.00cm	18 perforaciones	38 unidades
	9.00cm	27.00cm	9.00cm	28 perforaciones	36 unidades
LADRILLOS TOCHANO (PARA ENLUCIR)					
IMAGEN	MEDIDAS DISPONIBLES				LADRILLOS POR m2
	ALTO	LARGO	ANCHO	NUMERO DE PERFORACIONES	
	20.00cm	38.00cm	7.00cm	6 perforaciones	12 unidades
	20.00cm	38.00cm	10.00cm	6 perforaciones	12 unidades
	20.00cm	30.00cm	13.00cm	6 perforaciones	17 unidades
	20.00cm	38.00cm	13.00cm	6 perforaciones	12 unidades
	TABLETA				
	20.00cm	58.00cm	7.00cm	6 perforaciones	9 unidades
	30.00cm	38.00cm	7.00cm	5 perforaciones	9 unidades
ARTESANAL					
IMAGEN	MEDIDAS DISPONIBLES			LADRILLOS POR m2	
	ALTO	LARGO	ANCHO		
	7.00cm	26.00cm	13.00cm	35 unidades	
	7.00cm	24.50cm	12.00cm	42 unidades	
	7.00cm	36.00cm	18.00cm	26 unidades	

Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos de; catalogo online, FALCO, 2025

Tabla 28: Bloques

BLOQUES DE POMEZ				
IMAGEN	MEDIDAS DISPONIBLES			BLOQUES POR m2
	ALTO	LARGO	ANCHO	
	20.00cm	40.00cm	10.00cm	13 unidades
	20.00cm	40.00cm	12.00cm	13 unidades
	20.00cm	40.00cm	15.00cm	13 unidades
	20.00cm	40.00cm	20.00cm	13 unidades
BLOQUES DE HORMIGON				
IMAGEN	MEDIDAS DISPONIBLES			BLOQUES POR m2
	ALTO	LARGO	ANCHO	
	20.00cm	40.00cm	10.00cm	13 unidades
	20.00cm	40.00cm	15.00cm	13 unidades

Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos de catalogo online Fábrica Orellana, 2025

2.10 Elementos que conforman el Steel Framing y el hormigón armado

El *Steel Framing* es un sistema constructivo liviano basado en elementos estandarizados y prefabricables, como paneles, entresijos y cubiertas, que permiten optimizar procesos. En cambio, el hormigón armado utiliza componentes más pesados y procesos más complejos, incorporando estructuras como columnas, vigas y muros de bloque o ladrillo, que incrementan la dificultad de los procesos constructivos.

2.11 Elementos básicos que conforman el sistema Steel Framing

2.11.1 Cimentaciones

Se realiza similar a los sistemas constructivos tradicionales, considerando la topografía y tipo de suelo, la más empleada es la losa de cimentación, elaborada con vigas perimetrales y vigas distribuidas bajo los muros estructurales (Naranjo, 2024). Al emplear este sistema de cimentación se integra en un mismo proceso la cimentación y losa de planta baja (ver Figura 11).

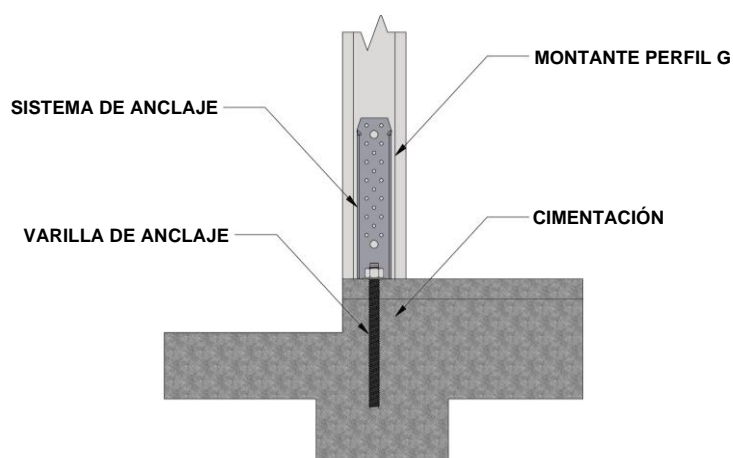


Figura 11: Detalle constructivo de cimentación

Fuente: Elaboración propia

2.11.2 Paneles estructurales y no estructurales

Los paneles estructurales están sometidos a cargas horizontales de viento, vibraciones sísmicas y a cargas verticales que son de entresijos, cubiertas y otros elementos en este caso estos paneles necesitan de rigidización para su correcto funcionamiento estructural, la principal función de los paneles consiste en resistir estos esfuerzos y transmitirlos a los cimientos. Los paneles no estructurales, como no soportan carga, no necesitan ser rigidizados, es suficiente con el recubrimiento que se le da, son utilizados a modo de división de espacios y en caso de vanos su configuración es mucho más sencilla (Chavez & Lalangui, 2022) (ver Figura 12).

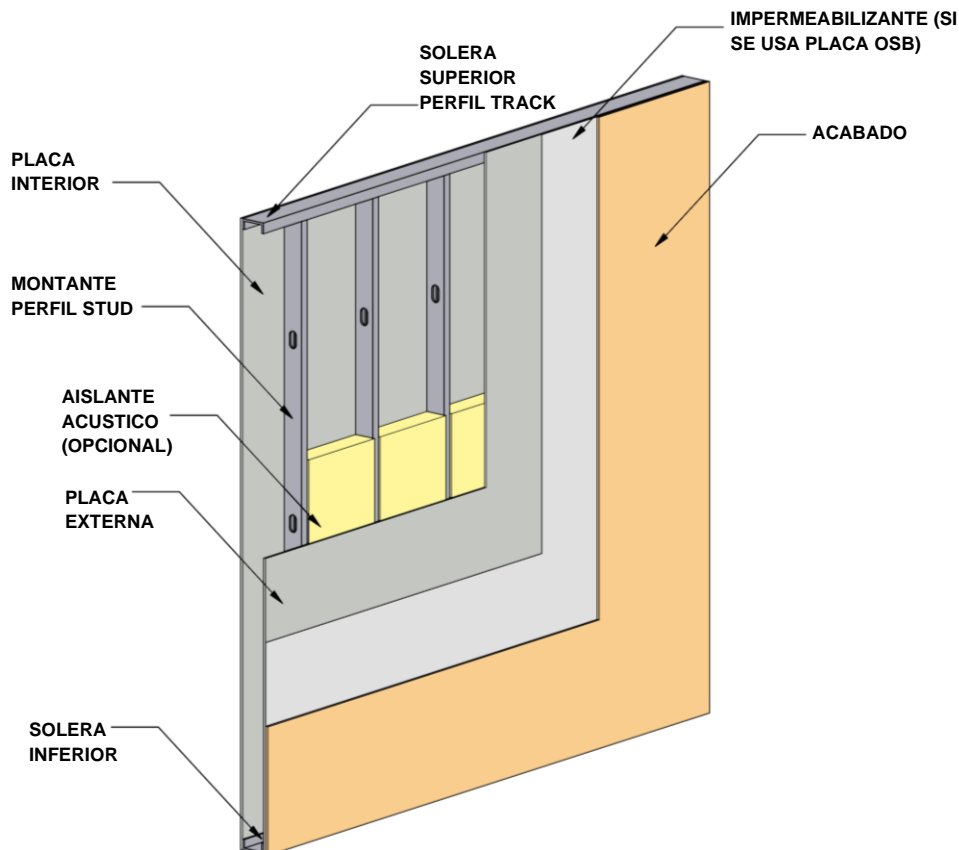


Figura 12: Detalle constructivo de panel de Steel Framing

Fuente: Elaboración propia

2.11.3 Paneles estructurales

Los paneles se elaboran con los perfiles G que forman los montantes y los perfiles U que forman las soleras (Diaz, 2024). Los montantes en muros sin vanos deben estar a una distancia similar por lo general cada montante está a 60 o 40cm, en el caso de las soleras los paneles estructurales deben tener una superior, una inferior y adicional un método de rigidización y anclaje a la cimentación (Tejada, 2017). Cuando el panel cuenta con un vano se deberá generar un dintel, el mismo que se elabora a partir de dos perfiles G unidos entre sí y perfiles U y G formando un marco que depende de las dimensiones y forma del vano (Sarmanho & Moraes, 2007) (ver Figura 13 y Figura 14).

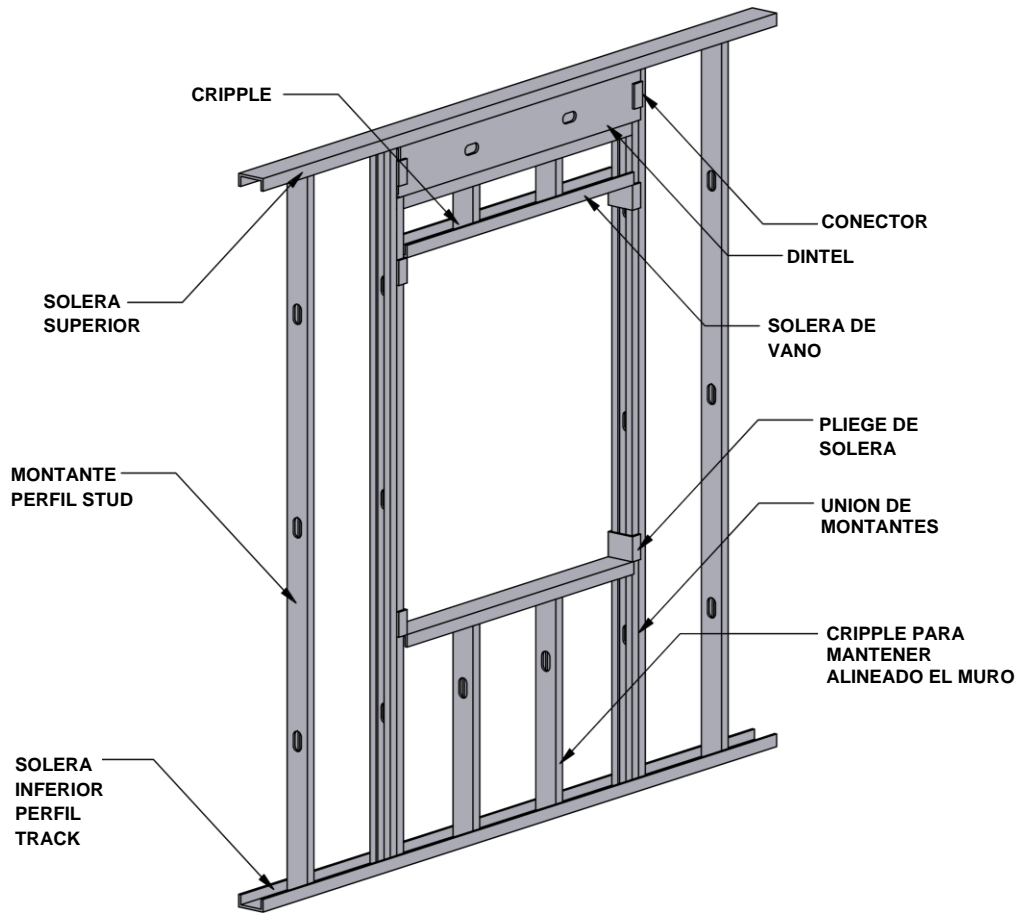


Figura 13: Detalle constructivo de perfil estructural con dintel

Fuente: Elaboración propia

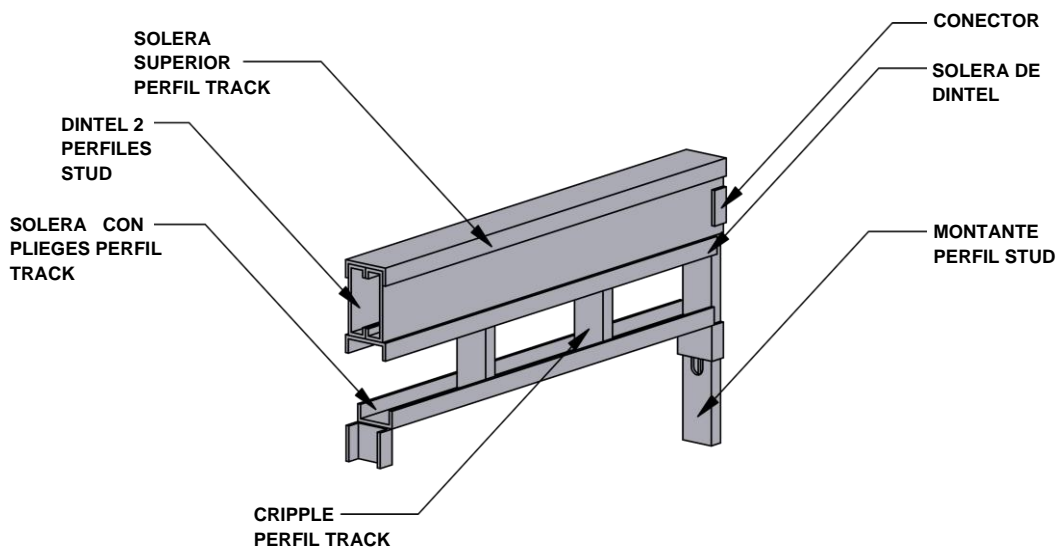


Figura 14: Detalle constructivo de dintel de perfiles de Steel Framing

Fuente: Elaboración propia

2.11.4 Paneles no estructurales

Los paneles no estructurales a diferencia de los paneles estructurales, requieren sistemas de anclaje menos exigentes y no siempre se requiere un sistema de rigidización. En el caso de vanos, se requiere únicamente de una solera inferior, una superior y dos montantes dependiendo de las dimensiones y forma del vano (Sarmanho & Moraes, 2007) (ver Figura 15).

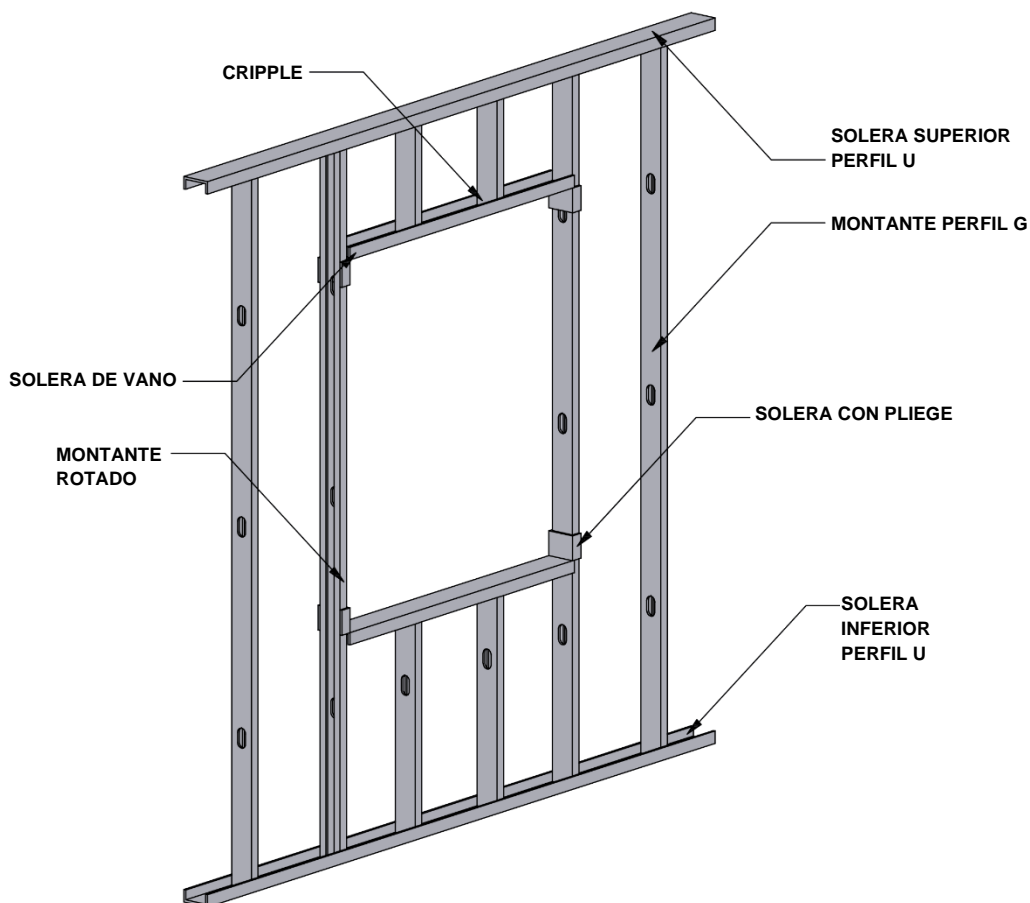


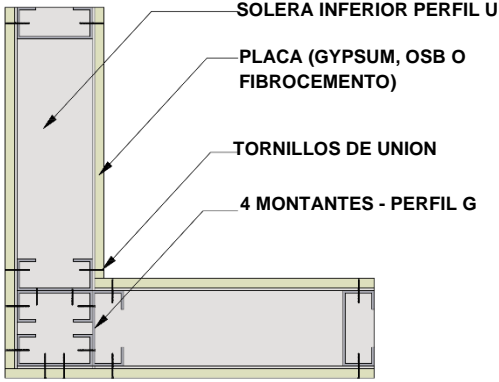
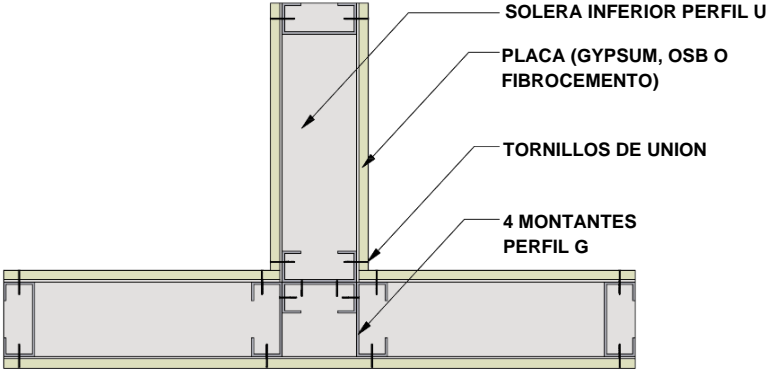
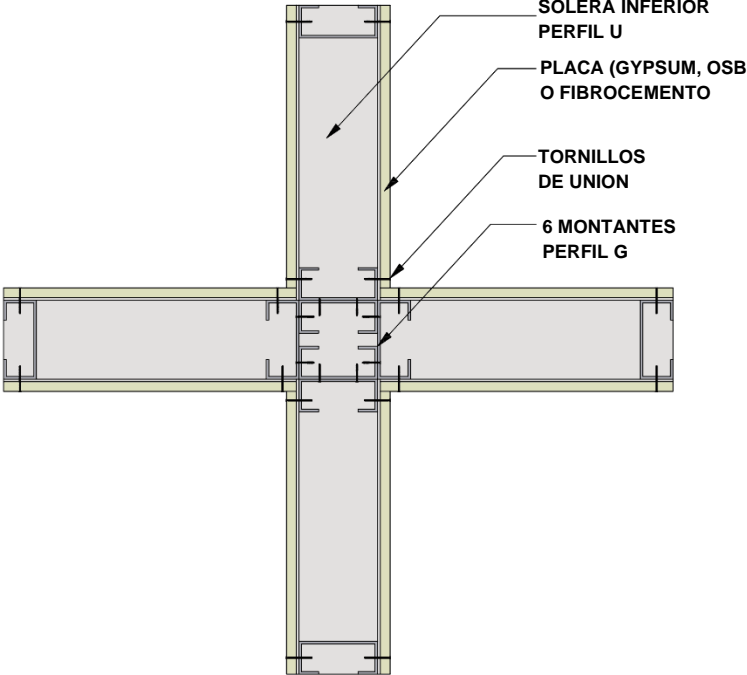
Figura 15: Detalle constructivo de panel no estructural

Fuente: Elaboración propia

2.11.5 Unión entre paneles

Para encuentros o uniones entre paneles estructurales o no estructurales existen tres tipos de uniones que son comunes en viviendas donde los paneles se encuentran en ángulos de 90 grados y se elaboran a través de varios montantes formando un elemento similar a una columna que permite la fijación de dos o más paneles (Sarmanho & Moraes, 2007). Los tipos de uniones entre perfiles son; el encuentro doble o en esquina que se usa cuando dos paneles perpendiculares se encuentran formando una esquina, encuentro triple o T que se usa cuando dos paneles se dividen por un tercero formando una T que se usa para dividir espacios, por último, está la unión cuádruple o en cruz que se usa cuando 4 paneles se encuentran entre si formando una cruz que se da entre paneles divisorios entre 2 o más habitaciones (Poluche, 2024) (ver Tabla 29).

Tabla 29: Unión entre paneles

TIPOS DE UNION ENTRE PANELES	
UNION EN ESQUINA	
DETALLE	DESCRIPCION
 <p style="text-align: right;"> SOLERA INFERIOR PERFIL U PLACA (GYPSUM, OSB O FIBROCEMENTO) TORNILLOS DE UNION 4 MONTANTES - PERFIL G </p>	<p>En el caso de esquinas se unen ambos paneles a través de conexiones entre los perfiles, formando un montante esquinero, empleando 4 perfiles G (Cremaschi et al., 2013).</p>
 <p style="text-align: right;"> SOLERA INFERIOR PERFIL U PLACA (GYPSUM, OSB O FIBROCEMENTO) TORNILLOS DE UNION 4 MONTANTES PERFIL G </p>	<p>En el caso de paneles que formen una "T" al encontrarse se unen 2 paneles conectando 4 perfiles G (Cremaschi et al., 2013).</p>
 <p style="text-align: right;"> SOLERA INFERIOR PERFIL U PLACA (GYPSUM, OSB O FIBROCEMENTO) TORNILLOS DE UNION 6 MONTANTES PERFIL G </p>	<p>En el caso de paneles que se encuentran formando una "X" se deberán unir a través de 6 perfiles G formando una columna o montante en medio (Cremaschi et al., 2013).</p>

Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos de; Cremaschi et al., 2013.

2.11.6 Entrepiso

Para el entrepiso existen varias técnicas, una de ellas las cerchas y otra en la que se elabora el envigado empleando principalmente el perfil STUD y complementándolo con elementos de refuerzo, y como piso, se emplean paneles de OSB de 18mm con dimensiones de 1.22 x 2.44 m. Estos paneles serán la base sobre la cual se instalarán piezas de aislamiento y acabados según el diseño (Ortiz & Giménez, 2024). Para la elaboración del envigado que va a conformar el entrepiso, se deberá emplear perfiles G con perforaciones, mismos que estarán alineados con los montantes y cuyas dimensiones dependerán de las luces y apoyos disponibles, se cuenta también, con sistemas de rigidización para luces de gran longitud (Diaz, 2024) (ver Figura 16).

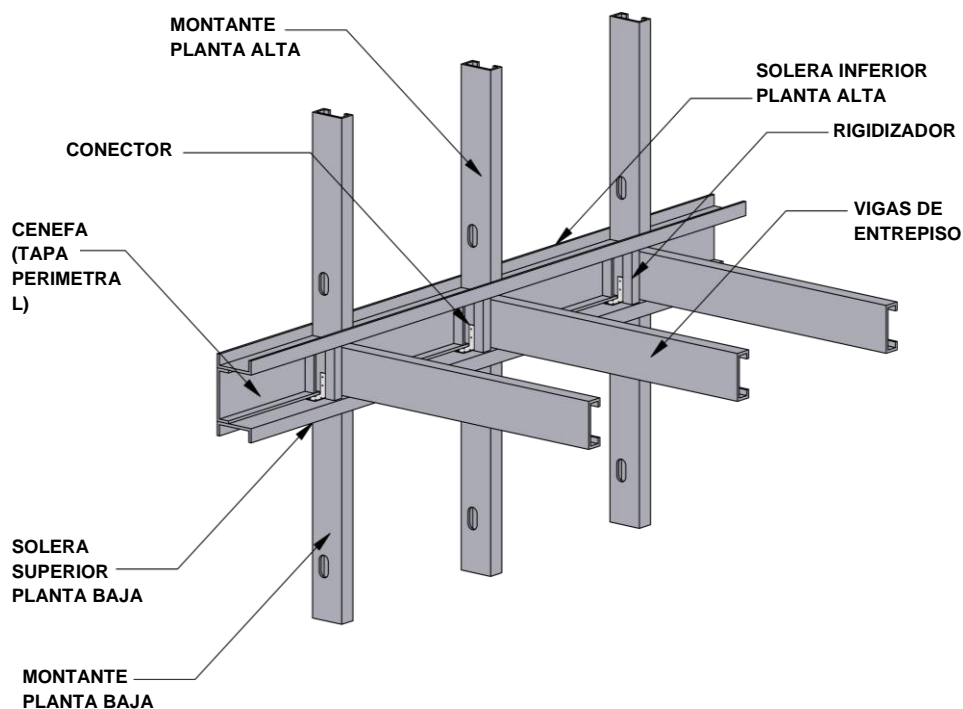


Figura 16: Detalle constructivo de entrespisos

Fuente: Elaboración propia

2.11.7 Cubiertas

Para las cubiertas se pueden elaborar cerchas, pero también se puede elaborar una estructura similar a las estructuras convencionales, en este caso se utiliza una combinación de perfiles G y perfiles U, espaciados uniformemente y empleando refuerzos para el correcto funcionamiento de la estructura, los perfiles U se utilizan también como correas, que funcionan como soportes secundarios, finalmente se fija la plancha o tipo de cubierta según el diseño pudiendo ser planchas de fibrocemento, Zinc, placas OSB con impermeabilizante y como último elemento el material de acabado en cubierta (Diaz, 2024) (ver Figura 17).

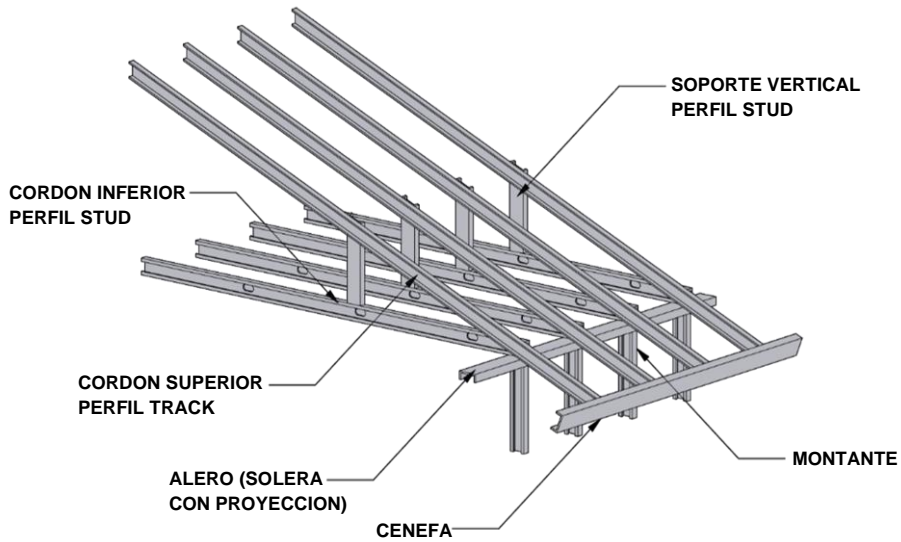


Figura 17: Detalle constructivo de cubiertas

Fuente: Elaboración propia

2.11.8 Escaleras

Las estructuras de escaleras en *Steel Framing* se construyen con la combinación de perfiles U y G, se realiza la estructura de la escalera y según el diseño se forman paneles para conformar las huellas y contrahuellas, lo más usado son paneles con placas de OSB para posteriormente colocar el material de acabado (Díaz, 2024) (ver Tabla 30).

Tabla 30: Sistemas estructurales de escaleras

SISTEMAS ESTRUCTURALES DE ESCALERAS	
PANEL TRIANGULAR	
DESCRIPCIÓN	
<p>Se elaboran formando un panel triangular con perfiles TRACK como bordes y perfiles STUD como montantes y para formar las huellas y contrahuellas se cortan las alas de un perfil TRACK y se dobla siguiendo las formas y dimensiones deseadas (Sarmanho & Moraes, 2007).</p>	
DETALLE	

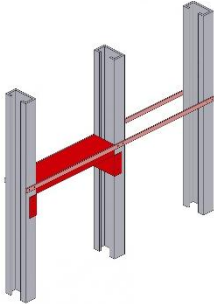
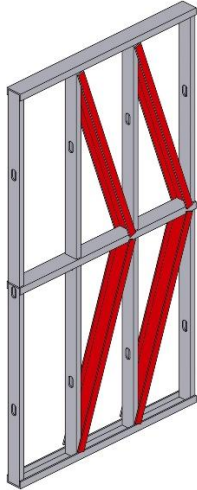
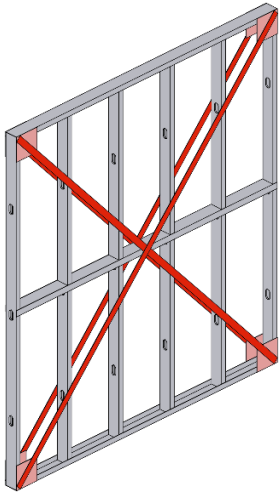
VIGA CAJON INCLINADA	
DESCRIPCIÓN	
<p>Sistema apropiado para escaleras con la parte inferior abierta. Se elabora con una caja formada por 2 perfiles STUD unidos y 2 soleras o perfiles TRACK como refuerzo de la caja, y para formar las huellas y contrahuellas se cortan las alas de un perfil TRACK y se dobla siguiendo las formas y dimensiones deseadas (Sarmanho & Moraes, 2007).</p>	
DETALLE	
PANELES ESCALONADOS + PANELES DE PELDAÑO	
DESCRIPCIÓN	
<p>Sistema apropiado para escaleras cerradas que constan o requieren de varios módulos. Se elabora formando paneles independientes de diferentes alturas para los laterales de la escalera, así mismo cada huella es un panel elaborado según las medidas deseadas (Sarmanho & Moraes, 2007).</p>	
DETALLE	

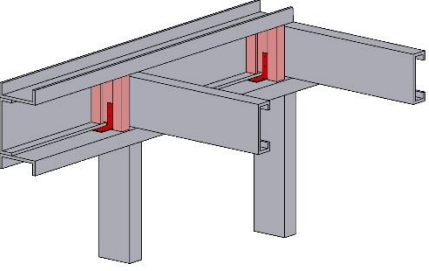
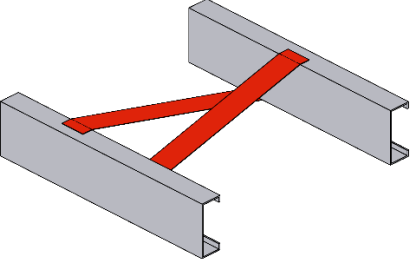
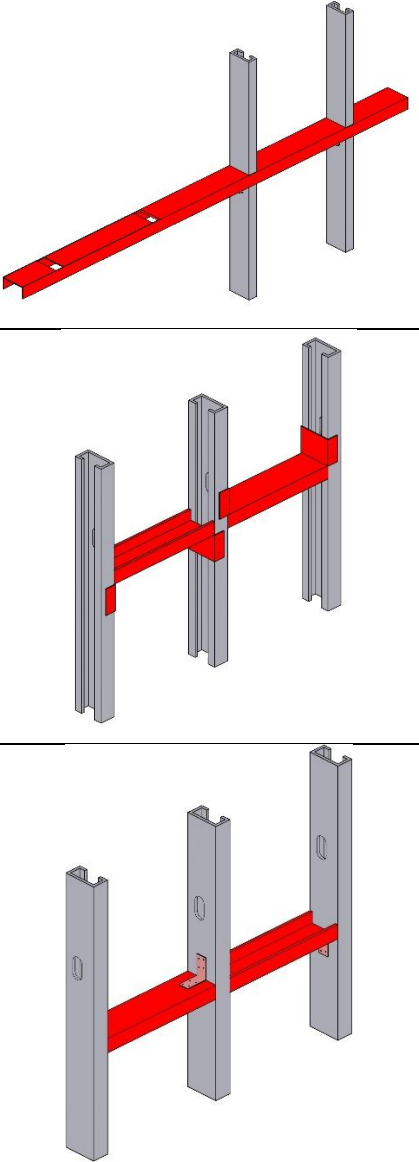
Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos de; Sarmanho & Moraes, 2007.

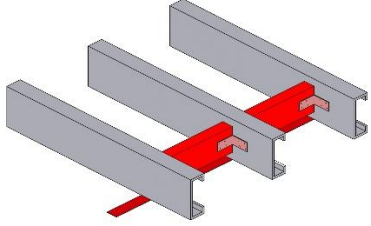
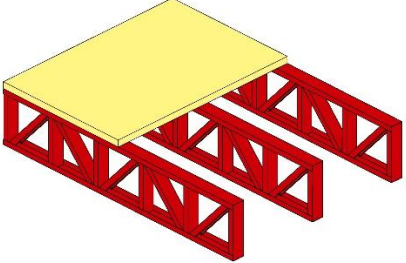
2.11.9 Elementos de rigidización

Existen diferentes elementos y técnicas de rigidización que permiten reforzar los elementos estructurales, entre los más usados están el fleje plano, refuerzo estructural K, diagonal o cruz de San Andrés, fijación de correa, refuerzo de alma, estabilizador lateral y conector (Diaz, 2024) (ver Tabla 31).

Tabla 31: Elementos y sistemas de rigidización

ELEMENTOS Y SISTEMAS DE RIGIDIZACIÓN		
NOMBRE	DESCRIPCION	DETALLE
FLEJE PLANO	Se elabora con un fleje conector. Es un fleje a tensión que se usa para dar estabilidad a los montantes (Diaz, 2024).	
RIGIDIZADOR K	Se elabora con perfiles estructurales y se usa como refuerzos que tienen la función de evitar deformaciones, se coloca entre los montantes (Diaz, 2024).	
CRUZ DE SAN ANDRES O REFUERZO DIAGONAL	Es de los más utilizados, se elabora con el fleje plano que se tensa, se coloca en forma de X formando 2 diagonales que se conectan a cada esquina de un panel utilizando placas perforadas (Diaz, 2024).	

<p>REFUERZO DE ALMA O DE ENTREPISO</p>	<p>Es un refuerzo conectado y anclado a los perfiles de entrepiso y a las soleras como refuerzo para evitar el pandeo (Diaz, 2024).</p>	
<p>ESTABILIZADOR LATERAL</p>	<p>Se elabora con un fleje plano que se cruza entre vigas para evitar la torsión y deformación (Diaz, 2024).</p>	
<p>BLOQUEOS</p>	<p>Se elaboran en obra con las soleras o perfiles TRACK su función es evitar que los montantes se muevan, deformen, inclinen o roten, existen 3 maneras de realizarlo la primera con perforaciones precisas según la posición de los montantes, la segunda cortando y doblando el perfil TRACK para fijarlo al montante y el tercero se realiza igual que el segundo, pero se usa un anclaje a 90° como refuerzo (Diaz, 2024).</p>	

<p>REFUERZO DE ENTREPISO</p>	<p>Se elabora con perfiles G, conectores y flejes que se colocan entre las vigas como refuerzo que evita deformaciones (Diaz, 2024).</p>	
<p>CERCHA PARA ENTREPISO</p>	<p>Se elabora con los mismos perfiles empleados en los paneles formando un marco con múltiples diagonales internas (Diaz, 2024).</p>	

Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos de; Diaz, 2024

2.12 Elementos básicos que conforman el sistema Hormigón Armado

2.12.1 Cimentaciones

Requiere de un proceso de cálculo y análisis de tipos de suelos, pendientes, etc, pero generalmente para viviendas de 2 plantas se usa un sistema de zanja, donde se elaborará un cimiento utilizando piedra de canto rodado, lo mínimo recomendable es que el cimiento tenga entre 40 y 60cm de ancho y entre 80 y 100cm de profundidad (Aceros Arequipa, 2022) (ver Figura 18).

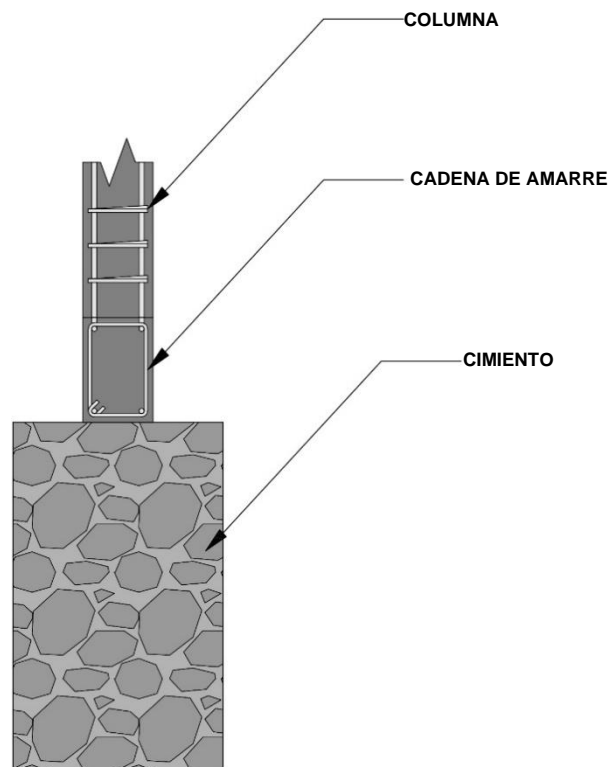


Figura 18: Detalle constructivo de cimentación en hormigón armado

Fuente: Elaboración propia

2.12.2 Zapatas

En viviendas el tipo de zapata más empleado para cimentación es la zapata aislada y la zapata combinada, que es una serie de zapatas unidas con cadenas de hormigón armado, la norma ecuatoriana de la construcción exige que las zapatas deben estar por lo menos a 1 metro de profundidad y tener una forma cuadrangular o rectangular y se debe buscar garantizar que el centro de la zapata coincida con el centro de la columna (NEC, 2015) (ver Figura 19).

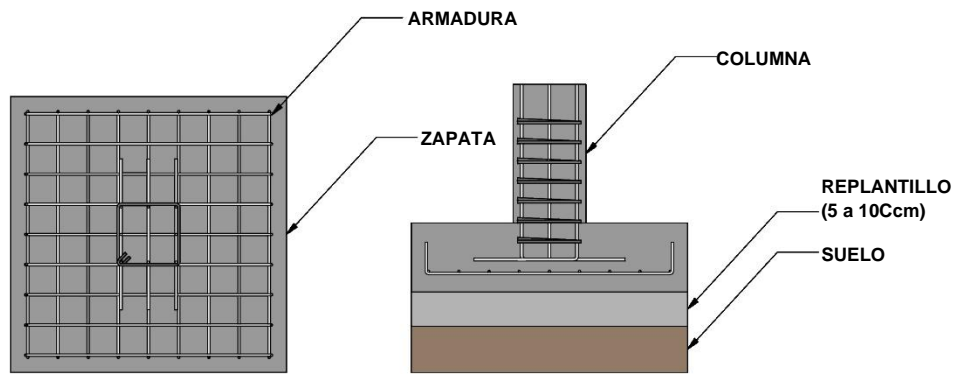


Figura 19: Detalle constructivo de zapatas

Fuente: Elaboración propia

2.12.3 Cadenas de amarre

Las cadenas de amarre son vigas que van encima del cimiento, su función es unir elementos estructurales como columnas y servir como base para muros, distribuir su peso y aislar la humedad del terreno, por lo general estos elementos tienen 20cm de ancho y su altura depende de las exigencias estructurales y de las dimensiones de la losa. La altura y parte superior de la cadena debe estar 10cm por debajo del contrapiso y 10 cm por encima de la rasante (suelo natural) para evitar humedad en los muros (NEC, 2015) (ver Figura 20).

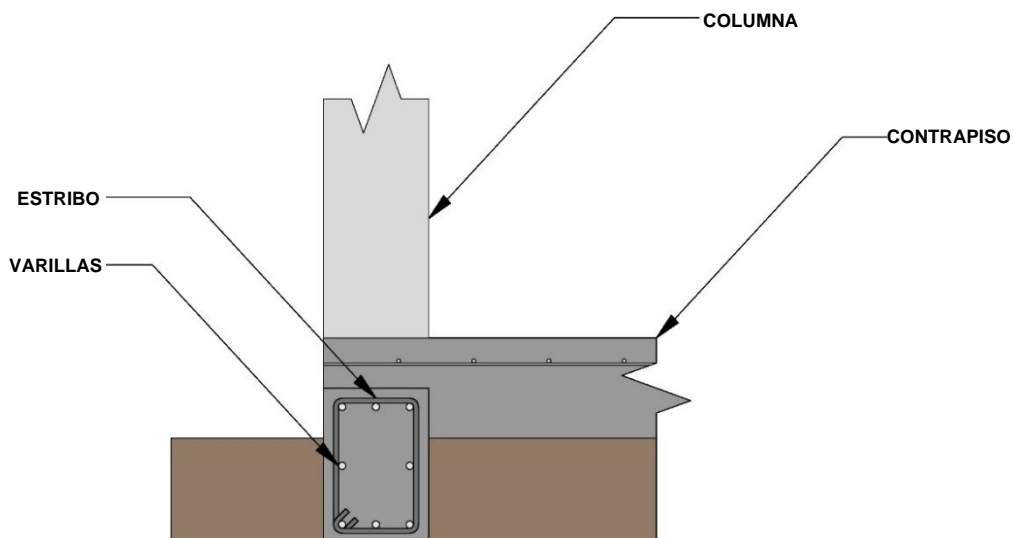


Figura 20: Detalle constructivo de cadenas de amarre

Fuente: Elaboración propia

2.12.4 Columnas

Las columnas transmiten las cargas a las bases de apoyo y las bases transmiten esas cargas al suelo, las columnas cuentan con una armadura que consta de varillas verticales, una en cada esquina, en caso de columnas cuadradas o rectangulares, estas varillas están unidas por elementos horizontales llamados estribos o zunchos (espiral en columnas circulares), mismos que están separados y cumplen con funciones como; definir la geometría de la columna, mantener en su sitio a las varillas verticales, evitar patologías en las columnas al estar sometidas a cargas de compresión y proveer de resistencia a fuerzas cortantes (Aguirre & Figueroa, 2008) (ver Figura 21).

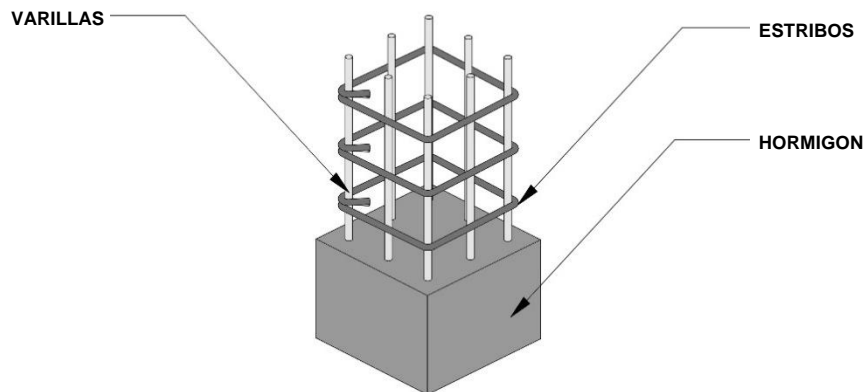


Figura 21: Detalle constructivo de columnas

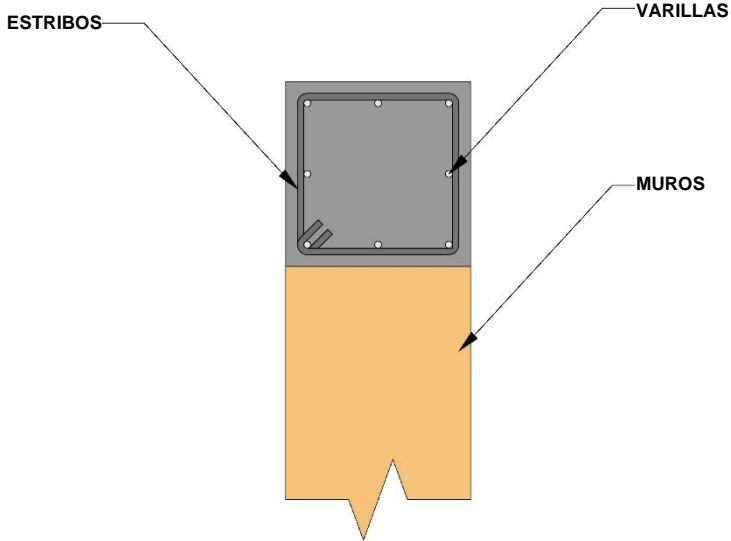
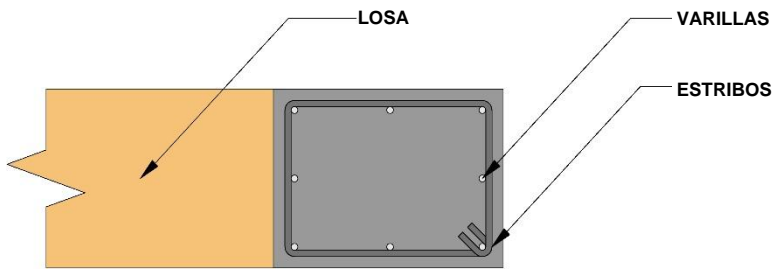
Fuente: Elaboración propia

2.12.5 Vigas

Las vigas son todos los elementos horizontales que conectan las columnas permitiendo transmitir las cargas de pisos hacia los muros y columnas, existen tres sistemas de vigas: la viga peraltada, que tiene una altura mayor a la losa permitiendo un mejor comportamiento estructural en luces de más de cuatro metros, la viga de confinamiento que se asienta sobre muros y generalmente tiene el mismo ancho del muro sobre el que se asienta y las vigas banda que son vigas que tienen el mismo alto que las losas y solo se usa cuando hay luces menores a cuatro metros (NEC, 2015) (ver Tabla 32).

Tabla 32: Sistemas de vigas

SISTEMAS DE VIGAS	
NOMBRE	DETALLE
VIGA PERALTADA	<p>Este diagrama muestra un detalle de una viga peraltada. A la izquierda se ve una losa (LOSA) representada en naranja. A la derecha, una viga (VIGA PERALTADA) se eleva por encima de la losa. La viga está reforzada con varillas (VARILLAS) y estribos (ESTRIBOS). Las etiquetas indican: 'LOSA' para la parte superior plana, 'VARILLAS' para las barras de refuerzo dentro de la viga, y 'ESTRIBOS' para los elementos que conectan las varillas.</p>

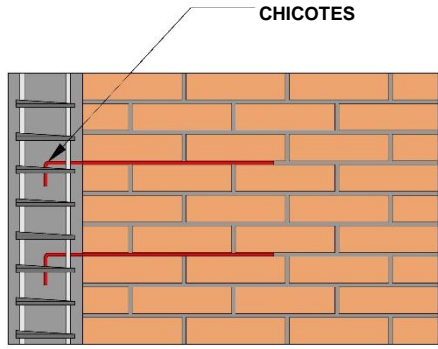
<p style="text-align: center;">VIGA DE CONFINAMIENTO</p>	
<p style="text-align: center;">VIGA BANDA</p>	

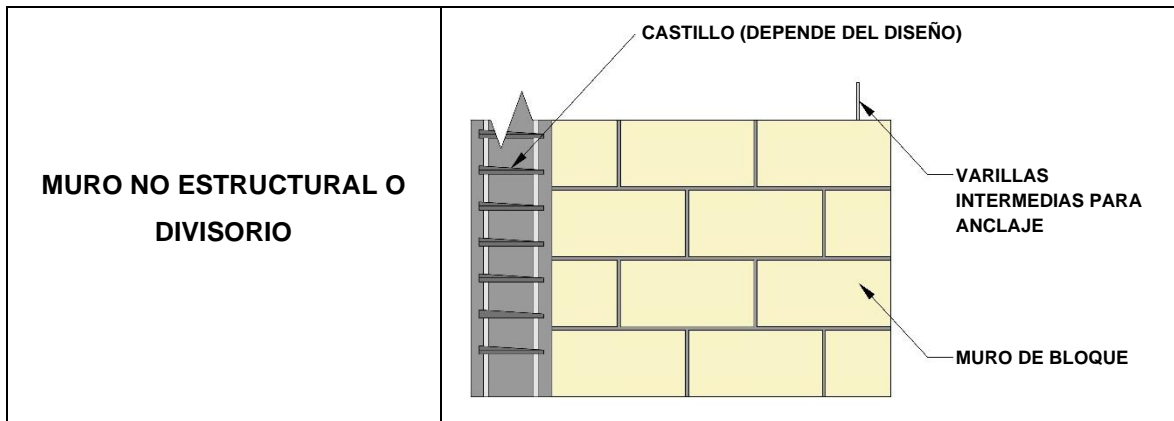
Fuente: Elaboración propia

2.12.6 Muros

Los muros se pueden elaborar con materiales como ladrillos o bloques y pueden ser estructurales o no estructurales, los estructurales suelen requerir refuerzos como varillas intermedias y anclajes a las columnas llamados chicotes, los muros no estructurales o divisorios, no requieren refuerzos y se pueden construir incluso después de haber terminado de elaborar las columnas y vigas (NEC, 2015) (ver Tabla 33).

Tabla 33: Muros estructurales y no estructurales

<p style="text-align: center;">MUROS ESTRUCTURALES Y NO ESTRUCTURALES</p>	
<p style="text-align: center;">NOMBRE</p>	<p style="text-align: center;">DETALLE</p>
<p style="text-align: center;">MURO ESTRUCTURAL CON CHICOTES</p>	



Fuente: Elaboración propia

2.12.7 Losas y entresijos

Existen dos tipos de losas que son las más utilizadas en viviendas, la losa maciza que es una losa hecha de bloques y hormigón armado y la losa aligerada que se realiza con un alivianamiento reduciendo su carga, independientemente del tipo de losa se debe seguir un proceso de encofrado mediante puntales, gatas, soleras y tablon base para posteriormente colocar las varillas o acero de refuerzo, la malla electrosoldada y el hormigón en el caso de losas macizas. Para las losas alivianadas, posterior al encofrado, se colocan las varillas, malla electrosoldada y sistema de aligeramiento que puede ser bloques o poliestireno en el caso de la losa alivianada (NEC, 2015) (ver Figura 22).

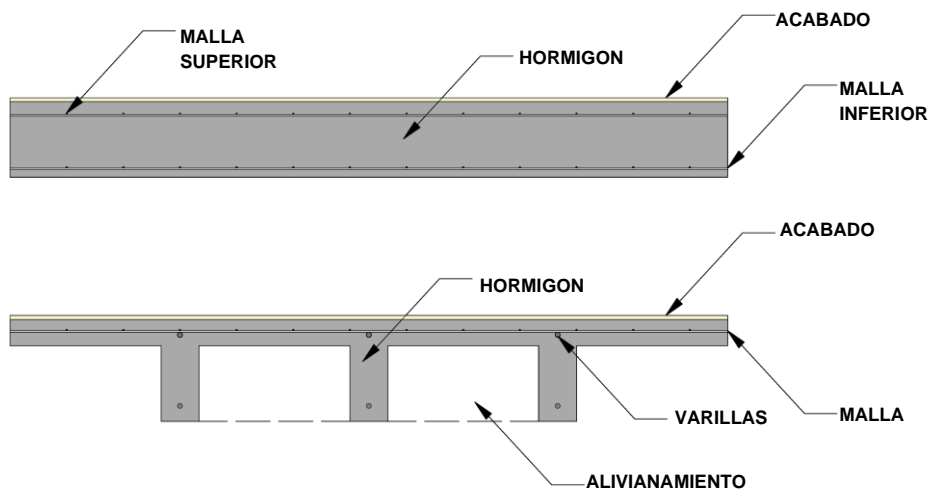


Figura 22: Detalle constructivo de losas y entresijos

Fuente: Elaboración propia

2.12.8 Cubiertas

Las cubiertas pueden ser inclinadas o planas, las primeras suelen usarse en lugares con clima frío o lluvias frecuentes, logrando ciertas ventajas como aislamiento térmico, protección contra la lluvia, y suele usarse frecuentemente como un elemento estético; estructuralmente se pueden elaborar en madera o empleando perfiles de acero. También se diseñan cubiertas planas que se emplean por fines estéticos o para un mayor aprovechamiento del espacio, tales como terrazas, su

estructura y elaboración suele ser más compleja porque requiere procesos de impermeabilización, drenajes y pendientes mínimas de 5% (Cáceres, 2018) (ver Figura 23).

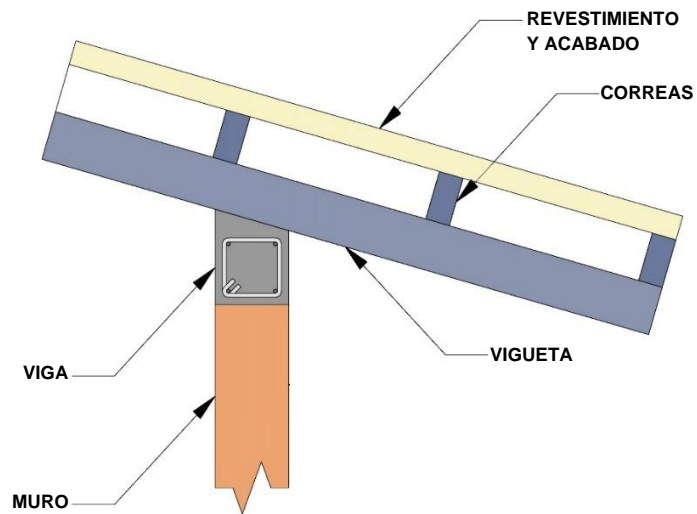


Figura 23: Detalle constructivo de cubiertas

Fuente: Elaboración propia

2.12.9 Escaleras

Las escaleras dependiendo del tipo pueden ser: rectas, en U, en L o en caracol, se construyen por tramos y se conforman por huellas que deben tener mínimo 90 cm de largo y 28 cm de ancho, contrahuellas que deben tener una altura entre 15 y 18 cm y finalmente descansos que dependerán del diseño de la escalera. Su elaboración es a partir del encofrado y colocación de armadura que se ancla a la cimentación, para posteriormente verter el hormigón con la forma y dimensiones de la escalera (NEC, 2015) (ver Figura 24).

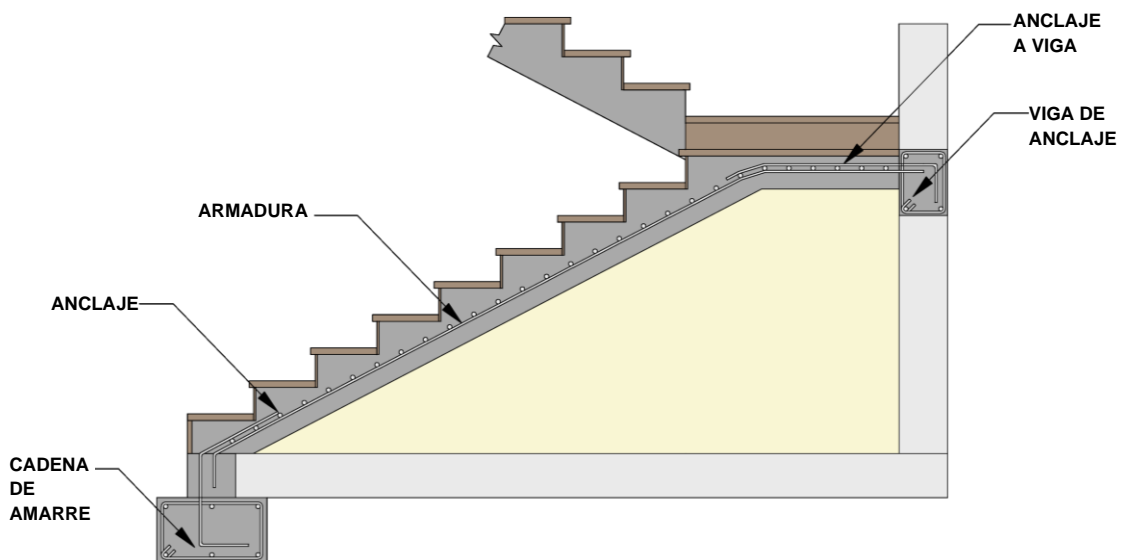


Figura 24: Detalle constructivo de escaleras

Fuente: Elaboración propia

2.12.10 Dintel

Son elementos horizontales que se elaboran en el caso de vanos como puertas, ventanas o aberturas que no están directamente debajo de las vigas, siendo un elemento estructural que tiene la función de una vigueta para sostener el muro superior (NEC, 2015) (ver Figura 25).

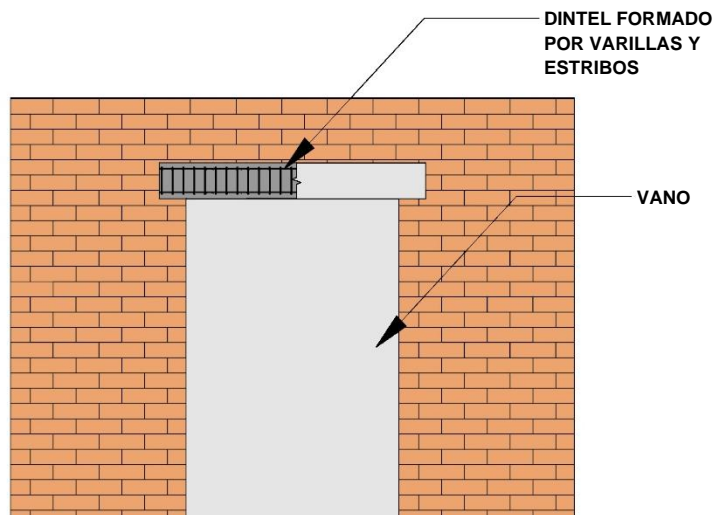


Figura 25: Detalle constructivo de dintel

Fuente: Elaboración propia

2.12.11 Conclusión

Como se puede observar que toda construcción tanto de *Steel Framing* como de hormigón armado empiezan con los componentes o materiales necesarios que combinados dan paso a la elaboración de todo elemento que compone una vivienda, a pesar de esta similitud ambos sistemas se diferencian no solo por el peso y complejidad de cada componente y elemento sino también por la rigurosidad y precisión que la ejecución de estos elementos exige resaltando al *Steel Framing* como un sistema más trabajable y que por la ligereza de sus componentes permite que cada elemento pueda desarrollarse de la manera más eficiente y correcta posible.

2.13 Comportamiento sísmico del Steel Framing y hormigón armado

En Ecuador la actividad sísmica es frecuente y aunque la mayoría de las veces la magnitud es imperceptible, se debe prever cualquier fenómeno sísmico de mayor riesgo para las estructuras, por este motivo es importante considerar los factores que influyen en la resistencia de una estructura para conseguir la estabilidad y resistencia adecuada.

2.13.1 Comportamiento sísmico del Steel Framing

El *Steel Framing* se caracteriza por tener resistencia tanto a la tracción como a la compresión, esto gracias a los perfiles de acero galvanizado que por su diseño y fabricación combinan ligereza y solidez, permitiendo resistir cargas horizontales y verticales. El proceso de galvanizado en los perfiles y componentes permite una alta durabilidad y resistencia a factores como la humedad y

corrosión. (Peralta & Tapia, 2024). Las estructuras de *Steel Framing* se caracterizan por tener dos tipos de paneles, los estructurales que son los que resisten las cargas horizontales de viento, y las verticales que corresponden a elementos como: paneles, entresijos y cubiertas, por lo tanto la principal función de los paneles estructurales es resistir estas cargas y esfuerzos para transmitirlos a los cimientos todo esto gracias al uso de perfiles verticales, conocidos como montantes y horizontales conocidos como soleras, complementados con conectores, anclajes y sistemas de rigidización.(Chávez et al., 2022) (ver Tabla 34).

a. Factores estructurales

Tabla 34: Factores estructurales del Steel Framing

FACTORES ESTRUCTURALES	
Componentes	Perfiles STUD
	Perfiles TRACK
	Conectores
	Anclajes
Ligereza	Componentes que por su fabricación con acero galvanizado de bajo espesor son muy ligeros reduciendo el peso de la edificación.
	Las fuerzas que genera un sismo son proporcionales al peso, la ligereza del Steel Framing reduce el riesgo de daño.
Elementos	Cimentación (menos exigente por la ligereza de la estructura)
	Paneles ligeros
	Sistemas de rigidización
	Dinteles de paneles estructurales
	Uniones entre paneles
	Losas y entresijos
	Cubierta

Fuente: Elaboración propia

2.13.2 Comportamiento sísmico del hormigón armado

Las estructuras de hormigón armado tienen una alta resistencia a la compresión, lo que significa que resiste adecuadamente las cargas verticales pesadas en este caso el peso de otros elementos estructurales y otros niveles en una edificación. El problema estructural que presenta es la limitada resistencia a la tracción, lo que implica un mayor riesgo de grietas o fisuras en caso de tensiones laterales (Peralta & Tapia, 2024). Normalmente las estructuras de hormigón armado se caracterizan por ser pesadas por el volumen de hormigón y armadura necesaria, las estructuras suelen estar compuestas por cimentación, columnas y vigas, mismas que a partir de un cálculo se consigue una estructura adecuada para controlar desplazamientos (Chávez et al., 2022) (ver Tabla 35).

a. Factores estructurales

Tabla 35: Factores estructurales del hormigón armado

FACTORES ESTRUCTURALES	
Componentes	Mezcla de hormigón
	Varillas para armaduras
	Mallas electrosoldadas
Peso	Componentes y elementos que suman peso dependiendo de su diseño y características.
	Las fuerzas que genera un sismo son proporcionales al peso de la estructura, factor que predomina en el hormigón armado por las estructuras que dependen de un cálculo que define su dimensión, cantidad de acero de refuerzo, volumen de hormigón y peso.
Elementos	Cimentación (la más adecuada para las características de la edificación)
	Muros
	Estructura
	Dinteles
	Losas y entrepisos
	Cubiertas

Fuente: Elaboración propia

2.13.3 Conclusión

En general el comportamiento sísmico de una edificación depende de varios factores entre los más importantes están; la masa, la rigidez y el diseño de la estructura. Durante un sismo las estructuras presentan vibraciones generadas por la aceleración y movimiento del suelo, produciendo fuerzas que son proporcionales al peso de la edificación, además toda estructura posee una frecuencia de vibración y en caso de que esta se aproxime a la frecuencia del movimiento sísmico puede llegar a producirse un fenómeno de resonancia que es determinante en las deformaciones y esfuerzos estructurales de una edificación. En contraparte el *Steel Framing* al ser un sistema ligero reduce las exigencias estructurales, aspecto que no aplica en el hormigón armado, pues en este caso las exigencias y calculo suelen resultar en un mayor peso.

2.14 Comportamiento térmico del Steel Framing y hormigón armado

El adecuado confort y aislamiento térmico en una edificación, garantizan la comodidad de los habitantes y pueden reducir o eliminar la necesidad de dispositivos que mejoren las condiciones térmicas de los espacios internos. En general las edificaciones realizadas con hormigón armado no suelen requerir componentes o materiales especiales que permitan el adecuado comportamiento térmico, en el caso del *Steel Framing* al tener paneles huecos la necesidad de materiales de aislamiento es prácticamente obligatoria garantizando no solo confort térmico sino también aislamiento acústico.

2.14.1 Generalidades del comportamiento térmico en edificaciones

El aislamiento térmico en las edificaciones tiene como objetivo reducir las pérdidas de calor en invierno o épocas frías y las ganancias de calor en verano, todo este proceso se produce en la envolvente de la edificación, como cubiertas, muros perimetrales, losas y aberturas. Cuando existen diferencias de temperatura entre el interior y el exterior el calor se transmite desde el ambiente más cálido al ambiente más frío, a través de los elementos o mediante la renovación del aire por ventilación (Cremaschi et al., 2013).

2.14.2 Comportamiento térmico del Steel Framing

Los paneles de *Steel Framing* al ser huecos y estar realizados con perfiles ligeros resultan en elementos de baja masa, por lo tanto, requieren de materiales de aislamiento, sobre todo en los elementos que están expuestos en las zonas externas de la edificación en este caso los muros perimetrales, losas y entrepisos, interior de cielos rasos y cubiertas (Cremaschi et al., 2013).

Según Cremaschi et al., 2013 los materiales de aislamiento más utilizados son:

- Lana de vidrio en rollo
- Lana de vidrio proyectada
- Poliestireno expandido
- Espumas celulósicas
- Espumas poliuretánicas

2.14.3 Comportamiento térmico del hormigón armado

Las edificaciones con hormigón armado, presentan una ventaja importante relacionada a la masa y materialidad de los envolventes, en este caso muros de ladrillo o bloque que, al tener una mayor solidez, espesor y masa, permiten un aislamiento térmico y pueden reducir la necesidad de aislamiento adicional.

Según Volantino, 2005 los factores determinantes para que los muros en el sistema constructivo de hormigón armado tengan un adecuado aislamiento térmico son:

- Conductividad térmica de los materiales del muro.
- Permeabilidad de los materiales.

- Espesor del muro, mientras más espesor, el calor tarda más en atravesar el muro.
- Uso de materiales con perforaciones, un muro realizado con bloques o ladrillos huecos genera una cámara de aire en su interior y por lo tanto transmite menos calor a diferencia de ladrillos macizos que transmiten más calor.

2.14.4 Conclusión

El comportamiento térmico de una edificación depende de las características físicas de los materiales que conforman la envolvente. En el caso del *Steel Framing* siempre se va a requerir de materiales aislantes, para garantizar el confort térmico. Por otro lado, el hormigón armado al emplear materiales con mayor masa permite una mayor estabilidad de la temperatura de los espacios interiores. De esta manera ambos sistemas constructivos si se diseñan y ejecutan adecuadamente y con los materiales necesarios, pueden resultar en edificaciones con un confort y comportamiento térmico adecuado para la comodidad de sus habitantes.

2.14.5 Costos de materiales y mano de obra en Steel Framing y hormigón armado

Se presenta una lista de los materiales básicos y la mano de obra mínima así como una comparativa de presupuestos definiendo que sistema constructivo tiene un mejor desempeño cuando se habla de presupuestos y costos.

a. Costo de materiales más importantes del Steel Framing

Tabla 36: Costo de materiales más importantes en el Steel Framing

COSTO DE MATERIALES				
MATERIAL	UNIDAD	MEDIDA		PRECIO
PERFIL STUD	U	Dimensión	Largo	
		4,13cm x 3,00cm	2,44m	1,28
		6,35cm x 3,00cm		1,59
9,20cm x 3,00cm	1,91			
PERFIL TRACK	U	4,13cm x 3,00cm	2,44m	0,90
		6,35cm x 3,00cm		1,22
		9,20cm x 3,00cm		1,59
PERFIL ESQUINERO	U	4,13cm x 3,00cm	2,44m	0,99
PLACA DE GYPSUM ST	U	1,22 x 2,44m	Espesor	-
			9,5mm	9,99
			12,7mm	14,78
PLACA DE GYPSUM RH	U	1,22 x 2,44m	12,7mm	15,61
PLACA DE GYPSUM RF	U	1,22 x 2,44m	12,7mm	12,98
			15,9mm	18,38
PLACA DE FIBROCEMENTO	U	1,22 x 2,44m	4mm	13,14
			6mm	18,95
			10mm	30,97
			12mm	37,53
			15mm	42,38
			17mm	54,20
		20mm	68,35	

TABLERO OSB	U	1,22 x 2,44m	9,5mm	22,30
			11,1mm	26,05
			15,1mm	36,45
			18,3mm	42,95
LANA DE VIDRIO AISLANTE	Rollo	1,20m x 9,25m	Espesor	-
			6,5cm	66,47
CINTA DE MALLA	Rollo	Rollo de 90m	5,0cm	4,40
PERFIL OMEGA	U	22mm x 33mm x 64mm	Largo	-
			2,44m	2,01
			3,65m	3,60
PERFIL PERIMETRAL	U	0.19cm x 0.19cm	3,00m	1,14
PERFIL TIPO CANAL	U	4.00cm x 12.00cm	2,44m	1,88
			3,65m	2,72
TORNILLOS AUTO PERFORANTES T1 PUNTA DE LENTEJA	Caja	20 unidades	-	1,30
TORNILLO DE CABEZA HEXAGONAL N° 10	Caja	20 unidades	-	1,91
TORNILLO CABEZA DE TROMPETA T2	Caja	20 unidades	-	0,60
TORNILLO CABEZA DE TROMPETA FRESADA, CON ALAS, PUNTA MECHA	Caja	100 unidades	-	3,00
TORNILLO AUTO PERFORANTE CON CABEZA DE TROMPETA T2 PUNTA DE MECHA	Caja	20 unidades	-	1,20

Fuente: Elaboración propia datos obtenidos de; catálogos; ACIMCO, 2025 & GypTech, 2025.

b. Costo de materiales más importantes en el hormigón armado

Tabla 37: Costo de materiales más importantes en hormigón armado

COSTO DE MATERIALES				
MATERIAL	UNIDAD	MEDIDA		PRECIO
CEMENTO	Saco	Saco de 50kg	-	7,05
ARENA	m3	-	-	10,75
GRAVA	m3	-	-	18,00
ACERO DE REFUERZO	U	12m	Espesor	-
			8mm	5,08
			10mm	7,94
			12mm	11,42
			14mm	17,04
			16mm	22,23
			18mm	28,16
			20mm	34,76
			22mm	42,06

			25mm	54,31
			28mm	69,02
			32mm	99,51
MALLA ELECTROSOLDADA 4x15	U	2,44 x 6,00 m	4mm	26,36
LADRILLO PANELON	U	7,00 x 26,00 cm	Ancho	-
			13,00cm	0,24
LADRILLO TOCHANO	U	20,00 x 38,00 cm	13,00cm	0,65
BLOQUE DE HORMIGON	U	20,00 x 40,00cm	Ancho	-
			10,00cm	0,70
			15,00cm	0,80
			20,00cm	1,25
BLOQUE DE POMEZ	U	20,00 x 40,00cm	10,00cm	0,59

Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos de; Metalhierro, 2025.

c. Costo de mano de obra requerida para el Steel Framing

Tabla 38: Costo de mano de obra en Steel Framing

COSTO DE MANO DE OBRA EN STEEL FRAMING			
PROFESIONAL	SUELDO POR HORA	SUELDO DIARIO	SUELDO MENSUAL
			20 DIAS
Residente de obra	4,77	38,16	763,20
Maestro de obra	4,52	36,16	723,20
Especialista en Steel Framing	4,52	36,16	723,20
Instalador de revestimientos	4,28	34,34	684,80
Electricista	4,28	34,34	684,80
Plomero	4,28	34,34	684,80
Pintor	4,28	34,34	684,80
Ayudante	4,23	33,84	676,80

Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos de; CAMICON, 2025.

d. Costo de la mano de obra requerida para el hormigón armado

Tabla 39: Costo de mano de obra en hormigón armado

COSTO DE MANO DE OBRA EN STEEL FRAMING			
PROFESIONAL	SUELDO POR HORA	SUELDO DIARIO	SUELDO MENSUAL
			20 DIAS
Residente de obra	4,77	38,16	763,20
Maestro de obra	4,52	36,16	723,20
Albañil	4,28	34,34	684,80
Encofrador	4,28	34,34	684,80
Fierrero	4,28	34,34	684,80
Electricista	4,28	34,34	684,80
Plomero	4,28	34,34	684,80
Pintor	4,28	34,34	684,80
Ayudante	4,23	33,84	676,80

Fuente: Elaboración propia, daros obtenidos de; CAMICON, 2025.

CAPITULO 3

EL STEEL FRAMING
VS EL HORMIGON
ARMADO

CAPÍTULO III

3. EL STEEL FRAMING VS EL HORMIGON ARMADO

3.1 El Steel Framing comparado con el hormigón armado

Para definir si el *Steel Framing* es una alternativa totalmente viable frente al hormigón armado se comparan ambos sistemas en diferentes categorías y aspectos importantes y relevantes que permiten definir al sistema constructivo con más ventajas y beneficios, tales como procesos, precio, tiempo, requerimientos, impacto ambiental y flexibilidad.

3.1.1 Comparativa de componentes y elementos

Se toma como base para la presente comparativa la información obtenida en el marco teórico, desde la historia, hasta los componentes y elementos de cada sistema, abarcando también procesos constructivos, comparando cantidad y definiendo el sistema con mejores resultados (ver Tabla 40).

Tabla 40: Comparativa de componentes y elementos

COMPONENTES Y ELEMENTOS			
HISTORIA			
STEEL FRAMING		HORMIGON ARMADO	
ANTIGUEDAD	1933	ANTIGUEDAD	Siglo XIX
En Ecuador su aplicación es limitada y la percepción de este sistema es negativa, porque algunas personas lo consideran poco confiable.		En Ecuador es el sistema constructivo más utilizado y percibido como el más confiable.	
NORMATIVA			
STEEL FRAMING		HORMIGON ARMADO	
INTERNACIONAL	Ampliamente desarrollado en los países donde más se aplica, a nivel latinoamericano existen manuales como el ILAFA.	INTERNACIONAL Y NACIONAL	Esta ampliamente desarrollada y con especificaciones más claras y desarrolladas para los elementos de viviendas.
NACIONAL	Es limitada y mínima especificando aspectos básicos.		
COMPONENTES			
STEEL FRAMING		HORMIGON ARMADO	
CANTIDAD Y COMPONENTES MINIMOS	Perfiles estructurales	CANTIDAD Y COMPONENTES MINIMOS	Varillas
	Perfiles no estructurales		Materia prima de mezcla de hormigón

	Conectores		Encofrados
	Anclajes		Mallas electrosoldadas
	Tornillos específicos		Galletas o separadores
	Placas		Ladrillos
			Bloques
ELEMENTOS			
STEEL FRAMING		HORMIGON ARMADO	
CIMENTACION	La cimentación es más simple y con menos exigencias por el bajo peso de los elementos de <i>Steel Framing</i> .	CIMENTACION	Requiere cimentaciones más profundas y un mayor número de elementos como zapatas y cadenas de amarre
	PROCESOS		PROCESOS
	Replanteo		Replanteo
	Excavación		Excavación
	Rellenado con piedra		Rellenado con piedra
	Elaboración de cadenas de amarre		Elaboración de armadura de zapatas
	Elaboración de losa de cimentación		Vertido de hormigón
	-		Vibrado
	-		Fraguado
	-		Curado
-	Elaboración de cadenas de amarre		
ESTRUCTURA	Se elaboran elementos como montantes, soleras, dinteles y sistemas de rigidización.	ESTRUCTURA	Se elaboran elementos estructurales como columnas, vigas, cadenas de amarre y dinteles.
	PROCESOS		PROCESOS
	Montaje de montantes y soleras		Elaboración de armadura con varillas y estribos
	Anclaje a la cimentación		Armado de encofrados

	Sistemas de rigidización o estabilización		Vertido de hormigón
	Fijación de placas		Vibrado de hormigón
	-		Fraguado
	-		Desencofrado
	-		Curado
PANELES	Se elaboran con el esqueleto formado con perfiles de acero galvanizado y placas de gypsum, OSB o fibrocemento.	MUROS	Se elaboran con materiales como ladrillos industriales o artesanales o bloques de hormigón o pómez.
	PROCESOS		PROCESOS
	Preparación corte y montaje de montantes y soleras		Preparación de mortero y materiales
	Anclaje a la cimentación		Colocación de piolas, niveles y plomada.
	Elementos de rigidización		Elaboración de filas de ladrillo o bloque
	Elaboración de dinteles en el caso de vanos empleando los perfiles requeridos en paneles estructurales y no estructurales.		Colocación de chicotes cada 3 o 4 hileras, o en el caso de bloques anclajes a los elementos estructurales.
	Instalaciones hidrosanitarias o eléctricas.		Elaboración de dinteles en el caso de vanos
	Fijación de placas de gypsum, OSB o fibrocemento		Instalaciones hidrosanitarias o eléctricas.
	Acabados		Acabados
ENTREPISOS	Únicamente se elaboran con perfiles de acero galvanizado, conectores, sistemas de rigidización y placas gypsum, OSB o fibrocemento.	ENTREPISOS	Pueden ser macizas o aligeradas su elaboración requiere múltiples componentes como hormigón, varillas, sistemas de encofrado y mallas electrosoldadas.
	PROCESOS		PROCESOS
	Preparación de materiales		Preparación de materiales.
	Montaje de perfiles según el tipo de entepiso		Montaje de encofrado
Colocación de conectores y	Elaboración de armadura		

	elementos de rigidización		
	Colocación de placas de OSB o fibrocemento		Vertido de hormigón y nivelación empleando maestras
	Impermeabilización y acabados		Vibrado
	-		Fraguado
	-		Desencofrado
	-		Curado
	-		Impermeabilización y acabados
CUBIERTAS	Se elaboran empleando perfiles de acero galvanizado, sistemas de rigidización y conectores dependiendo del tipo de cubierta.	CUBIERTAS	Se suelen elaborar con elementos de madera o de acero estructural, empleando métodos de unión para madera y soldadura para acero estructural.
	PROCESOS		PROCESOS
	Montaje de estructura (Armado de perfiles livianos)		Elaboración de estructura (soldadura de perfiles de acero estructural)
	Colocación de correas y rigidizadores o conectores		Colocación de correas
	Fijación de placas o planchas (fibrocemento, OSB, zinc y PVC)		Fijación de placas o planchas (fibrocemento, OSB, zinc y PVC)
	Colocación de impermeabilizante si es requerido		Colocación de impermeabilizante si es requerido
	Acabado		Acabado
	Sellado si es requerido		Sellado si es requerido
ESCALERAS	Se elabora empleando cualquiera de los 3 sistemas ya sea panel triangular, viga cajón o paneles escalonados.	ESCALERAS	Se elaboran a partir de una armadura anclada a la cimentación requieren de un proceso de encofrado vertido, vibrado, fraguado, curado y desencofrado.
	PROCESOS		PROCESOS
	Preparación de perfiles		Elaboración de encofrado y armadura

	Ensamble dependiendo del sistema seleccionado		Vertido de hormigón
	Fijación a estructura base		vibrado
	Colocación de placas OSB o fibrocemento		Fraguado
	Acabado		Desencofrado
	-		Curado
	-		Acabados

Fuente: Elaboración propia

3.1.2 Análisis de la comparativa de componentes y elementos

El sistema de hormigón armado tiene una mayor cantidad de procesos, lo que incrementa su complejidad y el tiempo de ejecución. El *Steel Framing* utiliza componentes livianos y de ensamblaje en seco, reduciendo la cantidad de procesos, esta diferencia demuestra que el *Steel Framing* ofrece una mayor simplificación en la secuencia de montaje, manteniendo un adecuado desempeño estructural. (ver Tabla 41).

Tabla 41: Conclusión

ANÁLISIS DE COMPONENTES Y ELEMENTOS				
ESCALA DE LIKERT				
1-MUY BAJO	2-BAJO	3-MEDIO	4-ALTO	5-MUY ALTO
COMPARACION				
ASPECTO	STEEL FRAMING	HORMIGON ARMADO	OBSERVACION	
Complejidad	2	5	El <i>Steel Framing</i> se elabora con componentes livianos y no requiere de armaduras y encofrados.	
Cantidad de procesos	2	4	El hormigón armado requiere de múltiples procesos con largas duraciones.	
Peso	1	5	El <i>Steel Framing</i> emplea componentes livianos en comparación a los elementos de hormigón armado que tienen un mayor peso.	
Mano de obra especializada	4	4	Ambos sistemas requieren de mano de obra con experiencia y capacitación para la construcción de viviendas.	
PROMEDIO	2,25	4,5	En este caso el promedio más bajo resalta al <i>Steel Framing</i> por su reducida complejidad.	

Fuente: Elaboración propia

3.1.3 Comparativa de presupuestos y costos de Steel Framing y Hormigón Armado

Se toma como base para la comparativa de presupuestos para ambos sistemas un proyecto elaborado con hormigón armado, publicado en el boletín de la Cámara de Construcción de Cuenca. En el caso del *Steel Framing* se adaptó el presupuesto al sistema constructivo, tomando como referencia presupuestos de *Steel Framing* y precios actualizados de catálogos de empresas nacionales y locales (ver Tabla 42 y Tabla 43).

a. Descripción del proyecto base

Se analiza el presupuesto de una unidad de vivienda que cuenta con espacios de áreas mínimas y óptimas como sala, comedor, cocina, baño social, bodega y área de servicio en planta baja y un dormitorio principal con baño y *walking closet* de áreas óptimas, además de dos dormitorios secundarios de áreas similares con un baño compartido en planta alta (ver Figura 26).



Figura 26: Redibujo de plantas y elevaciones del proyecto base

Fuente: Elaboración propia en base a; Cámara de la Construcción de Cuenca, 2025

b. Steel Framing

Tabla 42: Presupuesto de Steel Framing

#	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL
1	OBRAS PRELIMINARES	1613,18			
1.1	Guardianía y bodega	U	1	430,00	430,00
1.2	Limpieza y desbroce de terreno a máquina incluye retiro de capa vegetal y cargado	m2	126,75	3,89	493,06
1.3	Replanteo	m2	126,75	1,24	157,17
1.4	Nivelación con maquinaria	m2	126,75	0,97	122,95
1.5	Inst. provisional-agua	U	1	180,00	180,00
1.6	Inst. provisional-energía eléctrica	U	1	230,00	230,00
2	CIMENTACION	4410,87			
2.1	Relleno con material de reposición	m3	7,64	14,63	111,77
2.2	Compactación con maquina	m2	126,75	1,10	139,43
2.3	Hormigón simple f'c 210Kg/cm2 para losa de contrapiso. e=8cm	m3	7,31	25,43	185,89
2.4	Cadena Hº Aº tipo viga electrosoldada V5	ml	70	14,47	1012,90
2.5	Replanteo de piedra bola	m2	81,86	8,25	675,35
2.6	Resanteo de piso	m2	81,86	2,15	176,00
2.7	Membrana sintética PVC impermeabilización de losa	m2	81,86	22,41	1834,48
2.8	Malla electrosoldada R-84 para losa, suministro y colocación	m2	81,86	3,36	275,05
3	ENTREPISO	3630,81			
3.1	Cercha 30cm alma PEL 89 e=0.93mm	Kg	595	3,76	2237,20
3.2	Placa ETERBOARD 2,44m x 1,22m x 20mm	m2	49,14	28,36	1393,61
4	CUBIERTA Y CIELO RASO	4760,57			
4.1	Suministro y colocación de cielo raso gypsum e=1/2"	m2	118,72	17,69	2100,16
4.2	PGC 140x41x13x1,50	Kg	544,00	3,76	2045,44
4.3	Fibrocemento tipo P7 – 92 de 8 pies	m2	59,36	10,36	614,97
5	ESCALERA	781,59			
5.1	Perfil track 6,35x3,00cm x 2,44m	Kg	12,29	1,68	20,65
5.2	Perfil Stud 6,35x3,00cm x 2,44m	Kg	25,30	1,74	44,02
5.3	Placa de Gypsum ST	m2	4,04	19,25	77,77
5.4	Placas de OSB	m2	7,84	32,25	252,84
5.5	Pasamanos de acero inoxidable	ml	3	65,00	195,00
5.6	Acabado piso flotante	m2	7,84	11,50	90,16
5.7	Borde de escalones de piso flotante 240cm	U	7	14,45	101,15
6	CARPINTERIA Y ACCESORIOS	7764,74			

6.1	Suministro y colocación de mobiliario cocina	ml	8,45	182,12	1538,91
6.2	Suministro y colocación de mesón de granito para cocina	ml	6,45	131,05	845,27
6.3	Suministro y colocación de mobiliario TV	ml	2,50	162,26	405,65
6.4	Suministro y colocación de closet	ml	5,25	290,68	1526,07
6.5	Suministro y colocación de mobiliario baño	ml	3,70	119,98	443,93
6.6	Rastreras de Piso Flotante 12 cm, incluye colocación	ml	70,98	5,62	398,91
6.7	Suministro e instalación de puerta principal de madera incluye cerradura	U	1,00	378,13	378,13
6.8	Suministro e instalación de puerta de MDP e=36 mm, acabado melaminico	U	7,00	242,51	1697,57
6.9	Suministro e instalación de puerta corrediza de madera (agregar precios detalle)	U	2,00	265,15	530,30
7	ACABDOS INTERIORES Y EXTERIORES	7126,18			
7.1	Pintura para interior	m2	148,39	4,81	713,76
7.2	Pintura para exterior	m2	56,48	5,19	293,13
7.3	Revestimiento de paredes con madera	m2	5,78	13,67	79,01
7.4	Empaste de paredes, incluye andamio	m2	210,65	7,75	1632,54
7.5	Piso flotante, suministro y colocación	m2	91,24	24,27	2214,39
7.6	Revestimiento de cerámica en pared cocina, incluye emporado y mortero 1:2	m2	1,74	31,34	54,53
7.7	Revestimiento de cerámica en pared baño, incluye emporado y mortero 1:2	m2	57,45	31,34	1800,48
7.8	Revestimiento de cerámica en piso baño, incluye emporado y mortero 1:2	m2	10,42	32,47	338,34
8	ALUMINIO Y VIDRIO	3267,89			
8.1	Suministro y colocación de ventana de aluminio y vidrio e=6mm	m2	26,13	107,28	2803,23
8.2	Pasamanos de acero inoxidable	ml	5,45	85,26	464,67
9	PANELES Y EMPASTE	8934,98			
9.1	Panel de Gypsum ST a ambos lados	m2	18m2	16,92	304,56
9.2	Panel de Gypsum ST + RH	m2	42m2	15,93	669,06
9.3	Panel de gypsum ST + Fribrocemento	m2	103m2	23,03	2372,09
9.4	Panel de gypsum RH + Fribrocemento	m2	35m2	21,90	766,50
9.5	Panel de fibrocemento + fibrocemento	m2	39m2	26,93	1050,27
9.6	Empaste y tratamiento de juntas	m2	503m2	7,50	3772,50

10	INSTALACIONES ELECTRICAS	2615,69			
10.1	Sum. Ins. Interruptor triple con placa	U	5,00	8,08	40,40
10.2	Sum. Inst. conmutador simple con placa	U	12,00	8,29	99,48
10.3	Sum. Inst. conmutador de 4 posiciones con placa	U	1,00	44,93	44,93
10.4	Sum. Inst. interruptor simple más conmutador simple con placa	U	1,00	10,78	10,78
10.5	Sum. Inst. Tomacorriente doble polarizado con placa 127V	U	22,00	6,66	146,52
10.6	Sum. Inst. Tomacorriente servicio 220V	U	3,00	11,44	34,32
10.7	Sum. Inst. de Luminaria Led tipo dicroico 7W	U	22,00	5,39	118,58
10.8	Sum. Inst. de luminaria LED redonda empotrable 12W	U	13,00	7,20	93,60
10.9	Sum. Inst. de luminaria LED redonda empotrable 18W	U	4,00	9,52	38,08
10.10	Sum. Inst. de aplique de pared cuadrado 6w 3000k negro, doble haz	U	1,00	22,36	22,36
10.11	Sum. Inst. de aplique de pared con foco de 12W 3000k	U	3,00	17,95	53,85
10.12	Sum. Inst. de cinta led luz cálida	m	46,00	5,50	253,00
10.13	Sum. Inst. de perfil de aluminio para cinta led incluye tapa y accesorios	m	23,00	6,62	152,26
10.14	Sum. Inst. de transformador 110V a 12V DC, 10A, Aluminio	U	3,00	14,82	44,46
10.15	Sum. Inst. Extractor de olores para baño, salida de 4"	U	3,00	27,90	83,70
10.16	Sum. Inst. centro de carga bifásico 12 circuitos	U	1,00	58,32	58,32
10.17	Sum. Inst. conductor de cobre aislado THHN #14 AWG, solido	m	490,00	0,49	240,10
10.18	Sum. Inst. conductor de cobre aislado THHN #12 AWG, solido	m	330,00	0,64	211,20
10.19	Sum. Inst. conductor de cobre aislado THHN #10 AWG, flexible.	m	30,00	1,81	54,30
10.20	Sum. Inst, conductor Cu aislado THHN #8 AWG,7 hilos	m	44,00	2,68	117,92
10.21	Sum. Inst. conductor de cobre aislado TTU # 4 AWG 7 hilos	m	130,00	2,68	348,40
10.22	Sum. Inst. conductor de cobre aislado THHN #14 AWG, flexible	m	5,00	0,83	4,15
10.23	Sum. Inst conductor de cobre aislado THHN #12 AWG, flexible	m	5,00	0,94	4,70
10.24	Sum. Inst. Breaker 16Amp 1F, enchufable.	U	2,00	5,86	11,72
10.25	Sum. Inst. Breaker 32 Amp 1F, enchufable.	U	2,00	5,15	10,30
10.26	Sum. Inst. Breaker 40 Amp 2F, enchufable.	U	3,00	9,96	29,88

10.27	Sum. Inst. cajetín metálico octogonal grande con tapa	U	60,00	4,10	246,00
10.28	Sum. Inst. Sistema de puesta a tierra	U	1,00	42,38	42,38
11	TUBERÍA EMT Y POLITUBO PVC	363,08			
11.1	Sum. Ins, politubo de 1/2" y pasado de guía	ml	250,00	0,92	230,00
11.2	Sum. Ins, politubo de 3/4" y pasado de guía	ml	100,00	1,05	105,00
11.3	Sum. Ins, politubo de 1" y pasado de guía	ml	18,00	1,56	28,08
12	INSTALACIONES ELECTRONICAS	512,89			
12.1	Sum. Ins, tendido de cable UTP 4 pares Cat. 6	ml	75,00	1,29	96,75
12.2	Sum. Ins, toma de datos simple RJ45 Cat. 6	U	4,00	15,55	62,20
12.3	Sum. Ins, placa para toma coaxial simple	ml	1,00	8,64	8,64
12.4	Sum. Ins, caja de telecomunicaciones de paso 30x30x10 cm	U	1,00	47,60	47,60
12.5	Sum. Ins, Intercomunicador de puerta, incluye placa exterior, 2 citófonos interiores, fuente para cerradura eléctrica	U	1,00	297,70	297,70
13	INSTALACIONES HIDROSANITARIAS Y ACCESORIOS	3235,94			
13.1	Suministro e instalación de tubería de 25mm, incluye accesorios	ml	97,80	5,34	522,25
13.2	Adaptador de TF de 25mm X 3/4"(M)	U	2,00	12,79	25,58
13.3	Válvula de corte de 3/4"	U	1,00	18,92	18,92
13.4	Suministro e instalación de tubería de 20mm, incluye accesorios	ml	45,45	4,02	182,71
13.5	Adaptador de TF de 20mm X 1/2"(M)	U	4,00	11,59	46,36
13.6	Adaptador de TF de 20mm X 1/2"(H)	U	2,00	11,54	23,08
13.7	Tee de TF con inserto de 20mm X 1/2"(H)	U	2,00	8,00	16,00
13.8	Codo de TF con inserto de 20mm X 1/2"(H)	U	13,00	7,46	96,98
13.9	Llave de TF de 20mm	U	10,00	17,26	172,60
13.10	Tubería de PVC 160mm tipo B, incluye accesorios	ml	1,00	7,90	7,90
13.11	Tubería de PVC 110mm tipo B, incluye accesorios	ml	55,00	3,50	192,50
13.12	Tubería de PVC 50mm tipo B, incluye accesorios	ml	18,50	5,57	103,05
13.13	Sifón de PVC 50mm	U	3,00	5,55	16,65
13.14	Tubería PVC 110mm para agua lluvia	ml	17,52	5,57	97,59
13.15	Suministro e instalación de rejillas para piso 110mm, incluye sifón	U	4,00	18,64	74,56
13.16	Suministro e instalación de Calefón	U	1,00	411,72	411,72

13.17	Suministro e instalación de Inodoro redondo blanco de una pieza, incluye accesorios	U	3,00	114,37	343,11
13.18	Suministro e instalación de Lavamanos para empotrar, incluye accesorios de instalación	U	3,00	129,75	389,25
13.19	Suministro e instalación de Fregadero de acero inoxidable un pozo, con faldón, incluye grifería	U	1,00	187,04	187,04
13.20	Suministro e instalación de Ducha con mezcladora	U	2,00	82,38	164,76
13.21	Suministro e instalación de fregadero de ropa de PVC o fibra de vidrio	U	1,00	143,34	143,34
14	OBRAS FINALES	504,47			
14.1	Limpieza final del terreno	m2	126,75	3,98	504,47
SUBTOTAL					49522,43
AREA					137,05
COSTO POR m2 DE CONSTRUCCION SIN COSTOS INDIRECTOS					361,35
TOTAL + COSTOS INDIRECTOS					59426,92
TOTAL, POR m2 DE VIVIENDA DE STEEL FRAMING					433,61

Fuente: Elaboración propia en base a; Boletín de la Cámara de la Construcción de Cuenca, 2025

c. Hormigón Armado

Tabla 43: Presupuesto de Hormigón Armado

#	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL
1	OBRAS PRELIMINARES	1613,18			
1.1	Guardianía y bodega	U	1	430,00	430,00
1.2	Limpieza y desbroce de terreno a máquina incluye retiro de capa vegetal y cargado	m2	126,75	3,89	493,06
1.3	Replanteo	m2	126,75	1,24	157,17
1.4	Nivelación con maquinaria	m2	126,75	0,97	122,95
1.5	Inst. provisional-agua	U	1	180,00	180,00
1.6	Inst. provisional-energía eléctrica	U	1	230,00	230,00
2	CIMENTACION	4554,00			
2.1	Excavación a mano de cimientos suelo sin clasificar profundidad 0 y 2 m	m3	3,82	17,99	68,72
2.2	Excavación retroexcavadora, zanja 0-2 m, material sin clasificar, cuchara 40 cm	m3	17,87	10,88	194,43
2.3	Cargado de material a máquina	m3	21,69	2,67	57,91
2.4	Transporte de materiales para desalojo hasta 6km	m3	28,20	1,66	46,81
2.5	Sobreacarreo de material > a 6 km (medido en banco)	m3	169,20	0,30	50,76
2.6	Relleno compactado con material de mejoramiento	m3	7,64	33,93	259,23

2.7	Relleno compactado con material de sitio	m3	2,55	8,82	22,49
2.8	Replanteo de hormigón f'c=180 kg/cm2	m3	0,59	119,53	70,52
2.9	Hormigón f'c=240 kg/cm2, incluye colocado y vibrado	m3	7,36	138,41	1018,70
2.10	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	Kg	262,94	2,35	617,91
2.11	Encofrado recto de madera (2 usos)	m2	54,04	10,73	579,85
2.12	Enrocado de piedra 25 cm	m3	43,64	35,90	1566,68
3	ESTRUCTURA DE HORMIGON ARMADO Y LOSA		9908,48		
3.1	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2 para columnas	kg	1100,95	2,35	2587,23
3.2	Hormigón f'c=240 kg/cm2 para columnas, incluye colocado y vibrado	m3	4,83	138,41	668,52
3.3	Encofrado recto de madera para columnas (2 usos)	m2	64,80	9,43	611,06
3.4	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2 para vigas	kg	599,22	2,35	1408,17
3.5	Hormigón f'c=240 kg/cm2 para vigas, incluye colocado y vibrado	m3	3,75	138,41	519,04
3.6	Encofrado recto de madera para vigas (2 usos)	m2	31,84	7,70	245,17
3.7	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2 para losa	kg	194,42	2,35	456,89
3.8	Hormigón f'c=240 kg/cm2 para losa, incluye colocado y vibrado	m3	9,14	138,41	1265,07
3.9	Encofrado perimetral de madera para losa (2 usos)	m2	5,6	6,75	37,80
3.10	Membrana sintética PVC impermeabilización de losa	m2	81,86	22,41	1834,48
3.11	Malla electrosoldada R-84 para losa, suministro y colocación	m2	81,86	3,36	275,05
4	ENTREPISO		1720,65		
4.1	Encofrado de losa de entrepiso	m2	49,14	6,75	331,70
4.2	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2 para losa	kg	116,71	2,35	274,27
4.3	Hormigón f'c=240 kg/cm2 para losa, incluye colocado y vibrado	m3	5,50	138,41	761,26
4.4	Casetón para alivianar losa de entrepiso 40x40x15cm, suministro, colocación y retiro	U	176,00	1,07	188,32
4.5	Malla electrosoldada R-84 para losa, suministro y colocación	m2	49,14	3,36	165,11
5	CUBIERTA Y CIELO RASO		8077,38		
5.1	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2 para vigas de cubierta	kg	553,84	2,35	1301,52
5.2	Hormigón f'c=240 kg/cm2 para vigas de cubierta, incluye colocado y vibrado	m3	2,90	138,41	401,39

5.3	Acero A-36 fy=2500 kg/cm2	kg	719,43	4,29	3086,35
5.4	Encofrado recto de madera (2 usos)	m2	25,77	7,70	198,43
5.5	Suministro y colocación de cielo raso gypsum e=1/2"	m2	118,72	17,69	2100,16
5.6	Cubierta metálica Steel panel	m2	59,36	16,67	989,53
6	ESCALERA		840,09		
6.1	Hormigón F'c=240 kg/cm. incluye colocado y vibrado	m3	1,63	138,41	225,61
6.2	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	82,51	2,35	193,90
6.3	Encofrado recto de madera	m2	3,53	9,71	34,28
6.4	Pasamanos de acero inoxidable	ml	3	65,00	195,00
6.5	Acabado piso flotante	m2	7,84	11,50	90,16
6.6	Borde de escalones de piso flotante 240cm	U	7	14,45	101,15
7	CARPINTERIA Y ACCESORIOS		7764,74		
7.1	Suministro y colocación de mobiliario cocina	ml	8,45	182,12	1538,91
7.2	Suministro y colocación de mesón de granito para cocina	ml	6,45	131,05	845,27
7.3	Suministro y colocación de mobiliario TV	ml	2,50	162,26	405,65
7.4	Suministro y colocación de closet	ml	5,25	290,68	1526,07
7.5	Suministro y colocación de mobiliario baño	ml	3,70	119,98	443,93
7.6	Rastreras de Piso Flotante 12 cm, incluye colocación	ml	70,98	5,62	398,91
7.7	Suministro e instalación de puerta principal de madera incluye cerradura	U	1,00	378,13	378,13
7.8	Suministro e instalación de puerta de MDP e=36 mm, acabado melaminico	U	7,00	242,51	1697,57
7.9	Suministro e instalación de puerta corrediza de madera (agregar precios detalle)	U	2,00	265,15	530,30
8	ACABDOS INTERIORES Y EXTERIORES		7126,18		
8.1	Pintura para interior	m2	148,39	4,81	713,76
8.2	Pintura para exterior	m2	56,48	5,19	293,13
8.3	Revestimiento de paredes con madera	m2	5,78	13,67	79,01
8.4	Empaste de paredes, incluye andamio	m2	210,65	7,75	1632,54
8.5	Piso flotante, suministro y colocación	m2	91,24	24,27	2214,39
8.6	Revestimiento de cerámica en pared cocina, incluye emporado y mortero 1:2	m2	1,74	31,34	54,53
8.7	Revestimiento de cerámica en pared baño, incluye emporado y mortero 1:2	m2	57,45	31,34	1800,48

8.8	Revestimiento de cerámica en piso baño, incluye emporado y mortero 1:2	m2	10,42	32,47	338,34
9	ALUMINIO Y VIDRIO	3267,89			
9.1	Suministro y colocación de ventana de aluminio y vidrio e=6mm	m2	26,13	107,28	2803,23
9.2	Pasamanos de acero inoxidable	ml	5,45	85,26	464,67
10	MAMPOSTERIA Y ENLUCIDO	12082,72			
10.1	Mampostería de ladrillo ancho 15 cm	m2	180,59	24,23	4375,70
10.2	Mampostería de ladrillo ancho 13 cm	m2	85,66	13,35	1143,56
10.3	Enlucido con mortero 1:3	m2	561,46	11,69	6563,47
11	INSTALACIONES ELECTRICAS	2745,67			
11.1	Corte y picado de pared para instalaciones	m	90,00	1,19	107,10
11.2	Corte y picado de pared para instalaciones	U	4,00	5,72	22,88
11.3	Sum. Ins. Interruptor triple con placa	U	5,00	8,08	40,40
11.4	Sum. Inst. conmutador simple con placa	U	12,00	8,29	99,48
11.5	Sum. Inst. conmutador de 4 posiciones con placa	U	1,00	44,93	44,93
11.6	Sum. Inst. interruptor simple más conmutador simple con placa	U	1,00	10,78	10,78
11.7	Sum. Inst. Tomacorriente doble polarizado con placa 127V	U	22,00	6,66	146,52
11.8	Sum. Inst. Tomacorriente servicio 220V	U	3,00	11,44	34,32
11.9	Sum. Inst. de Luminaria Led tipo dicroico 7W	U	22,00	5,39	118,58
11.10	Sum. Inst. de luminaria LED redonda empotrable 12W	U	13,00	7,20	93,60
11.11	Sum. Inst. de luminaria LED redonda empotrable 18W	U	4,00	9,52	38,08
11.12	Sum. Inst. de aplique de pared cuadrado 6w 3000k negro, doble haz	U	1,00	22,36	22,36
11.13	Sum. Inst. de aplique de pared con foco de 12W 3000k	U	3,00	17,95	53,85
11.14	Sum. Inst. de cinta led luz cálida	m	46,00	5,50	253,00
11.15	Sum. Inst. de perfil de aluminio para cinta led incluye tapa y accesorios	m	23,00	6,62	152,26
11.16	Sum. Inst. de transformador 110V a 12V DC, 10A, Aluminio	U	3,00	14,82	44,46
11.17	Sum. Inst. Extractor de olores para baño, salida de 4"	U	3,00	27,90	83,70
11.18	Sum. Inst. centro de carga bifásico 12 circuitos	U	1,00	58,32	58,32
11.19	Sum. Inst. conductor de cobre aislado THHN #14 AWG, solido	m	490,00	0,49	240,10
11.20	Sum. Inst. conductor de cobre aislado THHN #12 AWG, solido	m	330,00	0,64	211,20

11.21	Sum. Inst. conductor de cobre aislado THHN #10 AWG, flexible.	m	30,00	1,81	54,30
11.22	Sum. Inst, conductor Cu aislado THHN #8 AWG,7 hilos	m	44,00	2,68	117,92
11.23	Sum. Inst. conductor de cobre aislado TTU # 4 AWG 7 hilos	m	130,00	2,68	348,40
11.24	Sum. Inst. conductor de cobre aislado THHN #14 AWG, flexible	m	5,00	0,83	4,15
11.25	Sum. Inst conductor de cobre aislado THHN #12 AWG, flexible	m	5,00	0,94	4,70
11.26	Sum. Inst. Breaker 16Amp 1F, enchufable.	U	2,00	5,86	11,72
11.27	Sum. Inst. Breaker 32 Amp 1F, enchufable.	U	2,00	5,15	10,30
11.28	Sum. Inst. Breaker 40 Amp 2F, enchufable.	U	3,00	9,96	29,88
11.29	Sum. Inst. cajetín metálico octogonal grande con tapa	U	60,00	4,10	246,00
11.30	Sum. Inst. Sistema de puesta a tierra	U	1,00	42,38	42,38
12	TUBERÍA EMT Y POLITUBO PVC	363,08			
12.1	Sum. Ins, politubo de 1/2" y pasado de guía	ml	250,00	0,92	230,00
12.2	Sum. Ins, politubo de 3/4" y pasado de guía	ml	100,00	1,05	105,00
12.3	Sum. Ins, politubo de 1" y pasado de guía	ml	18,00	1,56	28,08
13	INSTALACIONES ELECTRONICAS	512,89			
13.1	Sum. Ins, tendido de cable UTP 4 pares Cat. 6	ml	75,00	1,29	96,75
13.2	Sum. Ins, toma de datos simple RJ45 Cat. 6	U	4,00	15,55	62,20
13.3	Sum.Ins, placa para toma coaxial simple	ml	1,00	8,64	8,64
13.4	Sum.Ins,caja de telecomunicaciones de paso 30x30x10 cm	U	1,00	47,60	47,60
13.5	Sum.Ins, Intercomunicador de puerta, incluye placa exterior,2 citófonos interiores, fuente para cerradura eléctrica	U	1,00	297,70	297,70
14	INSTALACIONES HIDROSANITARIAS Y ACCESORIOS	3289,15			
14.1	Corte y picado de pared para instalaciones	ml	44,71	1,19	53,20
14.2	Suministro e instalación de tubería de 25mm, incluye accesorios	ml	97,80	5,34	522,25
14.3	Adaptador de TF de 25mm X 3/4"(M)	U	2,00	12,79	25,58
14.4	Válvula de corte de 3/4"	U	1,00	18,92	18,92
14.5	Suministro e instalación de tubería de 20mm, incluye accesorios	ml	45,45	4,02	182,71
14.6	Adaptador de TF de 20mm X 1/2"(M)	U	4,00	11,59	46,36

14.7	Adaptador de TF de 20mm X 1/2"(H)	U	2,00	11,54	23,08
14.8	Tee de TF con inserto de 20mm X 1/2"(H)	U	2,00	8,00	16,00
14.9	Codo de TF con inserto de 20mm X 1/2"(H)	U	13,00	7,46	96,98
14.10	Llave de TF de 20mm	U	10,00	17,26	172,60
14.11	Tubería de PVC 160mm tipo B, incluye accesorios	ml	1,00	7,90	7,90
14.12	Tubería de PVC 110mm tipo B, incluye accesorios	ml	55,00	3,50	192,50
14.13	Tubería de PVC 50mm tipo B, incluye accesorios	ml	18,50	5,57	103,05
14.14	Sifón de PVC 50mm	U	3,00	5,55	16,65
14.15	Tubería PVC 110mm para agua lluvia	ml	17,52	5,57	97,59
14.16	Suministro e instalación de rejillas para piso 110mm, incluye sifón	U	4,00	18,64	74,56
14.17	Suministro e instalación de Calefón	U	1,00	41,72	411,72
14.18	Suministro e instalación de Inodoro redondo blanco de una pieza, incluye accesorios	U	3,00	114,37	343,11
14.19	Suministro e instalación de Lavamanos para empotrar, incluye accesorios de instalación	U	3,00	129,75	389,25
14.20	Suministro e instalación de Fregadero de acero inoxidable un pozo, con faldón, incluye grifería	U	1,00	187,04	187,04
14.21	Suministro e instalación de Ducha con mezcladora	U	2,00	82,38	164,76
14.22	Suministro e instalación de fregadero de ropa de PVC o fibra de vidrio	U	1,00	143,34	143,34
15	OBRAS FINALES			504,47	
15.1	Limpieza final del terreno	m2	126,75	3,98	504,47
SUBTOTAL					64369,57
AREA m2					137,05
COSTO POR m2 DE CONSTRUCCION SIN COSTOS INDIRECTOS					469,68
TOTAL + COSTOS INDIRECTOS					77243,48
TOTAL, POR m2 DE VIVIENDA DE HORMIGON ARMADO					563,62

Fuente: Elaboración propia en base al Boletín de la Cámara de la Construcción de Cuenca, 2025

3.1.4 Resumen de comparativa de presupuesto

Tabla 44: Resumen de la comparativa de presupuestos

RESUMEN DE PRESUPUESTOS		
INFORMACION DEL PROYECTO	STEEL FRAMING	HORMIGON ARMADO
	COSTO TOTAL SIN COSTOS INDIRECTOS	COSTO TOTAL SIN COSTOS INDIRECTOS
	49522,43	61097,68
	COSTO TOTAL CON COSTOS INDIRECTOS	COSTO TOTAL CON COSTOS INDIRECTOS
	59426,92	77243,48
	AREA	
137,05		
DESCRIPCION	STEEL FRAMING	HORMIGON ARMADO
OBRAS PRELIMINARES	COSTO TOTAL	COSTO TOTAL
	1613,18	1613,18
	COSTO POR m2	COSTO POR m2
	11,77	11,77
CIMENTACIÓN	COSTO TOTAL	COSTO TOTAL
	4410,87	4554,00
	COSTO POR m2	COSTO POR m2
	32,18	33,23
ESTRUCTURA DE HORMIGON ARMADO Y LOSA	COSTO TOTAL	COSTO TOTAL
	-	9908,48
	COSTO POR m2	COSTO POR m2
	-	72,30
ENTREPISO	COSTO TOTAL	COSTO TOTAL
	3630,81	1720,65
	COSTO POR m2	COSTO POR m2
	26,49	12,55
CUBIERTA Y CIELO RASO	COSTO TOTAL	COSTO TOTAL
	4760,57	8077,38
	COSTO POR m2	COSTO POR m2
	34,74	58,94
ESCALERA	COSTO TOTAL	COSTO TOTAL
	781,59	840,09
	COSTO POR m2	COSTO POR m2
	5,70	6,13
CARPINTERIA Y ACCESORIOS	COSTO TOTAL	COSTO TOTAL
	7764,74	7764,74
	COSTO POR m2	COSTO POR m2
	56,66	56,66
ACABDOS INTERIORES Y EXTERIORES	COSTO TOTAL	COSTO TOTAL
	7126,18	7126,18
	COSTO POR m2	COSTO POR m2
	52,00	52,00
ALUMINIO Y VIDRIO	COSTO TOTAL	COSTO TOTAL

	3267,89	3267,89
	COSTO POR m2	COSTO POR m2
	23,84	23,84
PANELES Y EMPASTE / MAMPOSTERIA Y ENLUCIDO	COSTO TOTAL	COSTO TOTAL
	8934,98	12082,72
	COSTO POR m2	COSTO POR m2
	65,20	88,16
INSTALACIONES ELECTRICAS	COSTO TOTAL	COSTO TOTAL
	2615,69	2745,67
	COSTO POR m2	COSTO POR m2
	19,09	20,03
TUBERÍA EMT Y POLITUBO PVC	COSTO TOTAL	COSTO TOTAL
	363,08	363,08
	COSTO POR m2	COSTO POR m2
	2,65	2,65
INSTALACIONES ELECTRONICAS	COSTO TOTAL	COSTO TOTAL
	512,89	512,89
	COSTO POR m2	COSTO POR m2
	3,74	3,74
INSTALACIONES HIDROSANITARIAS Y ACCESORIOS	COSTO TOTAL	COSTO TOTAL
	3235,94	3289,15
	COSTO POR m2	COSTO POR m2
	23,61	24,00
OBRAS FINALES	COSTO TOTAL	COSTO TOTAL
	504,47	504,47
	COSTO POR m2	COSTO POR m2
	3,68	3,68
TOTAL	TOTAL, POR m2 SIN COSTOS INDIRECTOS	TOTAL, POR m2 SIN COSTOS INDIRECTOS
	361,35	469,68
	TOTAL, POR m2 CON COSTOS INDIRECTOS	TOTAL, POR m2 CON COSTOS INDIRECTOS
	433,61	563,62

Fuente: Elaboración propia

3.1.5 Análisis de la comparativa de presupuestos

Una vez comparados los precios de construcción del hormigón armado y *Steel Framing* se puede concluir que el sistema constructivo *Steel Framing* es aproximadamente 23,06% con una diferencia de 17816,56 dólares más económico que el hormigón armado reduciendo costos en múltiples rubros como lo es la estructura, entresijos escaleras y cubiertas, especialmente porque se eliminan rubros como la elaboración de elementos estructurales como columnas y vigas que requieren de largos procesos como encofrados, fraguados y curados (ver Tabla 45).

Tabla 45: Análisis de la comparativa de presupuestos

ANALISIS DE LA COMPARATIVA DE PRESUPUESTOS				
ESCALA DE LIKERT				
1-MUY BAJO	2-BAJO	3-MEDIO	4-ALTO	5-MUY ALTO
COMPARACION				
ASPECTO	STEEL FRAMING	HORMIGON ARMADO	OBSERVACION	
Costo total	59426,92	77243,48	La diferencia es considerable el <i>Steel Framing</i> es 23,37% más económico	
	3	4		
Obras preliminares	1613,18	1613,18	En ambos casos se requiere un proceso similar en la primera etapa que termina en un costo equivalente	
	3	3		
Cimentación	4410,87	4554,00	En ambos casos el precio es similar, pero el sistema requerido es diferente en el <i>Steel Framing</i> al ser una losa de cimentación ya se realiza la base para la estructura de acero galvanizado, que a diferencia del hormigón armado la cimentación es un proceso independiente y la losa de planta baja es un costo adicional	
	4	5		
Estructura de hormigón armado	No aplica	9908,48	En este caso este rubro se elimina del <i>Steel Framing</i> ya que, en el hormigón armado, la estructura es independiente a los muros y en el <i>Steel Framing</i> la elaboración de paneles ya abarca estructura y muros.	
		5		
Entrepiso	3630,81	1720,65	En este caso se calculó una losa alivianada para el hormigón armado que resulto en un precio inferior al <i>Steel Framing</i> que aumenta su valor por la cantidad de materiales necesarios como perfiles, placas y conectores que, a diferencia del Hormigón armado, los materiales son mínimos pero la complejidad es más alta	
	5	4		
Cubierta y cielo raso	4760,56	8077,38	En el caso de la cubierta el <i>Steel Framing</i> sobresale al reducir su precio en comparación al hormigón armado en un 41%	
	3	5		
Escalera	781,59	840,09		

	3	4	El <i>Steel Framing</i> usa diferentes materiales y procesos por lo que resulta más liviano y económico en comparación al hormigón armado.
Carpintería y accesorios	7764,74	7764,74	El costo es alto en ambos sistemas, ya que los elementos son los mismos y los procesos muy similares, aun así, este costo varía dependiendo de la calidad, diseño y materialidad seleccionada en este rubro.
	5	5	
Acabados interiores y exteriores	7126,18	7126,18	Al igual que en carpintería y accesorios el costo sigue siendo el mismo pues los mismos acabados pueden ser aplicables en ambos casos de igual manera y con un proceso similar.
	5	5	
Aluminio y vidrio	3267,89	3267,90	En ambos casos la cantidad y requerimientos no varía y depende de las calidades y materialidades seleccionadas para disminuir o aumentar este precio.
	3	3	
Paneles y enlucido - Mampostería y enlucido	8934,98	12082,72	En este caso el hormigón armado podría parecer más económico, pero en este caso demanda más tiempo y un proceso más complejo que el <i>Steel Framing</i> y debe considerarse que este sistema, ya abarca estructura en este rubro y el hormigón armado no.
	3	4	
Instalaciones eléctricas	2615,69	2745,67	El costo se diferencia únicamente porque en el hormigón armado se requiere corte y picado de paredes, las instalaciones no varían y en el caso del <i>Steel Framing</i> es un proceso combinado con la elaboración de paneles.
	2	3	
Tubería EMT y politubo PVC	363,08	363,08	El costo de este rubro no varía y depende de las características del proyecto
	2	2	
Instalaciones electrónicas	512,89	512,89	El costo no varía y depende de lo requerido para aumentar o disminuir
	2	2	
Instalaciones hidrosanitarias y accesorios	3235,94	3289,15	El costo se diferencia porque se eliminan procesos como picado de muros y en el
	3	4	

			<i>Steel Framing</i> el proceso se combina con la elaboración de paneles
Obras finales	504,47	504,47	El costo depende de los residuos generados y material desechado o dañado, siendo el mismo, ya que en ambos sistemas se puede generar la misma cantidad de residuos. En el caso del <i>Steel Framing</i> la reutilización de sobrantes es mayor.
	2	2	
PROMEDIO	3,40	3,64	La diferencia es considerable y ambos sistemas tienen rubros con variaciones

Fuente: Elaboración propia

3.1.6 Comparativa de tiempos

Para la presente comparativa se mantiene el proyecto de la Cámara de la Construcción de Cuenca comparado en la categoría de presupuestos, calculando un tiempo aproximado y definiendo el sistema, que, por procesos constructivos y componentes o elementos, se puede construir en un menor tiempo (ver Tabla 46).

Tabla 46: Comparativa de tiempos entre Steel Framing y hormigón armado

COMPARATIVA DE TIEMPOS			
ETAPA DE OBRA	NUMERO DE DIAS		OBSERVACION
	STEEL FRAMING	HORMIGON ARMADO	
Obras preliminares	7	7	En ambos casos se requiere un proceso similar por lo que la duración es igual.
Cimentación	10	20	El <i>Steel Framing</i> usa otro tipo de cimentación, que requiere de un proceso menos complejo y excavaciones menos profundas.
Estructura de hormigón armado	-	47	Solo en el hormigón armado se requiere de una estructura independiente tanto en planta baja y planta alta que tiene una alta duración por procesos como encofrados, armaduras, vertido, fraguado, curado y desencofrado.

Entrepiso	5	15	El <i>Steel Framing</i> a diferencia del hormigón armado requiere de un montaje empleando perfiles y placas que son procesos menos tardados que los necesarios en los entresijos de hormigón armado.
Cubierta y cielo raso	5	15	En el hormigón armado cuando se aplica acero estructural para la cubierta el proceso es más largo por procesos de soldadura, movimiento de materiales pesados, pintura, revestimientos y acabados, en comparación al montaje con perfiles livianos de <i>Steel Framing</i> .
Escalera	2	10	A pesar de que el <i>Steel Framing</i> requiere de un montaje preciso y una gran cantidad de perfiles el hormigón armado es más tardado por procesos como el armado de encofrados, armadura, vertido, fraguado, curado y desencofrado.
Carpintería y accesorios	12	12	El tiempo es igual o similar dependiendo de los requerimientos de cada proyecto.
Acabados interiores y exteriores	15	15	
Aluminio y vidrio	2	2	
Paneles y enlucido – Mampostería y enlucido	10	60	El <i>Steel Framing</i> al ser un sistema en seco con procesos de montaje menos complejos y al emplear materiales ligeros los tiempos de elaboración de paneles se reducen considerablemente en comparación a los diferentes procesos que requieren materiales como ladrillo y bloque.

Instalaciones eléctricas	7	15	En el hormigón armado se requiere corte y picado de paredes, las instalaciones no varían entre sistemas y en el caso del <i>Steel Framing</i> es un proceso combinado con la elaboración de paneles.
Tubería EMT y politubo PVC	1	3	El tiempo no varía y depende de las características del proyecto.
Instalaciones electrónicas	2	2	El tiempo no varía y depende de lo requerido para aumentar o disminuir.
Instalaciones hidrosanitarias y accesorios	2	4	El tiempo se diferencia porque se eliminan procesos como picado de muros y en el <i>Steel Framing</i> el proceso se combina con la elaboración de paneles.
Obras finales	3	3	El tiempo depende de los residuos generados y material desechado o dañado siendo el mismo, ya que en ambos sistemas se puede generar la misma cantidad de residuos. En el <i>Steel Framing</i> la reutilización de sobrantes es mayor.
PROMEDIO	83 días	230 días	La diferencia es considerable, el <i>Steel Framing</i> se puede construir hasta 147 días menos que el hormigón armado.

Fuente: Elaboración propia

3.1.7 Análisis de la comparativa de tiempos

Como se ha podido observar ambos sistemas en cuanto a tiempo de construcción de una vivienda unifamiliar tiene una gran diferencia que resalta al *Steel Framing* como un sistema que puede construirse en menos de un semestre con resultados similares al hormigón armado que tiene tiempos más altos por los procesos de mezcla, encofrados, fraguados y curados (ver Tabla 47).

Tabla 47: Análisis de la comparativa de tiempos

ANÁLISIS DE LA COMPARATIVA DE PRESUPUESTOS				
ESCALA DE LIKERT				
1-MUY BAJO	2-BAJO	3-MEDIO	4-ALTO	5-MUY ALTO
COMPARACION				
ASPECTO	STEEL FRAMING	HORMIGON ARMADO	OBSERVACION	
Duración de procesos	2	5	El hormigón armado al requerir de grandes cantidades de agua requiere de procesos más largos como la preparación de mezclas, encofrados, vertidos, fraguados y curado de los elementos.	
Incremento de tiempo por cantidad de procesos	2	5	El <i>Steel Framing</i> combina procesos y no requiere de elementos estructurales de elaboración compleja como las columnas y vigas en el caso del hormigón armado.	
Incremento de tiempo por complejidad	2	5	El hormigón armado al emplear materiales más pesados, incrementa el tiempo y aumenta la complejidad de realizar los diferentes procesos eficientemente.	
Incremento de tiempo por peso de materiales	1	5	Materiales como el ladrillo y bloques de hormigón o pómez son mucho más pesados que materiales como las placas y perfiles aplicados en el <i>Steel Framing</i> .	
Tiempo total	1	4	El <i>Steel Framing</i> se diferencia del hormigón armado en un 63,90%.	
PROMEDIO	1,6	4,8	El hormigón armado al tener la calificación más alta demuestra ser el sistema que requiere de un mayor tiempo de construcción.	

Fuente: Elaboración propia

3.1.8 Comparativa de requerimientos técnicos

Para la comparativa de requerimientos técnicos, se toma en cuenta la maquinaria y herramientas generalmente necesarios en la construcción de viviendas tanto en *Steel Framing* como en hormigón armado, abarcando maquinaria pesada, herramientas eléctricas, herramientas manuales y complementos como andamios y equipo de protección personal.

a. Steel Framing

Al ser un sistema en seco requiere de menos maquinaria o una maquinaria con menos exigencias en comparación al hormigón armado, ya que en este sistema se descartan procesos como encofrados (únicamente se aplica en cimentación y base), vertido, fraguado, tiempo de secado, vibrado, desencofrado y curado (ver Tabla 48).

Tabla 48:Requerimientos técnicos del Steel Framing

REQUERIMIENTOS TECNICOS	
Generador eléctrico	Únicamente cuando no se cuenta con servicio eléctrico provisional
Hormigonera o mezcladora	Se aplica para elaborar la cimentación que es similar a la de hormigón armado
Vibradora	
Placa compactadora o apisonadora	Compactar materiales o suelo para nivelar o apoyar elementos.
Montacargas	Esta maquinaria es poco común en viviendas, pero suele emplearse para transporte o carga y descarga de materiales pesados
Retroexcavadora	Se aplica para excavaciones y movimiento de masas especialmente en la cimentación.
Volqueta	Se aplica en el transporte y suministro en las etapas iniciales de la construcción.
Herramientas manuales	Carretilla (uso ligero para transporte de componentes livianos)
	Palas y picos (únicamente al inicio de la obra)
	Herramientas de corte manuales
	Martillo
	Herramientas de medición y nivelado
	Espátulas y llanas para acabados
Herramientas eléctricas	Brochas y rodillos
	Taladro y atornillador
	Tronzadora
	Herramientas eléctricas de corte
	Lijadora eléctrica
Compresor	
Andamios	Son requeridos para trabajo en altura
Equipo de seguridad	Es el equipo básico de la mano de obra como casco, chaleco, arnés, guantes, gafas, botas y otros EPP.

Fuente: Elaboración propia

b. Hormigón armado

El hormigón armado al ser un sistema en el que los elementos dependen de procesos húmedos donde se emplean recursos como el agua y requiere de procesos complejos como encofrados, preparación de mezclas, armaduras, vibrados, fraguados, desencofrados y curados. Todos estos procesos al manejar elementos pesados o de difícil elaboración 100% manual requieren de maquinaria y requerimientos (ver Tabla 49).

Tabla 49: Requerimientos técnicos del hormigón armado

REQUERIMIENTOS TECNICOS	
Generador eléctrico	Únicamente cuando no se cuenta con servicio eléctrico provisional
Hormigonera o mezcladora	Se aplica para elaborar las mezclas de hormigón
Placa compactadora o apisonadora	Compactar materiales o suelo para nivelar o apoyar elementos.
Vibrador para hormigón	Aplicado después del fraguado con la finalidad de repartir uniformemente el hormigón en el encofrado de los elementos permitiendo una correcta eficiencia estructural
Montacargas	Esta maquinaria es poco común en viviendas, pero suele emplearse para transporte o carga y descarga de materiales pesados
Retroexcavadora	Se aplica para excavaciones y movimiento de masas.
Volqueta	Se aplica en el transporte y desalojo de material excavado o residual como tierra, arena, piedras, etc
Soldadora	Se emplea en el caso de que se requiera soldar elementos o componentes como la estructura de cubiertas en caso de elaborarse con acero estructural.
Herramientas manuales	Carretilla
	Palas
	Picos
	herramientas de corte manuales
	Martillos y combos
	Herramientas de medición y nivelado
	Baldes
Espátulas, llanas y bailejos	

	Brochas y rodillos
	Dobladora manual de varillas (puede ser una herramienta elaborada en obra)
Herramientas eléctricas	Taladro y atornillador
	Tronzadora
	Doblador eléctrico de varillas (puede ser manual)
	Herramientas eléctricas de corte
	Lijadora eléctrica para acabados
Andamios	Son requeridos para trabajo en altura
Equipo de seguridad	Es el equipo básico de la mano de obra como casco, chaleco, arnés, guantes, gafas, botas y otros EPP.

Fuente: Elaboración propia

3.1.9 Análisis de la comparativa de requerimientos técnicos

El *Steel Framing* como el hormigón armado requieren una cantidad considerable de requerimientos técnicos, tanto maquinaria pesada como herramientas eléctricas y manuales, pero el *Steel Framing* tiene la ventaja de que al ser un sistema que maneja componentes y materiales livianos, la aplicación de la maquinaria pesada es menor, y el resto de requerimientos tienen un uso ligero que no exige procesos pesados o tardados, como es el caso del hormigón armado, que al ser un sistema húmedo tiene un mayor peso y por lo tanto esta maquinaria y herramientas se usan en mayor medida y con procesos más pesados y complejos (ver Tabla 50).

Tabla 50: Análisis de la comparativa de requerimientos técnicos

ANÁLISIS DE LA COMPARATIVA DE REQUERIMIENTOS TÉCNICOS				
ESCALA DE LIKERT				
1-MUY BAJO	2-BAJO	3-MEDIO	4-ALTO	5-MUY ALTO
COMPARACION				
ASPECTO	STEEL FRAMING	HORMIGON ARMADO	OBSERVACION	
Cantidad de maquinaria	2	4	El <i>Steel Framing</i> requiere de maquinaria en la cimentación y obras previas mientras que el hormigón armado requiere de una mayor cantidad de maquinaria a lo largo de la obra.	
Cantidad de herramientas manuales	3	4	El <i>Steel Framing</i> al manejar materiales ligeros disminuye la necesidad de varias herramientas que se usan a lo largo de la obra en hormigón armado	

Cantidad de herramientas eléctricas	4	4	El <i>Steel Framing</i> utiliza una cantidad similar de herramientas eléctricas que, en el hormigón armado, pero en este caso la frecuencia de uso en el <i>Steel Framing</i> aumenta
Complejidad de aplicación	4	4	Ambos sistemas requieren mano de obra con preparación, experiencia y capacitación.
Requerimiento de energía eléctrica	5	4	El <i>Steel Framing</i> emplea múltiples herramientas eléctricas a lo largo de la obra, pero este consumo de energía eléctrica se puede reducir utilizando herramientas inalámbricas.
Requerimiento de agua	2	5	El <i>Steel Framing</i> únicamente emplea agua en la cimentación.
PROMEDIO	3,33	4,16	El resultado varío por la cantidad y regularidad en el uso de maquinaria pesada y requerimiento de agua en el caso del hormigón armado.

Fuente: Elaboración propia

3.1.10 Impacto ambiental

a. Impacto ambiental del *Steel Framing* y Hormigón armado

El *Steel Framing* se caracteriza por usar menos recursos, sobre todo el agua, al ser un sistema constructivo en seco, y, por la disminución de procesos constructivos, lo que reduce el tiempo de construcción y el uso de maquinaria, asimismo es muy considerable la disminución de residuos de obra, que en el *Steel Framing* es mínima y en gran medida reutilizable o reciclable, aspecto que en el hormigón armado es diferente, pues hay muchos desechos como escombros y sobrantes, que no se pueden reutilizar y por lo tanto, tiene un mayor impacto ambiental, además el hormigón armado utiliza múltiples procesos que requieren grandes cantidades de agua y materiales, así como altos tiempos de construcción y maquinaria.

3.1.11 Comparativa de impacto ambiental

a. Fabricación y obtención de los componentes y materiales del *Steel Framing* y hormigón armado

En ambos sistemas constructivos la elaboración o fabricación de elementos como el acero galvanizado en el caso del *Steel Framing* y el bloque y ladrillo en el hormigón armado genera grandes emisiones de CO2 resultando en que ninguno de los dos es mejor en temas de fabricación de materiales, en el caso del hormigón armado los impactos ambientales aumentan por la extracción de materiales como la piedra, arena, y materia prima para producir el cemento. En el caso del *Steel*

Framing a pesar de que la fabricación de los perfiles de acero galvanizado produce grandes emisiones de CO₂ la ventaja es que, durante la obra, gracias a la aplicación de estos materiales se reduce el uso de recursos como el agua y al ser perfiles con medidas estandarizadas, se reducen los desechos industriales, y la facilidad de montaje reduce el uso de maquinaria pesada y por lo tanto tiempos de construcción (Semanate et al., 2024).

b. Steel Framing y hormigón armado

Semanate et al., 2024 utilizo como base una vivienda de 50m² empleando ambos sistemas y define los valores ambientales más relevantes de ambos sistemas, resultando el *Steel Framing* como un sistema con menor impacto ambiental en comparación al hormigón armado obteniendo los siguientes valores para una vivienda de esas características (ver tabla 51).

Matute & Quinde, 2025 resaltan que el hormigón es el material de construcción más utilizado a nivel mundial, debido a la fácil obtención de las materias primas que son muy abundantes, pero su uso afecta al medio ambiente por los siguientes factores:

- Extracción de materia prima para el hormigón. Afecta los suelos produciendo degradación
- Fabricación de componentes
- Uso excesivo de agua
- Transporte de materia prima y desalojo de residuos y escombros de construcciones
- Procesos de curado del hormigón
- Emisiones de CO₂

Tabla 51: Impactos ambientales

STEEL FRAMING Y HORMIGON ARMADO		
ASPECTO	OBSERVACION	
	STEEL FRAMING	HORMIGON ARMADO
HUELLA DE CARBONO	9000 kg de CO ₂	40000 kg de CO ₂
CANTIDAD DE AGUA	1,68m ³	4,79m ³
CONSUMO ENERGETICO (RELATIVO)	347,64 KW	848,70 KW
RESIDUOS	Menor y reutilizable	Mayor y no reutilizable
REDUCCION DE TIEMPO	Menor tiempo	Mayor tiempo

Fuente: Elaboración propia

3.1.12 Análisis de la comparativa de impacto ambiental

En el aspecto ambiental el *Steel Framing* es un sistema con mucho menor impacto ambiental en comparación la hormigón armado debido a que reduce en gran medida el uso de maquinaria y materiales que requieren de grandes cantidades de agua y procesos largos, lo que aumenta los tiempos de construcción y la cantidad de residuos o desechos, que en el caso del *Steel Framing* son mayormente reutilizables o reciclables y en el caso del hormigón armado los residuos como escombros o material sobrante no puede reutilizarse y en menor medida reciclarse, viéndose

obligado a desechar estos residuos aumentando los impactos negativos al medio ambiente (ver Tabla 52).

Tabla 52: Análisis de la comparativa de impacto ambiental

ANALISIS DE LA COMPARATIVA DE IMPACTO AMBIENTAL				
ESCALA DE LIKERT				
1-MUY BAJO	2-BAJO	3-MEDIO	4-ALTO	5-MUY ALTO
COMPARACION				
ASPECTO	STEEL FRAMING	HORMIGON ARMADO	OBSERVACION	
Fabricación de componentes	4	4	En ambos sistemas la fabricación de componentes y materiales aplicados implican procesos industriales que producen altas emisiones de CO2	
Huella de carbono	2	4	En la construcción la huella de carbono del <i>Steel Framing</i> es menor, debido a reducir las exigencias y cantidad de materiales, maquinaria, tiempo y recursos como el agua.	
Consumo de agua	2	5	En el caso del hormigón armado el uso de agua es constante y se usa para varios procesos como la elaboración de mezclas para morteros y mezcla de concreto para elementos estructurales y no estructurales.	
Dependencia de maquinaria	2	5	En el <i>Steel Framing</i> la maquinaria pesada se aplica únicamente en la cimentación y en procesos posteriores únicamente se suelen emplear herramientas manuales y eléctricas a diferencia del hormigón donde se suelen requerir de maquinaria pesada como concreteiras y vehículos para transporte de materiales y para desalojo de escombros.	
Movimiento y extracción de materiales (arena, cemento, tierra, relleno)	2	5	El hormigón armado requiere de la extracción y transporte de materia prima para varios procesos constructivos como provisión de piedra para cimentación, ripio, arena, ladrillos o bloques, y desalojo de material y excavaciones más profundas que en el <i>Steel Framing</i> .	
PROMEDIO	2,4	4,6	El <i>Steel Framing</i> demuestra tener un menor impacto ambiental. Ambos sistemas tienen	

			un impacto negativo por la fabricación de los componentes necesarios.
--	--	--	---

Fuente: Elaboración propia

3.1.13 Flexibilidad del sistema constructivo de Steel Framing y hormigón armado

En base a las comparaciones expuestas anteriormente, se puede definir que ambos sistemas son viables para la construcción de viviendas unifamiliares, pese a ello, el *Steel Framing* ha demostrado superar al hormigón armado en términos de precio, tiempo e impacto ambiental.

3.1.14 Mantenimiento

Según Córdova, 2014, el mantenimiento a corto plazo del hormigón armado es prácticamente nulo e innecesario, según INCOSE (2015) el *Steel Framing* puede requerir de un mantenimiento a largo plazo o consideraciones adicionales durante la construcción con el objetivo de evitar daños por humedad sobre todo en las zonas cercanas al mar, pero en condiciones normales, donde efectos externos no influyan en la estructura, la frecuencia de mantenimiento es similar al hormigón armado.

3.1.15 Durabilidad

Según Cáceres, 2018 la durabilidad del hormigón es de cien años siempre y cuando se construya utilizando los materiales de la calidad adecuada y se realicen los procesos constructivos correctamente, en cuanto al *Steel Framing* se menciona que existe un estudio de una vivienda de *Steel Framing* con 20 años de antigüedad donde al realizar una revisión estructural ninguno de los perfiles de acero galvanizado presentaba daños por corrosión y demostrando que por el bajo porcentaje de daño por corrosión del recubrimiento galvanizado, la duración del *Steel Framing* en condiciones normales podría ser similar o mayor al hormigón armado.

En el *Steel Framing* los costos de mantenimiento son más bajos, debido a que el recubrimiento galvanizado de los perfiles permite garantizar que la estructura no se vea afectada a largo plazo por humedad, resultando en un sistema con costos de mantenimiento muy bajo o nulo, cuando se trata de otras reparaciones, como es en el caso de las instalaciones eléctricas e hidrosanitarias donde el fácil corte o desmontaje de los elementos de *Steel Framing* agilizan cualquier mantenimiento o reparación de estas (Ortiz & Giménez, 2024).

El hormigón armado al igual que el *Steel Framing* presenta una gran durabilidad y un buen desempeño a largo plazo, debido a su rigidez y capacidad de desafiar condiciones climáticas adversas y el mantenimiento suele ser menor (Peralta & Tapia, 2024). La desventaja que presenta el hormigón es en las reparaciones de instalaciones eléctricas e hidrosanitarias donde en caso de reparación o mantenimiento en muchas ocasiones se tiene que realizar procesos como corte o picado de muros e incluso de estructuras alterando los elementos constructivos (Ortiz & Giménez, 2024).

En resumen la durabilidad de ambos sistemas puede llegar a ser similar dependiendo de las condiciones ambientales del lugar en este caso sismos, vientos fuertes y humedad, así como la

correcta ejecución de los elementos estructurales donde el Steel Framing requiere una mayor capacitación por parte de la mano de obra para la aplicación de conectores, anclajes y sistemas de rigidización, en su lugar el hormigón requiere de elementos estructurales más específicos donde la capacitación de la mano de obra se centra en la dosificación, montaje de armaduras, encofrados y procesos posteriores al fraguado.

3.1.16 Resistencia estructural

Toda edificación bien ejecutada garantiza la durabilidad de la estructura independientemente del sistema constructivo seleccionado. El diseño estructural se debe garantizar que toda estructura soporte las cargas y resistan sismos sin deformarse o presentar fallas que comprometan la estabilidad o habitabilidad de la edificación (ver Tabla 53).

Tabla 53: Comparativa de resistencia estructural

COMPARATIVA DE RESISTENCIA ESTRUCTURAL		
ASPECTOS	STEEL FRAMING	HORMIGON ARMADO
PESO	Mas ligero que el hormigón por las dimensiones y fabricación de sus componentes.	Mas pesado por el volumen de hormigón que requieren los elementos estructurales.
ELEMENTOS ESTRUCTURALES	Conformados por elementos de acero galvanizado que son ligeros pero que en la mayoría de los casos requieren de refuerzos y elementos para garantizar la estabilidad.	Conformados por elementos específicos (zapatas, columnas y vigas) que son pesados y requieren de una armadura que debe cumplir con condiciones de espesor y distribución, en la mayoría de los casos no se requiere de elementos adicionales.
RESISTENCIA A CARGAS	Resiste de manera eficiente a la tracción y compresión por la ligereza, materialidad y dimensiones de los perfiles, desempeñándose estructuralmente para resistir cargas verticales y horizontales.	Tiene una alta resistencia a la compresión, pero limitada resistencia a la tracción por su rigidez, desempeñándose mejor para soportar cargas verticales, mientras que las cargas horizontales exigen una adecuada cuantía de acero de refuerzo.

Fuente: Elaboración propia

3.1.17 Comportamiento térmico

Tabla 54: Comparativa de comportamiento térmico

COMPARATIVA DE COMPORTAMIENTO TERMICO		
ASPECTOS	STEEL FRAMING	HORMIGON ARMADO
MATERIALIDAD	Al tener paneles huecos tiene un mal comportamiento térmico pues en climas fríos o calientes la protección contra estos factores es casi nula obligando a incorporar un aislamiento.	Al usar materiales más rígidos o macizos tiene una mejor transferencia térmica y en la mayoría de las veces no se requiere de materiales aislantes adicionales.
MASA	El Steel Framing al ser ligero los elementos tienen una baja masa lo que produce una transferencia de temperatura más rápida desde el exterior hacia el interior afectando el confort térmico	Al utilizar materiales pesados como el ladrillo o bloque la masa aumenta y por lo tanto la transferencia de calor o frio desde el exterior es mas lenta permitiendo un mejor confort térmico.
ESPESOR DE MUROS	Generalmente el espesor de los muros es estándar por la dimensión de los perfiles permitiendo los muros huecos que con un material de aislamiento térmico permiten un adecuado confort	En hormigón armado el espesor de los muros depende de la materialidad y acabados, siendo esta una consideración importante ya que mientras mas grueso el muro menor es la transferencia de temperatura lo que puede afectar o beneficiar el confort termico.

Fuente: Elaboración propia

3.1.18 Comparativa de flexibilidad del sistema constructivo y diseño

En base a toda la información analizada se puede definir que en términos de flexibilidad abarcando frecuencia de mantenimiento, durabilidad, facilidad de remodelación y eficiencia, el *Steel Framing* es mucho más flexible y adaptable en comparación con el hormigón armado (ver Tabla 55).

Tabla 55: Comparativa de flexibilidad

COMPARATIVA DE FLEXIBILIDAD		
ASPECTO	OBSERVACION	
	STEEL FRAMING	HORMIGON ARMADO
PRECIO	Es un sistema eficiente y con un costo menor al hormigón armado.	Por su complejidad, componentes, elementos y procesos largos su precio se incrementa.

TIEMPO	Es un sistema eficiente con procesos más sencillos ejecutables en menor tiempo.	Mayor cantidad de procesos lo que aumenta los tiempos de construcción.
REQUERIMIENTOS TECNICOS	La maquinaria pesada interviene únicamente en las obras preliminares y cimentación.	Se requiere para varias etapas de la obra para desalojo y transporte de materiales.
IMPACTO AMBIENTAL	Menor cantidad de recursos. Los residuos son totalmente reciclables o reutilizables.	Utiliza muchos recursos como el agua y los residuos son mínimamente reutilizables o reciclables.
FRECUENCIA DE MANTENIMIENTO	Inspecciones a largo plazo recomendadas para asegurarse de que no existan problemas por humedad o daños en paneles. También se pueden presentar reparaciones comunes como repintado de paredes, goteras, posibles fugas o daños en instalaciones hidrosanitarias o eléctricas.	Inspecciones a largo plazo para asegurarse de que no existan daños estructurales como grietas o micro fisuras, así como daños por corrosión o humedad que puedan afectar las armaduras de las estructuras. Al igual que el <i>Steel Framing</i> se pueden presentar reparaciones comunes como repintado de paredes, goteras, posibles fugas o daños en instalaciones hidrosanitarias o eléctricas.
REMODELACIONES	Al ser un sistema desmontable, es viable y muy sencillo desarrollar proyectos de ampliación y remodelación.	Una remodelación o ampliación requiere de procesos de albañilería complejos como demoliciones y colocación de refuerzos o elementos estructurales nuevos.
ESTRUCTURA	Integrada en los paneles y complementada con las técnicas de rigidización, anclajes y conectores.	Suele ser robusta y en algunos casos no se puede ocultar en muros sobresaliendo y afectando la

		funcionalidad y estética de algunos espacios.
RESISTENCIA ESTRUCTURAL	Requiere de más elementos complementarios a los perfiles estructurales como una adecuada colocación de conectores y anclajes, así como sistemas de rigidización.	Aunque requiere de elementos estructurales puntuales la complejidad sigue siendo un factor en contra debido a la cantidad de procesos y tiempo de elaboración.
ELEMENTOS QUE AFECTAN LA FUNCIONALIDAD	Este sistema tiene la capacidad de elaborar muros no estructurales de bajo espesor, además de que todos los paneles son continuos.	Este sistema no siempre permite muros de bajo espesor pues materiales como el ladrillo y bloque requieren de enlucido y empastes para la colocación de acabados. En varios casos existen elementos estructurales que sobresalen de los muros afectando la comodidad de espacios.
CORRECCIONES EN OBRA	En caso de errores durante la construcción, estos son fáciles de reparar pues únicamente se debe realizar el desmontaje necesario.	Es complejo y afectaría los tiempos y costos debido a que muchos de los errores requieren de demoliciones.
REPARACIONES	Son sencillas sobre todo en instalaciones hidrosanitarias o eléctricas que no requieren de procesos complejos. Otros tipos de reparaciones comunes en viviendas como daños por humedad son más fáciles de reparar o de reemplazar placas y elementos.	Las reparaciones de instalaciones hidrosanitarias y eléctricas son más complejas y requieren de picado de muros. Otras reparaciones comunes como grietas y daños por humedad requieren de procesos menos complejos pero tardados.
FORMA	La capacidad de realizar formas arquitectónicas complejas como arcos cupulas, paneles curvos y	Si se requieren formas arquitectónicas complejas con fines estéticos es más sencillo elaborarlas pues gracias a la

	ornamentos es mínima en el <i>Steel Framing</i> por las dimensiones estandarizadas de los componentes	mayor experiencia de la mano de obra y capacidad de armar el encofrado el hormigón puede adaptarse a la forma deseada.
--	---	--

Fuente: Elaboración propia

3.1.19 Análisis de la comparativa de flexibilidad del sistema constructivo

En esta comparativa el *Steel Framing* demuestra ser más flexible, sobre todo por ser un sistema que puede ser desmontado en su totalidad, lo que en proyectos donde se emplee este sistema, resulta en una gran facilidad de realizar remodelaciones o modificaciones, lo que, en el caso del hormigón armado, es más complicado, ya que para una remodelación o modificación se puede requerir largos y complejos procesos constructivos; en el aspecto de mantenimiento, la frecuencia en condiciones normales, en ambos casos es similar, pero, el *Steel Framing* es un sistema que podría ser más vulnerable, dependiendo del correcto montaje y fijación de componentes y de la correcta impermeabilización y aislamiento (ver Tabla 56).

Tabla 56: Análisis de la comparativa de flexibilidad

ANÁLISIS DE LA COMPARATIVA DE FLEXIBILIDAD				
ESCALA DE LIKERT				
1-MUY BAJO	2-BAJO	3-MEDIO	4-ALTO	5-MUY ALTO
COMPARACION				
ASPECTO	STEEL FRAMING	HORMIGON ARMADO	OBSERVACION	
Frecuencia de mantenimiento	3	3	En ambos casos se recomiendan inspecciones a mediano plazo para garantizar las condiciones de cada proyecto y en ambos casos a largo plazo se puede requerir reparaciones comunes.	
Dificultad de realizar remodelaciones	1	3	El <i>Steel Framing</i> requiere únicamente el montaje y refuerzos necesarios dependiendo de la magnitud de la remodelación, a diferencia del hormigón armado que requiere de procesos de albañilería más complejos y una mayor dificultad de adaptar la remodelación a la estructura dependiendo de la magnitud de la misma.	

Elementos que afectan la funcionalidad	3	4	En ambos sistemas los resultados funcionales pueden ser similares. En el hormigón armado siempre existe la posibilidad de que algunos elementos estructurales sobresalgan de muros afectando su continuidad y a la estética de los espacios.
Dificultad de correcciones en obra	2	5	En el <i>Steel Framing</i> una corrección necesitaría de un desmontaje que puede afectar el tiempo dependiendo de la magnitud del error, en cambio en el hormigón armado un error puede representar la necesidad de procesos de demolición que afectan tiempo, costos y dificultad del proceso.
Dificultad de realizar reparaciones	2	4	Dependiendo de la reparación que sea necesaria en el caso del <i>Steel Framing</i> podría representar la necesidad de un refuerzo o remplazo de componentes, en su lugar el hormigón armado una reparación podría representar un proceso tardado y costoso como resanado de paredes, picado en el caso de instalaciones o un refuerzo estructural dependiendo de los daños.
Dificultad de elaborar formas complejas	5	2	El hormigón armado al poderse adaptar a los encofrados permite realizar cupulas, domos, arcos y distintas formas con fines estéticos que en el <i>Steel Framing</i> serían más complejos de realizar por las medidas estándar de los perfiles y por la nula maleabilidad de los componentes.
Consideraciones para la resistencia estructural	4	4	Ambos sistemas tienen exigencias estructurales especiales, en el caso del <i>Steel Framing</i> se necesita de elementos complementarios a la estructura y en el caso del hormigón armado la complejidad y tiempo de construcción de estos elementos es un factor considerable, aunque en este sistema normalmente no se requiere ningún elemento estructural complementario.

Necesidad de material de aislamiento térmico	5	3	A diferencia del hormigón armado que la mayoría de las veces solo requiere de un correcto diseño y no de materiales de aislamiento térmico, en el Steel Framing el uso de material aislante es prácticamente obligatorio para el confort térmico de las edificaciones.
PROMEDIO	3,13	3,50	El Steel Framing resalta en términos de flexibilidad siendo el menos afectado en varios aspectos, aun así el hormigón armado resalta en aspectos como en la capacidad de elaborar formas complejas donde por las características del hormigón es más fácil realizar elementos estéticos u ornamentos.

Elaboración propia

3.2 Análisis de casos de estudio de Steel Framing y Hormigón Armado

Los cuatro casos de estudio analizados (ver Tabla 57) predominaron en varios aspectos comparables que permiten observar lo mejor de ambos sistemas a partir de proyectos ya construidos resaltando lo mejor de cada sistema en aspectos estéticos, técnicos, materialidad, funcionalidad y flexibilidad, en este caso se seleccionaron dos casos de vivienda unifamiliar, cuyo potencial es el valor estético que aporta cada sistema constructivo, y características como área y espacios. Los otros dos casos son de una sola planta, pero con el potencial de ser proyectos planificados a ampliarse y adaptarse a una necesidad familiar, uno de ellos en *Steel Framing* construido como cabaña o refugio proyectado a conectarse a un nuevo módulo donde se integren espacios familiares, y un proyecto de hormigón armado, donde la materialidad es el mayor potencial, y a futuro estar proyectado para aumentar una segunda planta adaptada para ser alquilada a una familia.

Tabla 57: Casos de estudio seleccionados

CASOS DE ESTUDIO SELECCIONADOS		
NOMBRE DEL PROYECTO	ARQUITECTO/S A CARGO	SISTEMA CONSTRUCTIVO
Casa Pasargada	Bernardo Horta	Steel Framing
Casa Mashar	Ruptura Morlaca	Hormigón armado
Casa Carupa	Bermúdez arquitectos	Steel Framing
Casa Finlandia	Escobedo Soliz	Hormigón armado

Fuente: Elaboración propia

3.2.1 Caso de estudio de Steel Framing Casa Pasargada / Bernardo Horta Arquitecto + Meius Arquitetura



Figura 27: Vista exterior de la Casa Pasargada

Fuente: Bernardo Horta Arquitecto & Meius Arquitetura, 2020

a. Descripción general

La vivienda se ubica en un condominio en Nova Lima en Brasil, municipio de la región metropolitana de Belo Horizonte, a 25 km de la capital de Minas Gerais. La vivienda cuenta con un área de 112 metros cuadrados y el proyecto estuvo a cargo de los estudios Bernardo Horta Arquitecto y Meius Arquitetura, siendo los arquitectos a cargo Bernardo Horta, Giuliano Camatta, Guilherme José.



Figura 28: Vista exterior de la Casa Pasargada

Fuente: Bernardo Horta Arquitecto & Meius Arquitetura, 2020

b. Descripción del sistema constructivo

La vivienda unifamiliar se construyó en implantación aislada en un terreno irregular que requirió procesos de nivelado y plataformas. Se planteó bajo una lógica estructural mixta que combina hormigón armado para la losa de cimentación y perfiles de acero pesado empleados en la plataforma que soporta la segunda planta mientras que el resto de la estructura esta realizada con *Steel Framing*. Toda la estructura de la primera y segunda planta se realizó con perfiles de acero galvanizado tipo G, U y C para formar la estructura base de paneles o muros, entresijos y cubiertas.

Como placas se emplearon paneles OSB al exterior mismos que fueron impermeabilizados y acabados con planchas metálicas onduladas pintadas de negro (ver Figura 29 y Figura 30).



Figura 29: Construcción de la Casa Pasargada

Fuente: Bernardo Horta, 2025



Figura 30: Construcción de la Casa Pasargada

Fuente: Bernardo Horta, 2025

Los únicos elementos aparte de la plataforma donde no se empleó el *Steel Framing* fueron los muros de contención y muros del garaje que se elaboraron con hormigón armado y las escaleras internas y externas que comunican espacios de la vivienda, esto con un motivo estético: dejar las estructuras de escaleras vistas (ver Figura 31)



Figura 31: Construcción de escaleras de la Casa Pasargada

Fuente: Bernardo Horta, 2025

c. Análisis formal

La vivienda se conforma por dos módulos rectangulares de 5 m x 12 m. El volumen superior se apoya parcialmente sobre el de planta baja, generando una sensación de volado. Esta disposición en forma de “L” permite conformar un patio interior que se extiende visualmente hacia el exterior, conectando ambos espacios de manera continua, permitiendo un espacio que funciona como terraza, aprovechando la cubierta de planta baja (ver Figura 32).

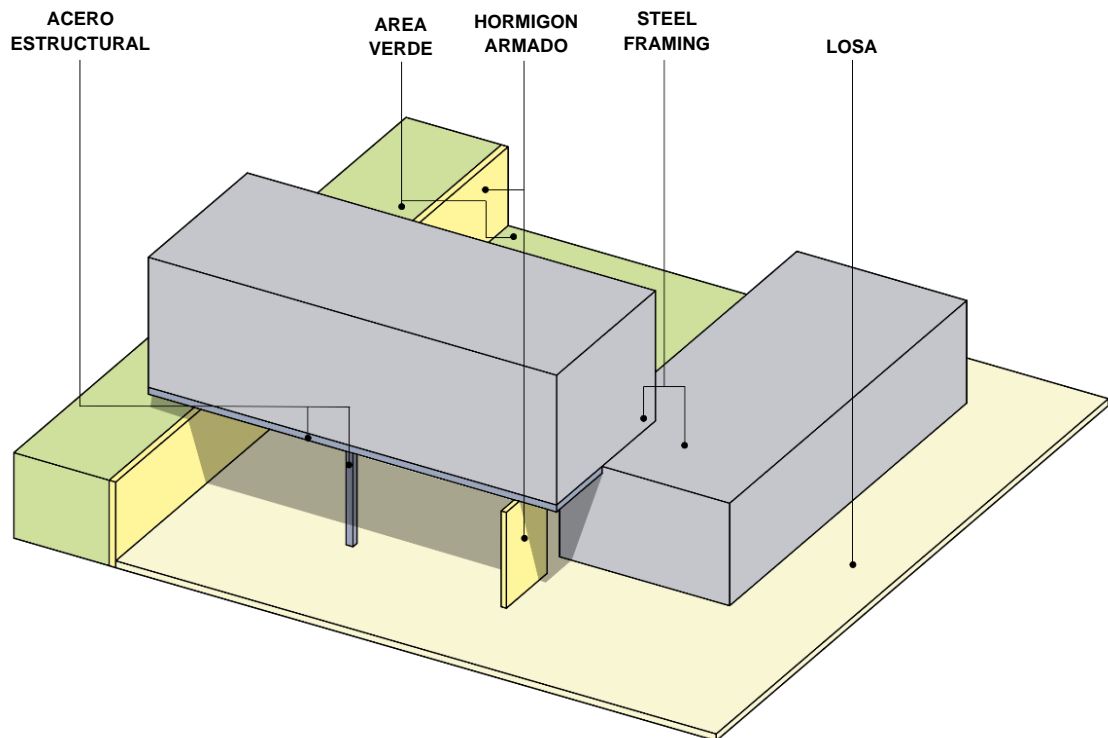


Figura 32: Esquema de la forma de Casa Pasargada

Fuente: Elaboración propia

d. Análisis funcional

La planta baja tiene su acceso principal a través de un garaje con capacidad de 2 vehículos, espacio donde también se puede acceder a la planta alta, el acceso a los espacios públicos de la vivienda es por un pasillo que inicia con el acceso al baño social y termina en un amplio espacio que fusiona sala, comedor y cocina permitiendo interacción entre espacios y vistas hacia el jardín interior y los alrededores de la propiedad (ver Figura 33).

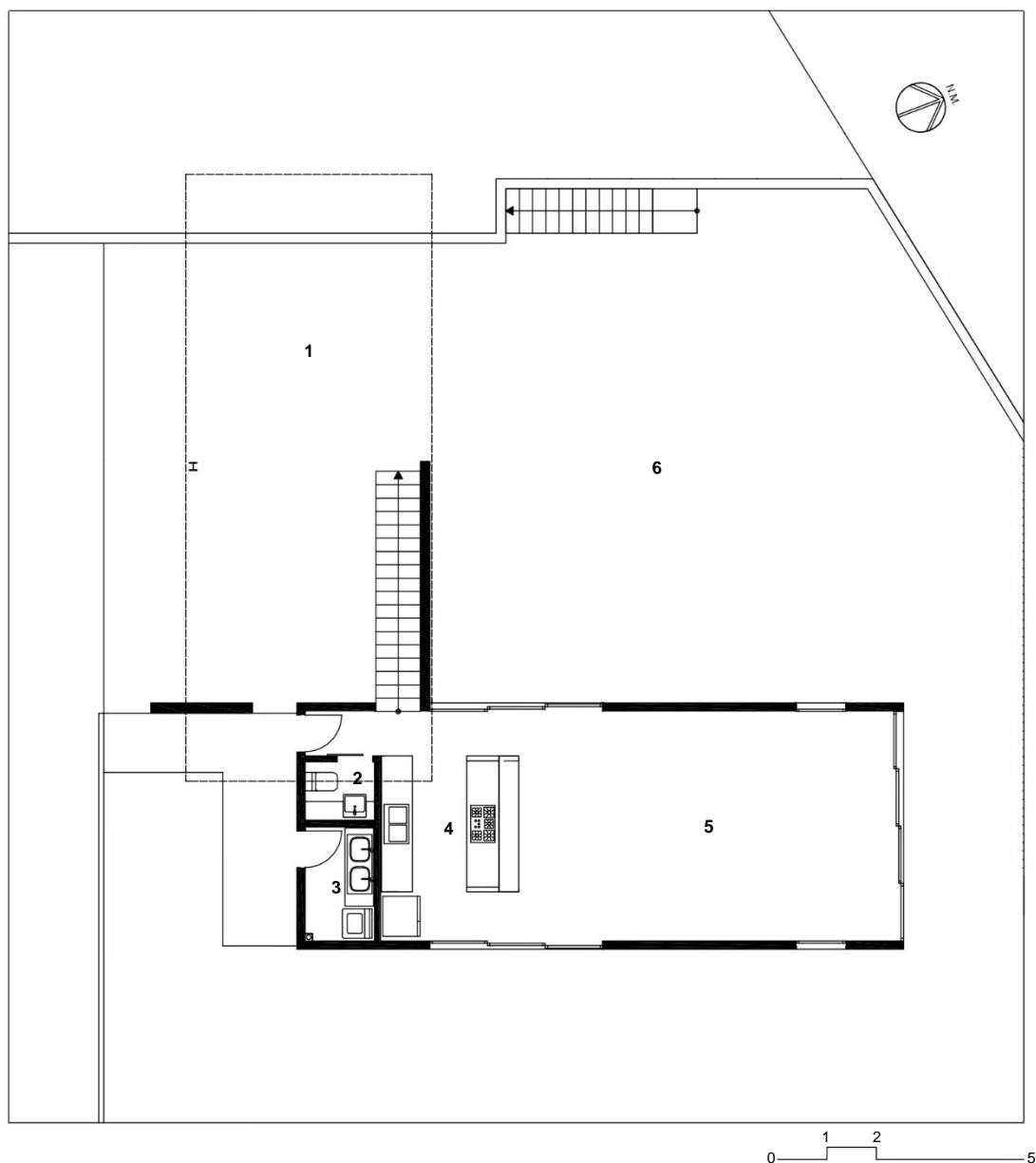


Figura 33: Redibujado de la planta baja de Casa Pasargada

Fuente: Elaboración propia en base a; *Bernardo Horta Arquitecto & Meius Arquitetura, 2020*

La planta alta concentra los espacios privados, de uso exclusivo para los habitantes de la vivienda. Su acceso se realiza mediante una circulación vertical que parte desde el garaje y conecta los ambientes a través de un pasillo distribuidor. Desde este se accede a dos dormitorios

secundarios, con baño compartido y a la habitación máster con baño privado. Gracias a la configuración general del proyecto, la segunda planta disfruta de vistas hacia el patio interior y los exteriores de la propiedad, aprovechando la cubierta del primer nivel como una terraza funcional (ver Figura 34).

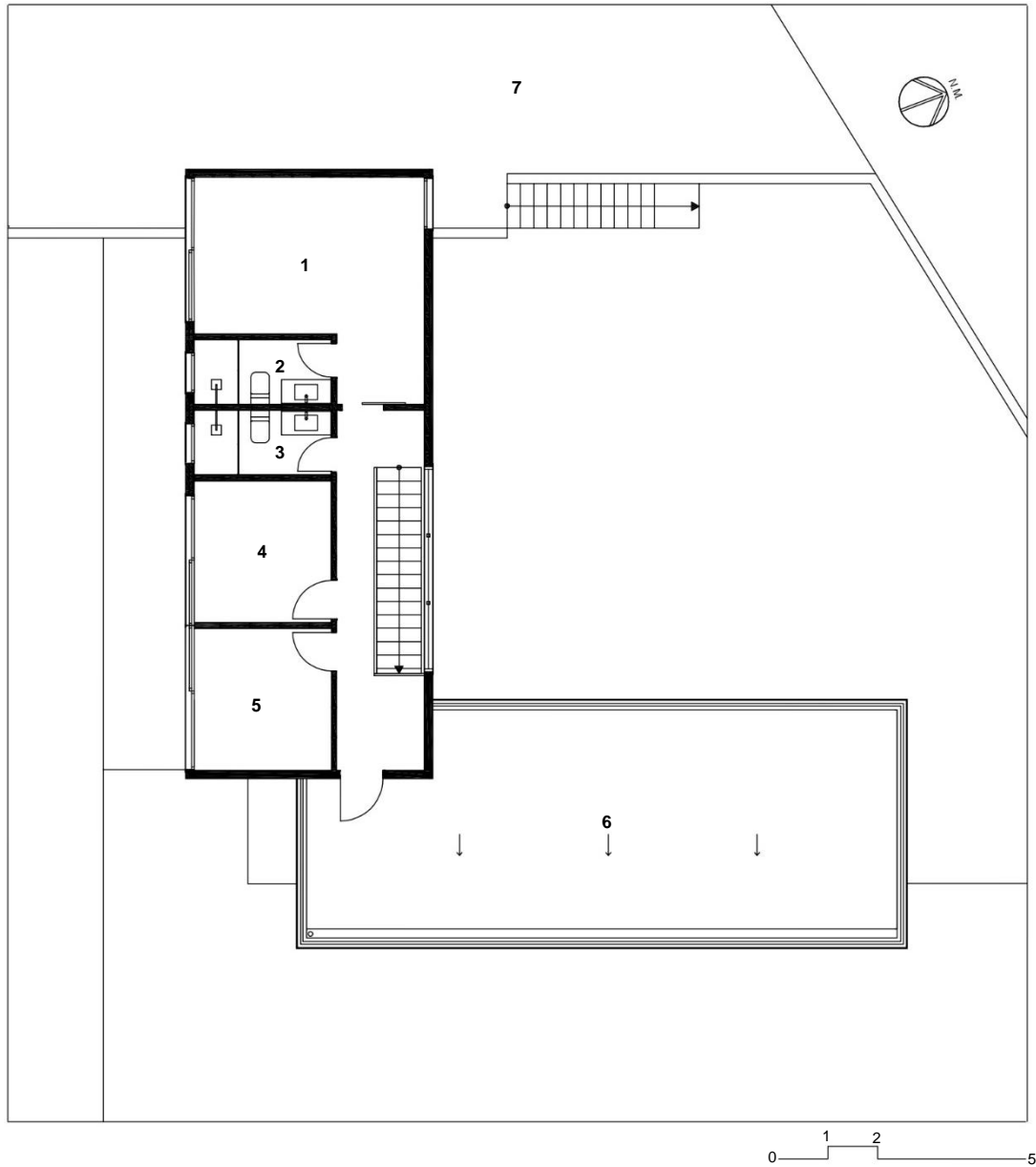


Figura 34: Redibujo de la planta baja de Casa Pasargada

Fuente: Elaboración propia en base a; *Bernardo Horta Arquitecto & Meius Arquitetura, 2020*

Tabla 58: Cuadro de áreas

LISTA DE ESPACIOS Y AREAS			
PLANTA BAJA			
#	ESPACIO	AREA	AREA TOTAL
1	Garaje y Acceso	48,00 m ²	48,00 m ²

2	Baño Social	1,70m ²	59,30m ²
3	Lavandería	3,25m ²	
4	Cocina	10,55m ²	
5	Sala y comedor	35,50m ²	
-	Circulación	8,30m ²	
6	Patio	222,20m ²	225,70m ²
-	Escaleras del patio	3,50m ²	
PLANTA ALTA			
1	Dormitorio principal	17,25m ²	53,21m ²
2	Baño privado	3,60m ²	
3	Baño compartido	3,60m ²	
4	Dormitorio 1	7,95m ²	
5	Dormitorio 2	7,95m ²	
-	Circulación	12,86m ²	
6	Terraza	51,60m ²	113,16m ²
7	Patio elevado	61,56m ²	
AREA TOTAL SIN PATIOS			112,51m ²
AREA DE PATIOS			386,86m ²
AREA TOTAL			499,37m ²

Fuente: Elaboración propia

e. Secciones, detalles y materialidad

Las alturas son las mínimas que permite el sistema *Steel Framing* (2,44m), todas las dimensiones de la vivienda fueron pensadas para garantizar comodidad y funcionalidad, integrando espacios que cuentan con amplias ventanas, evitando una sensación de encierro por las dimensiones de los espacios de la vivienda. Las ventanas permiten una conexión con el exterior, ya sea con el patio, las áreas verdes que rodean la propiedad o las vistas que se disfrutan desde la terraza (ver Figura 35 y Figura 36).

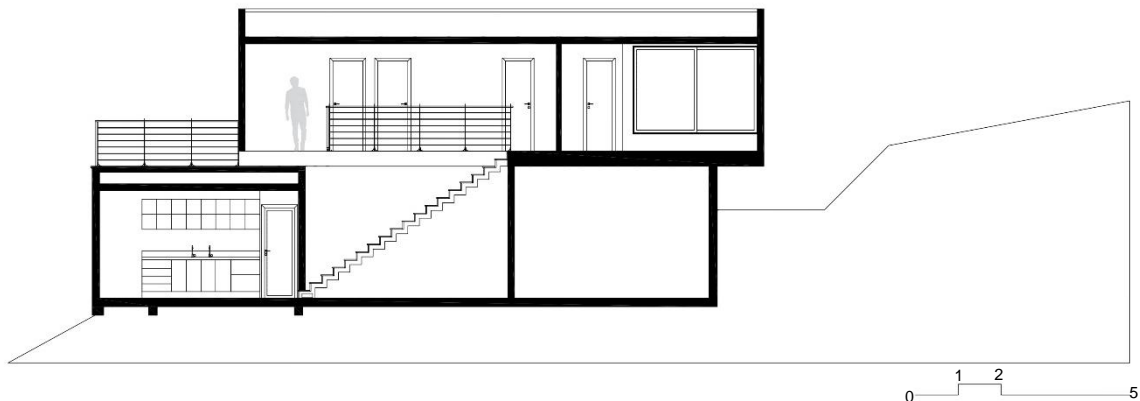


Figura 35: Redibujo de la sección de Casa Pasargada

Fuente: Elaboración propia en base a; Bernardo Horta Arquitecto & Meius Arquitetura, 2020

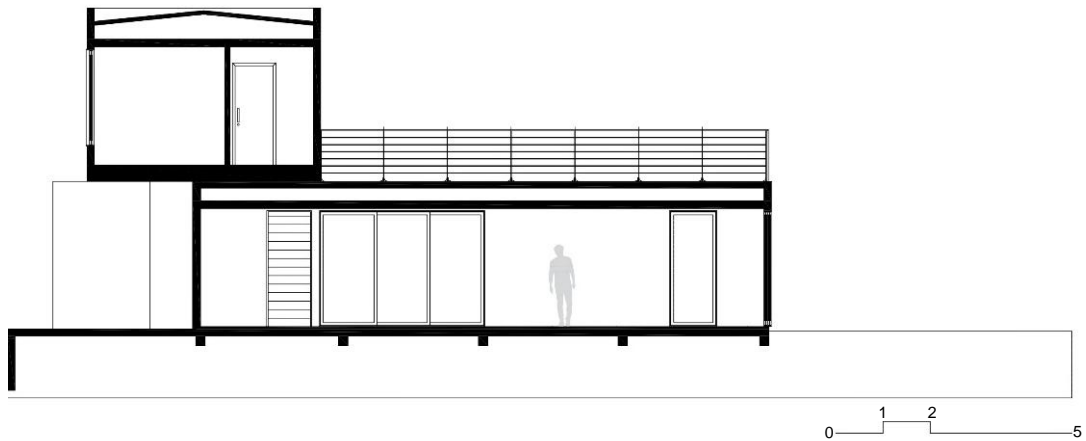


Figura 36: Redibujo de la sección de Casa Pasargada

Fuente: Elaboración propia en base a; *Bernardo Horta Arquitecto & Meius Arquitetura*, 2020

La materialidad de los paneles está conformada por la estructura de perfiles de acero galvanizado, para los espacios interiores la materialidad de los paneles está conformada por placas de gypsum anclados a la estructura, mismos que fueron empastados y pintados, externamente se anclaron placas OSB que posteriormente fueron impermeabilizados y finalmente se anclo el acabado de planchas metálicas onduladas (ver Figura 37 y Figura 38).

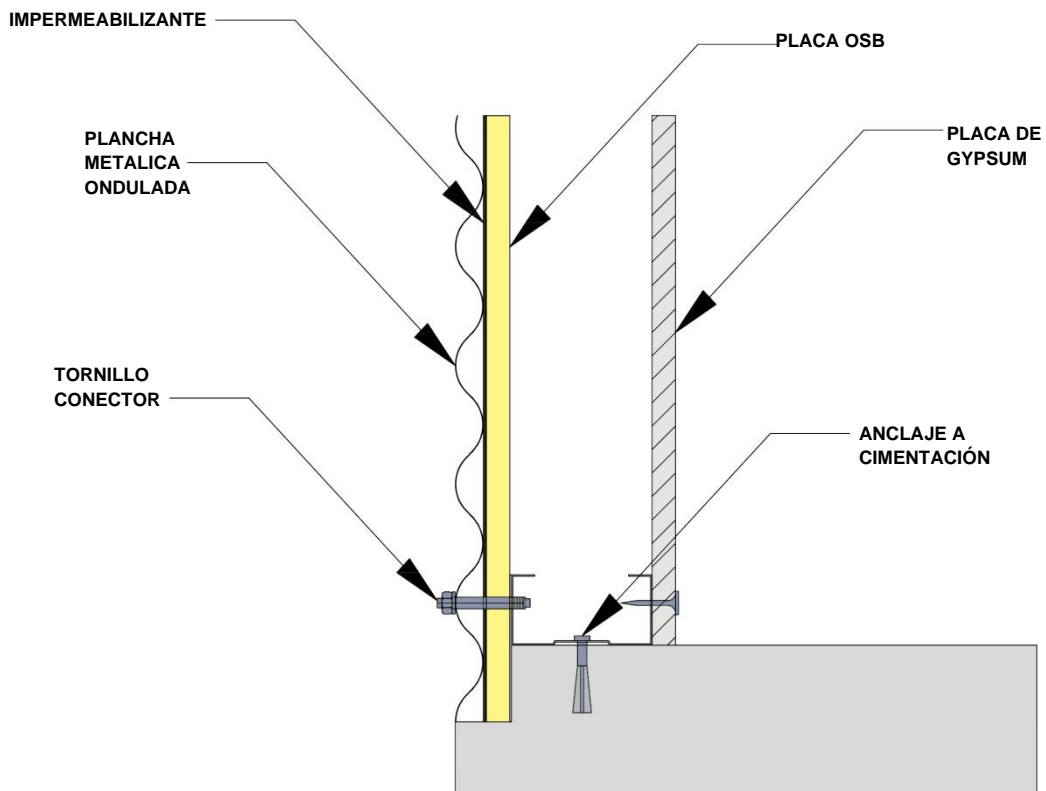


Figura 37: Detalle constructivo de muro de Casa Pasargada

Fuente: Elaboración propia en base a; *Bernardo Horta Arquitecto & Meius Arquitetura*, 2020



Figura 38: Elevación con materialidad de la Casa Pasargada

Fuente: Elaboración propia

f. Imágenes del proyecto



Figura 39: Sala / Comedor de Casa Pasargada

Fuente: Bernardo Horta, 2025



Figura 40: Exteriores de la Casa Pasargada

Fuente: Bernardo Horta, 2025

3.2.2 Caso de estudio de Hormigón Armado Casa Mashar / Ruptura Morlaca Arquitectura



Figura 41: Vista de Casa Mashar

Fuente: Ruptura Morlaca Arquitectura, 2018

a. Descripción general

La vivienda se ubica en Cuenca, Ecuador. Cuenta con un área de 150 metros cuadrados fue construida en el año 2017 y el proyecto estuvo a cargo del estudio Ruptura Morlaca, a cargo de los arquitectos Paul Chango y Carolina Bravo. El lote es angosto e irregular de 6,00 m de frente, 5,40 m posterior y 17,00 m de profundidad.

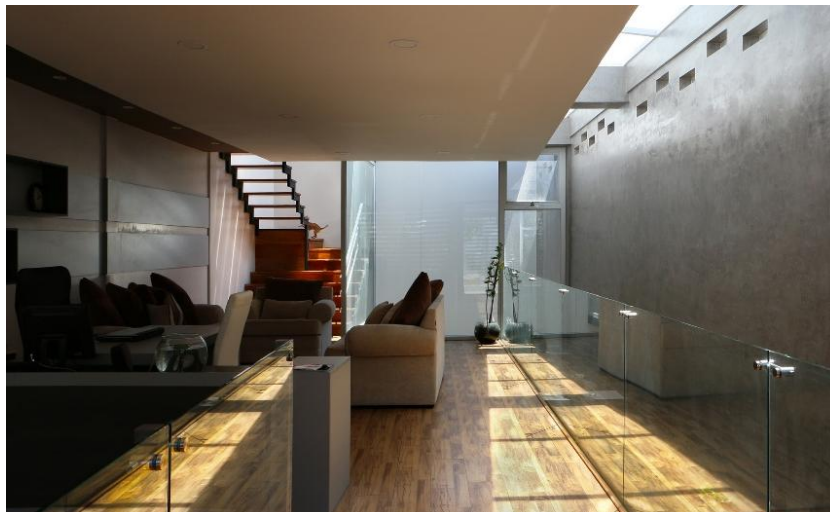


Figura 42: Vista interior de Casa Mashar

Fuente: Ruptura Morlaca Arquitectura, 2018

b. Descripción del sistema constructivo

La vivienda fue construida utilizando una estructura de hormigón armado, combinado con acero en el caso de las escaleras y en el caso de vigas estas se integran de manera visible, aportando a la estética como de los espacios y formando vanos que complementan la iluminación natural. La fachada principal está revestida con paneles de madera laminada que cubren gran parte de su superficie, garantizando privacidad y al mismo tiempo un acabado cálido y contemporáneo. La excavación de la cimentación requirió una mayor profundidad y aislamiento debido al subsuelo y los jardines internos (ver Figura 43).



Figura 43: Construcción de Casa Mashar

Fuente: Ruptura Morlaca Arquitectura, 2018

Al igual que en el caso de estudio de Casa Pasargada, las escaleras por motivos de diseño y estabilidad, se construyeron empleando acero estructural, en este caso perfiles tubulares rectangulares que tenían una disposición escalonada, cuyas dimensiones y posición estaban determinadas por la huella y contrahuella; como acabado se empleó madera, que combinada con los elementos estructurales en color negro y la forma y disposición de la misma, los dos grupos de escaleras aportaban mucho valor estético (ver Figura 44).



Figura 44: Construcción de escaleras de Casa Mashar

Fuente: Ruptura Morlaca Arquitectura, 2018

c. Análisis formal

La vivienda externamente se caracteriza por un módulo en voladizo que predomina por su materialidad de madera laminada y su tamaño que resalta en la fachada, este elemento en voladizo cuenta con un recorte en la materialidad que sirve como contraventana para privacidad y confort. A nivel interno la vivienda cuenta con un subsuelo, planta baja y planta alta, mismas que se iluminan naturalmente gracias a vanos, aberturas y patios internos (ver Figura 45).

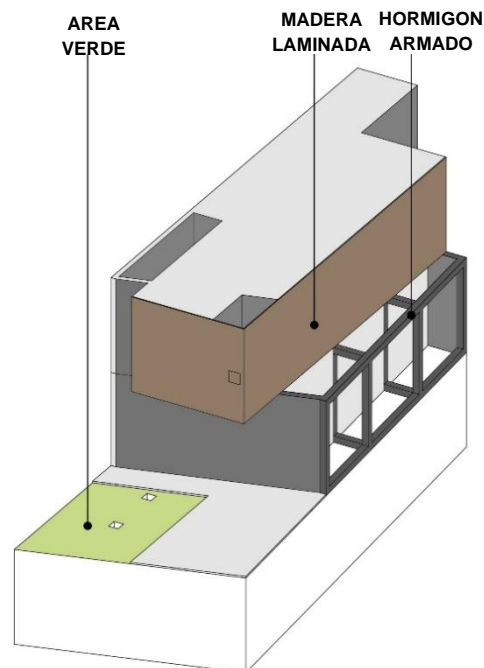


Figura 45: Esquema de la forma de Casa Mashar

Fuente: Ruptura Morlaca Arquitectura, 2018

d. Análisis funcional

El acceso a la vivienda es a través del garaje frente a la vía frontal, accediendo a la planta baja donde a través de las escaleras se llega a la planta de subsuelo que tiene el área social donde hay espacios como cocina, comedor, sala de estar, baño social, lavandería y un dormitorio, que al estar en un subsuelo se iluminan gracias a los vanos y jardines internos (ver Figura 46).

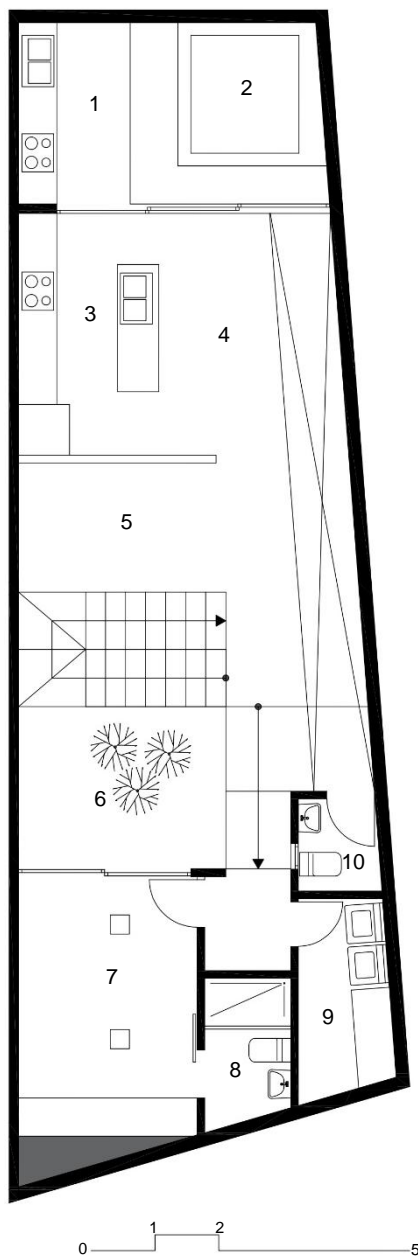


Figura 46: Redibujo de subsuelo de Casa Mashar

Fuente: Elaboración propia en base a; Ruptura Morlaca Arquitectura, 2018

La planta baja se destinó como un área central entre ambas plantas concentrando espacios de trabajo y de descanso como una sala de estar y estudio, estos espacios de planta baja están dispuestos como una plataforma que flotan sobre las vigas de hormigón, en esta planta se encuentra

también el segundo grupo de escaleras que permite acceder a la planta alta donde están los espacios privados (ver Figura 47).

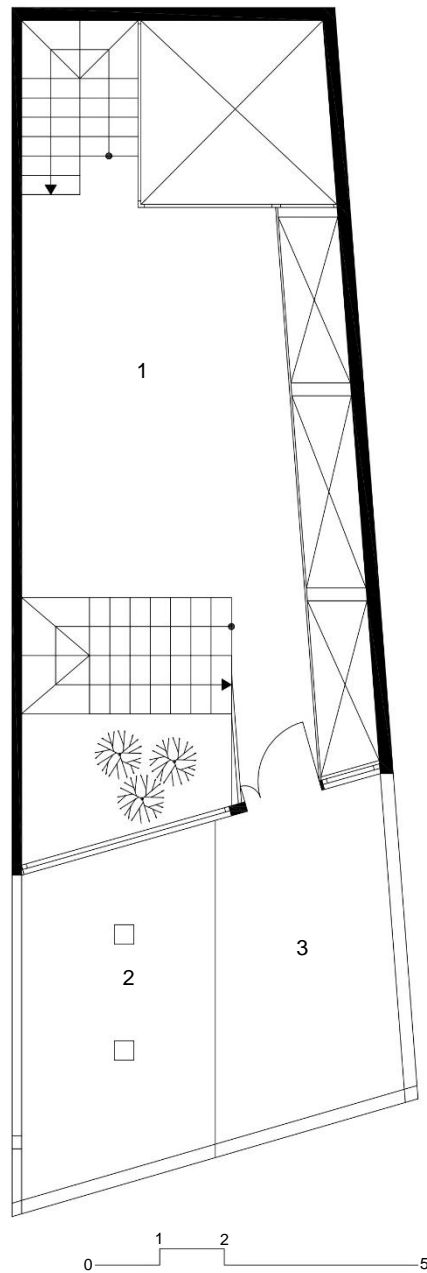


Figura 47: Redibujo de planta baja de Casa Mashar

Fuente: Elaboración propia en base a; Ruptura Morlaca Arquitectura, 2018

La planta alta está destinada a los espacios privados que se acceden a través de las escaleras que parten de la planta baja y llega a un pasillo iluminado a través de un vano en la cubierta, este pasillo comunica a los dos dormitorios, ambos diferenciados por área y distribución, en este caso uno de ellos con *walking closet* y baño privado y el otro únicamente con baño privado. La planta alta está pensada como un volumen que está prácticamente envuelto en la madera laminada, que es el elemento que resalta, y le da valor estético a la vivienda (ver Figura 48).

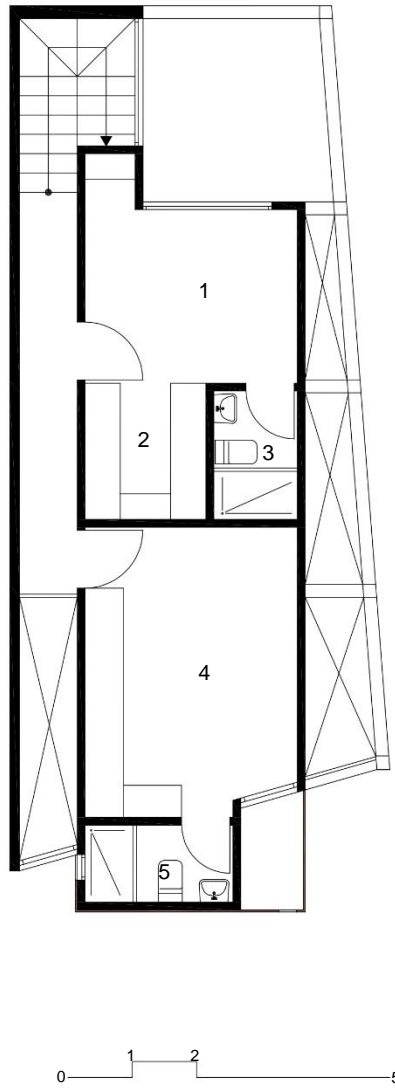


Figura 48: Redibujo de planta alta de Casa Mashar

Fuente: Elaboración propia en base a; Ruptura Morlaca Arquitectura, 2018

Tabla 59: Cuadro de áreas

LISTA DE ESPACIOS Y AREAS			
SUBSUELO			
#	ESPACIO	AREA	AREA TOTAL
1	BBQ	5,00m ²	13,6m ²
2	Jardín con hidromasaje	8,60m ²	
3	Cocina	8,35m ²	66,67m ²
4	Comedor	10,78m ²	
5	Sala	8,75m ²	
6	Dormitorio 1	11,42m ²	
7	Baño privado	3,00m ²	

8	Lavandería	4,35m ²	
9	Baño social	1,82m ²	
-	Circulación	18,20	
PLANTA BAJA			
1	Sala de estar y estudio	25,18	39,96m ²
-	Circulación	14,78	
2	Jardín	15,09	28,84m ²
3	Garaje y acceso	13,75	
PLANTA ALTA			
1	Dormitorio 2	9,58m ²	44,28m ²
2	Walking closet	4,00m ²	
3	Baño privado 2	2,60m ²	
4	Dormitorio 3	14,50m ²	
5	Baño privado 3	2,75m ²	
-	Circulación	9,85m ²	
AREA TOTAL SIN ESPACIOS EXTERNOS			150,91m²
AREA DE ESPACIOS EXTERNOS			42,44m²
AREA TOTAL			193,35m²

Fuente: Elaboración propia

e. Detalles, secciones y materialidad

Las dimensiones de la vivienda fueron concebidas para ofrecer amplitud y comodidad, priorizando la iluminación natural en todos los ambientes mediante vanos estratégicamente ubicados y jardines internos. Esta configuración no solo asegura una ventilación e iluminación óptimas, sino que también da confort a los espacios interiores, aportando valor estético a los espacios (ver Figura 49 y Figura 50).

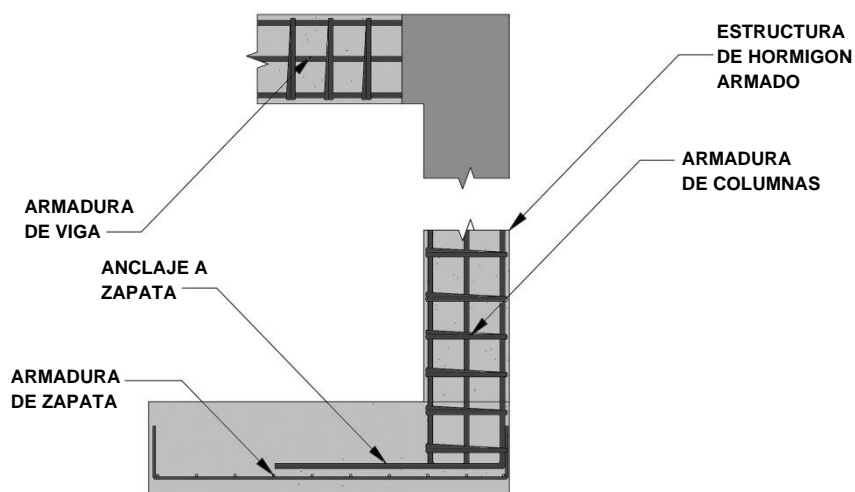


Figura 49: Detalle de zapata esquinera de Casa Mashar

Fuente: Elaboración propia en base a; Ruptura Morlaca Arquitectura, 2018

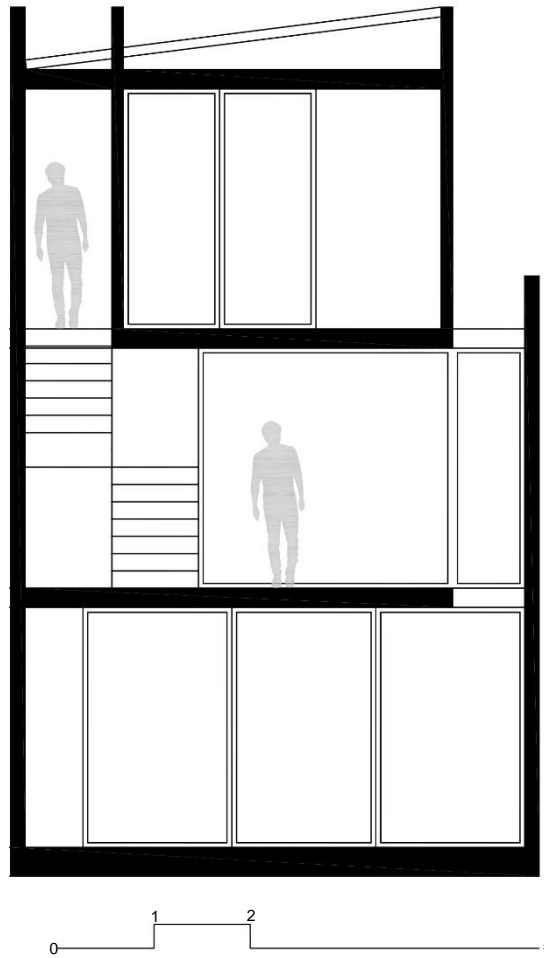


Figura 50: Redibujo de sección de Casa Mashar

Fuente: Elaboración propia en base a; Ruptura Morlaca Arquitectura, 2018

La materialidad resalta por los elementos estructurales vistos y el hormigón pulido que está a la vista en varios espacios, permitiendo integrar el sistema constructivo al estilo interior, al mismo tiempo la generación de vanos permite que la iluminación funcione correctamente. En la fachada resalta un revestimiento de madera laminada que envuelve gran parte de la planta alta dando privacidad a uno de los dormitorios (ver Figura 51 y Figura 52).



Figura 51: Esquema de elemento de madera laminada de la fachada de Casa Mashar

Fuente: Elaboración propia

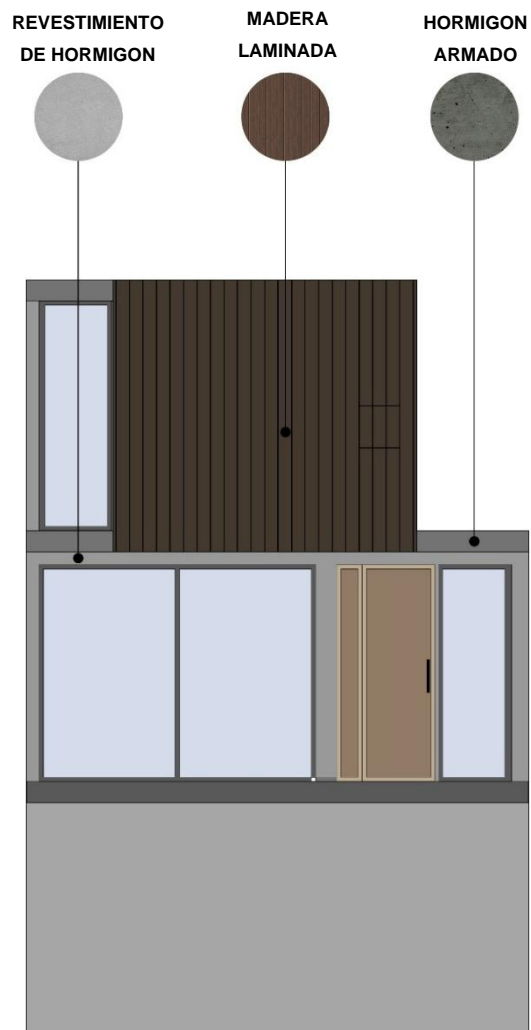


Figura 52: Elevación con materialidad de Casa Mashar

Fuente: Elaboración propia

f. Imágenes del proyecto



Figura 53: Pasillo de Casa Mashar

Fuente: Ruptura Morlaca Arquitectura, 2018



Figura 54: Escaleras y jardín interior de Casa Mashar

Fuente: Ruptura Morlaca Arquitectura, 2018

g. Conclusión casos de estudio Casa Pasargada y Casa Mashar

Ambos casos de estudio son similares en aspectos como área y espacios, pero el aporte más importante que dan a la investigación es que ambos casos de estudio demuestran una alta efectividad al trabajar con una combinación de varios sistemas constructivos, en el caso de casa Pasargada se observó la combinación de tres sistemas constructivos: *Steel Framing* en un 95% y hormigón armado y acero en un 5%, los tres sistemas aportando estética y eficiencia estructural al proyecto, asimismo en el caso de casa Mashar, se demuestra que el hormigón armado si se usa con fines estéticos, al dejar vistos los elementos estructurales, pueden formar parte del diseño aportando estética a cualquier proyecto. También se observa que se trabaja mínimamente con el sistema de acero estructural, en elementos como escaleras, donde por fines estéticos se empleó este sistema para los dos grupos de escaleras.

3.2.3 Caso de estudio de Steel Framing Casa Carupa / Bermúdez Arquitectos



Figura 55: Vista de Casa Carupa

Fuente: Bermúdez Arquitectos, 2024

a. Descripción general

La vivienda se ubica en Carmen de Carupa en la provincia de Valle de Ubaté en Colombia, el proyecto de vivienda estuvo a cargo del estudio Bermúdez Arquitectos. El proyecto es una unidad de vivienda modelo de una planta de 70m² que forma parte de un proyecto a mayor escala construido con el mismo sistema, que se basa en viviendas de una habitación, flexibles, proyectadas a crecer a futuro ampliando el número de espacios y área de la vivienda.



Figura 56: Vista exterior de Casa Carupa

Fuente: Bermúdez Arquitectos, 2024

b. Descripción del sistema constructivo

La cimentación está hecha a través de zapatas aisladas y columnas de acero que soportan la plataforma de acero en la que está asentada la vivienda, todos los paneles, cubiertas y elementos de la vivienda son elaborados con *Steel Framing* y el acabado cambia únicamente en zonas húmedas como baños, aplicando acabados cerámicos para proteger el OSB de la humedad. Al utilizar *Steel Framing* la complejidad de elaborar ciertos elementos fue casi nula permitiendo elaborar un sistema de cubiertas cuya forma permite aprovechar el confort térmico y permitir que toda la vivienda se ilumine naturalmente (ver Figura 57, Figura 58 y Figura 59).



Figura 57: Construcción de Casa Carupa

Fuente: Bermúdez Arquitectos, 2024



Figura 58: Construcción de Casa Carupa

Fuente: Bermúdez Arquitectos, 2024



Figura 59: Construcción de Casa Carupa

Fuente: Bermúdez Arquitectos, 2024

c. Análisis formal

La vivienda es un bloque de dos módulos de igual forma, donde se puede observar un juego de cubiertas, que resaltan por su configuración y vanos que permiten un adecuado confort térmico; al ser prácticamente un solo volumen, el elemento que más se destaca, además de la forma es la materialidad que resalta en el entorno natural en el que está ubicada la vivienda (ver Figura 60).

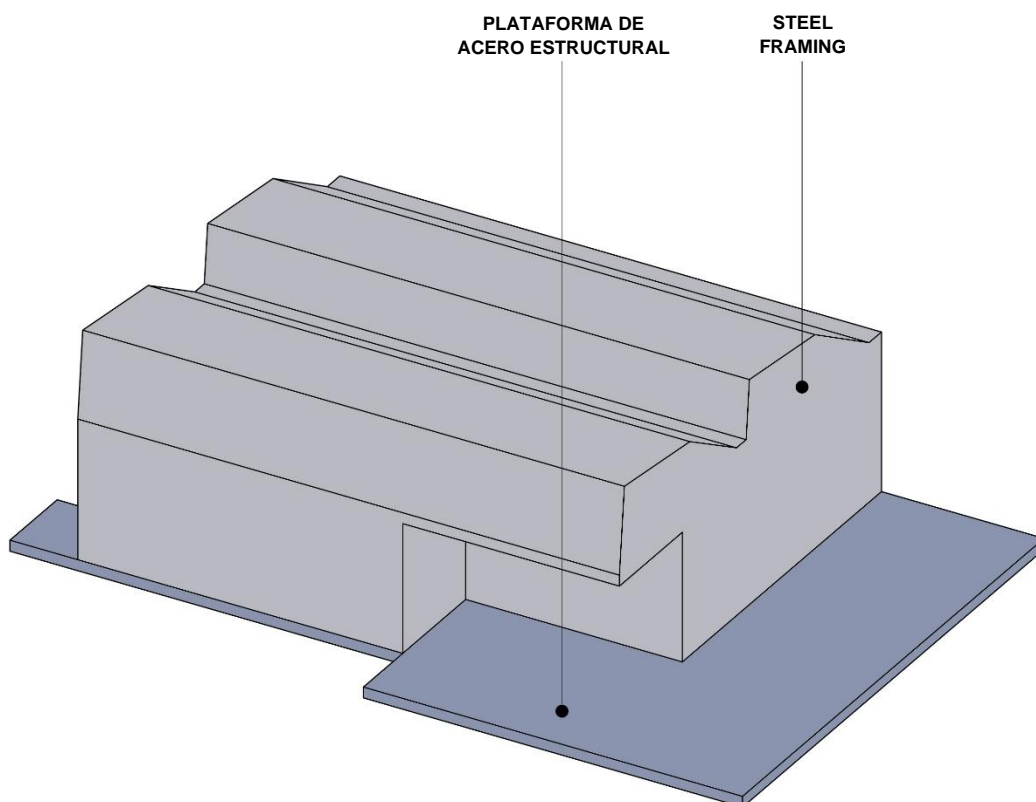


Figura 60: Esquema de la forma de Casa Carupa

Fuente: Elaboración propia

d. Análisis funcional

La planta baja tiene su acceso a través de un puente que llega del exterior hacia una terraza que permite acceder directamente al comedor y cocina que tienen un área óptima, y que a través de un espacio libre permite conectarse con el baño, dormitorio y sala, al ser una vivienda de una sola habitación el baño social tiene doble acceso, uno a través del área social y otro a través del dormitorio. El proyecto está pensado para crecer en área, proyectando a futuro una extensión con tres habitaciones, una habitación master con baño privado y otras dos habitaciones de igual tamaño con baño compartido y una sala de TV (ver Figura 61 y Figura 62).

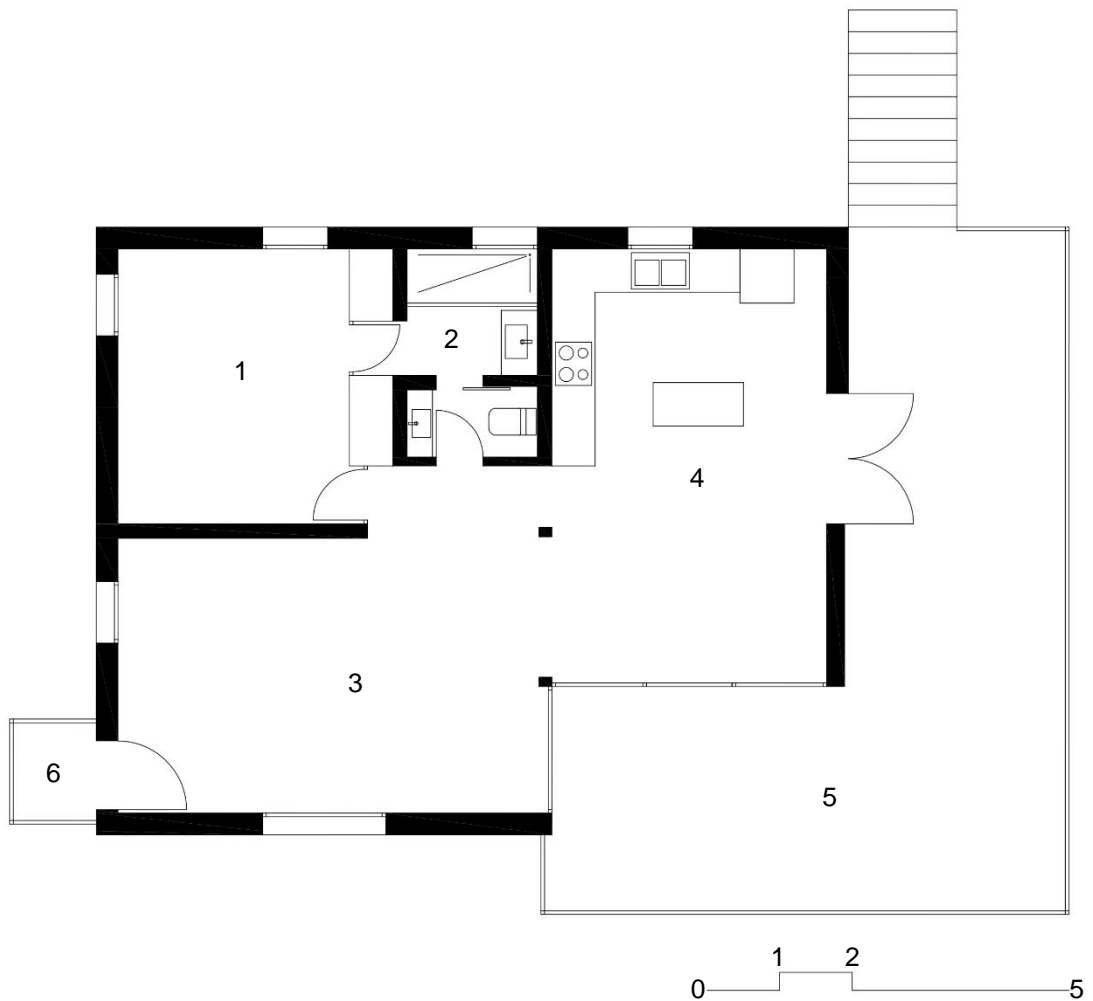


Figura 61: Redibujado de planta baja de Casa Carupa

Fuente: Elaboración propia en base a; Bermúdez Arquitectos, 2024

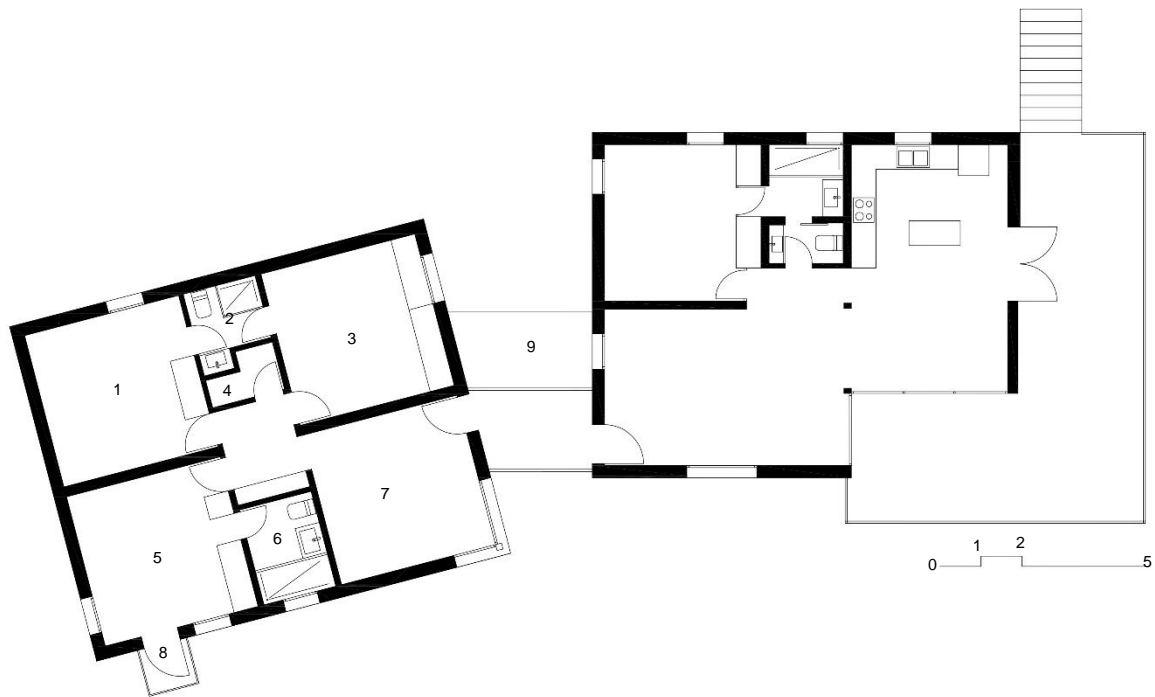


Figura 62: Redibujo de la planta de ampliación de Casa Carupa

Fuente: Elaboración propia en base a; Bermúdez Arquitectos, 2024

Tabla 60: Cuadro de áreas

LISTA DE ESPACIOS Y AREAS			
PLANTA BAJA			
#	ESPACIO	AREA	AREA TOTAL
1	Dormitorio	14,16m ²	72,18m ²
2	Baño	5,45m ²	
3	Sala	19,90m ²	
4	Cocina y comedor	19,55m ²	
-	Circulación	13,12m ²	
5	Terraza	41,17m ²	42,72m ²
6	Balcón	1,55m ²	
AMPLIACION			
1	Dormitorio 1	14,68m ²	76,24m ²
2	Baño compartido	3,16m ²	
3	Dormitorio 2	14,68m ²	
4	Bodega	1,68m ²	
5	Dormitorio principal	14,43m ²	
6	Baño privado	4,28m ²	
7	Sala de TV	11,00m ²	

-	Circulación	12,33m ²	
8	Balcón	1,33m ²	7,33m ²
9	Terraza	6,00m ²	
AREA TOTAL SIN AMPLIACION Y SIN ESPACIOS EXTERNOS			72,18m ²
AREA TOTAL DE ESPACIOS EXTERNOS SIN AMPLIACION			42,72m ²
AREA TOTAL SIN AMPLIACION			114,90m ²
AREA DE AMPLIACION SIN ESPACIOS EXTERNOS			76,24m ²
AREA TOTAL DE ESPACIOS EXTERNOS DE AMPLIACION			7,33m ²
AREA TOTAL DE AMPLIACION			83,57m ²
AREA TOTAL			198,47m ²

Fuente: Elaboración propia

e. Secciones, detalles y materialidad

Las dimensiones de la vivienda son mínimas, buscando tener espacios con un área suficiente para una sola persona o para una pareja, aun así, gracias a la forma de la cubierta se consiguen espacios con alturas de hasta 3.80 metros de alto, contando con iluminación, ventilación y confort térmico. La ampliación que sigue la misma forma también cuenta con esta ventaja, de las alturas obtenidas gracias a la configuración de cubiertas (ver Figura 63 y Figura 64).

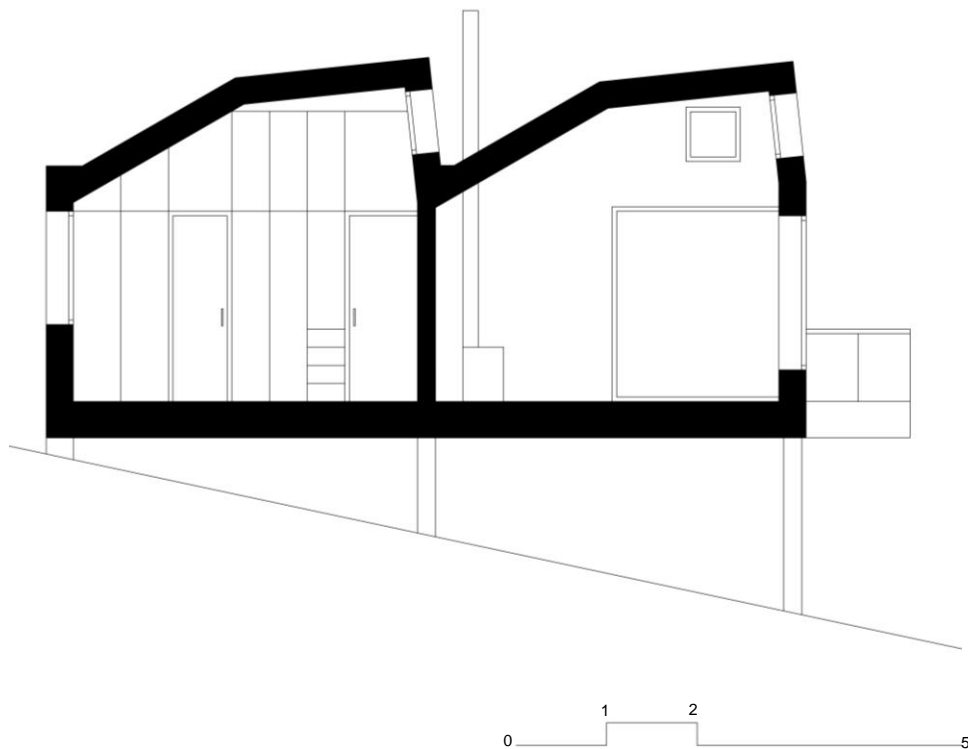


Figura 63: Redibujo de sección de Casa Carupa

Fuente: Elaboración propia en base a; Bermúdez Arquitectos, 2024

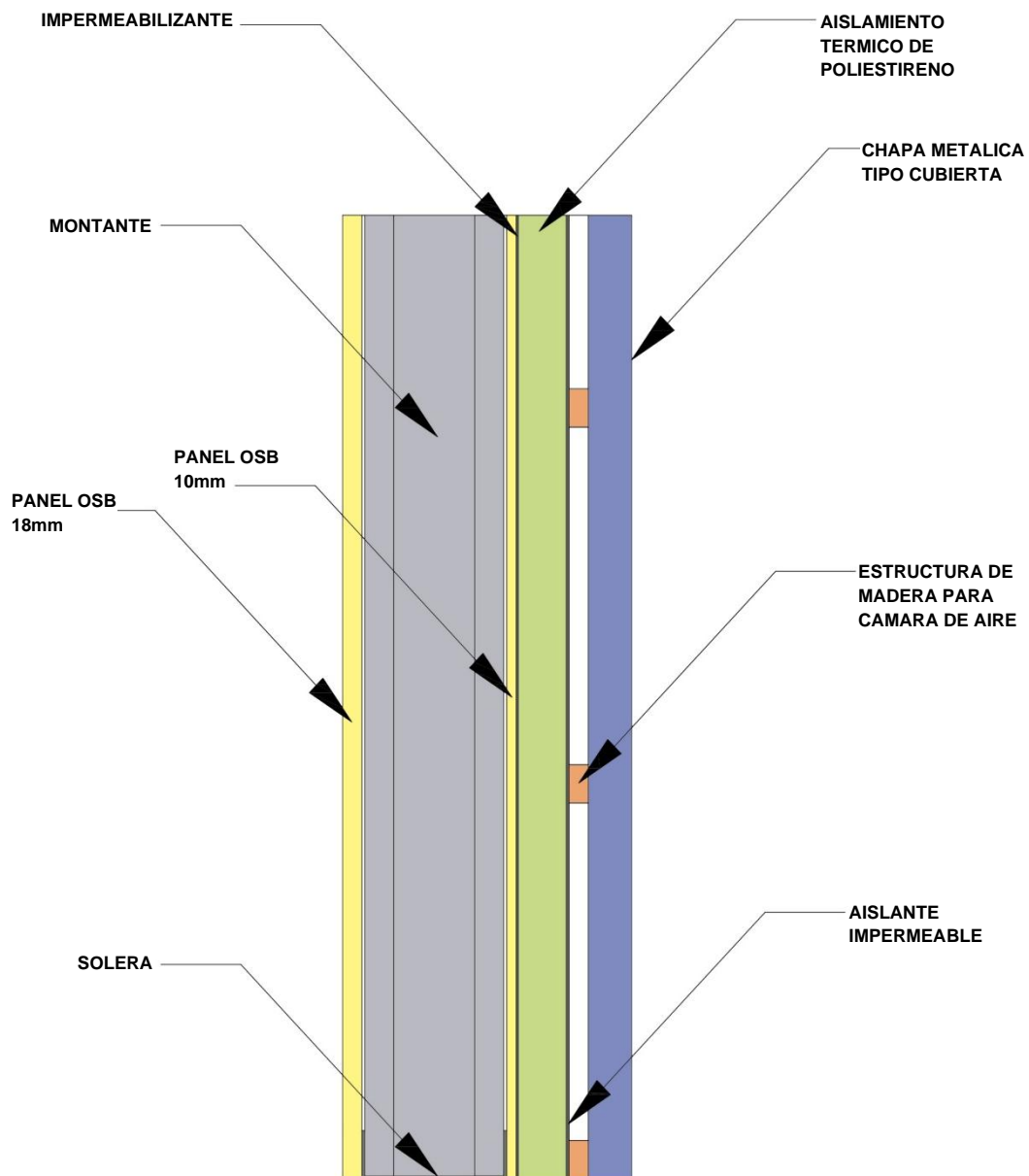


Figura 64: Detalle constructivo de paneles de Casa Carupa

Fuente: Elaboración propia en base a; Bermúdez Arquitectos, 2024

La materialidad resalta por la elección de acabados metálicos, que se colocaron en toda la fachada, cubriéndola de planchas metálicas generalmente destinadas a cubiertas, pero en este caso se empleó como acabado que protege la fachada de la humedad y al mismo tiempo le aporta estilo y estética. En los interiores se aplicó únicamente OSB sin revestimiento únicamente tratado con lacas para proteger de la humedad, en el baño y cocina se colocó un acabado cerámico para proteger al OSB del contacto directo con el agua (ver Figura 65 y Figura 66).

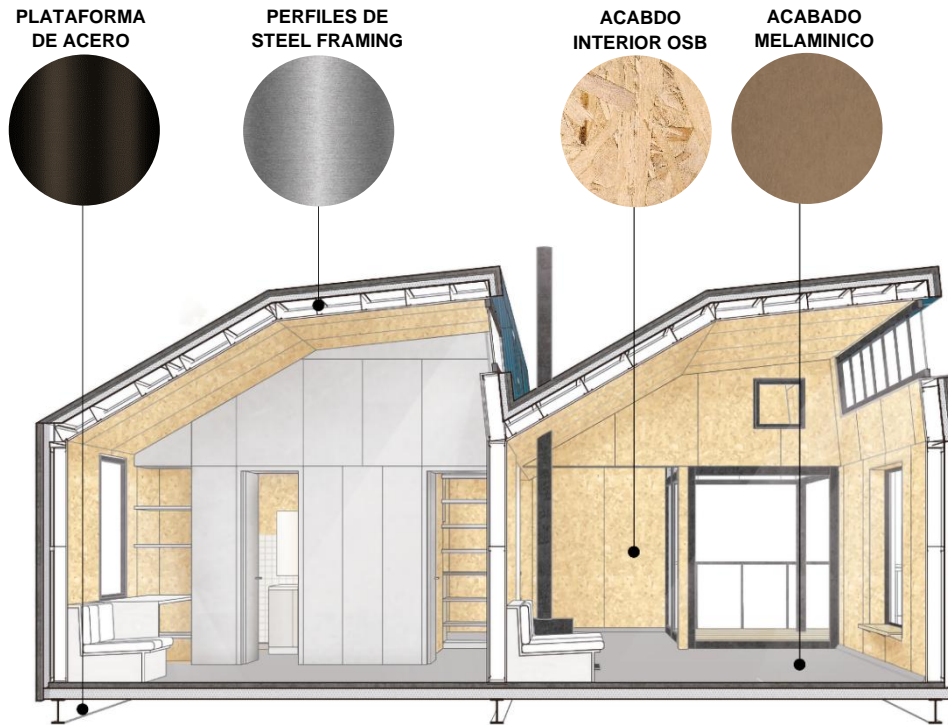


Figura 65: Sección en perspectiva con materialidad

Fuente: Bermúdez Arquitectos, 2024

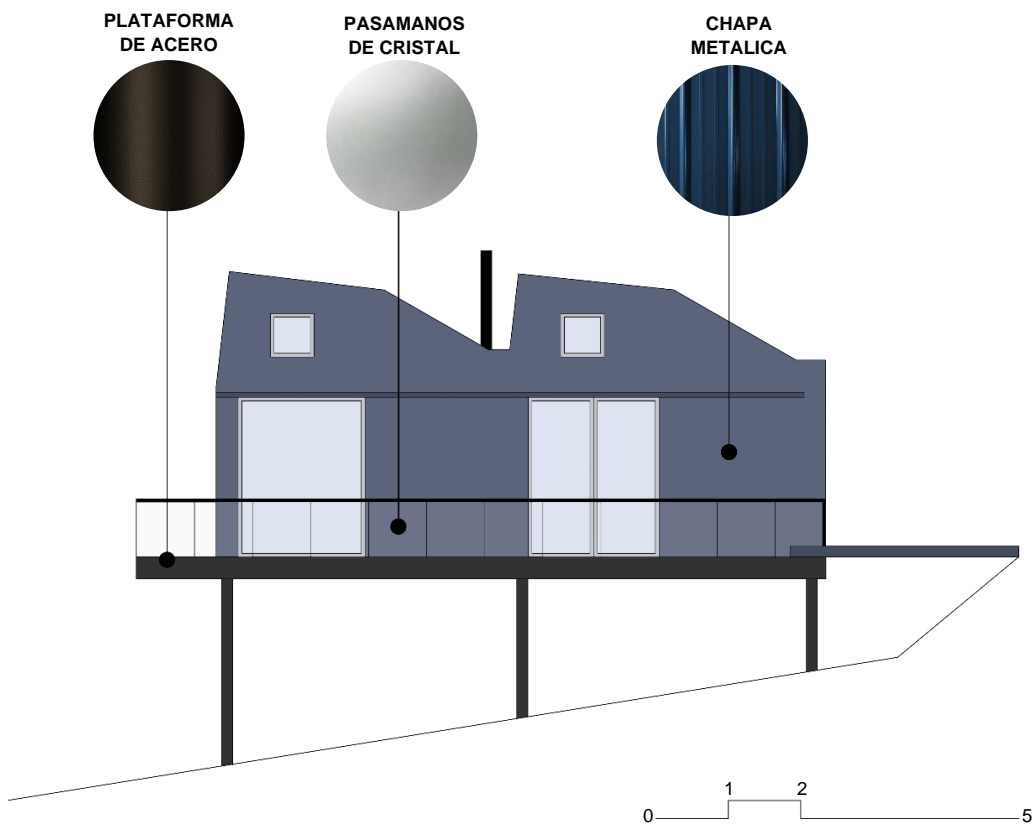


Figura 66: Redibujo de elevación de Casa Carupa

Fuente: Elaboración propia en base a; Bermúdez Arquitectos, 2024

f. Imágenes del proyecto



Figura 67: Vista exterior de Casa Carupa

Fuente: Bermúdez Arquitectos, 2024



Figura 68: Vista interior de Casa Carupa

Fuente: Bermúdez Arquitectos, 2024

3.2.4 Caso de estudio de Hormigón Armado Casa Finlandia / Escobedo Soliz Arquitectura



Figura 69: Vista exterior de Casa Finlandia

Fuente: Escobedo Soliz, 2025

a. Descripción general

La vivienda se ubica en Sierra Gorda de Guanajuato en México, es una vivienda de crecimiento progresivo construido en el año 2025 el proyecto actualmente cuenta con una única planta de 100 metros cuadrados que se proyecta a aumentarse una planta alta de similar área a futuro que estará destinada a un apartamento para alquiler.



Figura 70: Vista exterior de Casa Finlandia

Fuente: Escobedo Soliz, 2025

b. Descripción del sistema constructivo

La vivienda está elaborada con Hormigón armado y ladrillo visto como acabado, los elementos estructurales como dinteles están a la vista y no se les aplicó ningún acabado con la intención de generar una sensación de refugio, las puertas y ventanas se elaboraron en madera complementando al estilo constructivo de la vivienda y aumentando su estética. Para ocultar las columnas se utilizó una técnica de dobles muros conocida en México como enhuacalado que en el caso de la vivienda permitió facilitar las instalaciones eléctricas e hidrosanitarias y desarrollar tanto la estructura como el proyecto en general, por fases (ver Figura 71 y Figura 72).



Figura 71: Construcción de Casa Finlandia

Fuente: Escobedo Soliz, 2025



Figura 72: Construcción de Casa Finlandia

Fuente: Escobedo Soliz, 2025

c. Análisis formal

La vivienda se basa en cuatro módulos cerrados, tres de ellos son bloques de medidas similares y uno de ellos de forma rectangular, el proyecto resalta por su materialidad de ladrillo visto y por los dinteles que están a la vista, dándole estética al proyecto, que por la técnica constructiva del enhuacalado todos los elementos son robustos y gruesos, lo que aporta confort térmico a la vivienda por el grosor de los muros que ocultan las columnas y elementos constructivos como la losa maciza de hormigón (ver Figura 73).

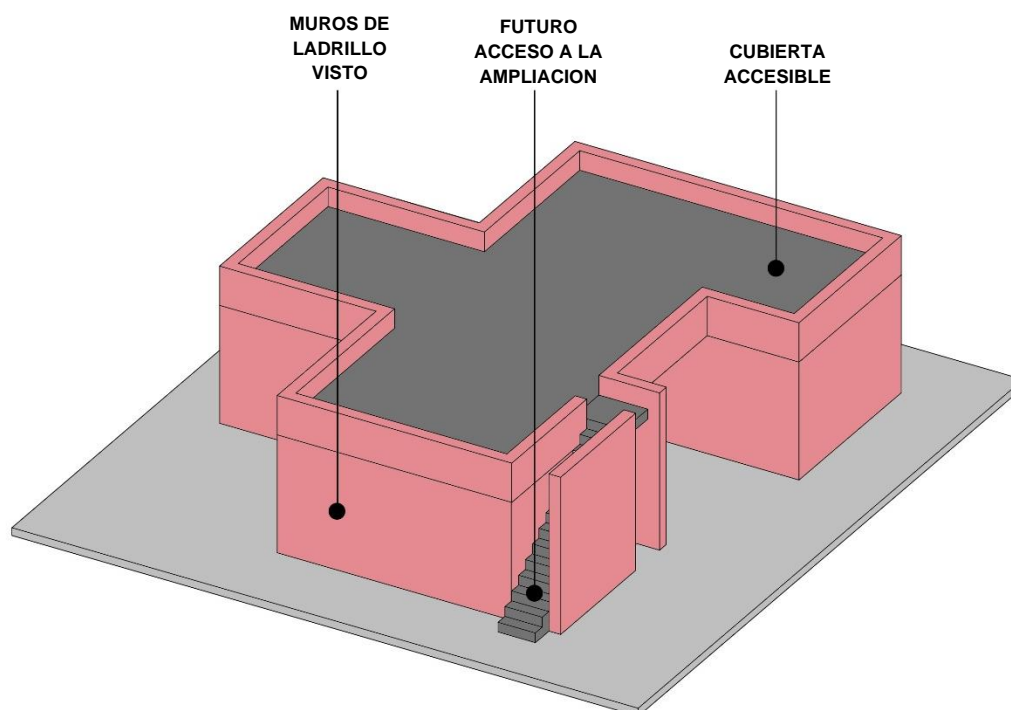


Figura 73: Esquema de la forma de Casa Finlandia

Fuente: Elaboración propia

d. Análisis funcional

La planta baja está destinada para el uso del propietario de la vivienda, pero está proyectado a aumentar como segunda planta un apartamento destinado a alquiler, la planta baja se accede a través de un patio, que se encuentra con 3 puertas, una lleva al área social donde hay una sala amplia, otra lleva a un pasillo donde están los espacios privados, en este caso un pasillo que comunica el baño, bodega y dormitorio único, por último la tercera puerta lleva a la cocina, comedor y lavandería, externamente junto al patio de acceso esta la escalera que llevara a la segunda planta que hasta su construcción, este espacio funciona como terraza (ver Figura 74).

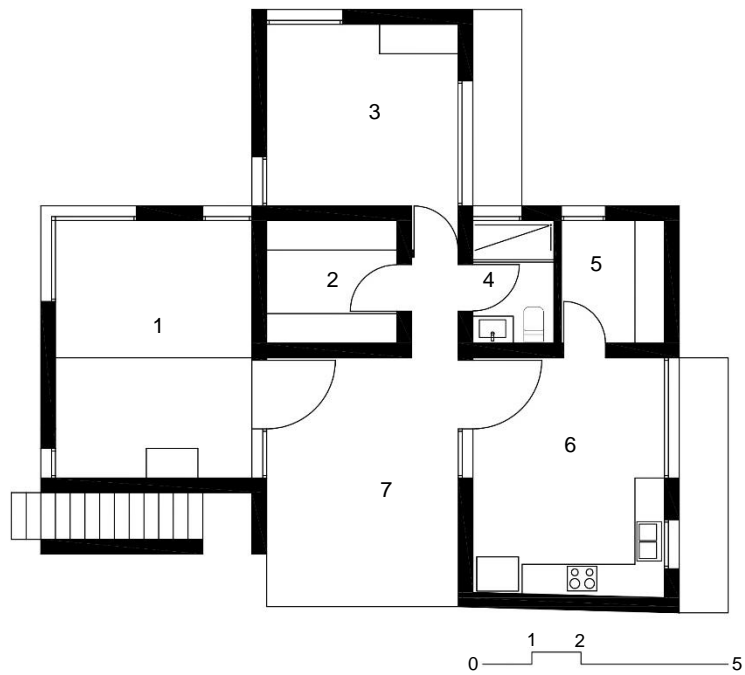


Figura 74: Redibujo de planta baja de Casa Finlandia

Fuente: Elaboración propia en base a; Escobedo Soliz, 2025

El apartamento planteado para la ampliación se accederá a través de las escaleras externas de la vivienda que permiten acceder directamente al área social, donde se encuentran sala comedor y cocina de áreas óptimas, esta área social se conecta a un pasillo que comunicara la habitación secundaria cuya área es adecuada para dos camas y cuenta con balcón y la habitación principal de tamaño óptimo, que comparte un baño con la habitación secundaria (ver Figura 75).

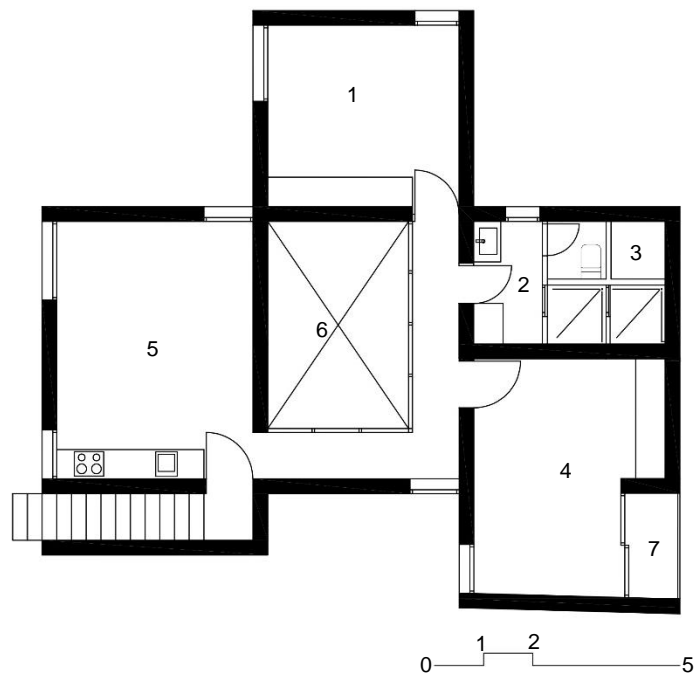


Figura 75: Redibujo de planta de ampliación de Casa Finlandia

Fuente: Elaboración propia en base a; Escobedo Soliz, 2025

Tabla 61: Cuadro de áreas

LISTA DE ESPACIOS Y AREAS			
PLANTA BAJA			
#	ESPACIO	AREA	AREA TOTAL
1	Sala	21,00m ²	92,69m ²
2	Bodega	6,62m ²	
3	Dormitorio	15,30m ²	
4	Baño	4,12m ²	
5	Lavandería	5,25m ²	
6	Cocina	18,85m ²	
-	Circulación	7,40m ²	
6	Acceso	14,15m ²	14,15m ²
PLANTA DE AMPLIACION			
1	Dormitorio principal	14,30m ²	83,52m ²
2	Baño compartido	8,00m ²	
3	Bodega	1,30m ²	
4	Dormitorio 2	16,55m ²	
5	Área social (sala comedor y cocina)	20,10m ²	
-	Circulación	8,95m ²	14,32m ²
6	Terraza	12,10m ²	
7	Balcón	2,22m ²	
AREA TOTAL SIN AMPLIACION Y SIN ESPACIOS EXTERNOS			92,69m ²
AREA TOTAL DE ESPACIOS EXTERNOS SIN AMPLIACION			14,15m ²
AREA TOTAL SIN AMPLIACION			106,84m ²
AREA DE AMPLIACION SIN ESPACIOS EXTERNOS			83,52m ²
AREA TOTAL DE ESPACIOS EXTERNOS DE AMPLIACION			14,32m ²
AREA TOTAL DE AMPLIACION			97,84m ²
AREA TOTAL			204,68m ²

Fuente: Elaboración propia

e. Secciones, detalles y materialidad

Las dimensiones de la vivienda son óptimas con el área suficiente para una o dos personas, las alturas de los espacios son las ideales para el confort térmico de la vivienda, en el caso de la sala, se cuenta con un desnivel de 30 cm que da más altura al espacio. En el caso de la ampliación el principio es el mismo, pero se le integra una terraza en el área central que permite mayor iluminación

al interior y un espacio de interacción adicional, ya que esta ampliación está destinada a una familia (ver Figura 76).

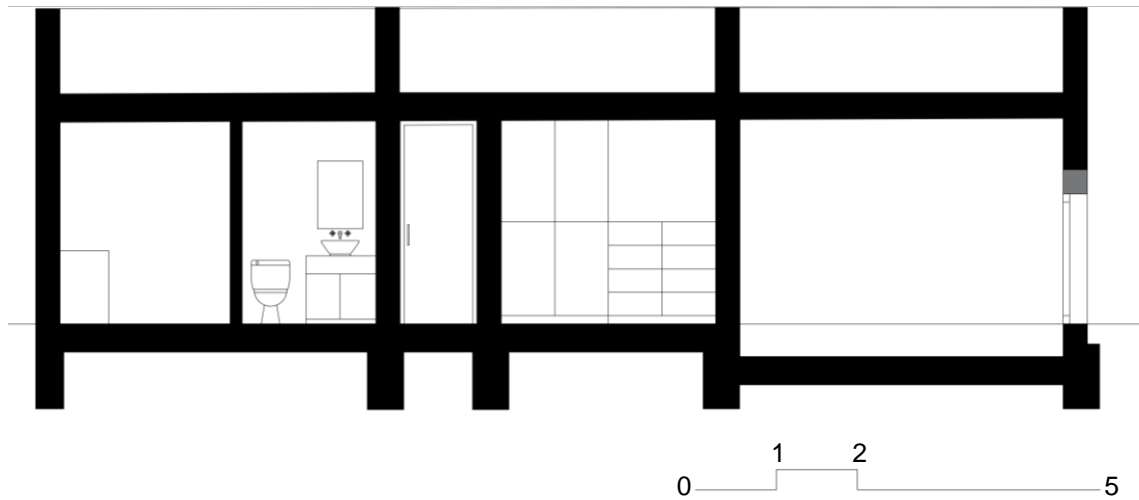


Figura 76: Redibujado de sección de Casa Finlandia

Fuente: Elaboración propia en base a; Escobedo Soliz, 2025

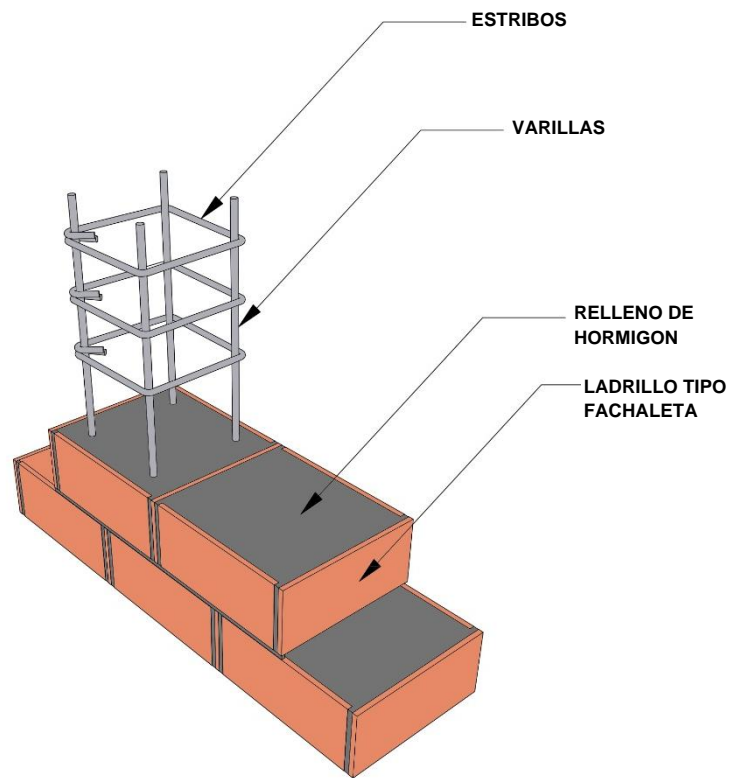


Figura 77: Detalle constructivo de hormigón armado empleando el sistema de enhuacalado

Fuente: Elaboración propia

La materialidad resalta por la uniformidad en el uso del ladrillo visto, aplicado en todos los muros como elemento principal. También destacan los dinteles expuestos, que, a diferencia de las vigas y columnas ocultas en los muros, se muestran en la fachada como elemento estético (ver Figura 78).

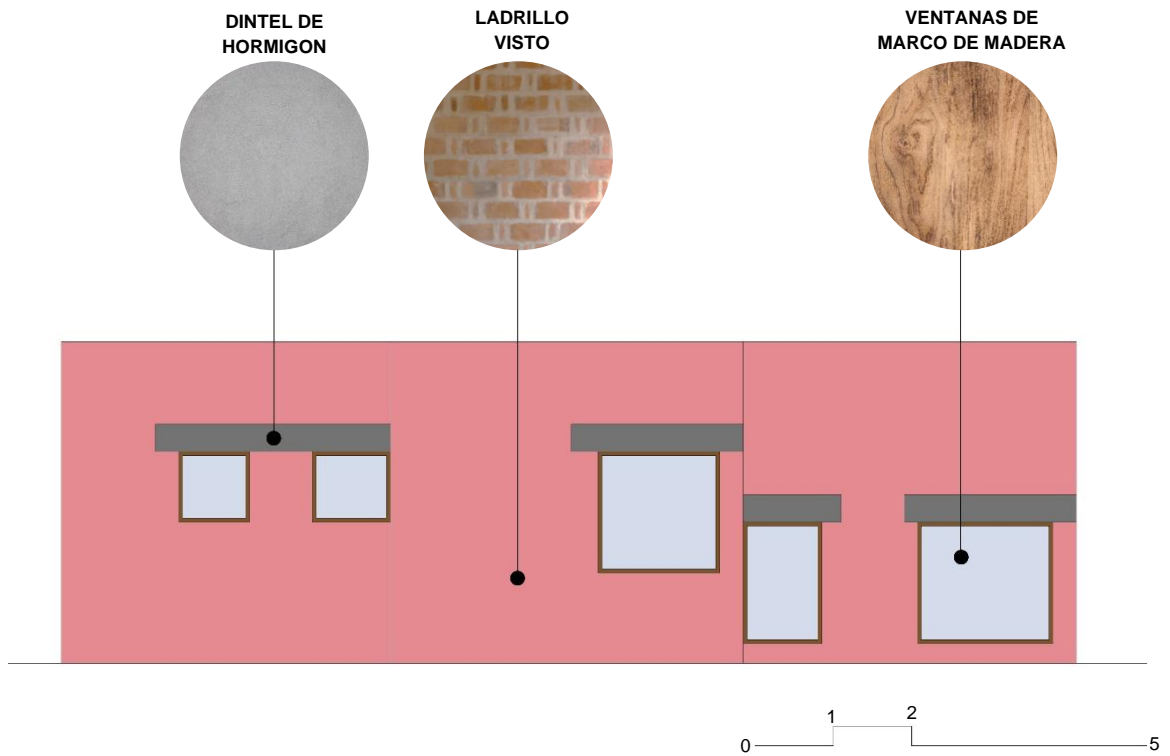


Figura 78: Elevación con materialidad de Casa Finlandia

Fuente: Elaboración propia

f. Imágenes del proyecto



Figura 79: Comedor de Casa Finlandia

Fuente: Escobedo Soliz, 2025



Figura 80: Exteriores de Casa Finlandia

Fuente: Escobedo Soliz, 2025

g. Conclusión de casos de estudio Casa Carupa y Casa Finlandia

Los casos de estudio casa Carupa y casa Finlandia demostraron y aportaron valor a la comparativa gracias a que en ambos casos, se buscó crear un proyecto flexible, que en ambos sistemas constructivos tanto *Steel Framing* como hormigón armado se planificó una ampliación a futuro, que por sistema constructivo varía su complejidad, se pudo observar que en el *Steel Framing* no se puede utilizar la estructura como elemento estético, y que el valor estético depende de los acabados; a diferencia del hormigón armado que toma ventaja por permitir mostrar los elementos de hormigón armado, como elemento estético y parte del estilo del proyecto.

3.2.5 Aporte de los casos de estudio Casa Pasargada, Casa Mashar, Casa Carupa y Casa Finlandia

Todos los casos de estudio aportaron al tema de investigación, demostrando que en ambos sistemas se pueden obtener buenos resultados y utilizar múltiples acabados; en el hormigón armado se pudo evidenciar que se pueden usar los elementos estructurales como parte estética del diseño, vigas en el caso de Casa Mashar y componentes como juntas, dinteles y morteros en el caso del ladrillo visto de la Casa Finlandia, aspecto que el *Steel Framing* no puede lograr. También el aporte más importante fueron las técnicas constructivas en el caso del *Steel Framing* se puede evidenciar flexibilidad y facilidad en cuanto a las formas que se pueden obtener como en el caso de Casa Carupa cuya forma sería muy compleja de lograr en el hormigón armado. En cuanto a la flexibilidad se pudo observar que en el caso de los proyectos Casa Carupa y Casa Finlandia la posibilidad de ampliación y adaptabilidad a nuevas necesidades es un factor totalmente aplicable en ambos sistemas. La facilidad constructiva tanto en estructura como en montaje es una ventaja en la que sobresale el *Steel Framing* y en el caso del hormigón armado, aunque los tiempos sean mayores y la facilidad de construcción más compleja, una ampliación es totalmente viable.

3.3 Ventajas y desventajas del Steel Framing y hormigón armado

3.3.1 Ventajas y desventajas

Posterior al análisis y comparativas, ambos sistemas han demostrado ser viables para la construcción de viviendas unifamiliares; en el caso del *Steel Framing* ha sido el que más ha resaltado entre los dos en varios aspectos que se compararon, demostrando que este sistema es una alternativa viable, que debería ser tomado en cuenta para la construcción de viviendas.

Según Vallejos, 2021 algunas de las ventajas y desventajas del *Steel Framing* y hormigón armado más importantes son:

3.3.2 Ventajas de Steel Framing

- **Componentes:** Todos los componentes del *Steel Framing* como perfiles y placas tienen medias estandarizadas, lo que facilita procesos y permite una construcción más eficiente.
- **Estructura:** Los perfiles de acero galvanizado tienen una resistencia comprobada y medidas y procesos de fabricación regulados lo que resulta en una resistencia estructural garantizada.
- **Peso:** El sistema emplea materiales y componentes livianos y fácilmente manipulables y transportables, lo que facilita el montaje de la estructura y demás procesos.
- **Continuidad de paneles:** Al ser un sistema que reemplaza elementos estructurales tradicionales por montantes y soleras, evita elementos estructurales que sobresalen de los paneles, permitiendo espacios más amplios y una mejor estética.
- **Sismos:** Empleando las técnicas de rigidización y procesos correctamente, es un sistema ligero lo que reduce la probabilidad de daños, ya que el impacto del sismo es proporcional al peso de una construcción.
- **Instalaciones:** Tanto las instalaciones eléctricas e hidrosanitarias son mucho más fáciles de montar ya que los perfiles de acero galvanizado suelen contar con perforaciones que permiten el paso de tuberías y accesorios.
- **Tiempo de construcción:** Es un sistema que emplea componentes ligeros y procesos optimizados lo que reduce considerablemente los tiempos de construcción.
- **Remodelaciones:** Al ser fácilmente desmontable permite que cualquier remodelación, ampliación o modificación sea mucho más sencilla y eficiente.
- **Ubicación de la edificación:** Los componentes son resistentes a factores como la humedad sobre todo los perfiles al contar con un galvanizado, esto resulta en que este sistema es aplicable en cualquier zona geográfica, tomando en consideración la aplicación de aislamientos y acabados adecuados según la zona.
- **Reparaciones:** Cualquier reparación en instalaciones eléctricas o hidrosanitarias es sencilla debido al fácil desmontaje de los paneles.

3.3.3 Desventajas del Steel Framing

- **Inversión inicial:** La inversión inicial en varias etapas es mayor debido a que se debe adquirir la cantidad de materiales adecuados.
- **Capacitación de la mano de obra:** En Ecuador al ser un sistema relativamente nuevo no existe una mano de obra totalmente capacitada en construir con este sistema.
- **Normativa:** En Ecuador el sistema no cuenta con una normativa completa por lo que la aplicación de este sistema es limitada.
- **Percepción de la población:** En Ecuador el *Steel Framing* se percibe como un sistema desconfiable por su ligereza y uso de placas de gypsum por lo que actualmente las personas y algunos profesionales prefieren aplicar hormigón armado o acero estructural y materiales sólidos como el ladrillo o bloque.

3.3.4 Ventajas del hormigón armado

- **Muros:** A diferencia del *Steel Framing* los muros ladrillo o bloque no requieren de materiales o capas de aislamiento para mejorar el confort térmico.
- **Resistencia:** El hormigón armado incrementa el peso de la estructura por lo que es ideal en países con riesgo de huracanes, en el caso de sismos también demuestra resistencia y capacidad de evitar deformaciones.
- **Forma:** Al existir mayor capacitación por parte de la mano de obra y profesionales de la construcción se pueden construir formas arquitectónicas complejas como arcos y algunos ornamentos.
- **Mantenimiento:** La frecuencia de mantenimiento es casi nula, siendo muy baja la necesidad de realizar mantenimiento en las estructuras especialmente de viviendas.

3.3.5 Desventajas del hormigón armado

- **Tiempo de construcción:** Es un sistema con procesos largos y complejos que requieren de mucho tiempo, especialmente por el armado de encofrado y los tiempos de espera para fraguado y los tiempos de curado.
- **Sismo:** Al ser un sistema pesado en zonas sísmicas para conseguir la sismo resistencia adecuada se deben elaborar elementos estructurales de mayor dimensión o con refuerzos en la armadura lo que incrementa costos y puede afectar la funcionalidad y estética de espacios.
- **Reparaciones:** En caso de reparaciones de instalaciones hidrosanitarias o eléctricas se requiere de procesos de albañilería como picado de paredes y su posterior reparación lo que resulta en reparaciones complejas, tardadas y en varios casos costosas.
- **Remodelaciones:** Cualquier modificación o remodelación es muy complejo debido a procesos como tumbado de muros o elaboración de nuevos elementos estructurales o refuerzos.

3.3.6 Vivienda VIP

Las viviendas VIP o vivienda de interés público, son propiedades cuyo valor va desde los 178,01 a 229,00 salarios básicos, se diferencian de las viviendas VIS o viviendas de interés social en el ámbito de que las primeras están destinadas a cualquier persona que va a adquirir su primera vivienda, y que su salario no supera los 6,34 salarios básicos, mientras que las segundas, están destinadas a grupos vulnerables y su valor no supera los 178,00 salarios básicos.

3.3.7 Características y requerimientos de viviendas VIP

- Solo están destinadas a personas que van a adquirir su primera vivienda.
- Su valor no supera los 229,00 salarios básicos y los créditos no superan el 5% de interés y suelen ser de 20 a 25 años plazo.
- La vivienda debe cumplir y respetar las normas NEC (Norma Ecuatoriana de la construcción), INEN (Normas Técnicas del Servicio Ecuatoriano de Normalización) y las normativas de construcción y planificación locales.
- La vivienda debe estar 100% terminada con acabados y carpintería completa (cubiertas, puertas, ventanas, pisos antideslizantes, muros terminados con filos definidos y vistas que guarden protección).
- Debe contar con mobiliarios fijos como muebles bajos y altos de cocina, armarios en todos los dormitorios (dimensiones según normativa local), baños con piezas sanitarias y grifería completa.
- Los predios de las viviendas VIP suelen ser terrenos de medianas y grandes áreas que son lotizados garantizando el espacio mínimo y legal para construir las unidades de vivienda, generalmente suelen ser predios de entre 90 y 150 m².

3.3.8 Análisis de vivienda VIP en Cuenca, Condominio Colinas de Racar

El proyecto corresponde a un grupo de tres casas ubicadas en la ciudad de Cuenca en el sector de Racar, en la calle Fernando Andrade Aguilar, cada vivienda cuenta con tres plantas y espacios como sala, comedor, cocina y baño social en planta baja, dos dormitorios, dos baños y una bodega en planta alta y un dormitorio con terraza, baño privado y sala de estar en la segunda planta alta.



Figura 81: Render del condominio Colinas de Racar

Fuente: GP Constructora del Sur, 2024

a. Plantas arquitectónicas y cuadro de áreas

En las plantas arquitectónicas (ver Figura 82) se pueden observar aspectos funcionales a mejorar y elementos estructurales como columnas, que obstaculizan el espacio disponible e interfiere con la estética de los espacios interiores, en las escaleras existe un doble muro para evitar que elementos como vigas, interfieran en la circulación vertical, pero que restan espacio. Se evidencia que los armarios de los dormitorios tienen un tamaño muy limitado y que la posición de las ventanas de los dormitorios no garantiza totalmente la privacidad (ver Tabla 62).

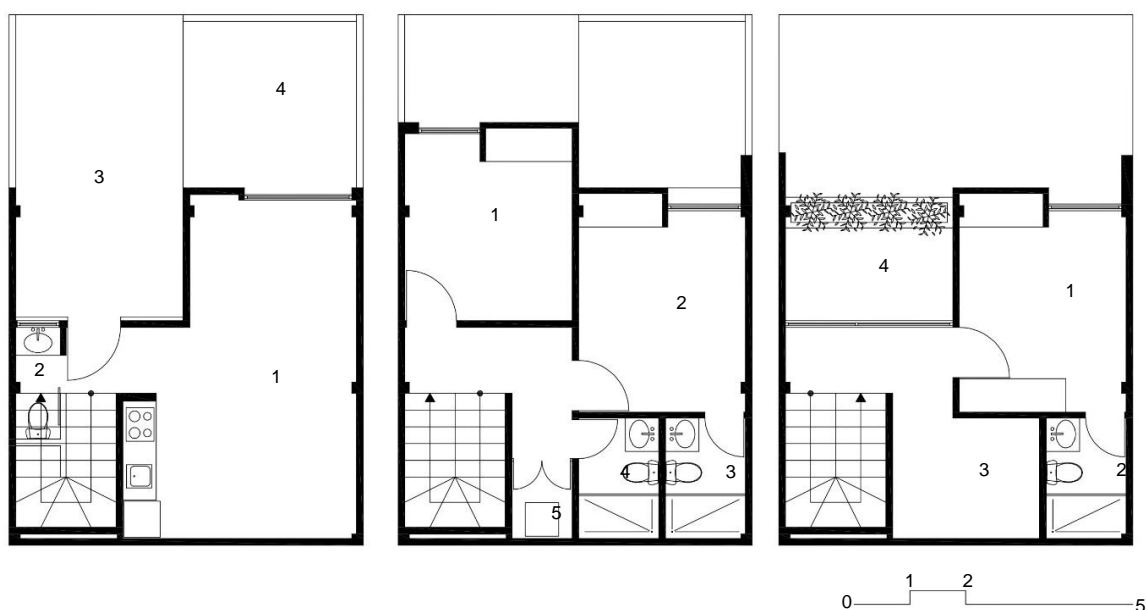


Figura 82: Redibujo de plantas actuales de unidad de vivienda del Condominio Colinas de Racar

Fuente: Elaboración propia en base a; Proyecto Colinas de Racar, 2025

b. Cuadro de áreas

Tabla 62: Cuadro de áreas

LISTA DE ESPACIOS Y AREAS			
PLANTA BAJA			
#	ESPACIO	AREA	AREA TOTAL
1	Sala, comedor y cocina	21,90m ²	28,95m ²
4	Baño social	1,58m ²	
-	Circulación	5,47m ²	
5	Garaje	16,23m ²	25,73m ²
6	Patio	9,50m ²	
PRIMERA PLANTA ALTA			
1	Dormitorio 1	10,15m ²	38,17m ²
2	Dormitorio 2	11,18m ²	
3	Baño 1	3,09m ²	
4	Baño 2	3,10m ²	

5	Lavandería	1,55m ²	
-	Circulación	9,10m ²	
SEGUNDA PLANTA ALTA			
1	Dormitorio 3	11,18m ²	28,27m ²
2	Baño 3	3,09m ²	
3	Sala de estar	5,69m ²	
-	Circulación	8,31m ²	
4	Terraza	6,60m ²	6,60m ²
AREA TOTAL SIN ESPACIOS EXTERNOS			95,39m ²
AREA TOTAL DE ESPACIOS EXTERNOS			32,33m ²
AREA TOTAL			127,72m ²

Fuente: Elaboración propia

c. Elevación

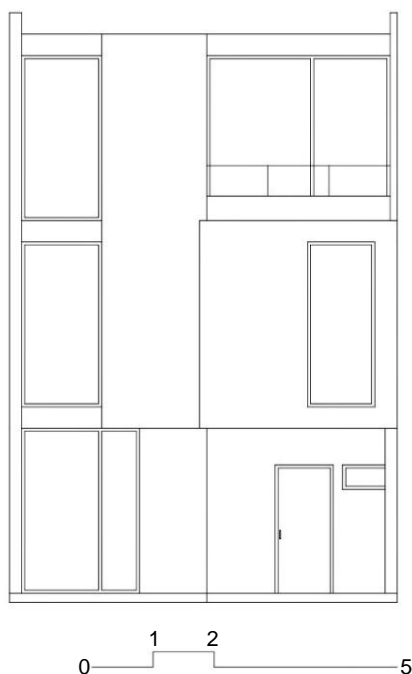


Figura 83: Redibujado de elevación de unidad de vivienda Colinas de Racar

Fuente: Elaboración propia en base a; Proyecto Colinas de Racar, 2025

d. Costo de las viviendas

El condominio Colinas de Racar cuenta con 3 viviendas y dos tipologías, 2 viviendas iguales y una vivienda esquinera de mayor área, todas con 3 plantas, las 2 viviendas iguales tienen un valor de 99000 dólares y la vivienda esquinera tiene un valor de 105000 dólares. La materialidad de las viviendas en fachada se limita a pintura en tonos blancos y grises. A nivel de diseño se observa que en el acceso, el muro iba a tener un elemento decorativo tipo entirado, que ocultaría la puerta del acceso principal, elemento que no se aplicó en la construcción final (ver Figura 84).



Figura 84: Fotografía del estado actual del proyecto Colinas de Racar

Fuente: Proyecto Colinas de Racar, 2025

3.3.9 Conclusión

El proyecto de Colinas de Racar, consigue distribuir los espacios según las necesidades mínimas para los futuros habitantes, pero, debido al sistema constructivo de hormigón armado, se ve comprometida la distribución interior por elementos estructurales, aspecto que perjudica a la vivienda por el reducido tamaño disponible para una distribución espacial óptima y cómoda.

CAPITULO 4

RESULTADOS Y
DISCUSIÓN

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Propuesta de mejora de vivienda de Colinas de Racar

Una vez analizadas la vivienda VIP “Colinas de Racar” se identificaron múltiples desventajas, como la necesidad de limitar el área de ciertos espacios, y la discontinuidad de muros a causa de las columnas que sobresalían, afectando la funcionalidad y estética, también se observó que el tamaño de los armarios era mínimo. Gracias a estas observaciones se genera una propuesta donde se corrigieron las limitaciones del proyecto elaborado con hormigón armado.

4.1.1 Descripción

Se eliminaron las columnas que sobresalían en los muros restando espacio útil y obstaculizando al mobiliario, también se eliminó un doble muro que tenía la función de evitar que una viga limite la circulación en la escalera, consiguiendo ampliar la circulación, otro cambio fue mover la cocina a una posición que permitió mejorar el almacenamiento y desarrollo de actividades, aunque este cambio compromete el tamaño y configuración del comedor. En la segunda planta se reconfiguro la circulación y accesos evitando que las escaleras por su configuración afecten a la privacidad y comodidad de una de las habitaciones y mejorando la conexión entre una habitación y el baño. También se reubicaron y ampliaron los armarios y se eliminaron los muros que en el diseño original tenían una función estética y de empotrar el armario. En la tercera y última planta se cambió la posición de una jardinera consiguiendo una terraza más amplia y en la habitación se generó un elemento que empotra a un armario consiguiendo un mayor espacio de almacenamiento (ver Figura 85).

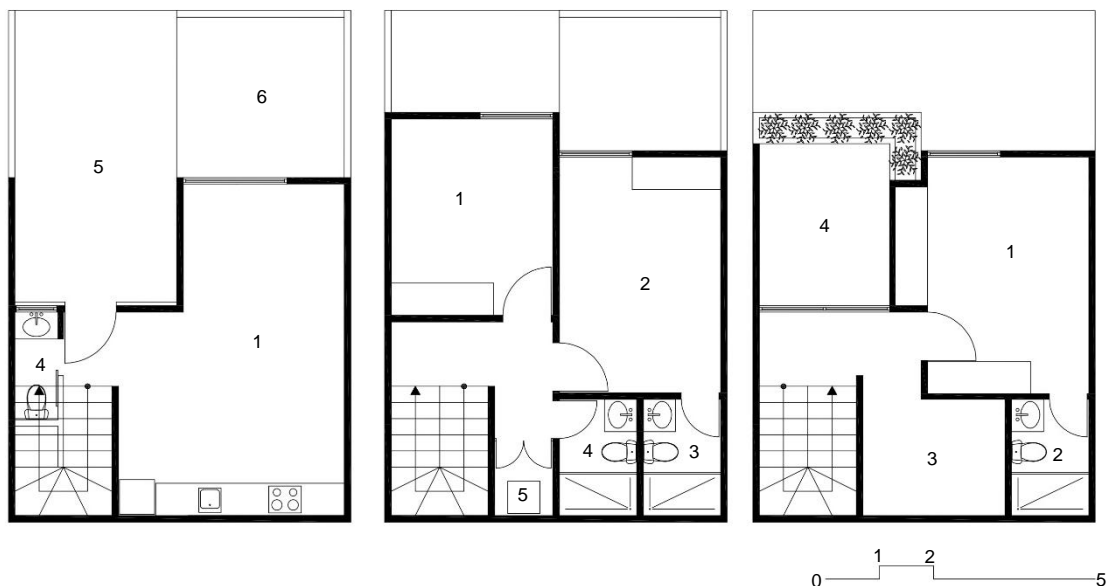


Figura 85: Plantas arquitectónicas de la propuesta de mejora para el proyecto Colinas de Racar

Fuente: Elaboración propia

Tabla 63: Cuadro de espacios y áreas de la propuesta de mejora de una unidad de vivienda de Colinas de Racar

LISTA DE ESPACIOS Y AREAS			
PLANTA BAJA			
#	Espacio	AREA	AREA TOTAL
1	Sala, comedor y cocina	22,95m ²	29,68m ²
4	Baño social	1,60m ²	
-	Circulación	5,13m ²	
5	Garaje	16,23m ²	25,73m ²
6	Patio	9,50m ²	
PLANTA ALTA			
1	Dormitorio 1	10,95m ²	40,75m ²
2	Dormitorio 2	13,09m ²	
3	Baño 1	3,10m ²	
4	Baño 2	3,10m ²	
5	Lavandería	1,55m ²	
-	Circulación	8,96m ²	
SEGUNDA PLANTA ALTA			
1	Dormitorio 3	14,48m ²	31,94m ²
2	Baño 3	3,10m ²	
3	Sala de estar	5,69m ²	
-	Circulación	8,67m ²	
4	Terraza	9,48m ²	9,48m ²
AREA TOTAL SIN ESPACIOS EXTERNOS			102,37m ²
AREA TOTAL DE ESPACIOS EXTERNOS			35,21m ²
AREA TOTAL			137,58m ²

Fuente: Elaboración propia

4.1.2 Conclusión

Aprovechando las ventajas del *Steel Framing* como el aspecto de eliminar elementos estructurales que sobresalen de los muros y aumentar los voladizos considerando que el precio no incrementa al emplear este sistema, se lograron ampliar y optimizar algunos espacios como los dormitorios y la terraza, consiguiendo incrementar el área total de la vivienda en aproximadamente 10m². Esto demuestra que el *Steel Framing* es un sistema viable para viviendas mínimas que permitiría generar proyectos más cómodos y desarrollar estos proyectos en un menos tiempo, con mayor eficiencia, menos complejidad y con un impacto ambiental menor.

4.2 Propuesta de vivienda empleando Steel Framing

4.2.1 Introducción

La unidad de vivienda está planteada en un terreno de 6,50m x 18,25m (118,62m²) área óptima para viviendas VIP en la ciudad de Cuenca. El proyecto se diseñó tomando en cuenta necesidades mínimas, y aprovechando las ventajas del *Steel Framing* para obtener espacios más amplios, y en cuanto a precio, este se reduce, pudiendo mejorar las condiciones y comodidades de la vivienda. La materialidad empleada fue con acabados de fibrocemento, con textura y placas metálicas en el voladizo de la vivienda, permitiendo una mejor estética.

4.2.2 Aspectos funcionales

La unidad de vivienda propuesta se basa en los espacios y características de proyectos de vivienda de interés público, como espacios básicos en este caso sala, comedor, cocina, baño social, espacios de servicio y garaje en primera planta y tres dormitorios y dos baños en planta alta proyectando esta unidad de vivienda a una familia integrada por tres o cuatro miembros.

Se planteó una zonificación donde en planta baja se genere un concepto abierto donde sala comedor y cocina tengan una conexión directa permitiendo una optimización de los espacios y una circulación eficiente dejando agrupados los espacios como acceso, baño social y circulación vertical en un solo. Los espacios externos proyectados son un garaje aprovechando el retiro frontal y un patio con lavandería integrada aprovechando el retiro posterior.

La planta alta que se accede a través de la circulación vertical se zonificó planteando un dormitorio principal de área óptima orientada hacia el frente de la vivienda con un baño privado y dos dormitorios secundarios de área óptima, orientados hacia la parte posterior con un baño compartido.

A nivel de sección se diseñaron los espacios con alturas cómodas de 2,50m tanto en planta baja como en planta alta, en el caso de la escalera, se aumentó la altura dándole más amplitud y permitiendo un vano que es un elemento estético que contribuye con la iluminación natural de los espacios (ver Anexos).

4.2.3 Plantas arquitectónicas

La planta baja integra los siguientes espacios externos: garaje, lavandería y patio. En cuanto a los espacios interiores se diseñaron con áreas óptimas en este caso sala, comedor, cocina con desayunador, baño social y circulación. La segunda planta integra tres dormitorios, uno principal de mayor área y con baño privado y dos dormitorios secundarios con baño compartido, donde por motivos de espacio se integraron 2 tipos de armarios; uno de medidas estándar (60cm de profundidad) y uno tipo estantería de 40cm de profundidad para almacenar zapatos, mochilas, accesorios o juguetes en caso de niños. A nivel de cubierta esta es inclinada empleando cerchas prefabricadas mismas que por sus características permite medidas compactas y por lo tanto se pudo ocultar la cubierta en la fachada (ver Anexos).

4.2.4 Predio

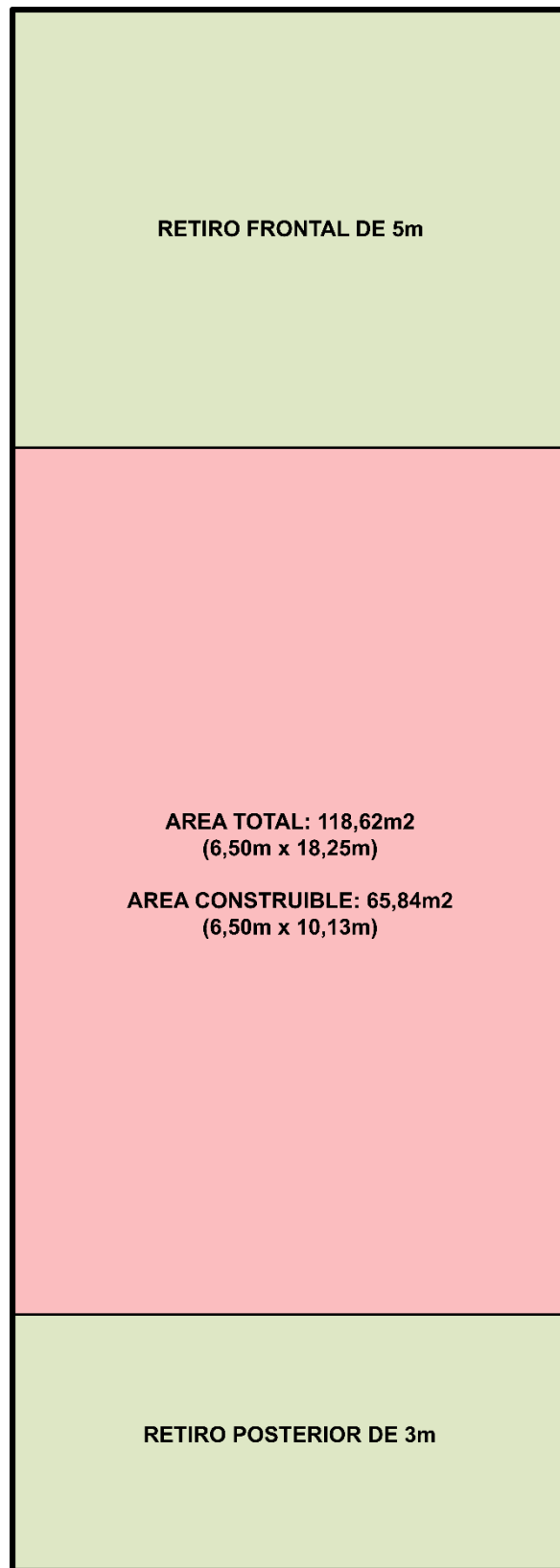


Figura 86: Predio destinado al anteproyecto

Fuente: Elaboración propia

4.2.5 Zonificación funcional de planta baja

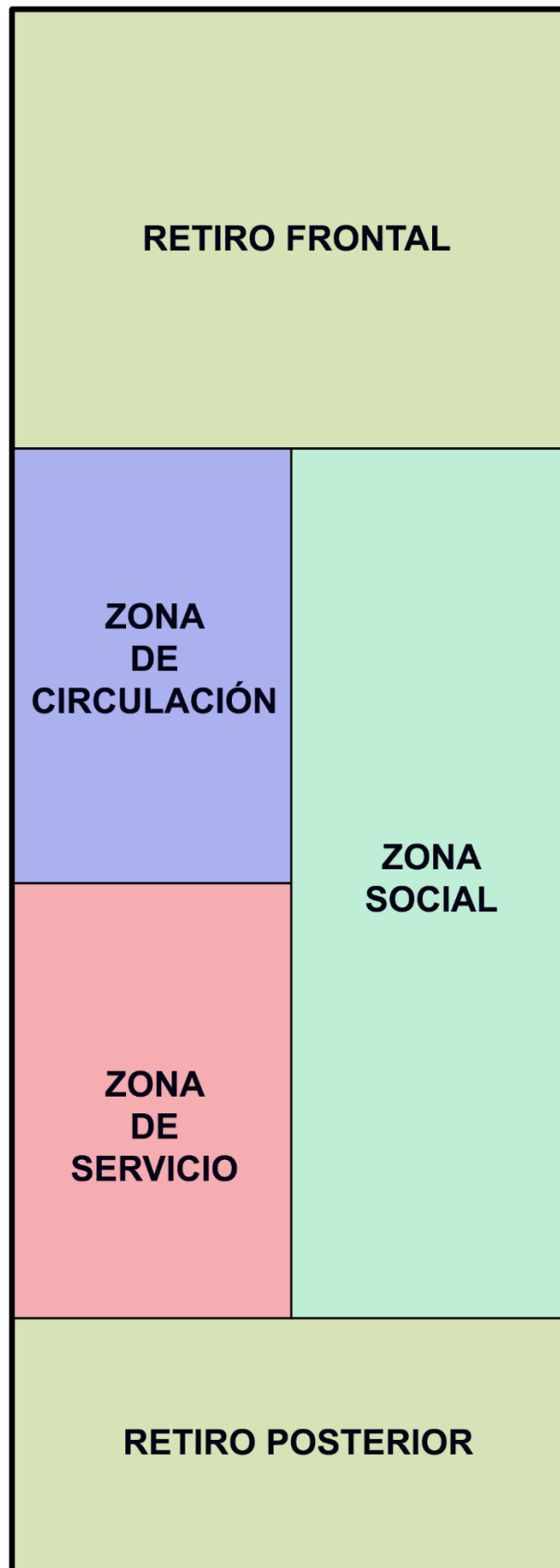


Figura 87: Zonificación funcional de planta baja

Fuente: Elaboración propia

4.2.6 Zonificación funcional de planta alta

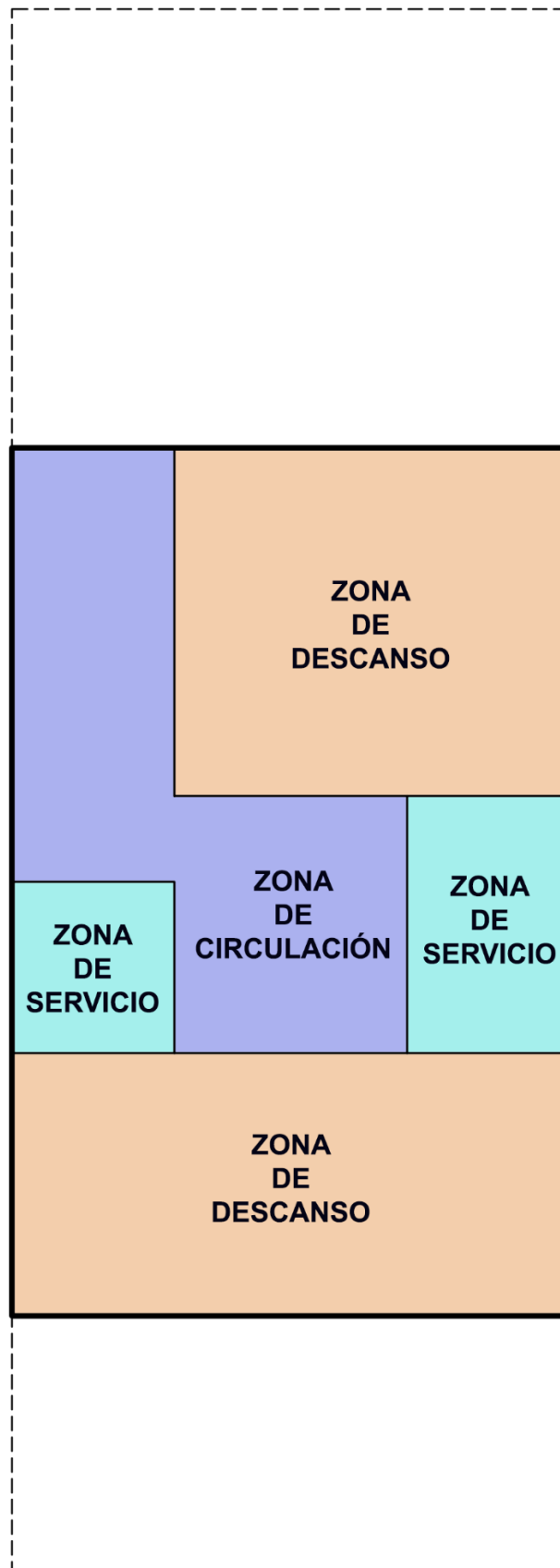


Figura 88: Zonificación funcional de planta alta

Fuente: Elaboración propia

4.2.7 Zonificación según nivel de privacidad de planta baja

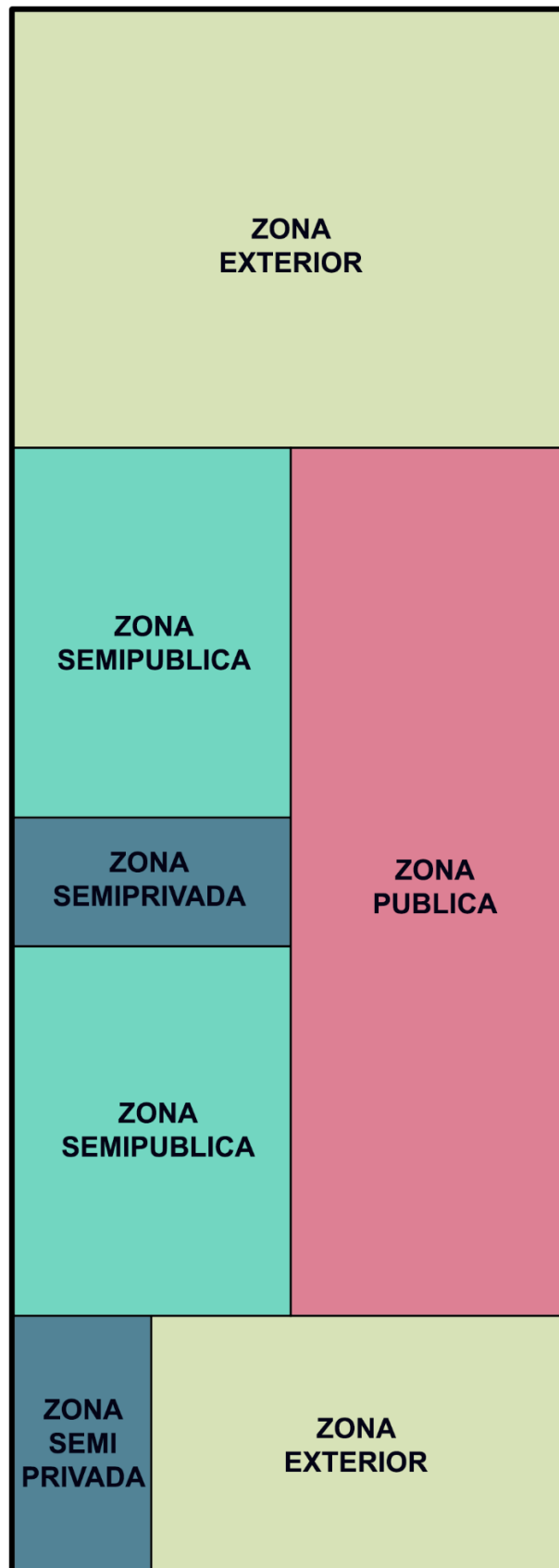


Figura 89: Zonificación según nivel de privacidad de planta alta

Fuente: Elaboración propia

4.2.8 Zonificación según nivel de privacidad de planta alta

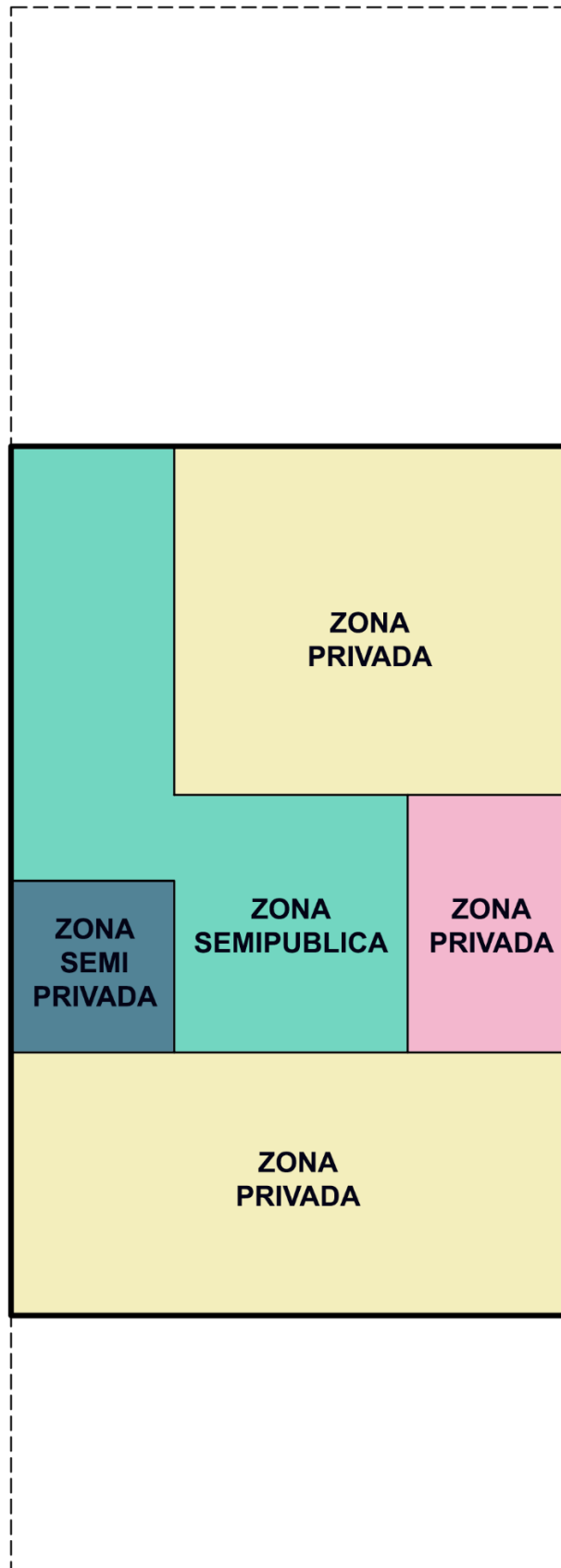


Figura 90: Zonificación según nivel de privacidad de planta alta

Fuente: Elaboración propia

4.2.9 Zonificación según actividades

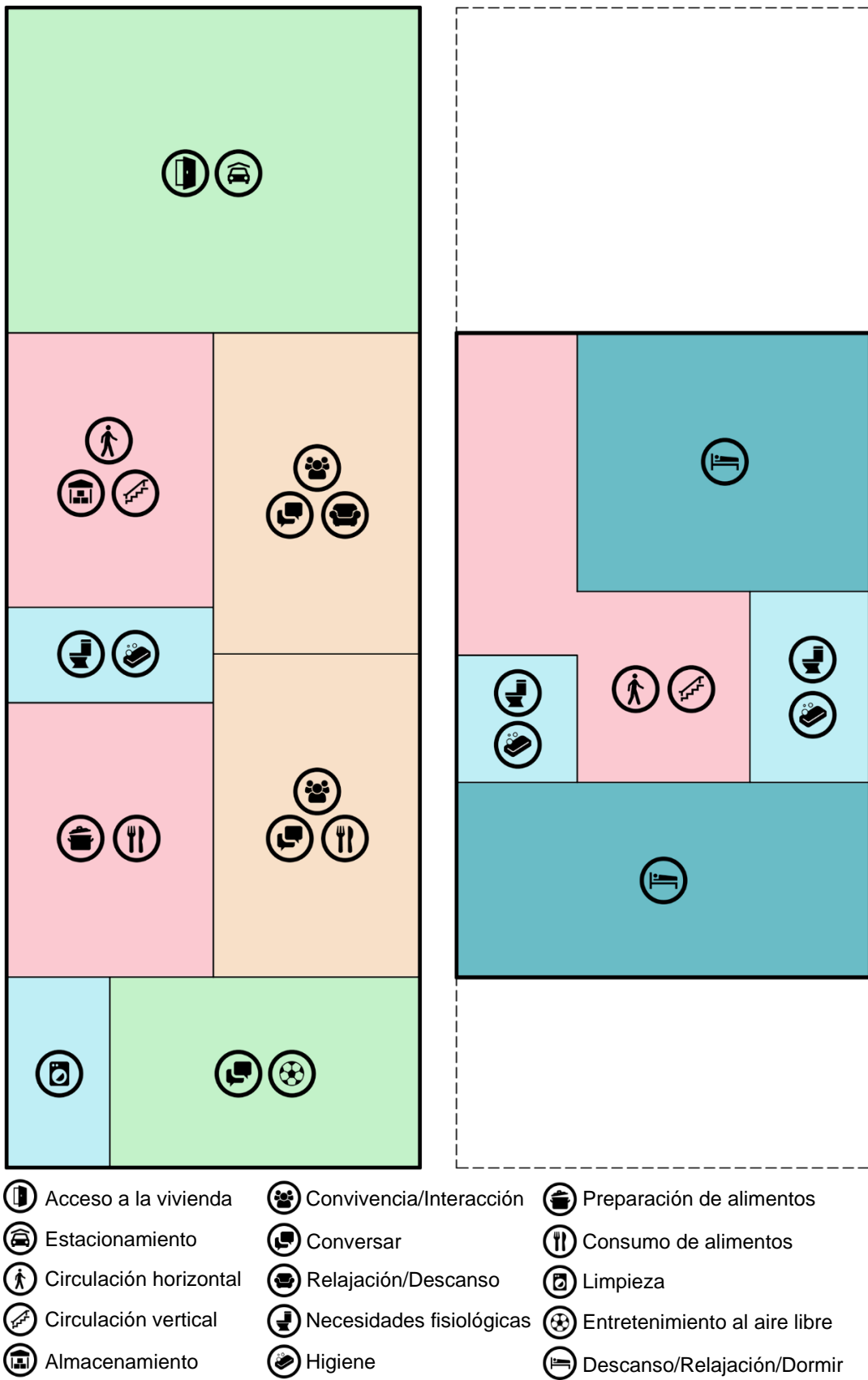


Figura 91: Zonificación según actividades

Fuente: Elaboración propia

4.2.10 Zonificación de espacios en planta baja

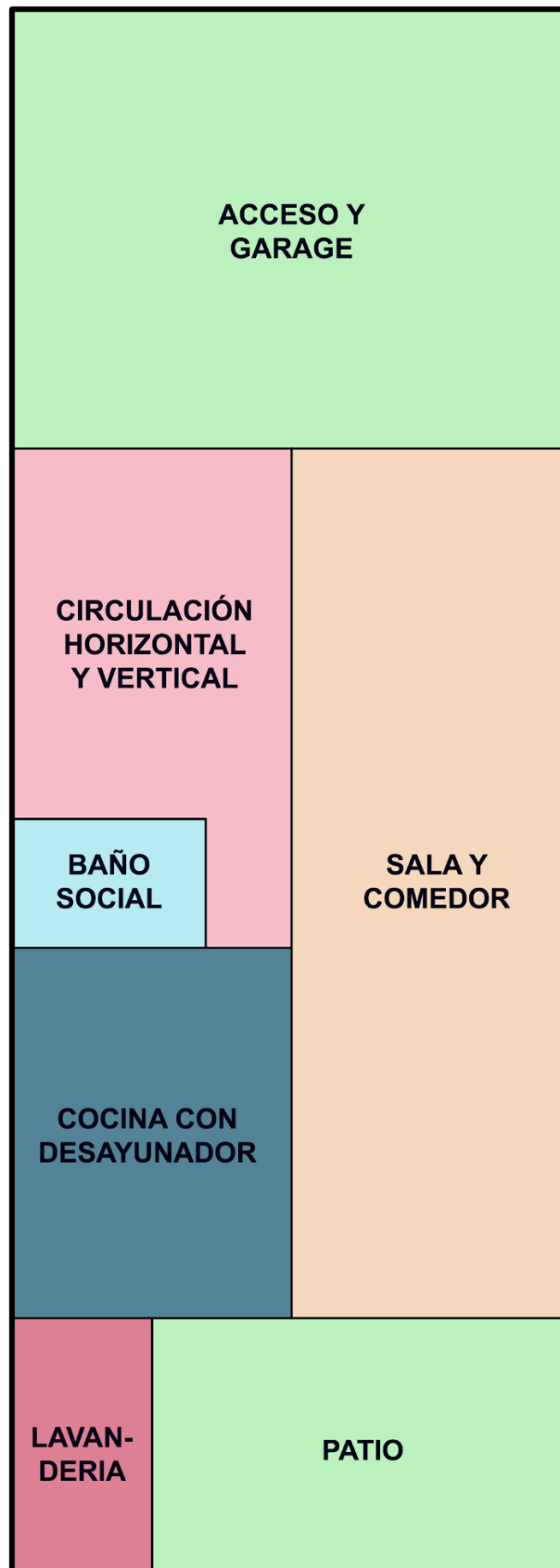


Figura 92: Zonificación de espacios en planta baja

Fuente: Elaboración propia

4.2.11 Zonificación de espacios en planta alta

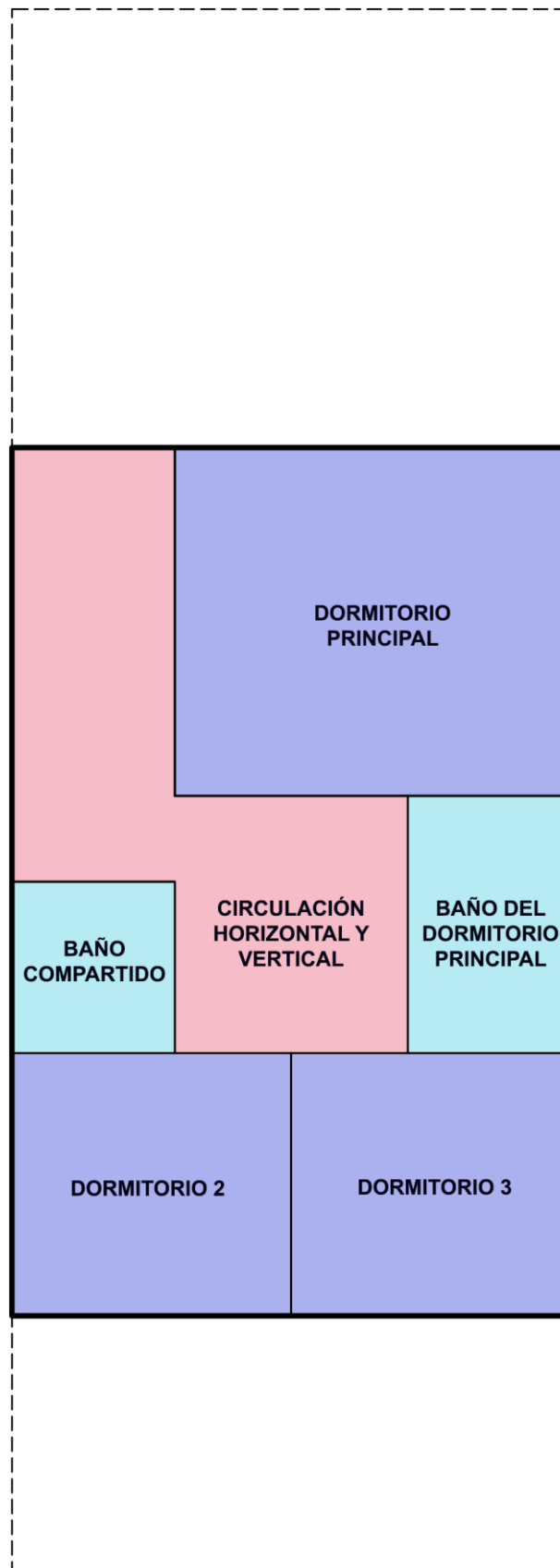


Figura 93: Zonificación de espacios en planta alta

Fuente: Elaboración propia

4.2.12 Organigramas

El presente organigrama presenta una optimización de espacios donde se prioriza la circulación y conexión directa entre espacios, como se puede ver entre la sala comedor y cocina, donde se pensó en conectarlos a través de una circulación horizontal, que comienza en el garaje y conecta circulación vertical, baño social, cocina, sala y comedor. Finalmente, en planta alta se prioriza que los dormitorios secundarios sean iguales en área y que tengan una circulación de fácil acceso al baño compartido, y en el caso del dormitorio principal, una conexión con puerta, al baño privado.

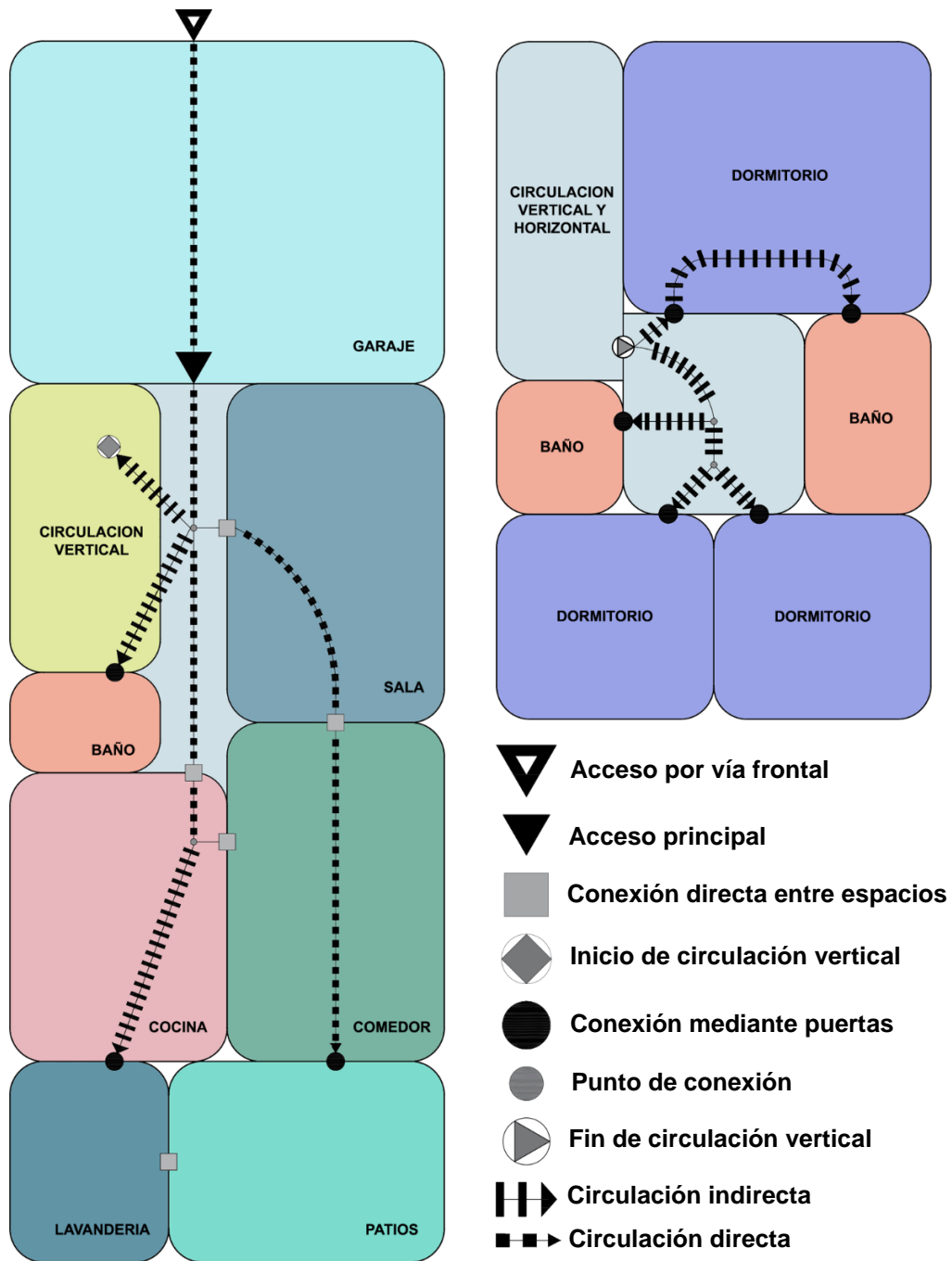


Figura 94: Organigramas de planta baja y planta alta

Fuente: Elaboración propia

4.2.13 Programa arquitectónico

Se proyecta una vivienda unifamiliar para familias de tres o cuatro personas, equipada con espacios de áreas mínimas y óptimas garantizando comodidad para los usuarios y eficiencia en las actividades de cada espacio (ver Tabla 64)

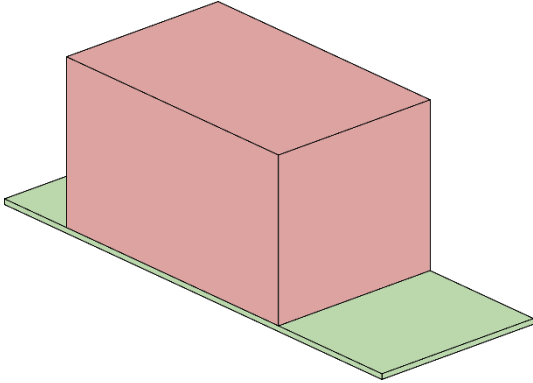
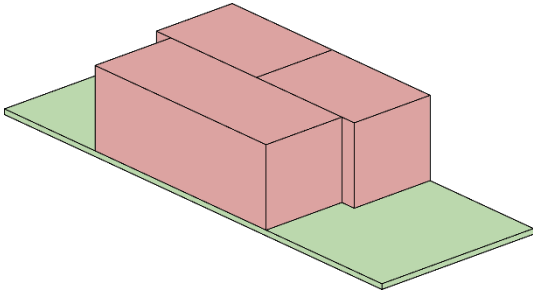
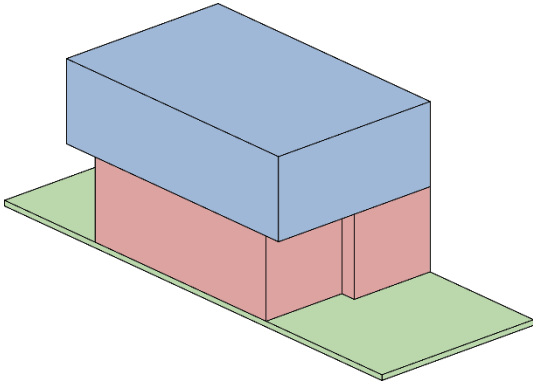
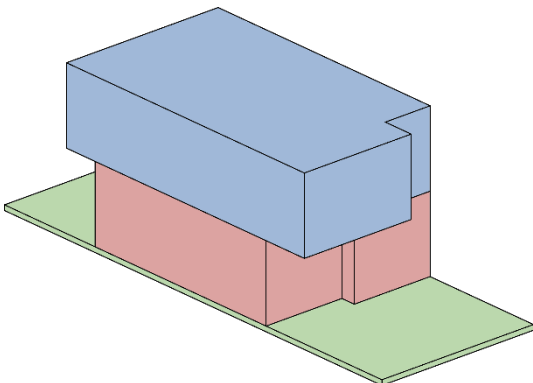
Tabla 64: Programa arquitectónico

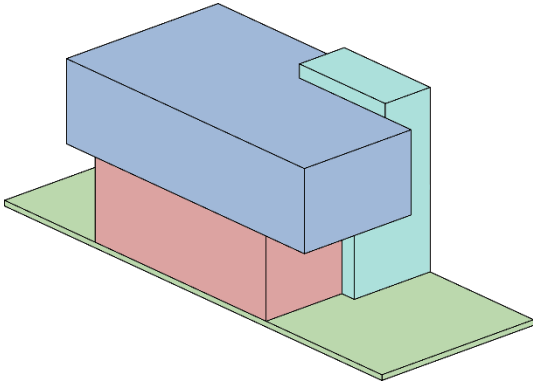
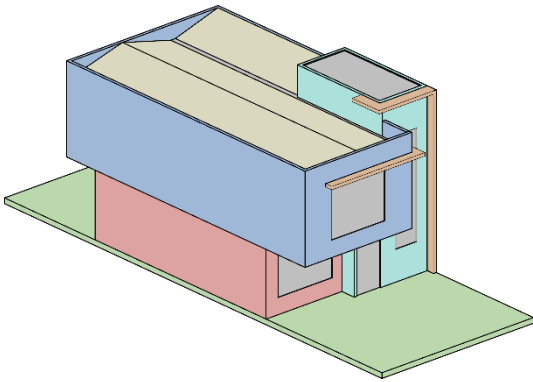



LISTA DE ESPACIOS Y AREAS			
PLANTA BAJA			
#	Espacio	AREA	AREA TOTAL
1	Sala y comedor	25,15m ²	52,72m ²
2	Cocina	11,66m ²	
3	Baño social	2,35m ²	
-	Circulación	13,56m ²	
4	Garaje	33,90m ²	57,48m ²
5	Lavandería	4,35m ²	
6	Patio	19,23m ²	
PLANTA ALTA			
1	Dormitorio principal	17,70m ²	62,20m ²
2	Baño del dormitorio principal	4,93m ²	
3	Dormitorio 2	12,53m ²	
4	Dormitorio 3	12,53m ²	
5	Baño compartido	3,48m ²	
-	Circulación	11,03m ²	
AREA TOTAL SIN ESPACIOS EXTERNOS			114,92m ²
AREA DE ESPACIOS EXTERNOS			57,48m ²
AREA TOTAL			172,4m ²

Fuente: Elaboración propia

4.2.14 Aspectos formales

Tabla 65: Aspectos formales

ASPECTOS FORMALES	
DETALLE	DESCRIPCION
	<p>La forma parte de las características del predio y retiros frontal (cinco metros) y retiro posterior (tres metros) resultando en una unidad de tipología de implantación continua sin retiros laterales.</p>
	<p>Se define y generan extrusiones en una mitad del bloque de planta baja para permitir un garaje más amplio en la parte frontal y un área de patio más grande en la parte posterior.</p>
	<p>Se define el tamaño de la planta alta y al mismo tiempo se generan voladizos en la parte frontal y posterior aportando a la estética de la vivienda y permitiendo una distribución más cómoda de los espacios</p>
	

	<p>Finalmente se definen volúmenes por tamaño diferenciándolos en elementos como la altura o los voladizos. Se definen las aberturas y elementos constructivos como la cubierta.</p>
	
<p>MATERIALIDAD</p>	
	<p>FIBROCEMENTO CON ACABADO TIPO MADERA: Se selecciono no solo por la funcionalidad impermeable del fibrocemento si no por la estética y texturizado que ofrece este tipo de fibrocemento.</p>
	<p>PLANCHA METALICA GRECADA PINTADA: Se selecciono por el aporte estético, evidenciado en el uso de materiales similares en los casos de estudio, y por sus ventajas como resistencia y durabilidad.</p>
	<p>ACABADOS DE FIBROCEMENTO LISO CON EMPASTE Y PINTURA: Se selecciono por simplicidad y con fines económicos, manteniendo un motivo y aporte estético, sin saturar las fachadas con diferentes acabados.</p>

Fuente: Elaboración propia

4.2.15 Planta baja

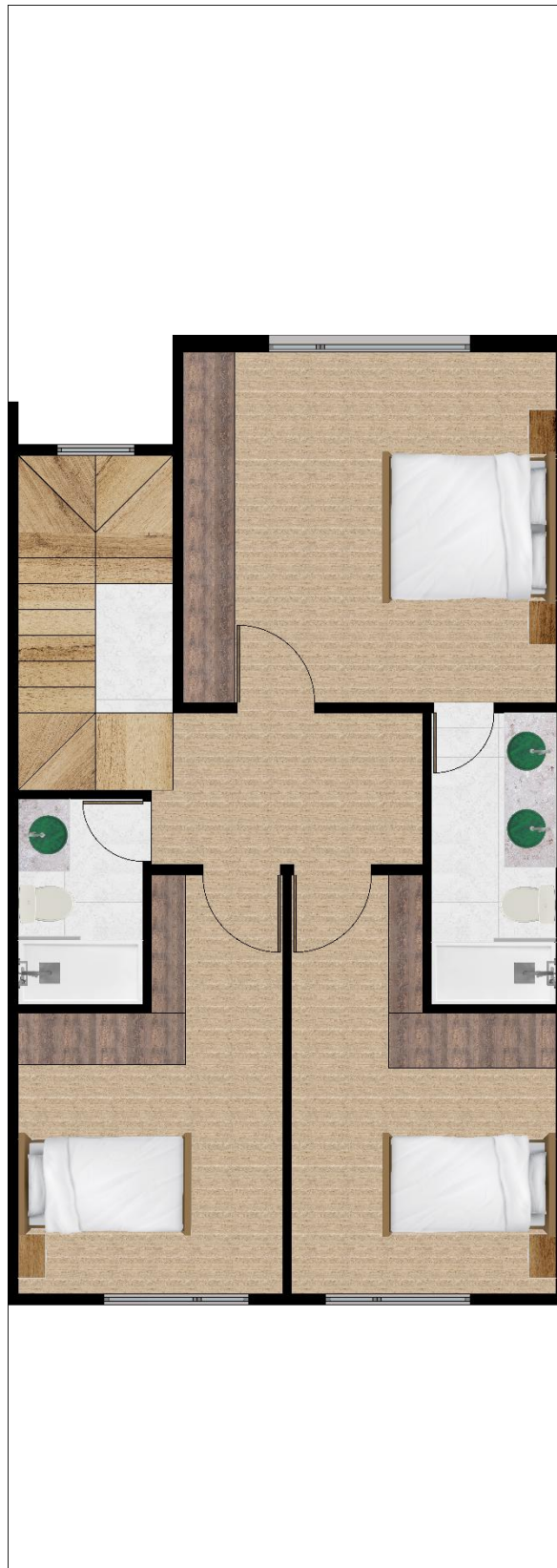


Nota: Plantas detalladas; ver Anexos

Figura 95: Planta baja

Fuente: Elaboración propia

4.2.16 Planta alta



Nota: Plantas detalladas; ver Anexos

Figura 96: Planta alta

Fuente: Elaboración propia

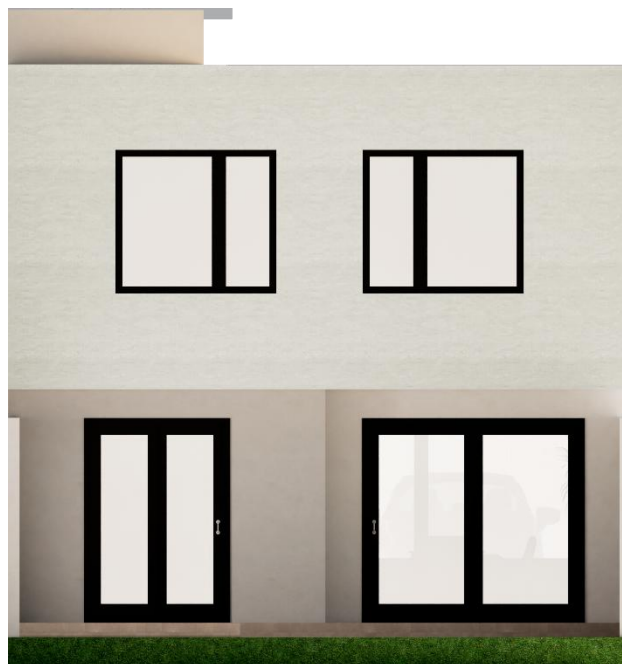
4.2.17 Elevaciones



Nota: Elevaciones detalladas; ver Anexos

Figura 97: Elevación frontal

Fuente: Elaboración propia



Nota: Elevaciones detalladas; ver Anexos

Figura 98: Elevación posterior

Fuente: Elaboración propia

4.2.18 Sistema constructivo de Steel Framing

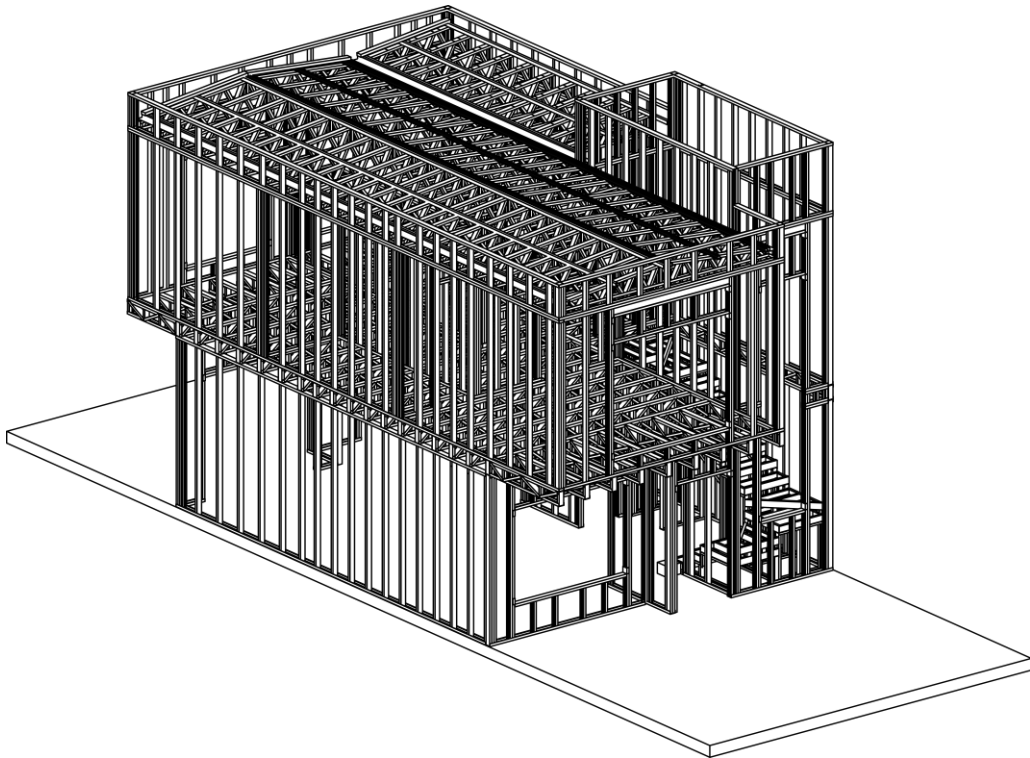


Figura 99: Perspectiva frontal de la estructura de Steel Framing del anteproyecto

Fuente: Elaboración propia

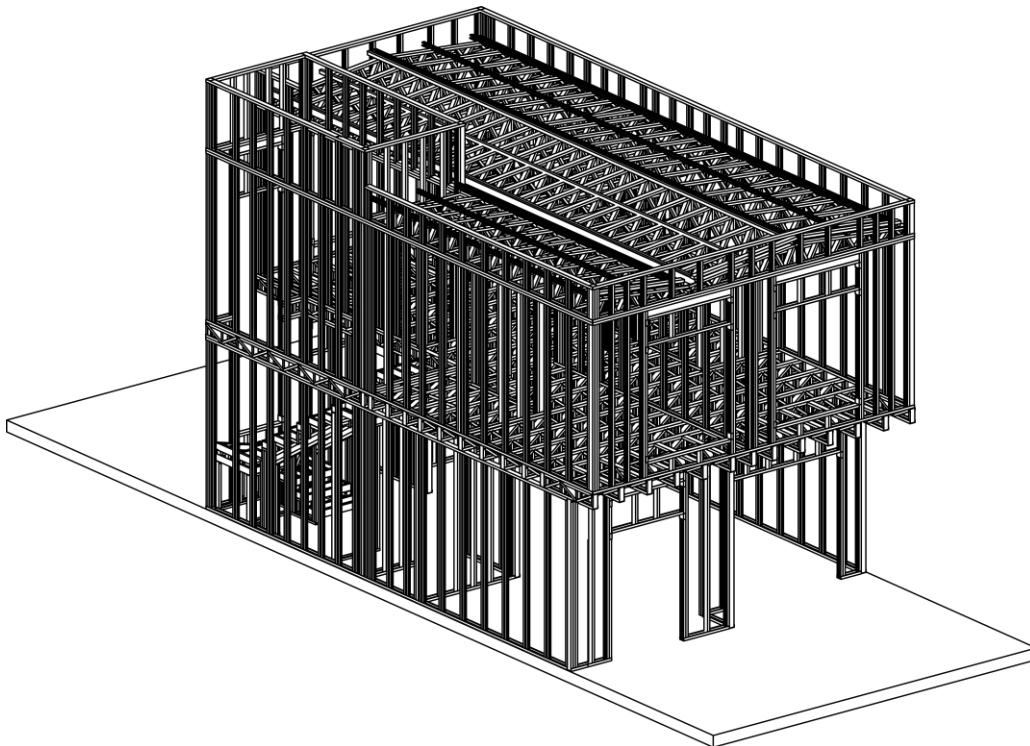


Figura 100: Perspectiva posterior de la estructura de Steel Framing del anteproyecto

Fuente: Elaboración propia

4.2.19 Esquema general

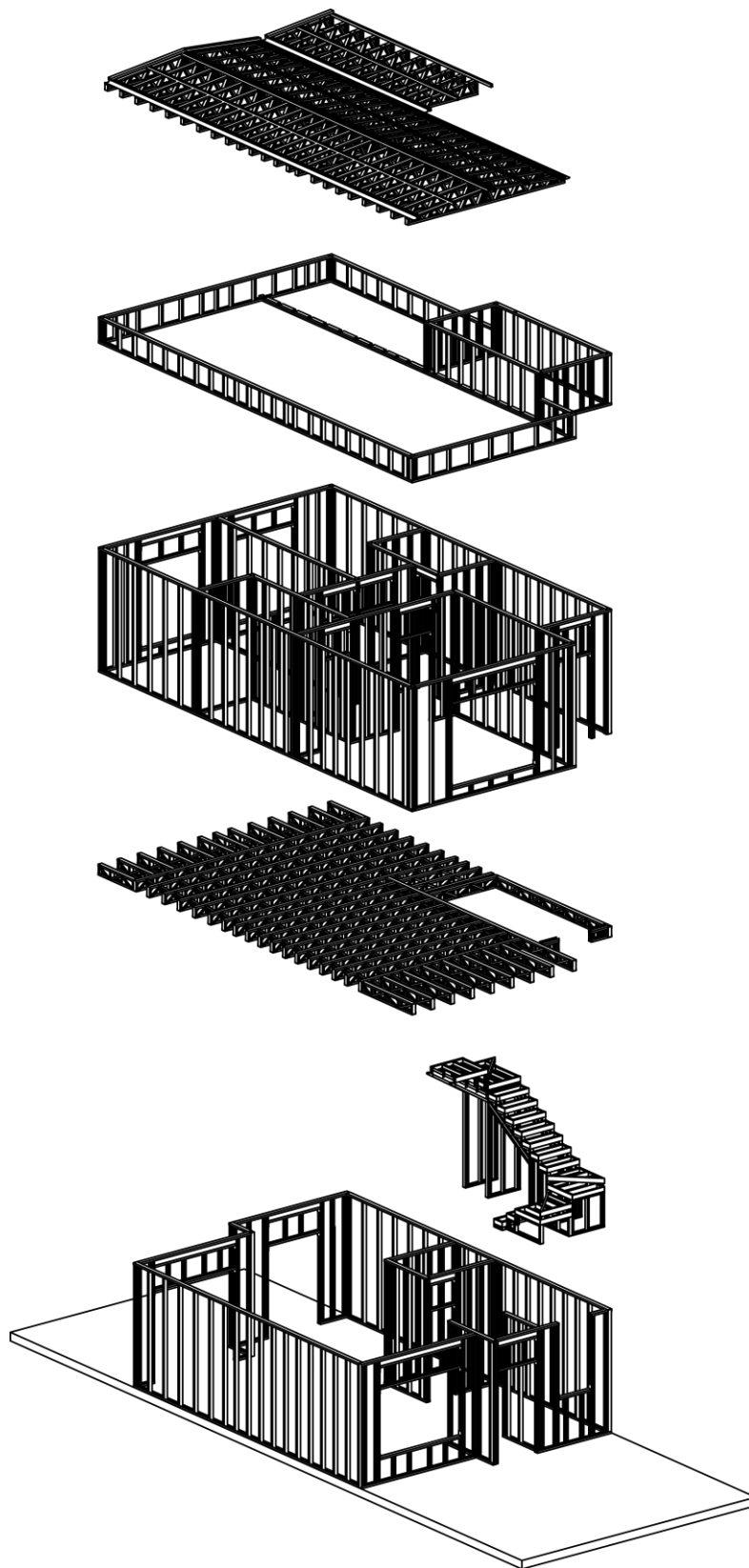


Figura 101: Despiece estructural del anteproyecto

Fuente: Elaboración propia

4.2.20 Renders



Figura 102: Render exterior de fachada

Fuente: Elaboración propia



Figura 103: Render interior de sala

Fuente: Elaboración propia



Figura 104: Render interior de comedor

Fuente: Elaboración propia



Figura 105: Render interior de cocina

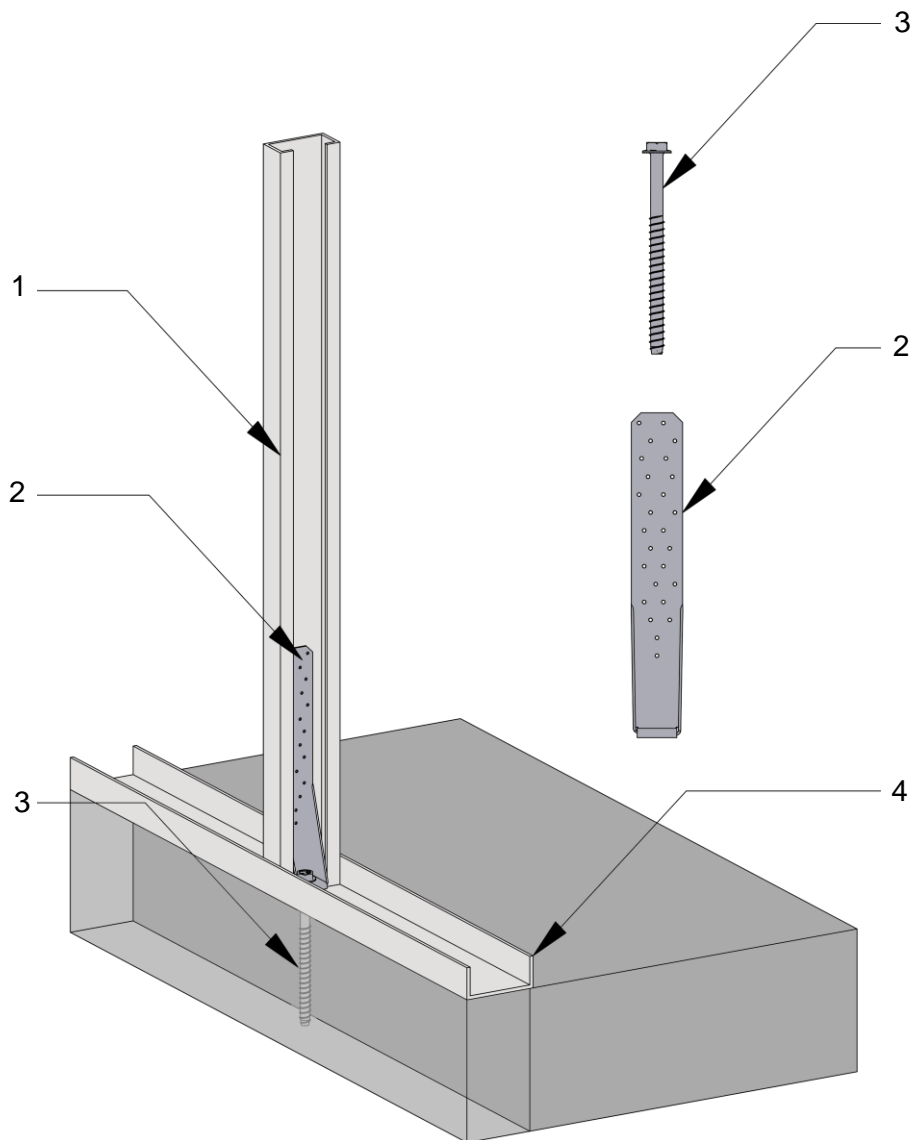
Fuente: Elaboración propia



Figura 106: Render interior de dormitorio

Fuente: Elaboración propia

4.2.21 Detalle constructivo de anclaje a cimentación

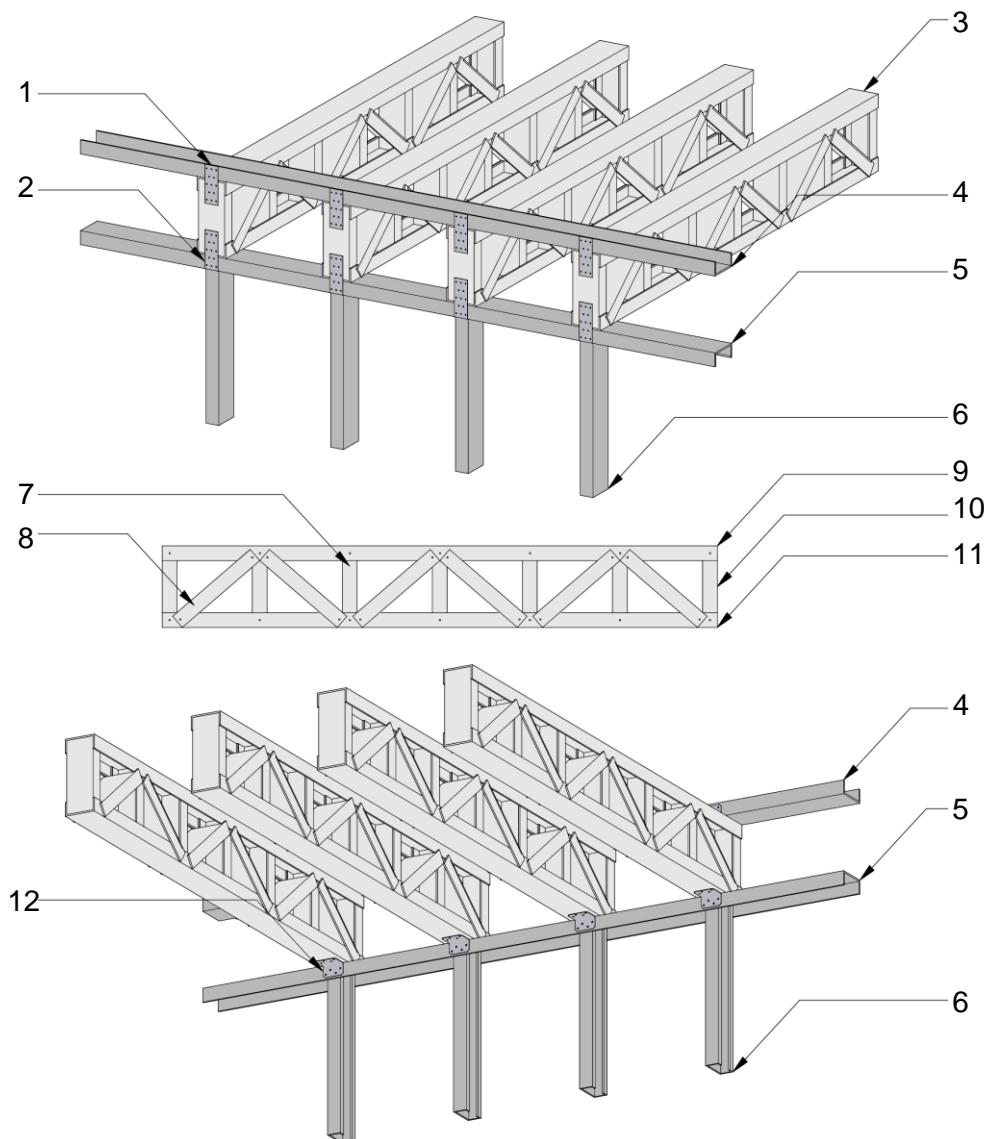


- 1) Montante: perfil STUD 9,20cm x 4.00cm – 2,44m (largo)
- 2) Anclaje a cimentación HTT 6,00cm x 7,00cm – 40,65cm (alto)
- 3) Tornillo de anclaje 5/8" – 20,32cm (alto)
- 4) Solera: perfil TRACK 9,20cm x 3,00cm – 2,44 (largo)

Figura 107: Detalle constructivo de anclaje a cimentación

Fuente: Elaboración propia

4.2.22 Detalle constructivo de entrepiso

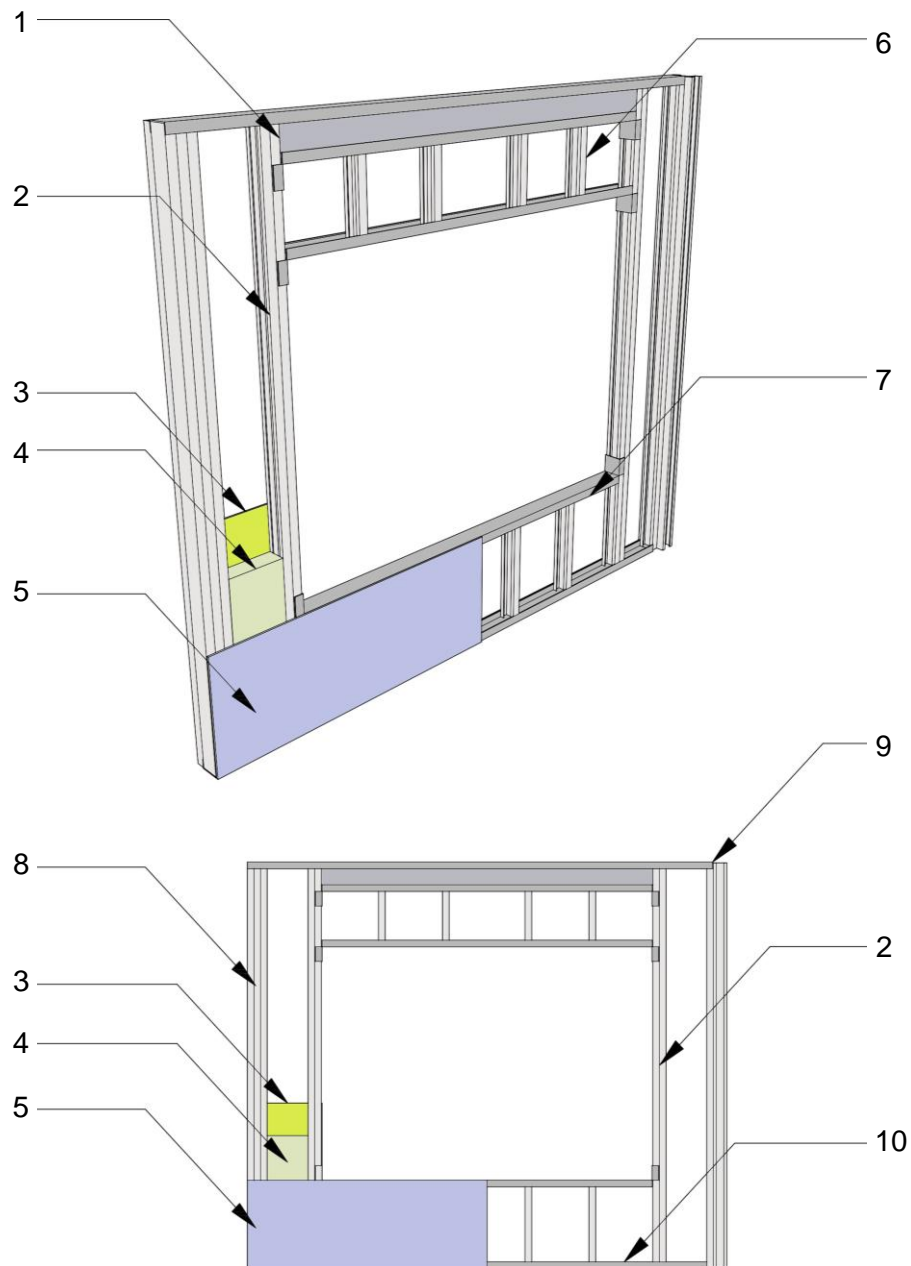


- | | |
|--|--|
| 1) Fleje conector perforado superior (5cm x 12cm) | 8) Diagonales de cercha perfil TRACK 9,20cm x 3,00cm |
| 2) Fleje conector perforado inferior (5cm x 12cm) | 9) Solera superior de cercha perfil TRACK 9,20cm x 3,00cm |
| 3) Cercha de 25cm de alto | 10) Montantes laterales de cercha perfil STUD 9,20cm x 4.00cm |
| 4) Solera inferior de planta alta perfil TRACK 9,20cm x 3,00cm – 2,44 (largo) | 11) Solera inferior de cercha perfil TRACK 9,20cm x 3,00cm |
| 5) Solera superior de planta baja perfil TRACK 9,20cm x 3,00cm – 2,44 (largo) | 12) Placa de arriostramiento angular 5,00cm x 5,00cm |
| 6) Montantes perfil STUD 9,20cm x 4.00cm – 2,44m (largo) | |
| 7) Montante intermedio de cercha perfil STUD 9,20cm x 4.00cm | |

Figura 108: Detalle constructivo de entrepiso

Fuente: Elaboración propia

4.2.23 Detalle constructivo de paneles

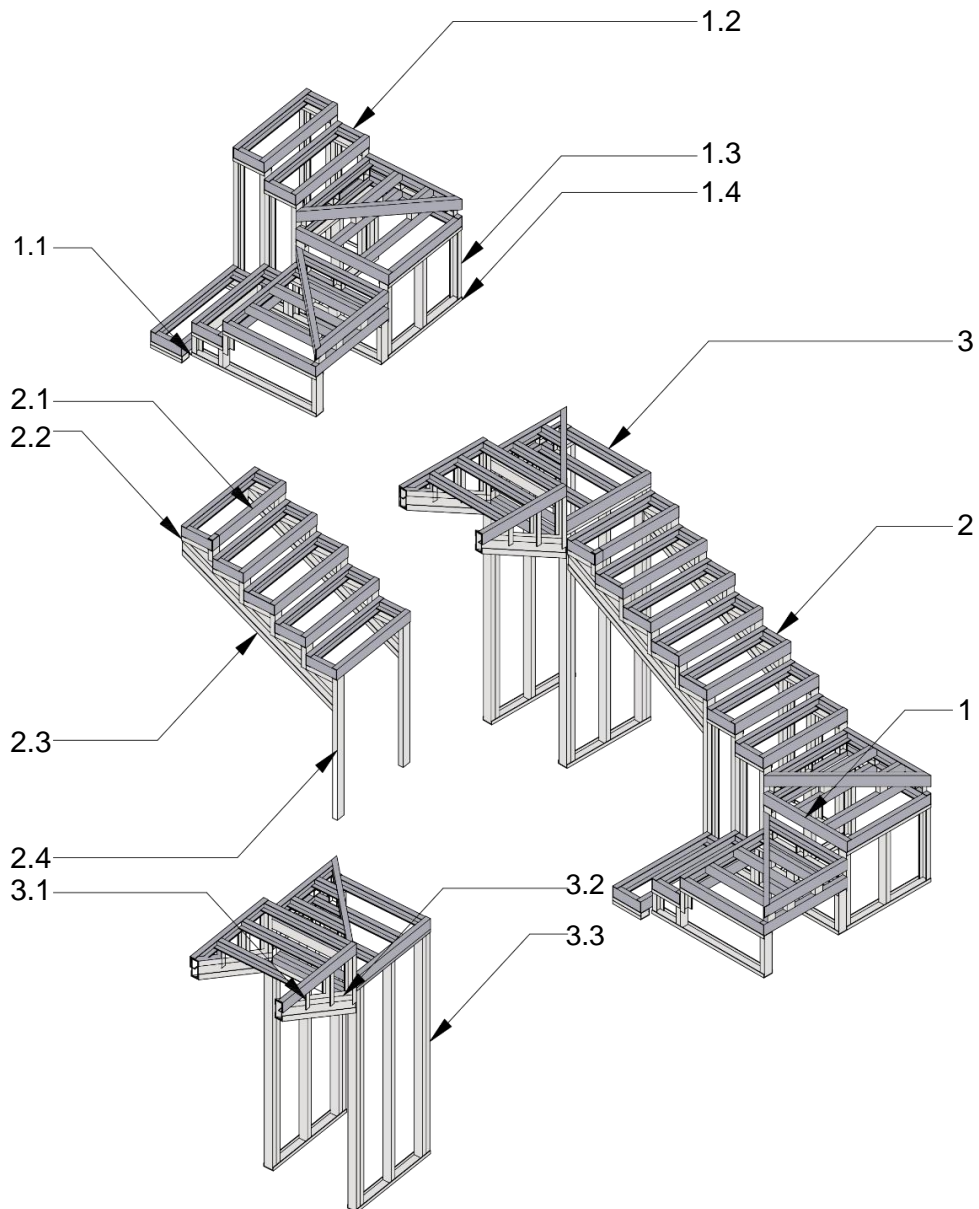


- | | |
|--|---|
| 1) Dintel 2 perfiles STUD 9,20cm x 4.00cm | 6) Cripple perfil STUD 9,20cm x 4.00cm |
| 2) Montantes laterales de abertura – 2 perfiles STUD 9,20cm x 4.00cm | 7) Solera doblada perfil TRACK 9,20cm x 3,00cm |
| 3) Placa interior de Gypsum estándar 1,22m x 2,44m espesor de 9,5mm | 8) Sistema de unión entre paneles 4 perfiles STUD 9,20cm x 4.00cm |
| 4) Aislamiento de lana de vidrio de 64 mm x 122 cm x 15 m | 9) Solera superior de panel perfil TRACK 9,20cm x 4.00cm |
| 5) Placa exterior de fibrocemento de 1,22 x 2,44m espesor de 10mm | 10) Solera inferior de panel perfil TRACK 9,20cm x 4.00cm |

Figura 109: Detalle constructivo de paneles

Fuente: Elaboración propia

4.2.24 Detalle de escaleras

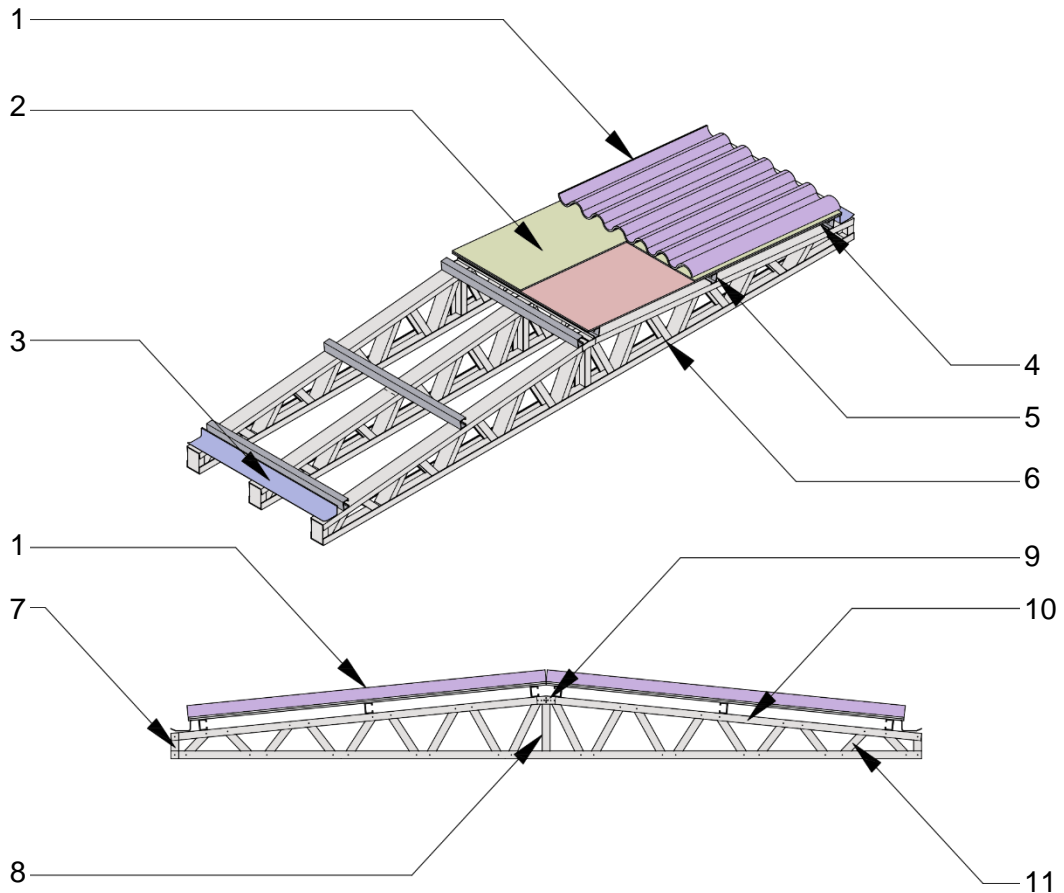


- | | |
|--|--|
| 1) Tramo 1 - sistema paneles escalonados | 2.3-3.2) Viga cajón inclinada 2 perfiles TRACK 9,20cm x 4.00cm y 2 perfiles STUD 15,00cm x 3,00cm |
| 2) Tramo 2 – Sistema viga cajón con paneles escalonados | 1.3-2.4) Montante de peldaños perfil STUD 9,20cm x 4.00cm |
| 3) Tramo 3 – sistema paneles escalonados y viga cajon con paneles escalonados | 1.4) Solera perimetral de descansos perfil TRACK 9,20cm x 4.00cm |
| 1.1) Solera inferior TRACK 9,20cm x 4.00cm | 3.1) Montantes para descanso perfil TRACK 9,20cm x 4.00cm |
| 1.2-2.1) Paneles escalonados 2 perfiles STUD y 2 TRACK de 9,20cm x 4.00cm | 3.3) Doble montante 2 perfiles STUD 9,20cm x 4.00cm |
| 2.2) Perfil TRACK plegado 9,20cm x 4.00cm | |
| 3.3) doble montante 2 perfiles STUD 9,20cm x 4.00cm | |

Figura 110: Detalle constructivo de escaleras

Fuente: Elaboración propia

4.2.25 Detalle constructivo de cubierta



- 1) Cubierta de planchas de fibrocemento ondulado
- 2) Impermeabilizante de lámina asfáltica
- 3) Canal de acero galvanizado de 10cm de ancho
- 4) Planchas de OSB de 10mm de espesor
- 5) Correas perfil STUD 6,35cm x 4,00 cm
- 6) Solera inferior de cercha de cubierta – perfil TRACK 9,20cm x 4.00cm
- 7) Montante lateral de cercha – perfil STUD 9,20cm x 4.00cm
- 8) Montante central de unión – perfil STUD 9,20cm x 4.00cm
- 9) Conector tipo placa de arriostramiento recortado
- 10) Solera inclinada de cercha perfil TRACK 9,20cm x 4.00cm
- 11) Diagonal interna de cercha perfil STUD 9,20cm x 4.00cm

Figura 111: Detalle constructivo de cubiertas

Fuente: Elaboración propia

4.2.26 Presupuesto referencial

Tabla 66: Presupuesto de anteproyecto de vivienda VIP

#	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P. TOTAL
1	OBRAS PRELIMINARES	1563,58			
1.1	Guardianía y bodega	U	1	430,00	430,00
1.2	Limpieza y desbroce de terreno a máquina incluye retiro de capa vegetal y cargado	m2	118,62	3,89	461,43
1.3	Replanteo	m2	118,62	1,24	147,09
1.4	Nivelación con maquinaria	m2	118,62	0,97	115,06
1.5	Inst. provisional-agua	U	1	180,00	180,00
1.6	Inst. provisional-energía eléctrica	U	1	230,00	230,00
2	CIMENTACION	4658,68			
2.1	Relleno con material de reposición	m3	7,05	14,63	103,14
2.2	Compactación con maquina	m2	118,62	1,10	130,48
2.3	Hormigón simple f'c 210Kg/cm2 para losa de contrapiso. e=8cm	m3	6,74	25,43	171,40
2.4	Cadena Hº Aº tipo viga electrosoldada V5	ml	69,92	14,47	1011,74
2.5	Replanteo de piedra bola	m2	89,63	8,25	739,45
2.6	Resanteo de piso	m2	89,63	2,15	192,70
2.7	Membrana sintética PVC impermeabilización de losa	m2	89,63	22,41	2008,61
2.8	Malla electrosoldada R-84 para losa, suministro y colocación	m2	89,63	3,36	301,16
3	ENTREPISO	4229,44			
3.1	Cercha 25cm alma PEL 89 e=0.93mm	Kg	695	3,76	2613,20
3.2	Placa ETERBOARD 2,44m x 1,22m x 20mm	m2	56,99	28,36	1616,24
4	CUBIERTA Y CIELO RASO	5793,50			
4.1	Suministro y colocación de cielo raso gypsum e=1/2"	m2	115,93	17,69	2050,80
4.2	PGC 140x41x13x1,50	Kg	531,21	3,76	1997,35
4.3	Fibro cemento tipo P7 – 92 de 8 pies	m2	56,55	10,36	585,86
4.4	Tablero OSB	m2	56,55	10,75	607,91
4.5	Lamina asfáltica	rollo	6	91,93	551,58
5	ESCALERA	751,38			
5.1	Perfil track 6,35x3,00cm x 2,44m	Kg	22,5	1,68	37,80
5.2	Perfil Stud 6,35x3,00cm x 2,44m	Kg	33,30	1,74	57,94
5.3	Placa de Gypsum ST	m2	11,27	19,25	216,95
5.4	Placas de OSB	m2	5,65	10,75	60,74
5.5	Pasamanos de acero inoxidable	ml	3,25	65,00	211,25
5.6	Acabado piso flotante	m2	5,70	11,50	65,55
5.7	Borde de escalones de piso flotante 240cm	U	7	14,45	101,15

6	CARPINTERIA Y ACCESORIOS	6946,57			
6.1	Suministro y colocación de mobiliario cocina	ml	7,44	182,12	1354,97
6.2	Suministro y colocación de mesón de granito para cocina	ml	4,50	131,05	589,73
6.3	Suministro y colocación de closet	ml	8,60	290,68	2499,85
6.4	Suministro y colocación de mobiliario baño	ml	3,55	119,98	425,93
6.5	Rastreras de Piso Flotante 12 cm, incluye colocación	ml	68,86	5,62	386,99
6.6	Suministro e instalación de puerta principal de madera incluye cerradura	U	1,00	378,13	378,13
6.7	Suministro e instalación de puerta de MDP e=36 mm, acabado melaminico 0,90cm	U	3,00	242,51	727,53
6.8	Suministro e instalación de puerta de MDP e=36 mm, acabado melaminico 0,70cm	U	2,00	188,61	377,22
6.9	Suministro e instalación de puerta corrediza de madera	U	1,00	206,22	206,22
7	ACABDOS INTERIORES Y EXTERIORES	6586,78			
7.1	Pintura para interior	m2	169,47	4,81	815,15
7.2	Pintura para exterior	m2	35,42	5,19	183,83
7.3	Empaste de paneles, incluye andamio	m2	310,00	7,75	2402,50
7.4	Piso flotante, suministro y colocación	m2	44,82	24,27	1087,78
7.5	Revestimiento de cerámica en pared cocina, incluye emporado y mortero 1:2	m2	1,77	31,34	55,47
7.6	Revestimiento de cerámica en pared baño, incluye emporado y mortero 1:2	m2	54,01	31,34	1692,67
7.7	Revestimiento de cerámica en piso baño, incluye emporado y mortero 1:2	m2	10,76	32,47	349,38
8	ALUMINIO Y VIDRIO	2996,62			
8.1	Suministro y colocación de ventana de aluminio y vidrio e=6mm	m2	18,32	107,28	1965,37
8.2	Suministro y colocación de puerta corrediza de aluminio y vidrio e=6mm	m2	8,25	125,00	1031,25
9	PANELES Y EMPASTE	9414,27			
9.1	Panel de Gypsum ST a ambos lados	m2	37,9	16,92	641,27
9.2	Panel de Gypsum ST + RH	m2	36,9	15,93	587,82
9.3	Panel de gypsum ST + Fribrocemento	m2	98,25	23,03	2262,70
9.4	Panel de gypsum RH + Fribrocemento	m2	33,72	21,90	738,47

9.5	Panel de fibrocemento + fibrocemento	m2	88,90	26,93	2394,08
9.6	Panel de gypsum ST + Acabado de plancha metálica grecada (incluye pintura)	m2	11,19	41,55	464,94
9.7	Empaste y tratamiento de juntas	m2	310,00	7,50	2325,00
10	INSTALACIONES ELECTRICAS	2218,08			
10.1	Sum. Ins. Interruptor triple con placa	U	2,00	8,08	16,16
10.2	Sum. Ins. Interruptor doble con placa	U	4,00	8,65	34,60
10.3	Sum. Inst. conmutador simple con placa	U	6,00	8,29	49,74
10.4	Sum. Inst. interruptor simple con placa	U	4,00	6,00	24,00
10.5	Sum. Inst. Tomacorriente doble polarizado con placa 127V	U	14,00	6,66	93,24
10.6	Sum. Inst. Tomacorriente servicio 220V	U	2,00	11,44	22,88
10.7	Sum. Inst. de Luminaria Led tipo dicroico 7W	U	37,00	5,39	199,43
10.8	Sum. Inst. de luminaria LED redonda empotrable 12W	U	2,00	7,20	14,40
10.9	Sum. Inst. de aplique de pared con foco de 12W 3000k	U	12,00	17,95	215,40
10.10	Sum. Inst. de cinta led luz cálida	m	3,80	5,50	20,90
10.11	Sum. Inst. de perfil de aluminio para cinta led incluye tapa y accesorios	m	3,80	6,62	25,16
10.12	Sum. Inst. Extractor de olores para baño, salida de 4"	U	3,00	27,90	83,70
10.13	Sum. Inst. de transformador 110V a 12V DC, 10A, Aluminio	U	1,00	14,82	14,82
10.14	Sum. Inst. centro de carga bifásico 12 circuitos	U	1,00	58,32	58,32
10.15	Sum. Inst. conductor de cobre aislado THHN #14 AWG, solido	m	450,00	0,49	220,50
10.16	Sum. Inst. conductor de cobre aislado THHN #12 AWG, solido	m	340,00	0,64	217,60
10.17	Sum. Inst. conductor de cobre aislado THHN #10 AWG, flexible.	m	40,00	1,81	72,40
10.18	Sum. Inst, conductor Cu aislado THHN #8 AWG,7 hilos	m	50,00	2,68	134,00
10.19	Sum. Inst. conductor de cobre aislado TTU # 4 AWG 7 hilos	m	145,00	2,68	388,60
10.20	Sum. Inst. conductor de cobre aislado THHN #14 AWG, flexible	m	5,00	0,83	4,15
10.21	Sum. Inst conductor de cobre aislado THHN #12 AWG, flexible	m	5,00	0,94	4,70
10.22	Sum. Inst. Breaker 16Amp 1F, enchufable.	U	2,00	5,86	11,72
10.23	Sum. Inst. Breaker 32 Amp 1F, enchufable.	U	2,00	5,15	10,30

10.24	Sum. Inst. Breaker 40 Amp 2F, enchufable.	U	3,00	9,96	29,88
10.25	Sum. Inst. cajetín metálico octogonal grande con tapa	U	51,00	4,10	209,10
10.26	Sum. Inst. Sistema de puesta a tierra	U	1,00	42,38	42,38
12	TUBERÍA EMT Y POLITUBO PVC	364,00			
12.1	Sum. Ins, politubo de 1/2" y pasado de guía	ml	251,00	0,92	230,92
12.2	Sum. Ins, politubo de 3/4" y pasado de guía	ml	100,00	1,05	105,00
12.3	Sum. Ins, politubo de 1" y pasado de guía	ml	18,00	1,56	28,08
13	INSTALACIONES ELECTRONICAS	490,89			
13.1	Sum. Ins, tendido de cable UTP 4 pares Cat. 6	ml	70,00	1,29	90,30
13.2	Sum. Ins, toma de datos simple RJ45 Cat. 6	U	3,00	15,55	46,65
13.3	Sum. Ins, placa para toma coaxial simple	ml	1,00	8,64	8,64
13.4	Sum. Ins, caja de telecomunicaciones de paso 30x30x10 cm	U	1,00	47,60	47,60
13.5	Sum. Ins, Intercomunicador de puerta, incluye placa exterior, 2 citófonos interiores, fuente para cerradura eléctrica	U	1,00	297,70	297,70
14	INSTALACIONES HIDROSANITARIAS Y ACCESORIOS	3574,24			
14.1	Suministro e instalación de tubería de 25mm, incluye accesorios	ml	95,75	5,34	511,30
14.2	Adaptador de TF de 25mm X 3/4"(M)	U	2,00	12,79	25,58
14.3	Válvula de corte de 3/4"	U	1,00	18,92	18,92
14.4	Suministro e instalación de tubería de 20mm, incluye accesorios	ml	47,00	4,02	188,94
14.5	Adaptador de TF de 20mm X 1/2"(M)	U	4,00	11,59	46,36
14.6	Adaptador de TF de 20mm X 1/2"(H)	U	2,00	11,54	23,08
14.7	Tee de TF con inserto de 20mm X 1/2"(H)	U	2,00	8,00	16,00
14.8	Codo de TF con inserto de 20mm X 1/2"(H)	U	13,00	7,46	96,98
14.9	Llave de TF de 20mm	U	6,00	17,26	103,56
14.10	Tubería de PVC 160mm tipo B, incluye accesorios	ml	1,00	7,90	7,90
14.11	Tubería de PVC 110mm tipo B, incluye accesorios	ml	57,00	3,50	199,50
14.12	Tubería de PVC 50mm tipo B, incluye accesorios	ml	17,00	5,57	94,69
14.13	Sifón de PVC 50mm	U	5,00	5,55	27,75
14.14	Tubería PVC 110mm para agua lluvia	ml	12,00	5,57	66,84

14.15	Suministro e instalación de rejillas para piso 110mm, incluye sifón	U	4,00	18,64	74,56
14.16	Suministro e instalación de Calefón	U	1,00	512,37	512,37
14.17	Suministro e instalación de Inodoro redondo blanco de una pieza, incluye accesorios	U	3,00	147,30	441,90
14.18	Suministro e instalación de Lavamanos para empotrar, incluye accesorios de instalación	U	4,00	129,75	519,00
14.19	Suministro e instalación de Fregadero de acero inoxidable doble pozo, incluye grifería	U	1,00	257,88	257,88
14.20	Suministro e instalación de Ducha con mezcladora	U	2,00	98,89	197,78
14.21	Suministro e instalación de fregadero de ropa de PVC o fibra de vidrio	U	1,00	143,34	143,34
15	OBRAS FINALES	472,11			
15.1	Limpieza final del terreno	m2	118,62	3,98	472,11
SUBTOTAL					50060,13
AREA					153,17
COSTO POR m2 DE CONSTRUCCION SIN COSTOS INDIRECTOS					326,83
TOTAL + COSTOS INDIRECTOS					65909,17
TOTAL, POR m2 DE VIVIENDA DE STEEL FRAMING					430,30

Fuente: Elaboración propia

4.2.27 Resumen del presupuesto

Tabla 67: Resumen del presupuesto

RESUMEN DE PRESUPUESTOS		
INFORMACION DEL PROYECTO	PROPUESTA DE STEEL FRAMING	
	COSTO TOTAL SIN COSTOS INDIRECTOS	COSTO TOTAL CON COSTOS INDIRECTOS
	50060,13	60072,16
	AREA	
	153,17	
DESCRIPCION	COSTO	
OBRAS PRELIMINARES	COSTO TOTAL	COSTO POR m2
	1563,58	10,21
CIMENTACIÓN	COSTO TOTAL	COSTO POR m2
	4658,68	30,42
ENTREPISO	COSTO TOTAL	COSTO POR m2
	4229,44	27,61
CUBIERTA Y CIELO RASO	COSTO TOTAL	COSTO POR m2
	5793,50	37,82

ESCALERA	COSTO TOTAL	COSTO POR m2
	751,38	4,91
CARPINTERIA Y ACCESORIOS	COSTO TOTAL	COSTO POR m2
	6946,57	45,35
ACABDOS INTERIORES Y EXTERIORES	COSTO TOTAL	COSTO POR m2
	6586,78	43,00
ALUMINIO Y VIDRIO	COSTO TOTAL	COSTO POR m2
	2996,62	19,56
PANELES Y EMPASTE	COSTO TOTAL	COSTO POR m2
	9414,27	61,46
INSTALACIONES ELECTRICAS	COSTO TOTAL	COSTO POR m2
	2218,08	14,48
TUBERÍA EMT Y POLITUBO PVC	COSTO TOTAL	COSTO POR m2
	364,00	2,38
INSTALACIONES ELECTRONICAS	COSTO TOTAL	COSTO POR m2
	490,89	3,20
INSTALACIONES HIDROSANITARIAS Y ACCESORIOS	COSTO TOTAL	COSTO POR m2
	3574,24	23,34
OBRAS FINALES	COSTO TOTAL	COSTO POR m2
	472,11	3,08
TOTAL	COSTO TOTAL SIN COSTOS INDIRECTOS	COSTO TOTAL POR m2 SIN COSTOS INDIRECTOS
	50060,13	326,83
	COSTO TOTAL CON COSTOS INDIRECTOS	COSTO TOTAL POR m2 CON COSTOS INDIRECTOS
	60072,16	392,19

Fuente: Elaboración propia

a. Porcentajes

Tabla 68: Porcentajes del costo total del anteproyecto

PORCENTAJES DEL COSTO TOTAL DEL ANTEPROYECTO		
Materiales	60%	36043,30
Mano de obra	20%	12014,43
Costos indirectos	20%	12014,43
TOTAL	100%	60072,16

Fuente: Elaboración propia

4.2.28 Conclusión

El anteproyecto desarrollado demuestra que el *Steel Framing* es plenamente aplicable en una vivienda VIP, ofreciendo una solución arquitectónica eficiente, ligera y con espacios cómodos. La propuesta evidencia que el sistema permite optimizar la distribución de espacios, mejorar la funcionalidad interior y obtener una configuración más flexible sin incrementar la complejidad constructiva.

Las plantas arquitectónicas, elevaciones, cortes, renders y detalles constructivos validan la viabilidad del sistema. Asimismo, el análisis de costos indica que el *Steel Framing* mantiene un valor competitivo por metro cuadrado, convirtiéndose en una alternativa económica para la construcción de viviendas unifamiliares.

En conjunto, el anteproyecto confirma que el *Steel Framing* es un sistema capaz de ofrecer soluciones habitacionales eficientes, adaptadas a las necesidades actuales y con un potencial significativo para su aplicación en proyectos de vivienda.

CAPITULO 5

CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

El análisis integral del *Steel Framing* como alternativa al sistema tradicional de hormigón armado permitió identificar, con sustento técnico y metodológico, el potencial real que este sistema posee para la construcción de viviendas unifamiliares en Ecuador, especialmente en viviendas VIP. A lo largo de la investigación se contrastaron antecedentes, componentes, elementos, costos, tiempo, impacto ambiental y flexibilidad, lo que permitió una comprensión completa del comportamiento de ambos sistemas en contextos locales. Se analizaron las normativas más relevantes a nivel internacional y nacional donde se identificó que, el *Steel Framing* por su reducido uso a nivel nacional carece de una normativa más desarrollada en comparación a otros sistemas.

En primer lugar, se concluye que el *Steel Framing* cuenta con ventajas significativas en términos de eficiencia constructiva. Su ligereza, prefabricación y bajo nivel de complejidad en montaje permiten reducir de manera considerable los tiempos de ejecución, en comparación con el hormigón armado. Estos tiempos más cortos no solo implican ahorro en mano de obra y recursos indirectos, sino que generan procesos más limpios y ordenados.

En términos económicos, los resultados demuestran que el *Steel Framing* presenta un costo por metro cuadrado competitivo frente al hormigón armado, especialmente cuando se consideran fases completas de obra y no únicamente rubros específicos. La reducción de tiempos, la disminución de desperdicios y la menor necesidad de maquinaria pesada repercuten directamente en un costo final equilibrado. Esto lo convierte en una alternativa viable para proyectos de vivienda de interés público, donde la optimización de costos es un criterio determinante.

Desde una perspectiva funcional y arquitectónica, el sistema evidenció una capacidad superior para generar espacios más limpios, continuos y adaptables. Al no requerir columnas invasivas ni elementos que limiten la distribución interior, el *Steel Framing* facilita la concepción de ambientes más eficientes, ergonómicos y flexibles. Esto se reflejó de manera clara en el anteproyecto realizado, donde fue posible organizar la vivienda con mejor aprovechamiento del área, manteniendo la estructura ligera sin sacrificar estabilidad ni confort. Determinándose que el sistema brinda mayor libertad para modificaciones y ampliaciones futuras, reduciendo complejidad y costos de intervenciones.

En cuanto al impacto ambiental, se concluye que el *Steel Framing* presenta un desempeño más favorable frente al hormigón armado. Su uso de acero reciclable, la reducción de tiempos en obra, la menor generación de residuos y el ahorro de agua durante el proceso constructivo lo posicionan como una alternativa sostenible y alineada con los objetivos contemporáneos de reducción de huella

ambiental. Estos aspectos son especialmente relevantes para proyectos que buscan integrar criterios de eficiencia y responsabilidad ambiental.

El análisis de casos de estudio permitió respaldar los resultados obtenidos en la comparativa teórica. En todos los casos revisados, las viviendas construidas con *Steel Framing* mostraron varias ventajas como: materialidad, flexibilidad, eficiencia y la simplicidad, así como una desventaja en común de no poder aprovechar elementos estructurales como parte del diseño, mientras que las viviendas de hormigón armado mantuvieron su fortaleza y capacidad de obtener elementos y acabados más estéticos, pero con desventajas como mayor peso estructural y menor facilidad de ampliación.

Finalmente, el desarrollo del anteproyecto permitió validar de manera práctica la viabilidad del *Steel Framing* en un predio inexistente y un área típica para vivienda VIP. La propuesta respondió adecuadamente a las necesidades mínimas, aprovechó el área disponible, mantuvo costos dentro de rangos accesibles y demostró que el sistema permite obtener un producto arquitectónico competitivo en términos estéticos, funcionales, estructurales y económicos. Estos resultados refuerzan la idea de que el *Steel Framing* no es únicamente un sistema constructivo liviano, sino que también una alternativa totalmente viable frente a otros sistemas.

En resumen, el *Steel Framing* constituye una opción constructiva innovadora, eficiente y sostenible que puede incorporarse de manera progresiva en el desarrollo de viviendas unifamiliares en Ecuador. Su implementación representa una oportunidad para reducir tiempos de obra, optimizar recursos, mejorar la calidad funcional y promover el sistema constructivo en todo el país, aunque esto requiere una mayor difusión y evidencia para que la población y profesionales lo consideren confiable. La investigación confirma que, con el fortalecimiento normativo y la capacitación adecuada de la mano de obra, el *Steel Framing* puede convertirse en un sistema estratégico a implementarse en el sector de la construcción del país.

5.2 Recomendaciones

Las recomendaciones que se presentan a continuación se derivan directamente de los resultados obtenidos en el análisis comparativo entre el sistema constructivo *Steel Framing* y el hormigón armado. Estas propuestas buscan orientar la correcta aplicación del sistema *Steel Framing*, fortalecer su implementación en el contexto nacional y servir como base para futuras investigaciones y procesos de toma de decisiones en el ámbito de la construcción de viviendas unifamiliares.

- Se recomienda para futuras investigaciones, tratar aspectos básicos y puntuales, se amplie y complemente la presente investigación mediante la comparativa con otros sistemas constructivos utilizados en Ecuador, como el acero estructural, así como desarrollar estudios específicos de comportamiento estructural en condiciones complejas, en zonas con riesgo de remoción de masas, zonas de alto viento y zonas

donde las condiciones climáticas sean un determinante importante al momento de seleccionar un sistema constructivo.

- Para futuras investigaciones, se recomienda comparar el *Steel Framing* con otros sistemas constructivos, buscando nuevas alternativas como módulos prefabricados, paneles SIP, Wood Frame, CLT y EPS. Incluso se podría comparar con sistemas de construcción en tierra como el bahareque o el uso de bloques de tierra BTC, con el objetivo de encontrar un sistema constructivo aplicable en Ecuador, promoviendo el uso y confianza hacia sistemas constructivos ligeros, eficientes, económicos y con bajo impacto ambiental.
- Se recomienda la difusión y capacitación a profesionales y entidades gubernamentales sobre el *Steel Framing*, buscando promover la confianza en este sistema y su mayor aplicación a nivel nacional, expandiendo las regulaciones y normativas, promoviendo las posibilidades de aplicación del *Steel Framing*.
- A empresas y entidades que desarrollan proyectos de interés público y social, se recomienda considerar la aplicación del *Steel Framing* buscando economizar y optimizar los tiempos de desarrollo de estos proyectos, permitiendo una mayor adquisición de viviendas por parte de la población.
- Se recomienda a empresas públicas, privadas y educativas una mayor capacitación y difusión con la finalidad de expandir los conocimientos acerca del *Steel Framing* y la confianza y conocimiento para su aplicación a mayor escala y magnitud que la aplicada actualmente en el país.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS


- Aceros Arequipa. (2022). *Manual de construcción para maestros de obra*.
<https://www.acerosarequipa.com/manuales/pdf/manual-de-construccion-para-maestros-de-obra.pdf>
- ACI. (2015). *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural*.
https://www.concrete.org/Portals/0/Files/PDF/Spanish-318-14_CrossReference_2011to2014.pdf
- ACIMCO. (2025). *Catálogo de productos*. Acero Galvanizado.
https://www.acimco.com/?s=galvanizado&post_type=product
- ADELCA. (2025). *Catálogo ADELCA*. https://adelca.com/wp-content/uploads/2024/09/Catálogo_ADELCA_2024.pdf
- Aguirre, C., & Figueroa, A. (2008). *Análisis técnico-económico entre proyectos de construcción de estructura metálica y hormigón armado para edificios* [Escuela Politécnica Nacional].
<http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/607>
- ANSI. (2019). *AISI Standard for Cold-formed Steel Framing-Prescriptive Method for one and Two Family Dwellings*. <https://www.buildusingsteel.org/wp-content/uploads/2023/06/AISI-S230-19.pdf>
- ASTM. (2024). *ASTM C955-18e1*. <https://store.astm.org/c0955-18e01.html>
- Berger Manufacturing. (1924). *Metal Lumber*.
- Bermúdez Arquitectos. (2024, December 3). *Refugio de alta montaña. Casa Carupa por Bermúdez Arquitectos*. Metalocus. <https://www.metalocus.es/es/noticias/refugio-de-alta-montana-casa-carupa-por-bermudez-arquitectos>
- Bernardo Horta Arquitecto, & Meius Arquitetura. (2020, September 17). *Casa Pasargada / Bernardo Horta Arquitecto + Meius Arquitetura*. ArchDaily en Español.
<https://www.archdaily.cl/cl/938725/casa-pasargada-bernardo-horta-arquitecto-plus-meius-arquitetura>
- Brito, R., Villa, D., & Zalamea, E. (2022). Análisis comparativo de confort térmico de vivienda unifamiliar en LSF frente a mampostería. *Ingenius*, 2022(28), 100–124.
<https://doi.org/10.17163/ings.n28.2022.10>
- Cáceres, C. (2018). *Análisis comparativo técnico-económico de un sistema tradicional aporricado y un sistema estructural liviano para la construcción de viviendas* [Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. <https://repositorio.puce.edu.ec/handle/123456789/26083>
- Cámara de la Construcción de Cuenca. (2025). *Revista Construye*. <https://heyzine.com/flip-book/7b2b0db9a9.html#page/1>
- CAMICON. (2025). *Salarios mínimos por ley 2025*.
<https://www.contraloria.gob.ec/Informativo/SalariosManoObra>
- Chávez, A. E. J., Lalanguí, G. J. R., & Guerrero, C. D. P. (2022). Análisis técnico entre Steel Framing y Hormigón Armado en estructuras regulares. *Green World Journal*, 5(1), 010.
<https://doi.org/10.53313/gwj51010>

- Chavez, E., & Lalangui, J. (2022). *Análisis técnico comparativo entre el sistema Steel Framing y hormigón armado con diferentes cubiertas, en estructuras regulares* [Universidad Politécnica Salesiana]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/28033>
- Córdova, F. (2014). *Estudio comparativo del sistema constructivo en hormigón y acero, en un edificio*. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/20304>
- Cremschi, Marsili, & Saenz. (2013). *Procesos Constructivos*. <https://procesosconstructivos.wordpress.com/wp-content/uploads/2013/05/ficha-26-sistema-steel-framing.pdf>
- Creswell, J. (2009). *Creswell* (SAGE, Ed.; Third, Vol. 3). SAGE. https://www.ucg.ac.me/skladiste/blog_609332/objava_105202/fajlovi/Creswell.pdf
- Diaz, M. (2024). *Analizar el proceso constructivo del sistema Steel Framing propuesto para una edificación de dos niveles a construirse en San Carlos, Rio San Juan, durante el primer semestre del 2024*. <http://repositorio.ucc.edu.ni/id/eprint/1419>
- DIPAC. (2025). *Varilla Corrugada*. <https://dipacmanta.com/wp-content/uploads/2022/01/7-varilla-cuadrada-redonda-tees-1-1.pdf>
- Escobedo Soliz. (2025, October 4). *Una pequeña vivienda de crecimiento progresivo. Casa Finlandia por Escobedo Soliz*. Metalocus. <https://www.metalocus.es/es/noticias/una-pequena-vivienda-de-crecimiento-progresivo-casa-finlandia-por-escobedo-soliz>
- Fábrica Orellana. (2025). *Bloques Pomez y Hormigón*. <https://www.fabricaorellana.com/productos/PAREDES/BLOQUES+POMEZ+Y+HORMIG%C3%93N>
- FALCO. (2025). *Fábrica Artesanal de Ladrillos*. www.f-falco.com
- Ferrando, P., & García, G. (2014). *Prefabricación con madera en Uruguay: una alternativa posible* [Universidad de la República]. <https://www.fadu.edu.uy/tesinas/tesinas/prefabricacion-con-madera-en-uruguay-una-alternativa-posible/>
- Franco, J. (2013, October 28). *El concreto Romano sería más sustentable que el concreto que fabricamos hoy*. ArchDaily En Español. https://www.archdaily.cl/cl/02-304525/el-concreto-romano-seria-mucho-mas-sustentable-que-el-concreto-que-fabricamos-hoy?ad_source=search&ad_medium=projects_tab&ad_source=search&ad_medium=search_result_all
- Giordani, C., & Leone, D. (2015). *Tema: Morteros y Hormigones / Cátedra Ingeniería Civil I / Departamento de Ingeniería Civil UTN. Página 2 Cátedra: Ingeniería Civil I*. https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/1_anio/civil1/files/IC%20I-Morteros%20y%20hormigones.pdf
- GP Constructora del Sur. (2025). *Casas VIP Colinas de Racar*. Casas VIP Colinas de Racar. <https://www.facebook.com/share/p/1AYXcgMm5v/>
- Groat, L., & Wang, D. (2013). *Architectural research Methods* (Wiley, Ed.; Second, Vol. 2). John Wiley & Sons. https://nexosarquisucr.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/03/architecturalresearchmethods-groat_wang.pdf
- GypTech. (2025). *Catálogo de productos*. GypTech. <https://gyptech.ec/productos/>

- ICH (Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile). (2019). *Manual de detallamiento para elementos de hormigón armado* (Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile, Ed.; Segunda, Vol. 2). Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile. <https://ich.cl/documentos-edificacion/manual-detallamiento-hormigon-armado/>
- ILAFA, & Dannemann, R. (2008). *Manual de Ingeniería de Steel Framing (Construcciones Entramadas de Acero)* Instituto Latinoamericano del Fierro y del Acero (ILAFA, Ed.). <https://sf2217758f40e4116.jimcontent.com/download/version/1491932931/module/6209507354/name/Manual%20de%20Ingenieria%20con%20ISBN.pdf>
- INCOSE. (2015). *Guía para usuarios de viviendas realizadas con perfiles de acero galvanizado liviano conformados en frío (Steel Framing)*. <https://www.incose.org.ar/descargas/58/manuales/2140/guia-de-mantenimiento-para-viviendas-de-steel-framing.pdf&ved=2ahUKEwi2oKqWu6CSAxXLQjABHclSDM8QFnoECBUQAQ&usq=AOvVaw1BaqhUb5OL8dD90Zekl6-5>
- IngeCivil. (2020, December 28). *Elementos de Hormigón Armado (Construcción)*. <https://www.ingecivil.net/2020/12/28/elementos-de-hormigon-armado-construccion/>
- Isaacs, N. (2013). Balloon to Platform Framing. | *AHA: Architectural History Aotearoa*, 10, 35–43. <https://doi.org/10.26686/aha.v10i.7360>
- KONKRET. (2025). *Bloques para construcción*. <https://konkret.com.ec/categor%C3%ADa/bloques/>
- Maldonado, D. (2023). *Análisis comparativo técnico de un sistema tradicional versus un sistema estructural Steel Framing para la construcción de viviendas de hasta 2 plantas con luces de hasta 5 metros*. [Universidad Politécnica Salesiana]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/25661>
- Matute, R., & Quinde, B. (2025). *Anteproyecto arquitectónico de vivienda social en altura con módulos de madera contralaminada (CLT) en Cuenca, Ecuador*. <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/19768>
- Max Acero. (2023, October 31). *11 Tipos de Encofrado que debes conocer, ¿serás un experto en el tema!* <https://maxacero.com/blog/tipos-de-encofrado-en-construccion-que-debes-conocer/>
- Metalhierro. (2025). *Catálogo de productos Metalhierro*. Catálogo de Productos. <https://metalhierro.com>
- Naranjo, D. (2024). *Elaboración de guía de diseño estructural de edificaciones residenciales regulares de hasta 3 pisos con el método constructivo Steel Frame*. [Universidad Central del Ecuador]. <https://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/35361>
- NEC, N. E. de la C. (2015). *Guía práctica de la construcción para no profesionales*. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/documentos-normativos-nec-norma-ecuatoriana-de-la-construccion/>
- NEC SE VIVIENDA parte 1, N. E. de la C. (2015). *NEC SE VIVIENDA PARTE 1*. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/documentos-normativos-nec-norma-ecuatoriana-de-la-construccion/>
- NEC SE VIVIENDA parte 2, N. E. de la C. (2015). *NEC SE VIVIENDA PARTE 2*. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/documentos-normativos-nec-norma-ecuatoriana-de-la-construccion/>

- NEC SE VIVIENDA parte 3, N. E. de la C. (2015). *NEC SE VIVIENDA parte 3*.
<https://www.habitatyvivienda.gob.ec/documentos-normativos-nec-norma-ecuatoriana-de-la-construccion/>
- NEC SE VIVIENDA parte 4, N. E. de la C. (2015). *NEC SE VIVIENDA parte 4*.
<https://www.habitatyvivienda.gob.ec/documentos-normativos-nec-norma-ecuatoriana-de-la-construccion/>
- NEC-SE-AC. (2015). *NEC Estructuras de acero*.
- NEC-SE-DS. (2014). *NEC Cargas sísmicas - Diseño sismorresistente*. https://www.mit.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/04/MTOP_NEC-SE-DS.pdf
- NEC-SE-HM. (2015). *NEC Hormigón armado*. <https://www.mit.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/8.-NEC-SE-HM-Hormigon-Armado.pdf>
- Ortiz, L., & Giménez, M. (2024). *Análisis comparativo de la utilización del sistema Steel Framing y el sistema convencional para la construcción de un edificio residencial con 3 niveles en Coronel Oviedo en el año 2024*. <https://publicaciones.fctunca.edu.py/handle/123456789/42>
- Peralta, M., & Tapia, V. (2024). *Análisis comparativo del sistema constructivo Steel Framing frente a métodos tradicionales como el hormigón armado, en la ciudad de San Juan de los ríos de Tena, provincia del Napo, Ecuador* [Universidad Politécnica Salesiana].
<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/27219>
- Pizzi, M. (2019, June 27). *Chile, la consolidación de la ciudad moderna: industrialización y rol de la madera a partir de 1850*. <https://doi.org/10.5821/siiu.6725>
- Poluche, S. C. (2024). *Conocimientos del sistema de construcción en seco Steel Framing, y su uso para el diseño de viviendas unifamiliares en la ciudad de Trujillo, 2023* [Universidad Nacional de Trujillo]. <https://hdl.handle.net/20.500.14414/22409>
- Proyecto Colinas de Racar. (2025). *Viviendas VIP - Colinas de Racar*. Colinas de Racar.
<https://www.facebook.com/share/18zh1dYSBQ/>
- Romea, C. (2014). El hormigón: breve reseña histórica de un material milenario. In *Aplicaciones avanzadas de los materiales compuestos en la obra civil y la edificación* (pp. 1–18). OmniaScience. <https://doi.org/10.3926/oms.199>
- Romero, B., & Sánchez, B. (2022). *Diseño estructural de una vivienda de dos pisos con sistema constructivo Steel Framing ubicada en Curia, provincia de Santa Elena* [Escuela Superior Politécnica del Litoral]. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/57836>
- Rothoblaas. (2019). *Steel Framing, Soluciones para proyectar y construir en entramado ligero metálico* (Rothoblaas, Ed.). Rothoblaas. <https://issuu.com/rothoblaas/docs/steel-framing-es>
- Ruptura Morlaca Arquitectura. (2018, September 14). *Casa Mashar / Ruptura Morlaca Arquitectura*. ArchDaily en Español. https://www.archdaily.cl/cl/901910/casa-mashar-ruptura-morlaca-arquitectura?ad_source=search&ad_medium=projects_tab
- Sarmanho, A., & Moraes, R. (2007). *Steel Framing*. alacero.
<https://old.alacero.org/es/page/publicaciones/steel-framing-arquitectura>
- Secretaría Nacional de Planificación. (2024). *Ficha metodológica de definición de metas del plan nacional de desarrollo datos generales*. https://drive.google.com/file/d/1gFzgysh-6MxD1_nMlyyBD_EvEsWVFuF/view

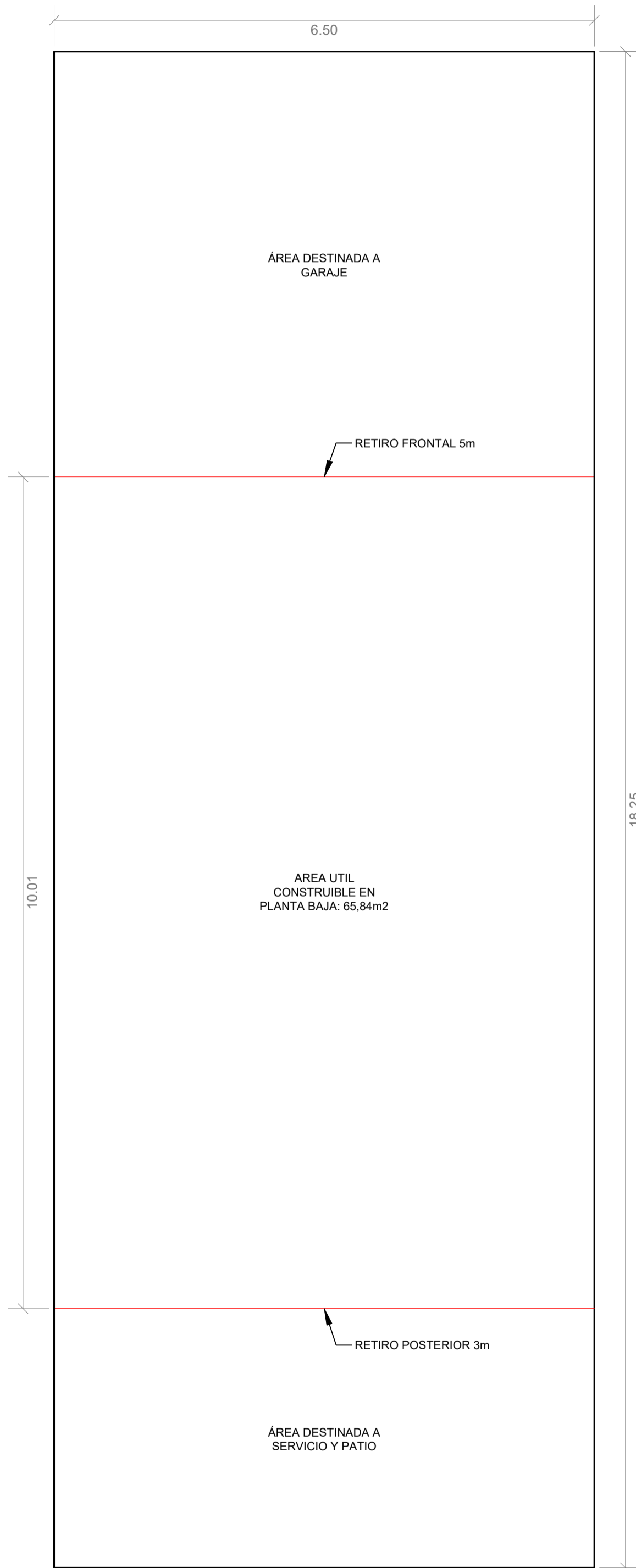
- Semanate, J., Flores, C., Barba, K., & Bustamante, S. (2024). Análisis de reducción del impacto ambiental con base en la construcción en Steel Framing. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, 6. <https://doi.org/10.59169/pentaciencias.v6i1.989>
- SICON. (2024). *Estructura galvanizada* (SICON). SICON. <https://siconecuador.com/estructura-galvanizada/>
- Simpson Strong-Tie. (2025). *Cold-Formed Steel Construction*. Cold-Formed Steel Construction. <https://www.strongtie.com/coldformedsteelconnectors/landing>
- Superboard by Etex. (2025). *Productos SuperBoard*. Superboard by Etex. <https://www.superboard.com.pe/es-pe/catalogo-productos/superboard/>
- Tejada, R. (2017). *Hacia una arquitectura científica: Implementación del sistema constructivo Light Steel Framing (LSF) y de la metodología Building Information Modeling (BIM) en construcciones*. <https://hdl.handle.net/1992/61522>
- Tipanta, F., & Tonguino, E. (2019). *Análisis de factibilidad para la construcción de viviendas de interés social con el sistema "Steel Framing". (caso de aplicación "Ciudad El Rosario" cantón Rumiñahui)* [Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. <https://repositorio.puce.edu.ec/handle/123456789/26328>
- Usamá, H. (2022). *Análisis de factibilidad para proyecto inmobiliario de viviendas de interés público (VIP) con el sistema constructivo Steel Framing y una comparativa con el método de construcción tradicional*. [Pontificia Universidad Católica del Ecuador]. <https://repositorio.puce.edu.ec/handle/123456789/41334>
- Vallejos, K. (2021). *Comparativa del sistema tradicional versus el sistema Steel Framing en la construcción de viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5 metros* [Universidad Politécnica Salesiana]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21489>
- Volantino, V. L. (2005). Patologías higrotermicas existentes en cerramientos exteriores construidos con bloques huecos de hormigón o de material cerámico. *Avances En Energías Renovables y Medio Ambiente*, 9. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/82924>

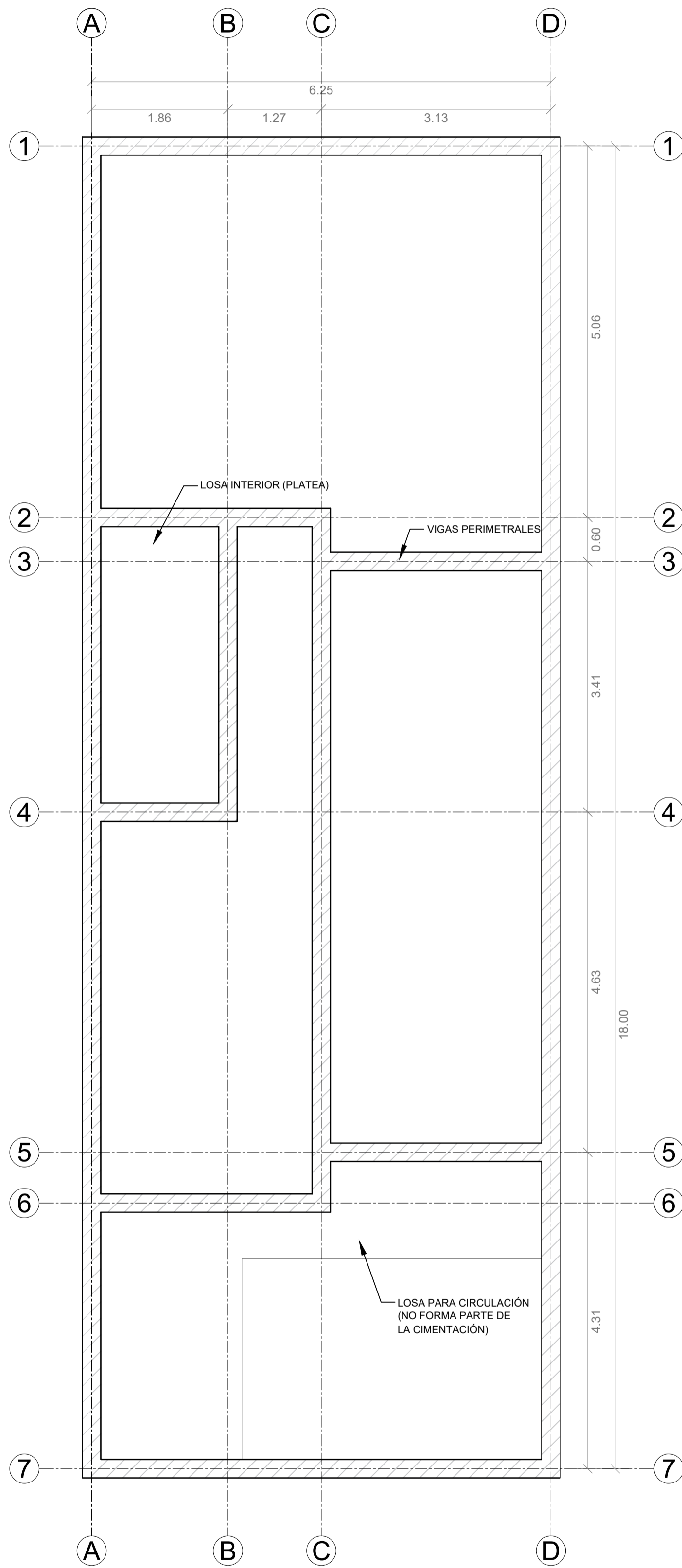
The image features a minimalist design on a light gray background. A solid blue vertical bar is positioned on the right side. A thick black line runs horizontally across the middle of the page, intersecting the blue bar. Another thick black line runs vertically on the left side, extending from the top to the bottom of the page. At the top, a black line forms a horizontal bar that ends in a small vertical tick on the right side. The word "ANEXOS" is written in a bold, black, sans-serif font, centered horizontally and partially overlapping the blue bar and the horizontal line.

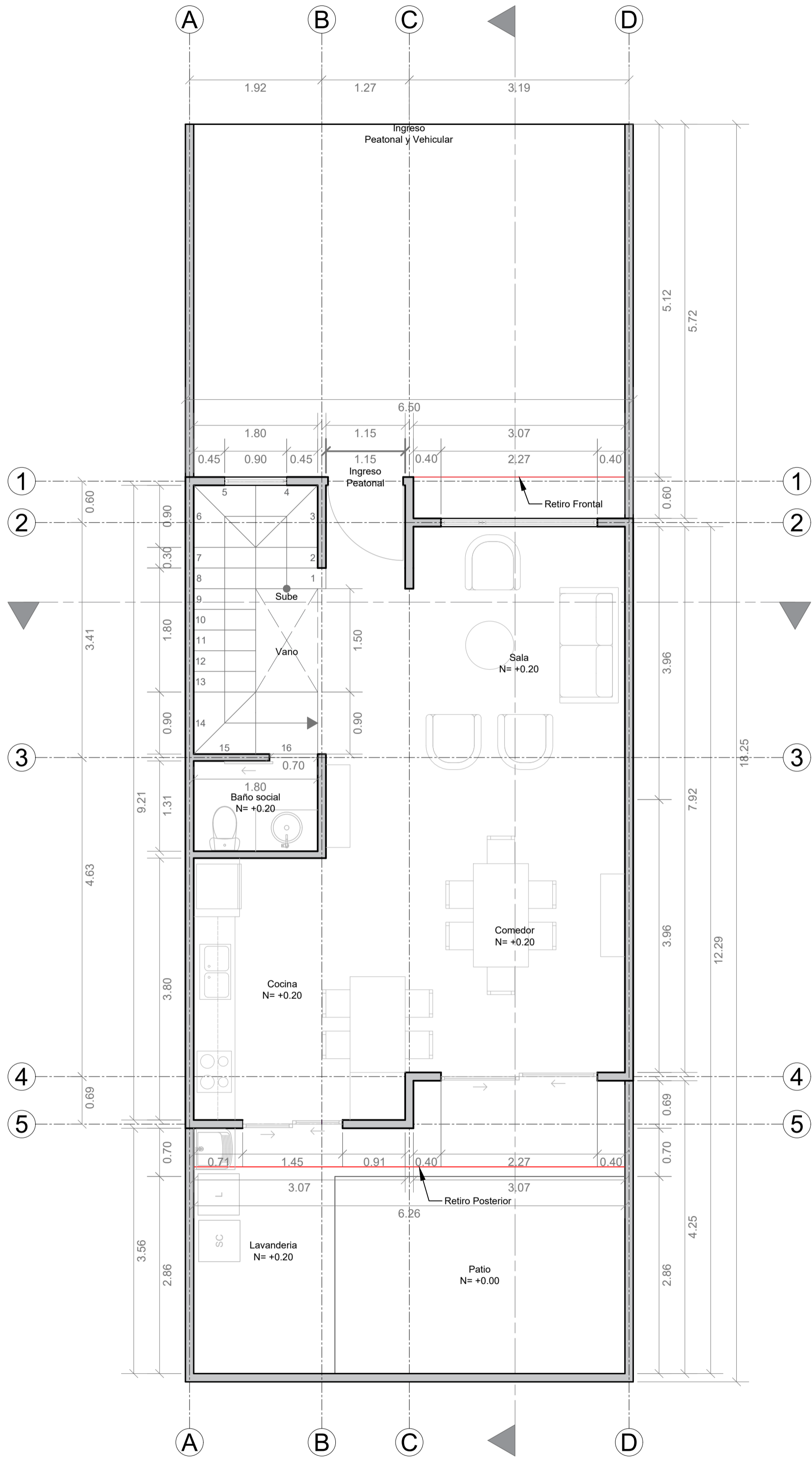
ANEXOS

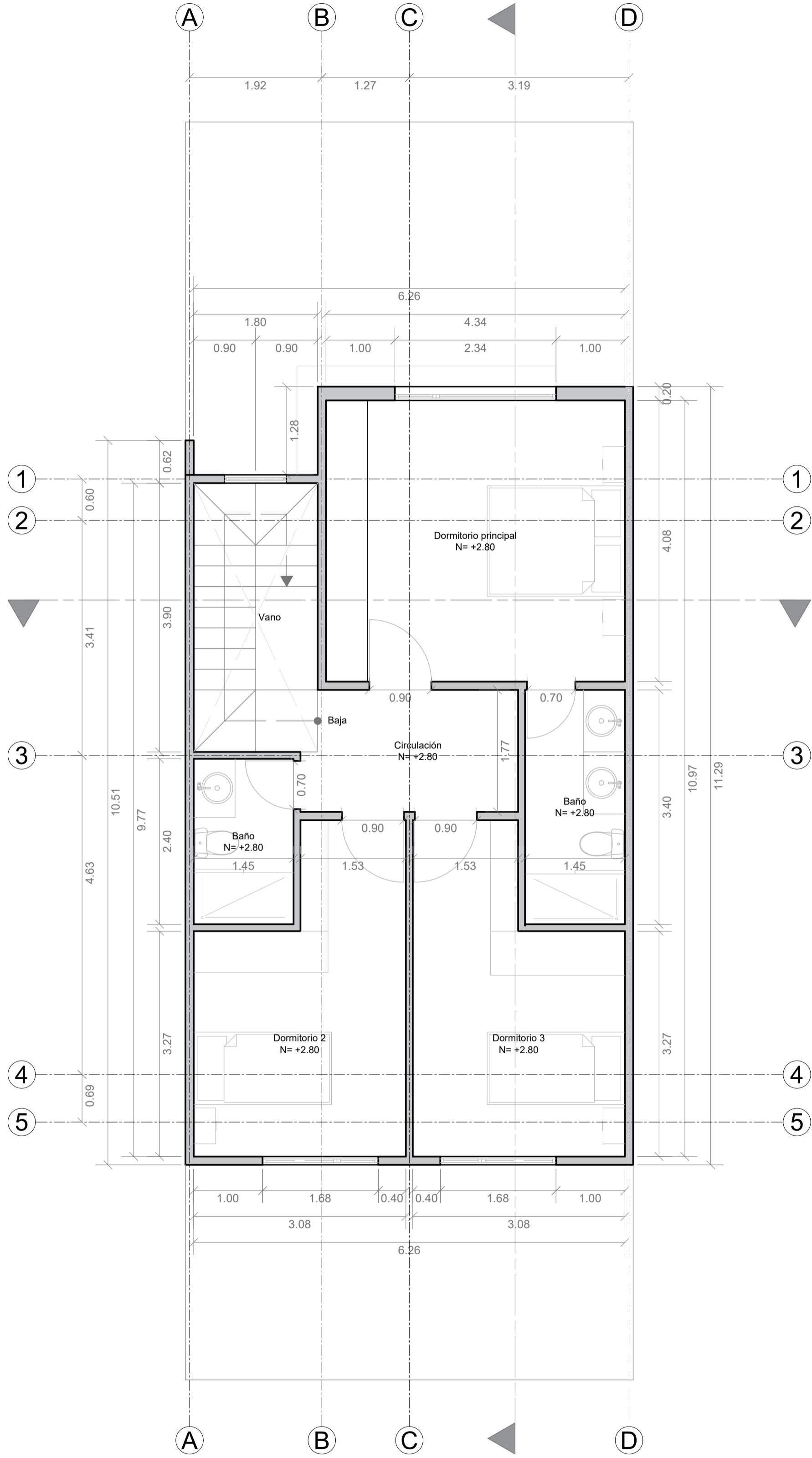
ANEXOS

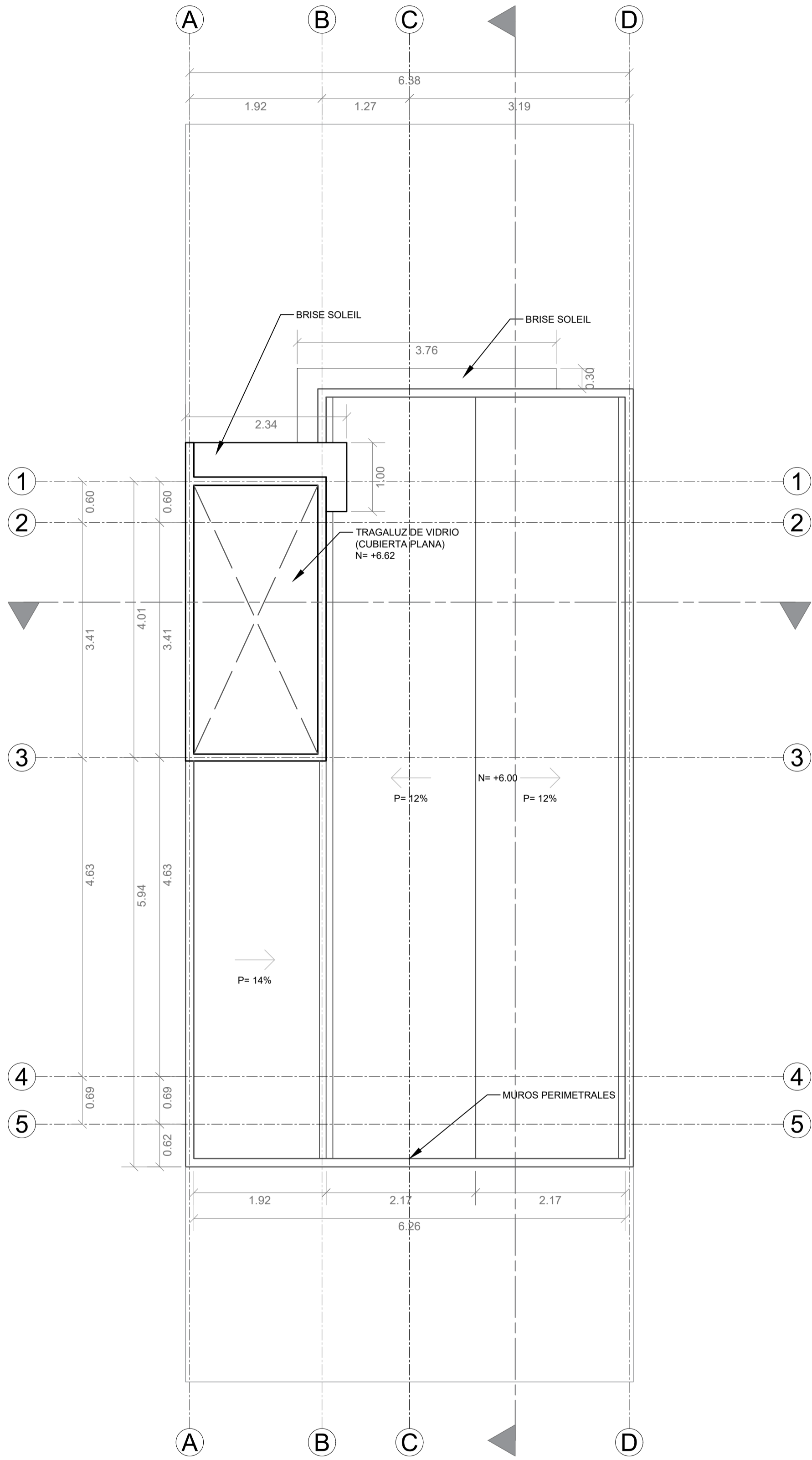
Anexo 1: Plantas arquitectónicas, elevaciones y secciones del anteproyecto

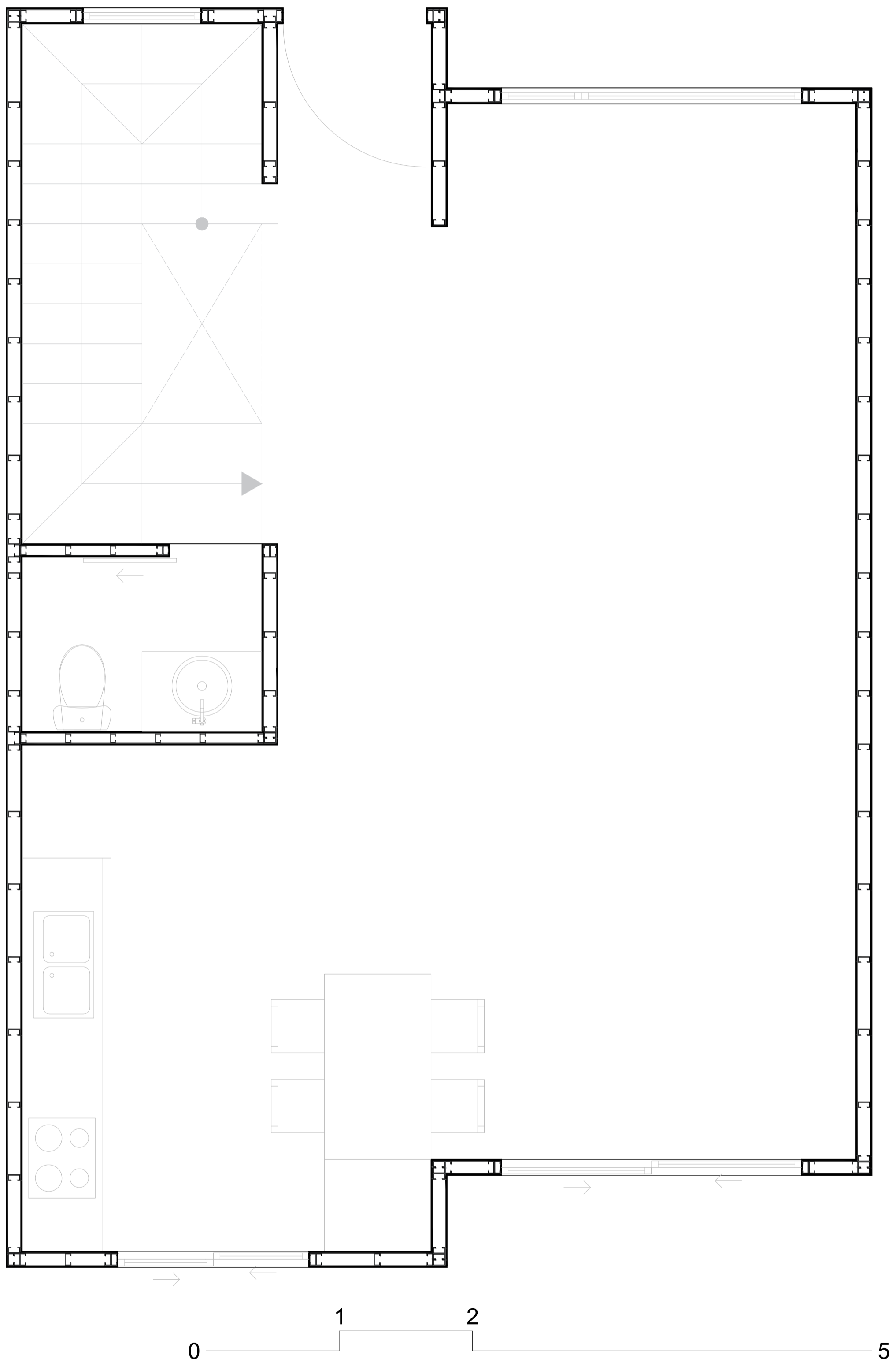






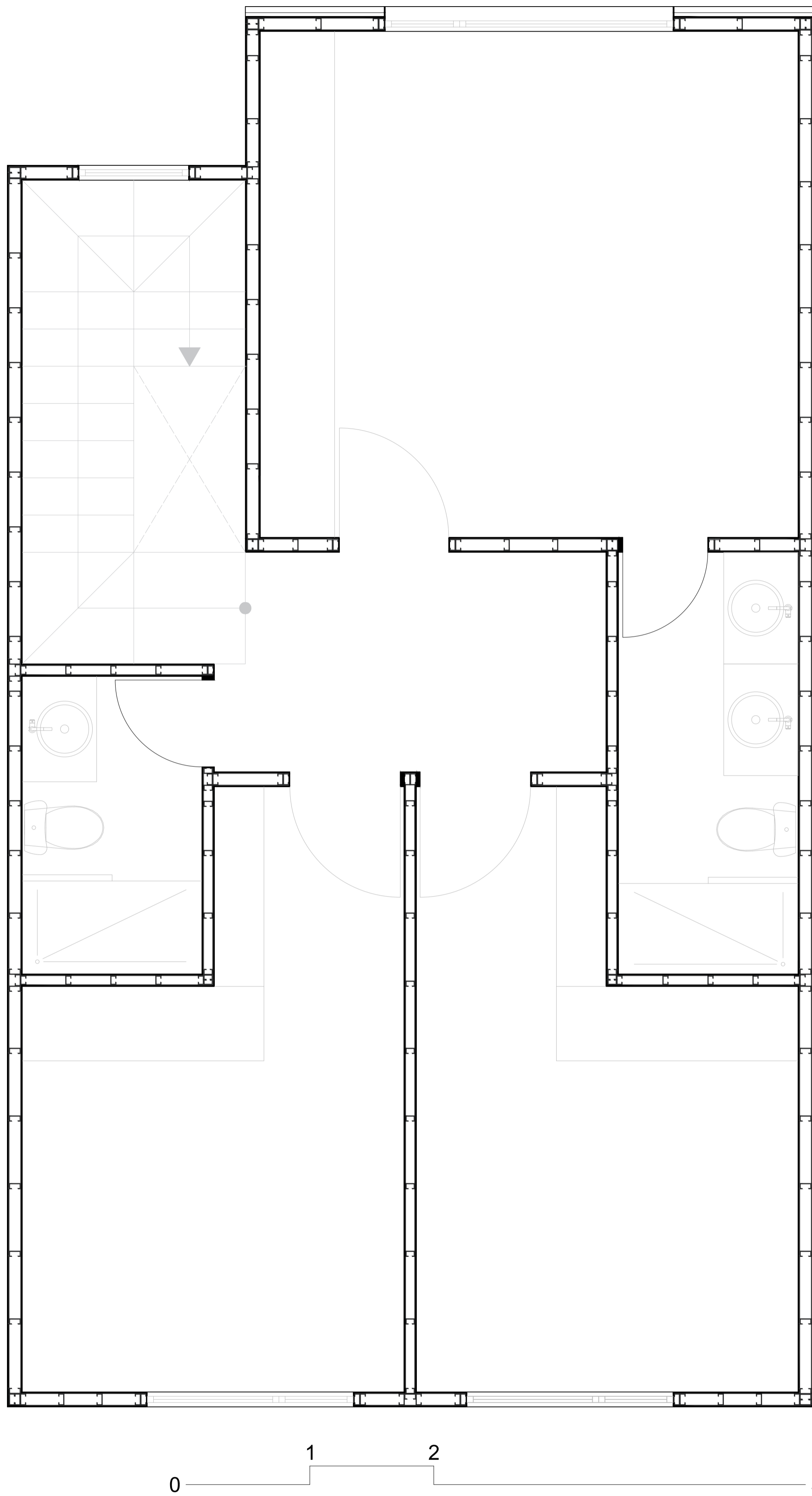


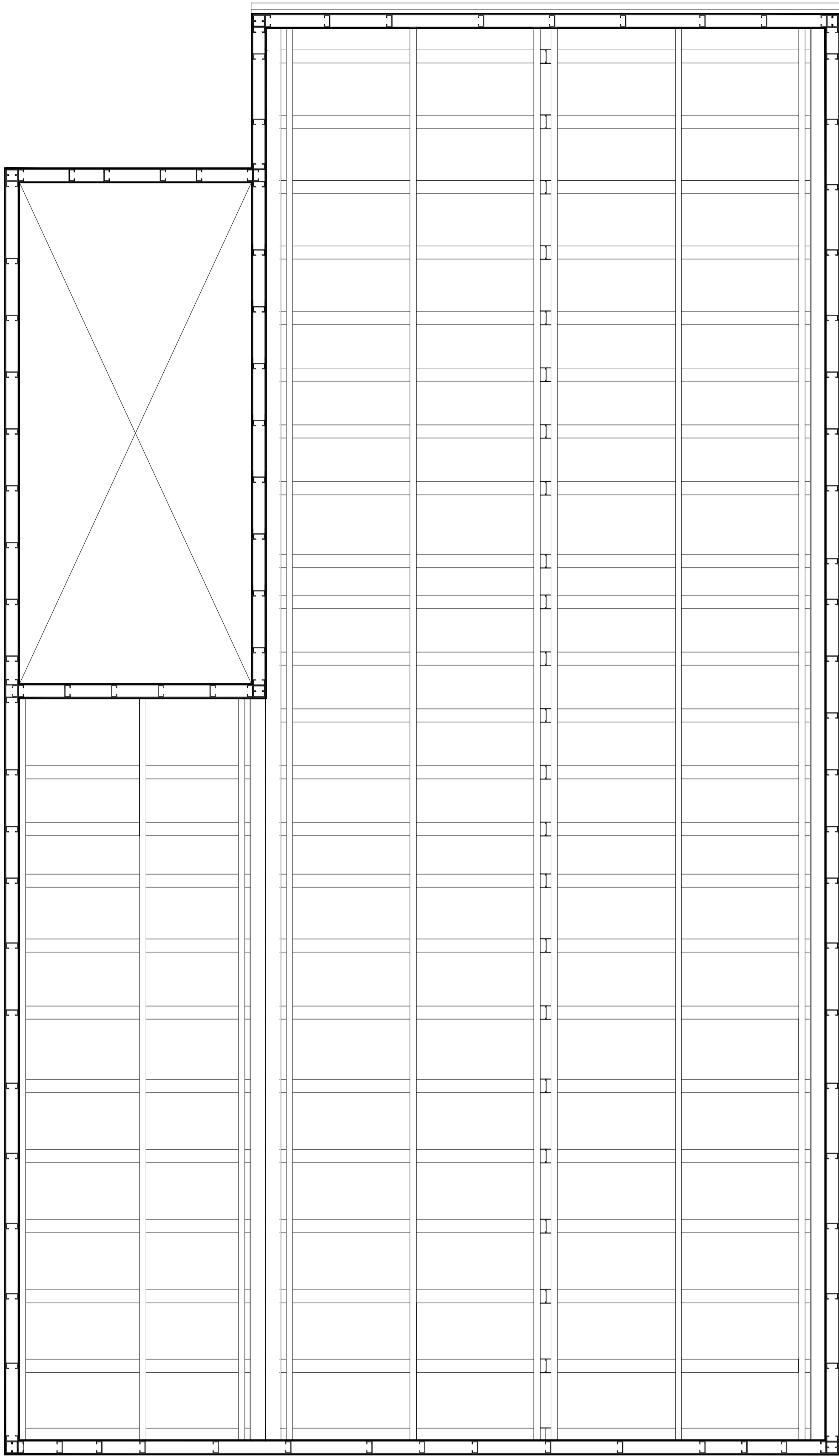


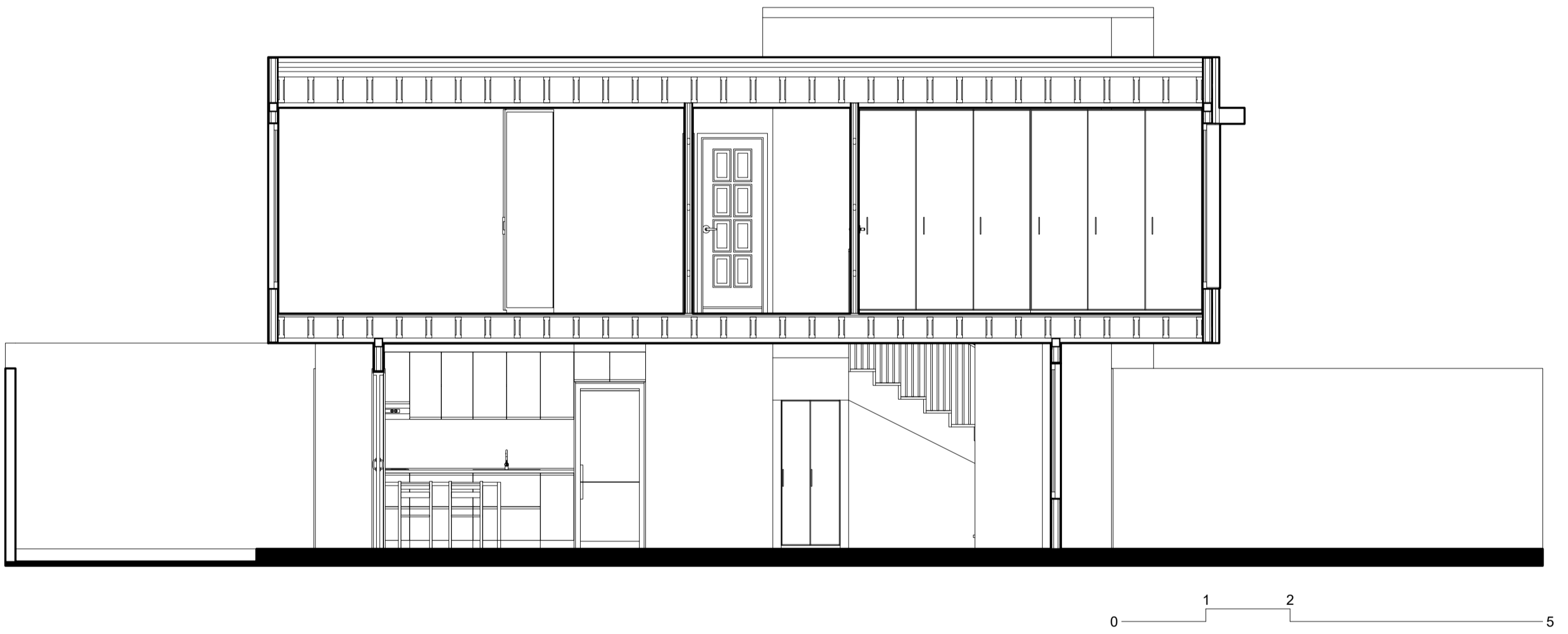


PLANTA BAJA CON ESTRUCTURA

ESCALA 1:25







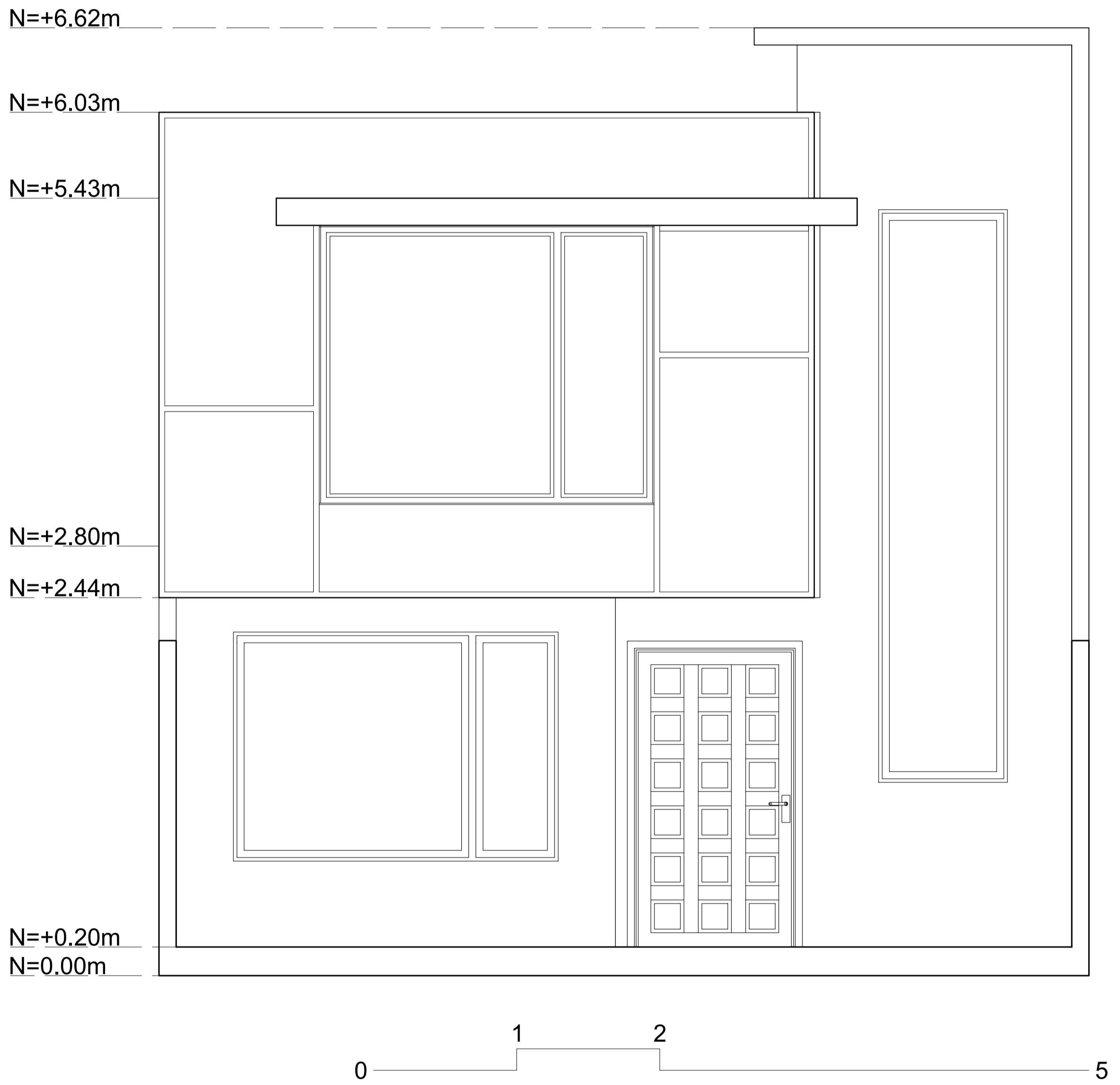
SECCIÓN LONGITUDINAL

ESCALA 1:50



SECCIÓN TRANSVERSAL

ESCALA 1:25



ELEVACIÓN FRONTAL


ESCALA 1:25



AUTORIZACION DE PUBLICACION EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Yo, **Andrés Nicolas Machuca Álvarez** portador de la cédula de ciudadanía N.º 0107589772. En calidad de autor/a y titular de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación **“Análisis comparativo del sistema Steel Framing y el hormigón armado como alternativas para la construcción de viviendas unifamiliares”** de conformidad a lo establecido en el artículo 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconozco 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; autorizo 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, 18 de marzo de 2026

F:

Andrés Nicolas Machuca Álvarez
0107589772