



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL

**PROPONER LA ESTANDARIZACIÓN DE VIVIENDAS SOCIALES
PREFABRICADAS EN ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

JOAQUÍN ANTONIO ANGULO GÓNGORA

PROFESOR GUÍA:
JORGE PULGAR ALLENDES

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
EDGARDO GONZÁLEZ LIZAMA
WILLIAM WRAGG LARCO

SANTIAGO DE CHILE
2023

Resumen

El trabajo de título presenta una propuesta de diseño estandarizado de viviendas sociales en Chile, el cual está basado en todas las dimensiones mínimas exigidas para proyectos del fondo solidario de elección de vivienda regulado por el D.S. N° 49. Dicho diseño está pensado para ser construido a través de estructuras prefabricadas de hormigón armado, mejorando el proceso constructivo actual en términos de plazos y costos.

Para lograr esto se realizó una revisión bibliográfica y visitas a terrenos obteniendo información referente a proyectos de viviendas sociales ya construidos y habitados, específicamente realizados en la comuna de Macul. Posteriormente se analizaron los requerimientos mínimos a cumplir en conjunto con catálogos de empresas dedicadas al prefabricado de Hormigón, generando así una propuesta de diseño estándar que se pueda construir de forma prefabricada.

Se diseña de forma digital un prototipo de vivienda social que consta con 4 pisos y 4 departamentos por planta, incluyendo una opción para personas con discapacidad en el primer piso de la edificación. Para fijar las medidas propuestas se utilizaron factores como, por ejemplo, optimización de materiales de construcción, facilitar el proceso de prefabricación y traslado, que sea similar a proyectos ya realizados etc.

Finalmente se muestran algunas consideraciones a tener en cuenta cuando se utiliza el método de construcción prefabricado.

Dedicado mi padre, Sergio y mi madre, Pamela quienes me han formado con los mejores valores y se han sacrificado para que pueda cumplir mis sueños y metas.

Agradecimientos

A mis padres, Sergio y Pamela que siempre me dieron su completo apoyo en cada una de mis decisiones les parecieran correctas o equivocadas. A mi hermana Pamela y mi pareja Lissette quienes me acompañaron en todo mi proceso universitario tanto en los momentos buenos como en los malos, siempre brindándome ánimos y ganas para continuar.

A mis amigos Carlos, Nicolás, Natalia y Maite quienes conocí en mi periodo escolar manteniendo la amistad hasta el día de hoy generando momentos de mucha alegría y felicidad. También a quienes conocí durante mi proceso universitario: Ian, Alonso, Nicolás F., Camila, siendo no solo un apoyo emocional si no también académico.

A mi profesor Jorge Pulgar por su gran disposición y guía en el desarrollo de este trabajo. Al programa de inclusión educacional Escuela Desarrollo de Talentos (EDT) que sin su ayuda y apoyo académico Probablemente no hubiera logrado entrar a la universidad y a mi tutora en dicho programa, Pamela quien hasta el día de hoy me brinda su apoyo en lo que necesite.

A mis amigos del equipo de fútbol de Ciencias, quienes sin duda hicieron el periodo universitario mucho más agradable y a través de este deporte me permitían des-estresarme y liberar cargas universitarias.

Tabla de Contenido

1. Introducción	1
1.1. Objetivos	2
1.1.1. Objetivo Principal	2
1.1.2. Objetivos específicos	2
1.1.3. Alcances del trabajo	2
2. Marco Conceptual	3
3. Metodología	6
3.1. Antecedentes de Estudio	6
3.2. Visitas a terreno	6
4. Proyectos de estudio	8
4.1. Villa Jaime Eyzaguirre	8
4.2. Villa Nueva Quilín.	13
4.3. Villa Fundación.	18
5. Factores para la estandarización de viviendas sociales	23
5.1. Marco normativo	23
5.1.1. Requerimientos para dormitorios	24
5.1.2. Requerimientos para sala Estar-Comedor	26
5.1.3. Requerimientos para el baño	27
5.1.4. Requerimientos para la cocina	28

5.1.5. Área de circulación y escaleras	30
5.2. Materiales de interior mas utilizados y sus dimensiones	31
5.2.1. Materiales usados en tabiquería	31
5.3. Rango de medidas de elementos prefabricados en hormigón armado	33
6. Propuesta de Diseño estandarizado	39
6.1. Dimensiones generales	39
6.2. Ilustraciones del diseño	41
6.3. Dimensionado de elementos prefabricados	44
6.3.1. Pilares	44
6.3.2. Vigas	46
6.3.3. Losas prefabricadas	48
6.3.4. Muros o Paneles prefabricados	50
6.3.5. Escalera:	53
7. Consideraciones generales del sistema de prefabricados en hormigón	55
7.1. Conexiones de elementos prefabricados	56
7.1.1. Conexiones viga-columna	57
7.1.2. Conexiones columnas-cimientos	58
7.2. Transporte de elementos prefabricados	59
8. Conclusiones y discusiones	61
 Bibliografía	 65
 Anexo A.	 66

Índice de Tablas

4.1. Distancias y superficies en departamento Tipo A, Villa Jaime Eyzaguirre. Fuente: Elaboración propia.	12
4.2. Dimensiones relevantes adicionales, departamentos Villa Jaime Eyzaguirre. Fuente: Elaboración propia.	12
4.3. Distancias y superficies en departamentos de la Villa Nueva Quilín. Fuente: Elaboración propia.	17
4.4. Otras dimensiones relevantes, departamentos Villa Nueva Quilín. Fuente: Elaboración propia.	17
4.5. Distancias y superficies en departamentos de la Villa Fundación. Fuente: Elaboración propia.	21
4.6. Otras dimensiones relevantes, departamentos Villa Fundación. Fuente: Elaboración propia.	21
4.7. Resumen de principales dimensiones en proyectos de vivienda social construidos en la comuna de Macul.	22
5.1. Alturas de losa a cielo en proyectos realizados en la comuna de Macul. Fuente: Elaboración propia.	32
6.1. Propuesta de dimensiones de planta y altura para cada departamento. Fuente: Elaboración Propia.	39

Índice de Ilustraciones

3.1. Fotografía del material brindado por la municipalidad de Macul.	7
4.1. Ubicación de los sectores D1 Y D3 de la Villa Jaime Eyzaguirre. Fuente: Escaner planos físicos entregados por la municipalidad de Macul.	8
4.2. Ubicación de los sectores D1, D2 Y D3 de la Villa Jaime Eyzaguirre. Fuente: Google maps.	9
4.3. Cuadro comparativo tipos de departamentos de Villa Jaime Eyzaguirre. Fuente: Elaboración Propia.	10
4.4. Planta arquitectura sector D2, 4 departamentos por planta, Villa Jaime Eyzaguirre replicada en AutoCAD. Fuente: Elaboración propia.	11
4.5. Planta arquitectura departamento Villa Jaime Eyzaguirre replicada en AutoCAD. Fuente: Elaboración propia.	11
4.6. Ubicación de la Villa Nueva Quilín. Fuente: Escáner planos físicos entregados por la Municipalidad.	13
4.7. Ubicación de la Villa Nueva Quilín. Fuente: Google Maps.	13
4.8. Planta arquitectura departamento Nueva Quilín replicada en AutoCAD. Fuente: Elaboración propia.	14
4.9. Ejemplos de acoples entre edificios de la Villa Nueva Quilín. Fuente: Municipalidad de Macul.	15
4.10. Planta arquitectura bloque habitacional de 8 deptos por planta, Villa Nueva Quilín replicada en AutoCAD. Fuente: Elaboración propia.	16
4.11. Ubicación de la Villa Fundación. Fuente: Google Maps.	18
4.12. Vista lateral de un edificio perteneciente a la Villa Fundación [a]. Ejemplo de edificios acoplados en Villa Fundación [b]. Fuente: Escaner planos físicos entregados por la Municipalidad de Macul.	18

4.13. Planta arquitectura depto Tipo C2 replicada Autocad. Fuente: Elaboración propia.	19
4.14. Planta arquitectura bloque habitacional de 4 deptos por planta, Villa Fundación, replicada en AutoCAD. Fuente: Elaboración propia.	20
5.1. Anchos mínimos y mobiliario de referencia dormitorio principal y secundario. Fuente: Cuadro normativo y tabla de espacios y usos mínimos para el mobiliario versión 2017, MINVU.	25
5.2. Opciones de distribución de espacios, dormitorio principal para personas con discapacidad. Fuente: Cuadro normativo y tabla de espacios y usos mínimos para el mobiliario versión 2017, MINVU.	25
5.3. Opciones de distribución de espacios, dormitorio secundario para personas con discapacidad. Fuente: Cuadro normativo y tabla de espacios y usos mínimos para el mobiliario versión 2017, MINVU.	26
5.4. Opciones de distribución de espacios, Sala Estar-comedor. Fuente: Cuadro normativo y tabla de espacios y usos mínimos para el mobiliario versión 2017, MINVU.	26
5.5. Opciones de distribución de espacios, sala de estar-comedor en departamentos para personas con discapacidad. Fuente: Cuadro normativo y tabla de espacios y usos mínimos para el mobiliario versión 2017, MINVU.	27
5.6. Alternativas de espaciamientos para el baño. Fuente: Cuadro normativo y tabla de espacios y usos mínimos para el mobiliario versión 2017, MINVU.	27
5.7. Espaciamientos mínimos para el baño de un departamento diseñado para personas con discapacidad. Fuente: Cuadro normativo y tabla de espacios y usos mínimos para el mobiliario versión 2017, MINVU.	28
5.8. Áreas y dimensiones de aparatos de cocina. Fuente: Cuadro normativo y tabla de espacios y usos mínimos para el mobiliario versión 2017, MINVU.	29
5.9. Áreas y dimensiones de aparatos de cocina en departamentos diseñados para personas discapacitadas. Fuente: Cuadro normativo y tabla de espacios y usos mínimos para el mobiliario versión 2017, MINVU.	29
5.10. Área de circulación mínima. Fuente: Cuadro normativo y tabla de espacios y usos mínimos para el mobiliario versión 2017, MINVU.	30
5.11. Dimensiones mínimas en escaleras, interiores y exteriores. Fuente: Cuadro normativo y tabla de espacios y usos mínimos para el mobiliario versión 2017, MINVU.	30
5.12. Dimensiones mínimas y máximas de pilares con sección rectangular. Fuente: Catálogo Tensocret.	34

5.13. Dimensiones mínimas y máximas de pilares con sección rectangular. Fuente: Catálogo Tragsa.	34
5.14. Dimensiones mínimas y máximas de vigas entrepiso con sección de borde, simple o doble. Fuente: Catálogo Tragsa.	35
5.15. Dimensiones mínimas y máximas de vigas rectangulares y de forjado. Fuente: Catálogo Tragsa.	35
5.16. Dimensiones mínimas y máximas de losetas nervadas con apoyo doble, único y sin apoyos (simples). Fuente: Catálogo Tensocret.	36
5.17. Dimensiones mínimas y máximas de placas para forjados. Fuente: Catálogo Tragsa.	37
5.18. Dimensiones mínimas y máximas de muros industriales macizos texturizados y lisos. Fuente: Catálogo Tensocret.	37
5.19. Dimensiones de fabricación muro industrial macizo horizontal [a] y macizo vertical [b]. Fuente: Catálogo Tragsa.	38
5.20. Ilustración de sistema constructivo mediante elementos prefabricados de Hormigón . Fuente: Catálogo Tensocret.	38
6.1. Planta de departamento con medidas mínimas exigidas, diseñada en AutoCAD. Fuente: Elaboración propia.	41
6.2. Planta de departamento propuesto, diseñada en AutoCAD. Fuente: Elaboración propia.	42
6.3. Planta departamento para discapacitados con medidas mínimas exigidas, diseñada en AutoCAD. Fuente: Elaboración propia.	42
6.4. Planta de departamento para discapacitados con mobiliarios, diseñada en AutoCAD. Fuente: Elaboración propia.	43
6.5. Planta de departamento para discapacitados con mobiliarios, diseñada en AutoCAD. Fuente: Elaboración propia.	44
6.6. Dimensiones en propuesta de pilares para proyecto estandarizado. Fuente: Elaboración propia.	45
6.7. Distribución de pilares realizados en AutoCAD. Fuente: Elaboración propia.	45
6.8. Viga de borde con luz igual a 690 [cm] [a]. Viga de borde con luz igual a 647 [cm] [b]. Fuente: Elaboración propia.	46
6.9. Viga de borde con luz igual a 350 [cm]. Fuente: Elaboración propia.	46
6.10. Vigas simples con luz de 6,9 [m] y 6,47 [m]. Fuente: Elaboración propia.	47

6.11. Simulación 3D de pilares prefabricados unidos con vigas prefabricadas. Fuente: Elaboración propia.	47
6.12. Tipos de losas destinadas al sector departamento. Fuente: Elaboración propia.	48
6.13. Ubicación de losas prefabricadas sector departamentos. Fuente: Elaboración propia.	49
6.14. Losas utilizadas en el sector caja escala. Fuente: Elaboración propia.	49
6.15. Losas utilizadas en el sector caja escala. Fuente: Elaboración propia	50
6.16. Paneles frontales de la entrada a la edificación y sus pisos superiores. Fuente: Elaboración propia.	50
6.17. Paneles frontal de la edificación en sector de departamentos. Fuente: Elaboración propia.	51
6.18. Paneles Laterales de la edificación. Fuente: Elaboración propia.	51
6.19. Panel centra de la edificación. Fuente: Elaboración propia.	52
6.20. Panel interior de acceso a la vivienda. Fuente: Elaboración propia.	52
6.21. Panel macizo que delimita las viviendas. Fuente: Elaboración propia.	52
6.22. Posición de muros prefabricados en el primer piso. Fuente: Elaboración propia.	53
6.23. Representación de la inclusión de paneles prefabricados, a un sistema previo de pilares, vigas y losas. Fuente: Elaboración propia.	53
6.24. Modelo de escalera prefabricada. Fuente: Elaboración propia.	54
6.25. Representación gráfica de edificio estandarizado. Fuente: Elaboración propia.	54
7.1. Diferencia gráfica entre conexiones emulativas y conexiones articuladas. Fuente: (Bedriñana, 2021)	56
7.2. Conexión viga prefabricada entre columnas in-situ [a]. Fuente: (Aguirre, 2021); [b] Ejemplo real. Fuente:(Bedriñana, 2021)	57
7.3. [a] Conexión viga prefabricada entre columnas in-situ. Fuente: (Aguirre, 2021); [b] Ejemplo real. Fuente:(Bedriñana, 2021)	57
7.4. Conexión viga post-tensada entre columnas. Fuente: (Bedriñana, 2021)	58
7.5. Conexión pilares y cimientos. Fuente: (Bedriñana, 2021)	58
7.6. Camión con plataforma autocargable. Fuente: Google imagenes.	59
7.7. Camión trailer. Fuente: Prefabricado seguro.	60

7.8. Camión con plataforma extensible. Fuente: Prefabricado seguro.	60
A.1. Plano Físico de planta de departamento, Villa Nueva Quilín. Fuente: Municipalidad de Macul	66
A.2. Plano Físico de planta de bloque habitacional, Villa Nueva Quilín. Fuente: Municipalidad de Macul	67
A.3. Plano Físico de Elevación lateral de bloque habitacional, Villa Nueva Quilín. Fuente: Municipalidad de Macul	68
A.4. Edificios acopiados y con diferentes orientaciones adaptándose a las dimensiones de terreno, Villa Nueva Quilín. Fuente: Municipalidad de Macul	69

Capítulo 1

Introducción

El déficit habitacional es un desafío pendiente a nivel nacional, por los altos niveles alcanzados es necesario tomar medidas prontamente. Según la Cámara Chilena de la Construcción (CChC) en 2017 se necesitaban aproximadamente 739.610 residencias para reemplazar las viviendas inhabitables y entregar un hogar propio a las familias allegadas. Este déficit se concentra mayormente en la región metropolitana con un 42,5 % respecto del déficit total nacional, y particularmente la mayor demanda de viviendas se encuentra en la comuna de Puente Alto.

Bajo este contexto se crean distintos programas sociales que permiten adquirir una vivienda a familias que se encuentran en situación de vulnerabilidad social y necesidad habitacional. Esto se logra a través de subsidios estatales, dependiendo del proyecto o programa, el Estado aporta un subsidio base, además de subsidios complementarios que varían dependiendo de la situación socio-económica de cada familia. A través de dichos aportes el sueño de tener una vivienda propia se vuelve factible para las familias de bajos ingresos.

Por otra parte, si bien se han creado diversos apoyos del Estado, no se ha logrado mitigar eficientemente el déficit habitacional, por lo que se vuelve necesario replantear la forma de construcción actual, proponiendo nuevas metodologías que permitan disminuir dicho déficit. Así surge la idea de evaluar los proyectos sociales ya construidos y proponer un diseño estándar en conjunto con un proceso constructivo más óptimo para este tipo de obras, que permita mejorar factores como tiempo de construcción, reducción de costos, etc. contribuyendo así a la mitigación de dicho déficit.

El siguiente trabajo de título presenta un diseño de viviendas sociales estándar que fue diseñado con el objetivo de ser construido a través de estructuras prefabricadas de hormigón armado, con el fin de optimizar el proceso constructivo actual obteniendo mejoras significativas cómo: disminución del tiempo de construcción, ahorro en mano de obra, mejor calidad de los elementos construidos, etc. También se presenta un diseño digital de la edificación y sus dimensiones aproximadas en conjunto con elementos prefabricados, como muros, vigas y pilares.

1.1. Objetivos

En este apartado se presenta el objetivo principal del trabajo, como también los objetivos específicos, los cuales fueron definidos como acciones o metas para alcanzar el objetivo principal.

1.1.1. Objetivo Principal

- Proponer la estandarización de viviendas sociales prefabricadas en hormigón armado.

1.1.2. Objetivos específicos

- Realizar una revisión bibliográfica tanto de diseño y construcción de viviendas sociales.
- Revisión bibliográfica de estructuras prefabricadas de hormigón armado y su aplicación en edificaciones de tipo social.
- Visitar instituciones como el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) y municipalidades, con el fin de conocer toda la normativa de los proyectos de viviendas sociales y obtener información de proyectos actuales.
- Identificar parámetros importantes a considerar al momento de definir y proponer las medidas estándar. Además describir la normativa para este tipo de proyectos.
- Proponer un diseño digital estandarizado de las piezas utilizadas.

1.1.3. Alcances del trabajo

El foco principal de este trabajo es realizar una propuesta de diseño estándar en hormigón prefabricado para edificios de cuatro pisos para proyectos de viviendas sociales, que cumpla con todas las medidas mínimas de espaciamientos y dimensiones que exigen las normas que rigen estos proyectos.

Dada las dimensiones propuestas y considerando como referencia catálogos de elementos prefabricados de distintas empresas, se propone dicho diseño estándar. También se tomará en cuenta, otros factores de proyectos ya realizados en la comuna de Macul.

Capítulo 2

Marco Conceptual

la definición del concepto de **vivienda social** que se utilizará para efectos de este trabajo corresponde a la presente en el artículo 3 del DL N° 2.552 de 1979, modificado en 2021: *“La vivienda económica de carácter definitivo, destinada a resolver los problemas de la marginalidad habitacional, financiada con recursos públicos o privados, cualquiera que sean sus modalidades de construcción o adquisición, y cuyo valor de tasación no sea superior a 400 UF”*.

Si bien se menciona que el valor de la tasación no sea superior a 400, el valor real para adquirir una vivienda es mayor, en este sentido el estado subsidia a las familias para que puedan adquirir viviendas dignas sin la obligación de comprometerse con grandes créditos hipotecarios.

Referente a normativa en el decreto 19 del MINVU, artículo 10 se reglamenta las condiciones que deben cumplir los proyectos habitacionales. Dentro de los requerimientos más importantes se encuentra que las viviendas destinadas a familias vulnerables deben considerar una superficie mínima de 47 [m²] en el caso de casas y tratándose de departamentos se deberá contemplar una superficie mínima edificada de 52 [m²]. Cabe mencionar que la superficie edificada es medida horizontalmente por pisos, sin incluir los vacíos, los ductos verticales y las escaleras de evacuación. Finalmente debe ser medida hasta la cara exterior de los muros perimetrales (DECRETO 47, 1992).

Por otra parte, en la definición de vivienda social se menciona que debe ser de carácter definitivo, por esto se vuelve necesario alcanzar estándares mínimos de calidad que garanticen esta característica. Se habla de estándares mínimos ya que al ser destinada a solucionar problemas sociales debe minimizar su costo económico.

En el presente trabajo se buscará el desarrollo de un modelo de vivienda social estandarizado para su construcción en estructuras de hormigón prefabricado, este es un método constructivo, en el que los miembros estructurales (por ejemplo, vigas columnas, muros y losas) son producidos en fábricas, transportados al lugar del proyecto, ensamblados y conectados en el sitio de obra. A través de este proceso se busca obtener ventajas como (Aguirre, 2021): :

- El posible incremento de la velocidad de construcción, lo que conduce a una rápida ocupación del edificio.
- La economía y la alta calidad de las unidades de hormigón prefabricado al ser elaborados bajo condiciones de fábrica y con la utilización de materias primas de calidad.
- La mejora en la durabilidad, en comparación al hormigón construido in-situ, como consecuencia del proceso de fabricación.
- Reducción de la labor en obra, lo que, parcialmente, compensa la escasez existente de trabajadores calificados.

Considerando una perspectiva hacia el futuro, se plantea realizar los proyectos de viviendas sociales de forma prefabricada, para encaminar este sistema hacia la **industrialización**, para entender este concepto se presentan algunas definiciones (Valenzuela, 2018):

- Es Producción en serie, de forma repetitiva, en obra pero a través de montajes, pasando de una construcción de mano de obra a una realizada por montajes o mano de obra industrial.
- Es programar la obra en forma seriada y repetitiva, incluir en el proyecto componentes prefabricados diseñados a la medida de cada proyecto.

La normativa chilena referente a elementos y estructuras prefabricadas es relativamente nueva, la mayor parte fue publicada en 2020. Entre las normas más relevantes se encuentra:

- **NCh3620: 2020:** Fija las especificaciones de diseño, materiales y propiedades del producto terminado, junto con las tolerancias permitidas en la prefabricación de losas de hormigón armado o pretensado.
- **NCh3621:2020:** Se especifica aspectos generales del diseño, requisito de materiales y propiedades del producto terminado, incluyendo tolerancias en la fabricación de pilares y vigas prefabricadas de hormigón armado.
- **NCh3622:2020:** Se fijan especificaciones de diseño, materiales, propiedades y tolerancias para la prefabricación de muros de hormigón simple, armado o pretensado. Aplica a muros estructurales y no estructurales, interiores y exteriores.
- **NCh3623:2020:** Establece las especificaciones de diseño, materiales, propiedades del producto final y sus tolerancias correspondientes en escaleras prefabricadas de hormigón armado o pretensado, ya sea de forma completa o en elementos individuales para ser ensamblados en obra. Aplica a escaleras estructurales interiores y exteriores.
- **NCh3619:2021:** Esta norma establece los requisitos de diseño, materiales, fabricación y producto final, además de criterios de evaluación de conformidad de productos prefabricados de hormigón armado y pretensado. Cabe destacar que, si existe una norma chilena específica para un determinado producto prefabricado, tiene preferencia ante esta norma.

La información de proyectos de viviendas sociales realizados en la comuna de Macul se obtuvo a través de **desarchivos** que corresponde a la solicitud de información realizada en municipalidades donde se proporcionan carpetas con documentos técnicos de edificaciones en la comuna como: especificaciones técnicas, permisos municipales, planos, etc.

Capítulo 3

Metodología

A continuación se describe de forma resumida las etapas que permitieron la realización de este trabajo de título.

3.1. Antecedentes de Estudio

Se realizó una recolección de datos con la finalidad de determinar alcances del Trabajo de Título junto con sus limitaciones.

Se estudiaron documentos técnicos referentes a viviendas sociales en donde se presentaban parámetros importantes a tener en cuenta para el diseño a proponer. También se consideraron catálogos de empresas de prefabricados de hormigón y tres proyectos de viviendas sociales realizados en la comuna de Macul.

3.2. Visitas a terreno

Para complementar la información fue necesario visitar el departamento de obras de municipalidades, como la de Puente Alto y Macul, además de contactarse con el Ministerio de la Vivienda y Urbanismo (MINVU) obteniendo documentos como planos y especificaciones técnicas de viviendas sociales, con el fin de realizar comparaciones y tener datos en los cuales basar la estandarización de medidas.

Se consigue información importante de 3 proyectos realizados en la comuna de Macul: Villa Jaime Eyzaguirre, Villa Fundación y Villa Nueva Quilín. Con estos proyectos se logró identificar las diferencias que tienen entre ellos.

Ahora considerando que estas villas abarcan una superficie territorial bastante grande y dentro de cada proyecto se repiten los mismos diseños, Entonces ¿Por qué no simplemente estandarizar estas medidas?, para así intentar replicar de manera más fácil los proyectos en las distintas zonas de necesidad en el país.

En la *Figura 3.1* se observan unas fotografías realizadas en las oficinas del departamento de obras de la municipalidad de Macul, donde a través de desarchivos se logró obtener información acerca de planos y especificaciones técnicas.



Figura 3.1: Fotografía del material brindado por la municipalidad de Macul.

Capítulo 4

Proyectos de estudio

En este capítulo se presentan los proyectos de viviendas sociales localizados en la comuna de Macul, los cuales serán casos de estudio para el desarrollo de este Trabajo de Título en cuanto a la estandarización.

Cabe mencionar que gran parte de las imágenes fueron obtenidas a través de escáner a planos en formato físico mediante un desarchivo realizado en la municipalidad de Macul, por lo que en algunos casos no se aprecia una gran calidad de imagen.

4.1. Villa Jaime Eyzaguirre

La población Villa Jaime Eyzaguirre está ubicada en un cuadrilátero delimitado por las calles: Rodrigo de Araya hacia el norte, Calle 5 por el sur, Américo Vespucio por el este y avenida los presidentes por el oeste, en la comuna de Macul, Región Metropolitana. La población Villa Jaime Eyzaguirre presenta dos grandes sectores habitacionales D1-D2 y por otra parte D3-D4-D5. A continuación se toman como ejemplo los sectores D1, D2 Y D3 para ejemplificar como están ubicadas en el cuadrilátero antes descrito.

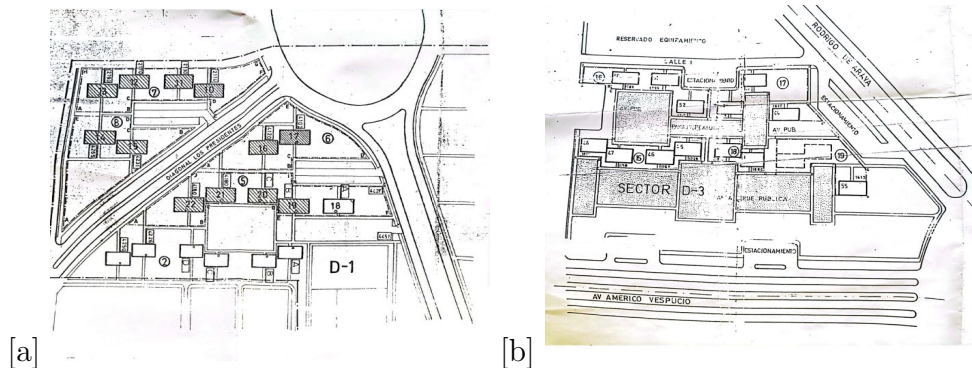


Figura 4.1: Ubicación de los sectores D1 Y D3 de la Villa Jaime Eyzaguirre. Fuente: Escaner planos físicos entregados por la municipalidad de Macul.



Figura 4.2: Ubicación de los sectores D1, D2 Y D3 de la Villa Jaime Eyzaguirre. Fuente: Google maps.

Todos los edificios pertenecientes a estos conjuntos habitacionales de cuatro pisos tienen cuatro departamentos por piso. Se observan cuatro diseños de departamentos distintos, los cuales varían en elementos como cantidad de dormitorios (dos o tres), superficie total, distribución de espacios, etc. Se presenta un cuadro comparativo donde se describe esta situación.

Cuadro comparativo departamentos Villa Jaime Eyzaguirre		
Departamento	Área total [m2]	Características
Tipo A	67,4	Recintos interiores: 3 Dormitorios, 1 Baño, sala Estar/Comedor y Cocina
Tipo B	78,5	Mismos recintos interiores que el departamento Tipo A, pero incorpora superficie de la caja escala, aumentando superficie de la sala Estar/Comedor.
Tipo C	43,3	Recintos interiores: 2 Dormitorios, 1 Baño, sala Estar/Comedor y Cocina. Se elimina un dormitorio pero se reduce el área total del departamento.
Tipo D	54,4	Mismos recintos interiores que el departamento Tipo C, pero incorpora superficie de la caja escala, aumentando superficie de la sala Estar/Comedor.

Figura 4.3: Cuadro comparativo tipos de departamentos de Villa Jaime Eyzaguirre. Fuente: Elaboración Propia.

Para observar cómo se incorpora el espacio de la caja escala a un departamento se muestra una planta típica de arquitectura del edificio, replicada en el programa AutoCAD siguiendo detalladamente los planos físicos obtenidos desde la municipalidad de Macul.

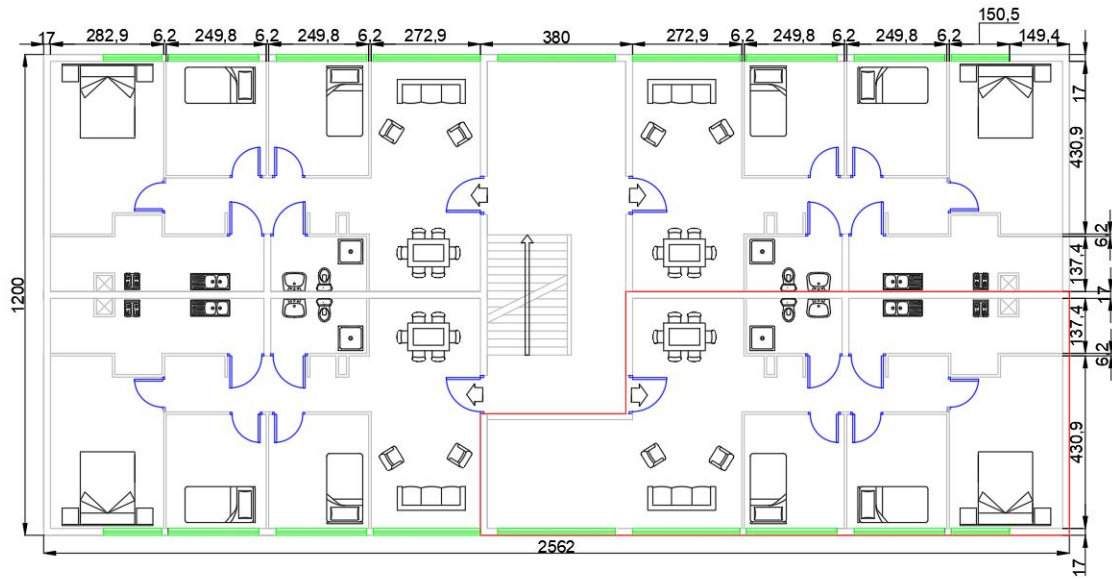


Figura 4.4: Planta arquitectura sector D2, 4 departamentos por planta, Villa Jaime Eyzaguirre replicada en AutoCAD. Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la *Figura 4.4* el departamento destacado en rojo corresponde al “Tipo B”, en dicha imagen se aprecia como se aprovecha el espacio de pasillo y caja escala para aumentar el área propia del departamento, facilitando también el diseño externo del edificio al ser rectangular. Como se mencionó anteriormente se pueden encontrar otros dos diseños de departamento que cuentan con una menor superficie, pero a su vez solo con dos dormitorios. A continuación se presenta una planta del departamento “Tipo A” en la que se aprecia con mayor detalle sus dimensiones, superficies interiores, etc. con el fin de obtener datos referenciales para la posterior propuesta de diseño estandarizado.

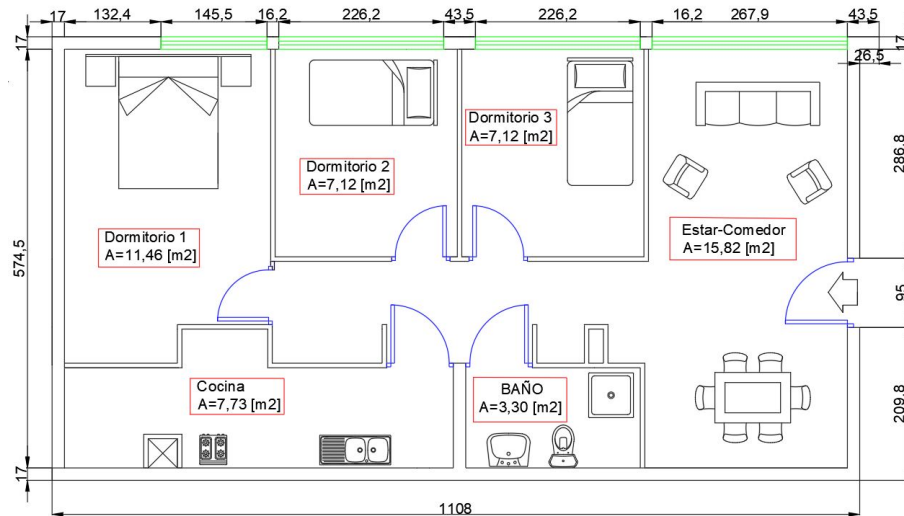


Figura 4.5: Planta arquitectura departamento Villa Jaime Eyzaguirre replicada en AutoCAD. Fuente: Elaboración propia.

Estos edificios a diferencia de los proyectos que se describen más adelante, cuentan con la caja escalera como parte de la estructura, además cuentan con un espesor de losa de 14 [cm] y una altura entre piso y cielo de 2.38 [m].

En cuanto al método constructivo, según las especificaciones técnicas del proyecto, se realiza a través de albañilería utilizando ladrillos arcillosos macizos clase C, de dimensiones 300x150x70 [mm]. Para la unión se utilizó mortero-cemento con cal hidráulica y arena en proporción 1:1:6. Las losas están construidas con hormigón armado. En cuanto al interior los tabiques están conformados por pino insigne estructural de 1 1/2" x 45 [mm] cepillado, revestido con planchas de asbesto cemento celulosa tipo internet de 5 [mm].

Finalmente se presenta un resumen de los datos más relevantes obtenidos a través de los planos brindados por la Municipalidad de Macul.

Tabla 4.1: Distancias y superficies en departamento Tipo A, Villa Jaime Eyzaguirre. Fuente: Elaboración propia.

distancias y superficies departamento Tipo A			
Sector	Largo [m]	Ancho [m]	Area [m²]
Dormitorio 1	2,60	2,67	11,46
Dormitorio 2	3,20	2,70	7,12
Dormitorio3	2,90	1,60	4,64
Estar-Comedor	4,20	2,93	15,82
Baño	1,74	1,33	3,30
Cocina	2,96	1,33	7,73
Planta	6,09	11,08	67,42

Tabla 4.2: Dimensiones relevantes adicionales, departamentos Villa Jaime Eyzaguirre. Fuente: Elaboración propia.

Dimensiones relevantes adicionales.	
Espesor de losa	14 [cm]
Altura de piso a cielo	238 [cm]
Espesor tabique dormitorio	6,2 [cm]
Espesor tabique cocina	6,2 [cm]

4.2. Villa Nueva Quilín.

La población Villa Nueva Quilín se encuentra en la unidad vecinal n° 9 de la comuna de Macul y esta delimitada por las calles: Av. Américo Vespucio al este, Av. Quilín al sur y Av. Ramón Cruz al oeste. A continuación se presenta la ubicación dibujada en los planos físicos, como también su ubicación a través de la herramienta satelital Google Maps.

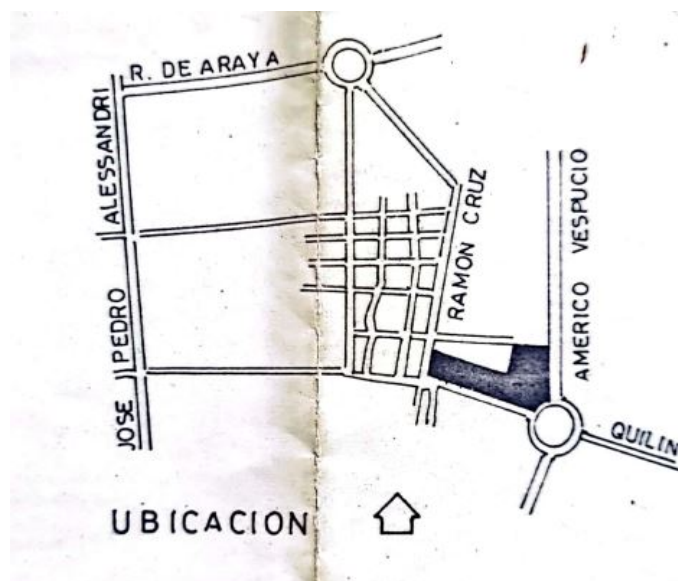


Figura 4.6: Ubicación de la Villa Nueva Quilín. Fuente: Escáner planos físicos entregados por la Municipalidad.

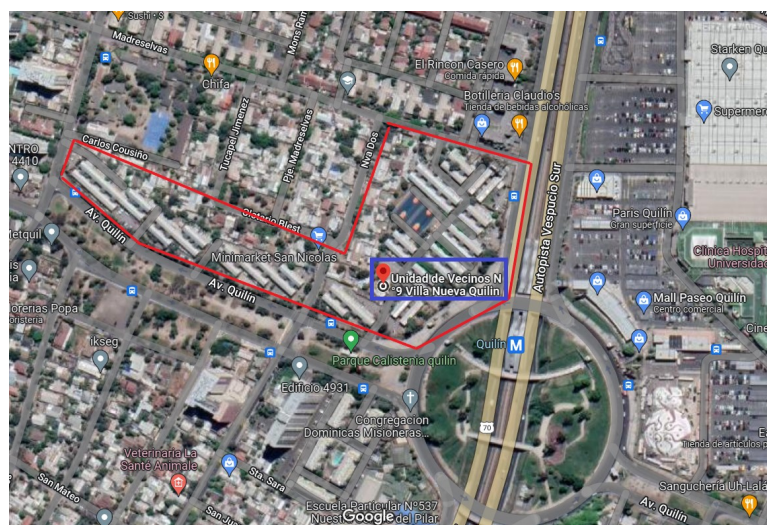


Figura 4.7: Ubicación de la Villa Nueva Quilín. Fuente: Google Maps.

En la población Villa Nueva Quilín los edificios cuentan con tres pisos y dos departamentos por piso que, al unirse con otro edificio mediante una escalera externa, forman un bloque compuesto por cuatro departamentos en cada planta. Dichos edificios pueden acoplarse formando un conjunto habitacional más grande como se aprecia más adelante. Los departamentos cuentan con tres dormitorios, una sala de estar/comedor, un baño y una cocina, comprendiendo una superficie de 43.65 [m²]. Llama la atención que dicha área sea menor a la estipulada en el decreto n° 19 en el año 2016 y es justamente porqué la población fue construida con anterioridad a dicho decreto.

A continuación se presenta una planta de departamento replicada en AutoCAD desde el plano físico obtenido en la Municipalidad de Macul.

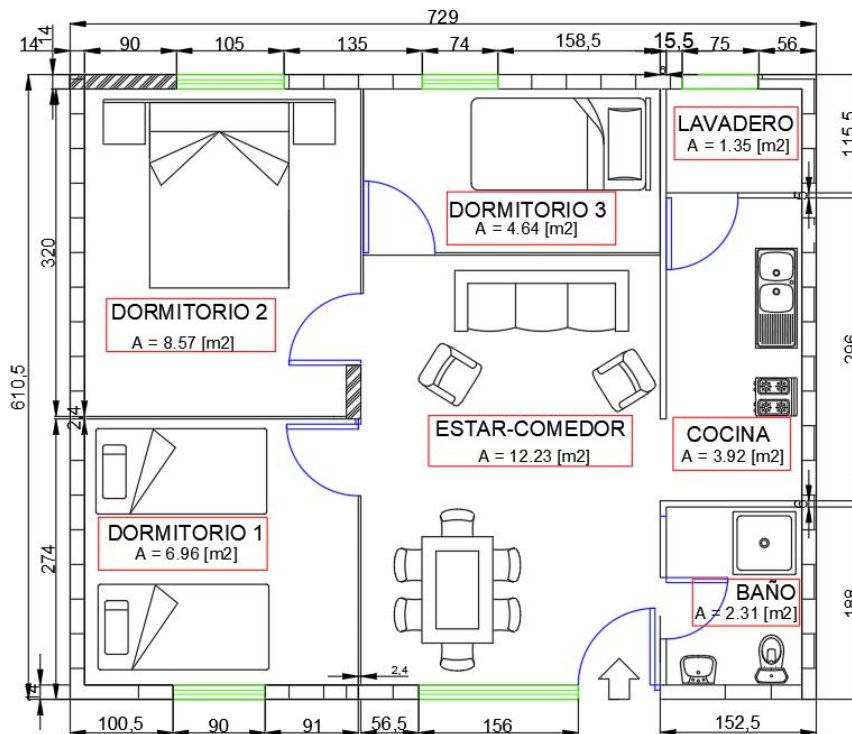


Figura 4.8: Planta arquitectura departamento Nueva Quilín replicada en AutoCAD. Fuente: Elaboración propia.

Como se aprecia en la *Figura 4.8*, se calculan las superficies efectivas de cada recinto interior. La losa cuenta con un espesor de 12 [cm] y la altura de cada departamento corresponde a 2,20 [m]. Estos datos se usarán como referencia para posteriormente realizar la propuesta de diseño estandarizada.

La construcción de estos conjuntos habitacionales se realizó a través de muros perimetrales de albañilería con ladrillos prensados, hechos a máquina tipo titan. Fueron adheridos con mortero de pega cemento-arena en proporción 1:4 con la presencia de aditivo hidrófugo. Se incluyeron armaduras de acuerdo con la norma NCH 1928, of, 86. Por su parte las losas fueron construidas con hormigón armado y en la base se consideró un radier de 7 [cm] encima de una cama de ripio de 8 [cm] la cual se colocó sobre el relleno compactado de 15 [cm] de espesor aproximadamente. En el interior los tabiques que conforman el baño y la cocina están formados por estructuras de pino calibrado de 45x45 [mm], los cuales son revestidos con planchas de asbesto-cemento de 3.5 [mm] por la cara expuesta a la humedad y con plancha de madera aglomerada de 6 [mm] para la otra cara. Por su parte los tabiques que separan dormitorios son del tipo autosoportante de plancha de madera aglomerada de 24 [mm] de espesor fijada a pisos, muros y cielos a través de junquillos y guardapolvos.

Estos edificios presentan una característica muy útil, pueden acoplarse y así ir adaptándose a las condiciones del terreno, formando bloques de mayor o menor tamaño como se aprecia en la *Figura 4.9*.

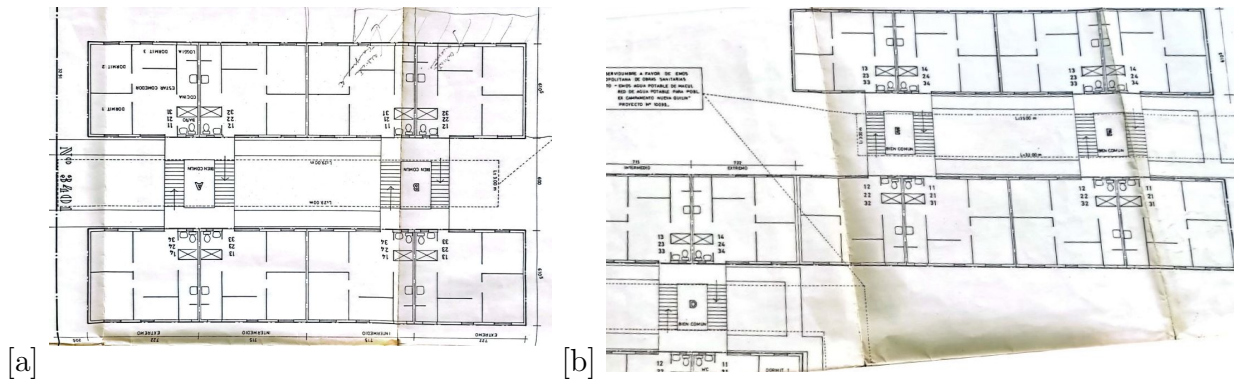


Figura 4.9: Ejemplos de acoples entre edificios de la Villa Nueva Quilín. Fuente: Municipalidad de Macul.

Para tener referencias de las dimensiones correspondientes a estos bloques se replicó en AutoCAD el plano de la *Figura 4.9 inciso [a]*. De esta manera es más sencillo obtener dimensiones y superficies que no están presentes en los planos físicos.

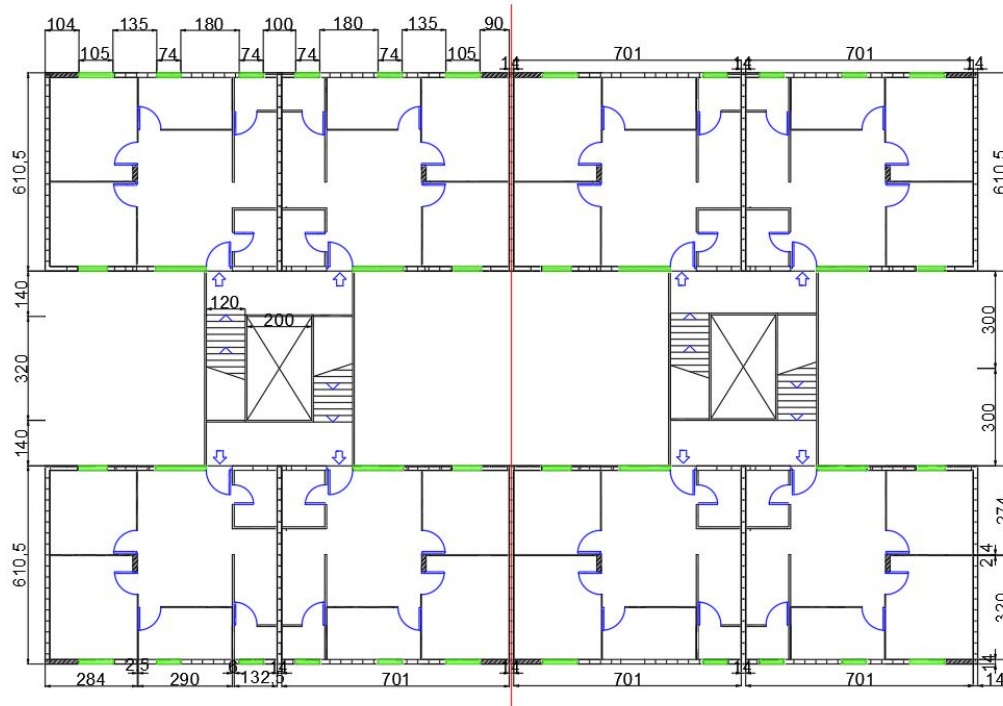


Figura 4.10: Planta arquitectura bloque habitacional de 8 deptos por planta, Villa Nueva Quilín replicada en AutoCAD. Fuente: Elaboración propia.

En la *Figura 4.10* se aprecia una línea roja la cual delimita dos bloques acoplados formando así un conjunto habitacional más grande. Otra característica que resalta es el uso de escaleras formadas por estructuras metálicas unen dos edificios (de dos deptos. por planta), pero que se encuentran externas a estos. Gracias a estos diseños los conjuntos habitacionales se pueden ir adaptando a las características de los terrenos disponibles, como por ejemplo si un terreno presenta una sección más angosta se realizan bloques más pequeños mientras que para una superficie más amplia se pueden acoplar más bloques consecutivamente.

Finalmente se presentan dos tablas resumen con los datos más relevantes obtenidos de los planos presentados anteriormente. Cabe mencionar que las superficies calculadas son efectivas, es decir, medidas desde el interior de los tabiques y descontando áreas de elementos como pilares o shaft.

Tabla 4.3: Distancias y superficies en departamentos de la Villa Nueva Quilín. Fuente: Elaboración propia.

Distancias y superficies Departamentos Nueva Quilín			
Sector	Largo [m]	Ancho [m]	Área [m²]
Dormitorio 1	2,6	2,67	6,96
Dormitorio 2	3,2	2,7	8,57
Dormitorio3	2,9	1,6	4,64
Estar-Comedor	4,2	2,93	12,23
Baño	1,74	1,33	2,31
Cocina	2,96	1,33	3,92
Lavadero	1,02	1,33	1,35
Planta	6,11	7,29	44.54

Tabla 4.4: Otras dimensiones relevantes, departamentos Villa Nueva Quilín. Fuente: Elaboración propia.

Otros datos relevantes	
Espesor de losa	12 [cm]
Altura de piso a cielo	220 [cm]
Ancho tabique dormitorio	2,4 [cm]
Ancho tabique cocina	5 [cm]

4.3. Villa Fundación.

La población Villa Fundación, también conocida como Sagrada Familia, esta ubicada en la zona sur-oriente de la comuna de Macul en la unidad vecinal n°16, específicamente entre las calles Av. Dr. Amador Neghme Rodríguez, Av. Américo Vespucio, Av. Macul y Armando Pesantes G.



Figura 4.11: Ubicación de la Villa Fundación. Fuente: Google Maps.

En este caso los edificios cuentan con tres pisos teniendo dos departamentos por planta, aunque al igual que los edificios de la Villa nueva Quilín, se unen dos edificaciones mediante una escalera externa, formando así un bloque habitacional de mayor tamaño. También se pueden acoplar y así formar conjuntos habitacionales más grande adaptándose a las dimensiones de los terrenos.

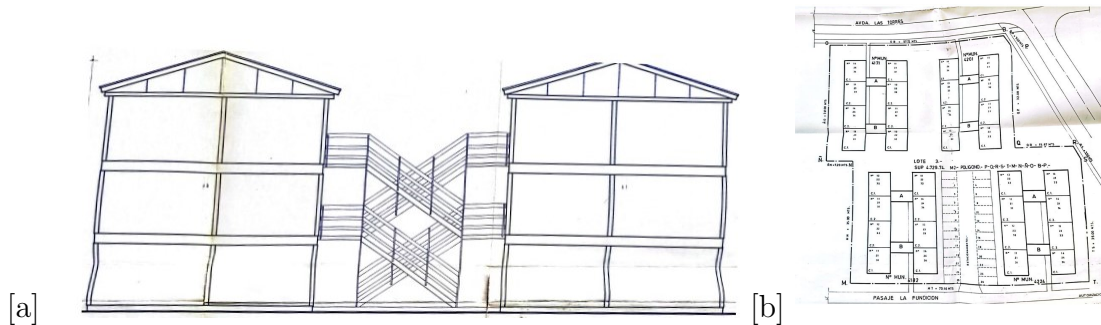


Figura 4.12: Vista lateral de un edificio perteneciente a la Villa Fundación [a]. Ejemplo de edificios acoplados en Villa Fundación [b]. Fuente: Escaner planos físicos entregados por la Municipalidad de Macul.

En cuanto a los departamentos y sus dimensiones, se cuenta con dos tipos: C1 Y C2, teniendo una superficie de 54.553 [m²] y 54.046 [m²] respectivamente. Esta leve variación en la superficie se debe a que los departamentos tipo C1 son 7 [cm] más largos que los departamentos tipo C2. Aunque cuentan con la misma distribución de espacios, ambos diseños cuentan con tres dormitorios, un baño, una sala de estar/comedor y cocina. La altura desde el piso a cielo es de 2.17[m] y todos los departamentos cuentan con losas de 14 [cm] de espesor.

Se presenta una planta de arquitectura correspondiente al departamento tipo C2 recreada en el programa AutoCAD y la planta de un bloque habitacional conformado por dos edificaciones unidos a través de una escalera externa, como se mencionó anteriormente. Para recrear ambas imágenes se tuvo como referencia el escáner de los planos físicos brindados por la Municipalidad de Macul..

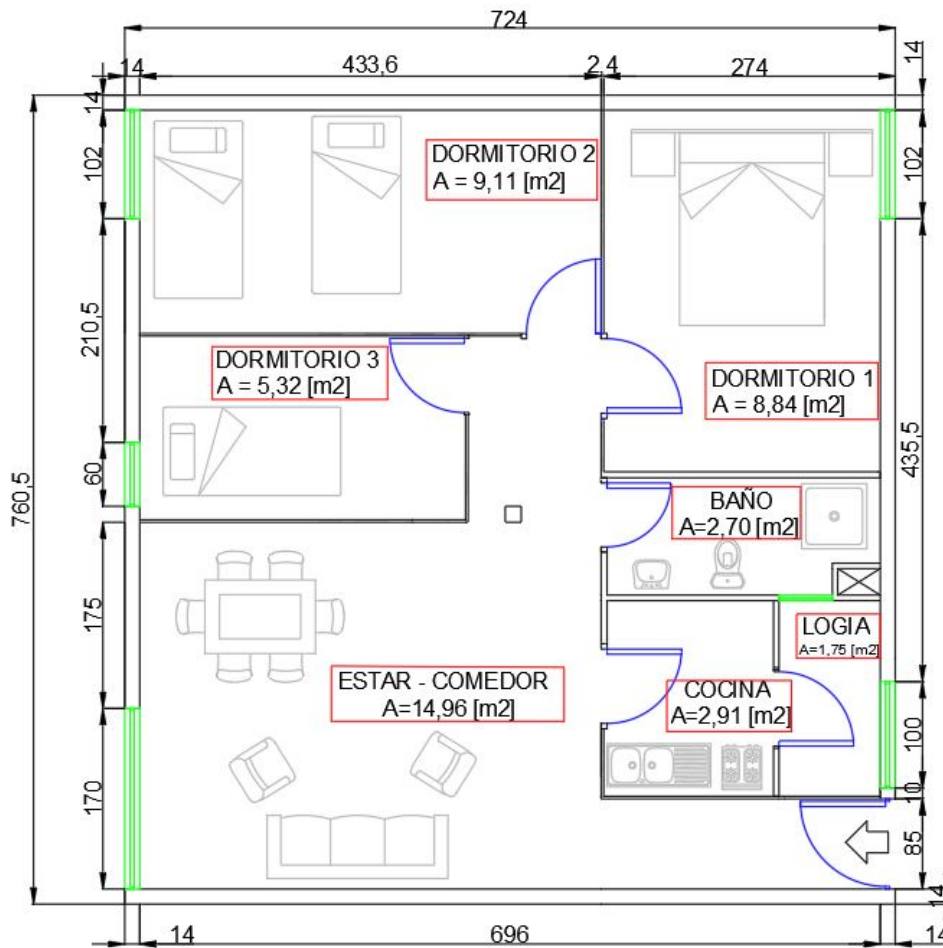


Figura 4.13: Planta arquitectura depto Tipo C2 replicada Autocad. Fuente: Elaboración propia.

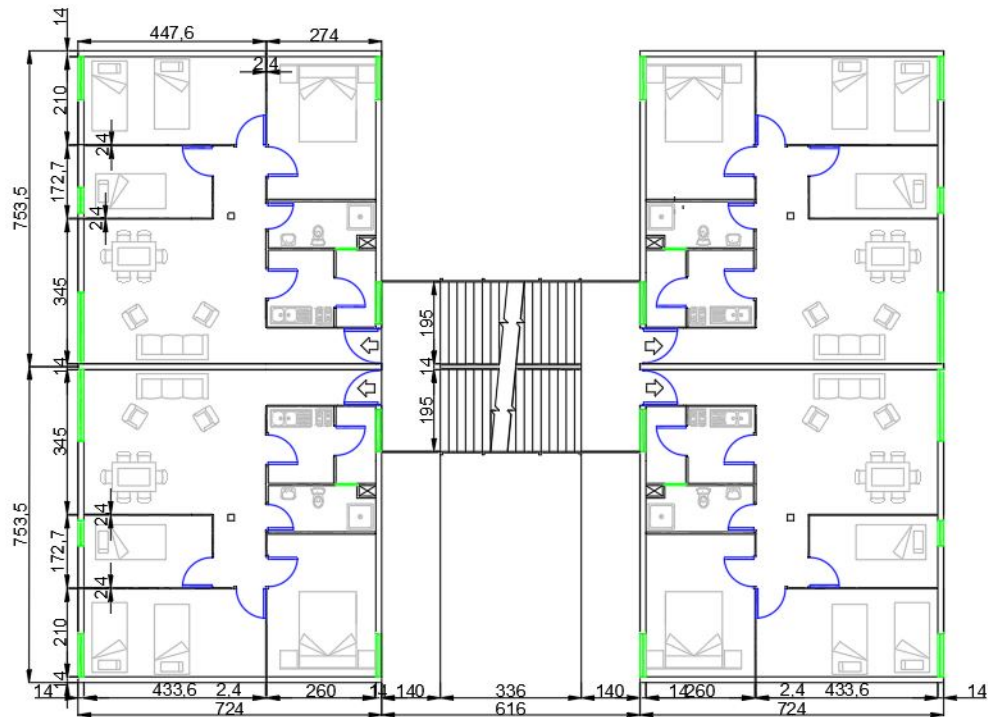


Figura 4.14: Planta arquitectura bloque habitacional de 4 depts por planta, Villa Fundación, replicada en AutoCAD. Fuente: Elaboración propia.

Estas viviendas están construidas con muros perimetrales de albañilería realizados con ladrillos hecho a máquina de 0.14 [m], el mortero utilizado para la unión de dichos ladrillos incluye aditivo hidrófugo contribuyendo a la impermeabilidad.

En cuanto a materiales que se ocupan en el interior, se encuentran latex para todos los cielos, excluyendo baño y cocina, tabiques autosoportantes de madera de 2.4 [cm] para la separación de dormitorios, y los tabiques de cocina y baño cuentan con recubrimientos de asbestos de cemento de 3.5 [mm] de espesor y madera aglomerada de 6[mm] de espesor. Las puertas interiores y exteriores están forradas en cholguán de un espesor mínimo de 3.2 [mm]. Finalmente, para la aislación térmica se utiliza poliestireno de 35[mm] de espesor tanto en cielo como en piso.

En las *Tablas 4.5 y 4.6* se presentan los datos más relevantes obtenidos de los planos presentados anteriormente. Cabe destacar que las superficies calculadas son efectivas, es decir, medida desde el interior de los tabiques y descontando áreas de elementos que puedan coincidir con las habitaciones como pilares o shaft.

Tabla 4.5: Distancias y superficies en departamentos de la Villa Fundación. Fuente: Elaboración propia.

Datos Departamentos Villa Fundación			
Sector	Largo [m]	Ancho [m]	Area [m²]
Dormitorio 1	3,40	2,60	8,84
Dormitorio 2	2,10	4,36	9,11
Dormitorio3	1,73	3,06	5,32
Estar-Comedor	3,45	4,34	14,96
Baño	1,74	1,33	2,70
Logia	1,84	0,95	1,75
Cocina	1,84	1,60	2,91
Planta	7,61	7,24	55,06

Tabla 4.6: Otras dimensiones relevantes, departamentos Villa Fundación. Fuente: Elaboración propia.

Otras dimensiones relevantes	
Espesor de losa	14 [cm]
Altura de piso a cielo	217 [cm]
Ancho tabique dormitorio	2,4 [cm]
Ancho tabique cocina	5,2 [cm]

Para finalizar se presenta una tabla resumen con las medidas más relevantes de los proyectos presentados anteriormente, las que se utilizarán como referencia para proponer la estandarización.

Tabla 4.7: Resumen de principales dimensiones en proyectos de vivienda social construidos en la comuna de Macul.

Resumen de dimensiones proyectos Macul		
Villa Jaime Eyzaguirre	Largo de planta	6,09 [m]
	Ancho de planta	11,08 [m]
	Espesor de losa	0,14 [m]
	Altura piso a cielo	2,38 [m]
	Área estar-comedor	15,82 [m ²]
	Área Baño	3,3 [m ²]
	Área Cocina	7,73 [m ²]
	Cantidad dormitorios	3
Villa Nueva Quilín	Largo de planta	6,11 [m]
	Ancho de planta	7,29 [m]
	Espesor de losa	0,12 [m]
	Altura piso a cielo	2,20 [m]
	Área estar-comedor	12,23 [m ²]
	Área Baño	2,31 [m ²]
	Área Cocina	3,92 [m ²]
	Cantidad dormitorios	3
Villa Fundación	Largo de planta	7,61 [m]
	Ancho de planta	7,24 [m]
	Espesor de losa	0,14 [m]
	Altura piso a cielo	2,17 [m]
	Área estar-comedor	14,96 [m ²]
	Área Baño	2,70 [m ²]
	Área Cocina	2,91 [m ²]
	Cantidad dormitorios	3

Capítulo 5

Factores para la estandarización de viviendas sociales

Para desarrollar la propuesta de dimensiones estandarizada, se consideran diferentes factores como:

- Las dimensiones obtenidas de proyectos presentados en el Capítulo 4, como referencia para no sobredimensionar algún recinto de manera innecesaria.
- Cuadro normativo y tablas de espacios mínimos para el mobiliario definido para proyectos del Fondo Solidario de Elección de Vivienda regulado por el D.S. N° 49, (V. y U.), 2011 Versión – 2017. Además de normas presentes en decretos del MINVU.
- Se describen los materiales más utilizados en el interior de viviendas, como elementos de aislación, materiales para tabiquería, etc. Con el fin de reducir las pérdidas y obtener un uso óptimo.
- Catálogos de empresas dedicadas al prefabricado de hormigón que definen rangos constructivos de los elementos.

5.1. Marco normativo

En primer lugar, el decreto N° 19 de vivienda y urbanismo en el artículo 10 establece las condiciones que deben cumplir los proyectos habitacionales. específicamente en el numeral 5 se precisan los requisitos técnicos que todas las viviendas deberán cumplir para Proyectos del Programa de Integración Social y Territorial que se aprueben por resolución del Ministro de Vivienda y Urbanismo. Los principales requisitos son:

- Se establece que la superficie mínima en departamento es de 52 [m²], para este cálculo se considera la definición indicada en el artículo 1.1.2, de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, la cual señala que se mide desde el exterior de los muros

perimetrales del departamento

- El Programa arquitectónico de las viviendas destinadas a familias vulnerables deberá contemplar como mínimo cuatro (4) recintos conformados por: dos dormitorios (que deberán corresponder al dormitorio principal y segundo dormitorio), una zona de estar-comedor-cocina y un baño.
- El proyecto deberá considerar obligatoriamente una vivienda acondicionada para personas con discapacidad asociada a movilidad reducida, la que deberá destinarse a una familia de hasta el 50 % más vulnerable de la población.

A continuación, se presentan los estándares arquitectónicos mínimos para el diseño de proyectos. Los requisitos presentados se encuentran en el cuadro normativo y tablas de espacios mínimos para el mobiliario definido para proyectos del Fondo Solidario de Elección de Vivienda regulado por el D.S. N° 49, (V. y U.), 2011 Versión - 2017, brindado por el Ministerio de la vivienda y urbanismo (MINVU). Como se exige en los proyectos de viviendas sociales, cierta cantidad de departamentos deben estar adaptados para personas con discapacidad, por lo que también se considerarán estas dimensiones.

5.1.1. Requerimientos para dormitorios

Las superficies, tanto del dormitorio principal como del dormitorio secundario, deben sumar como mínimo 14.3 [m²], además deben cumplir con distanciamientos mínimos presentados a continuación.

1. Dormitorio principal: El ancho mínimo corresponde a 2.6 [m]
2. Dormitorio secundario: El ancho mínimo corresponde a 2.2 [m]

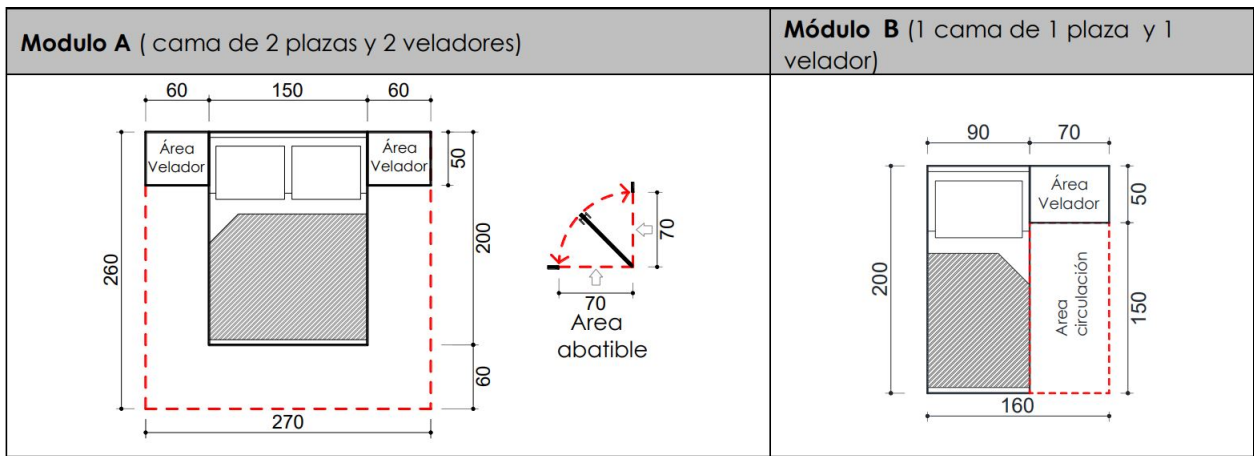


Figura 5.1: Anchos mínimos y mobiliario de referencia dormitorio principal y secundario. Fuente: Cuadro normativo y tabla de espacios y usos mínimos para el mobiliario versión 2017, MINVU.

Se debe considerar al menos 1 dormitorio para ingreso y maniobra de personas con movilidad reducida, ya sea principal o secundario. El diámetro de maniobra que se exige es de 1.5 [m]. A continuación en la *Figura 5.2* se presentan opciones para el dormitorio principal y en la *Figura 5.3* se aprecian las opciones para el dormitorio secundario.

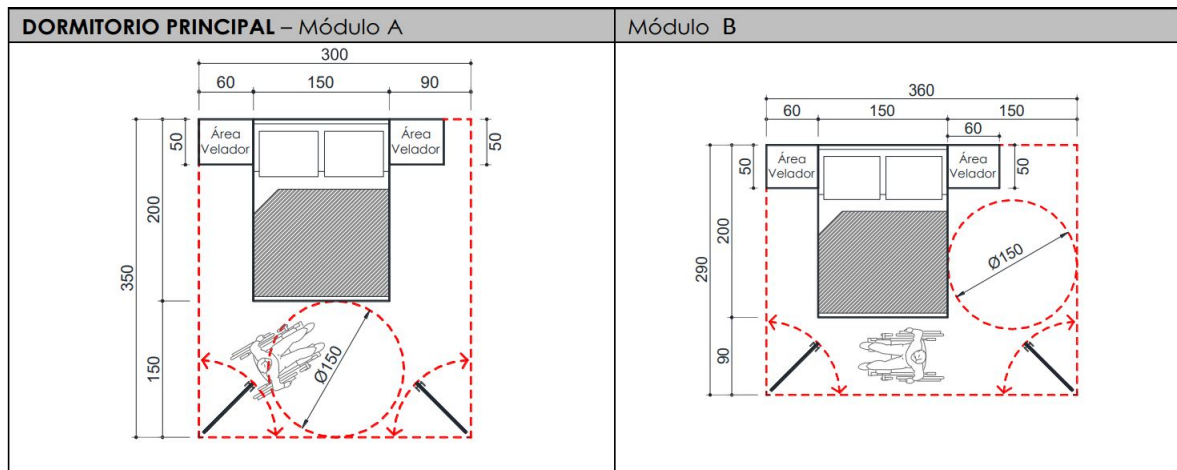


Figura 5.2: Opciones de distribución de espacios, dormitorio principal para personas con discapacidad. Fuente: Cuadro normativo y tabla de espacios y usos mínimos para el mobiliario versión 2017, MINVU.

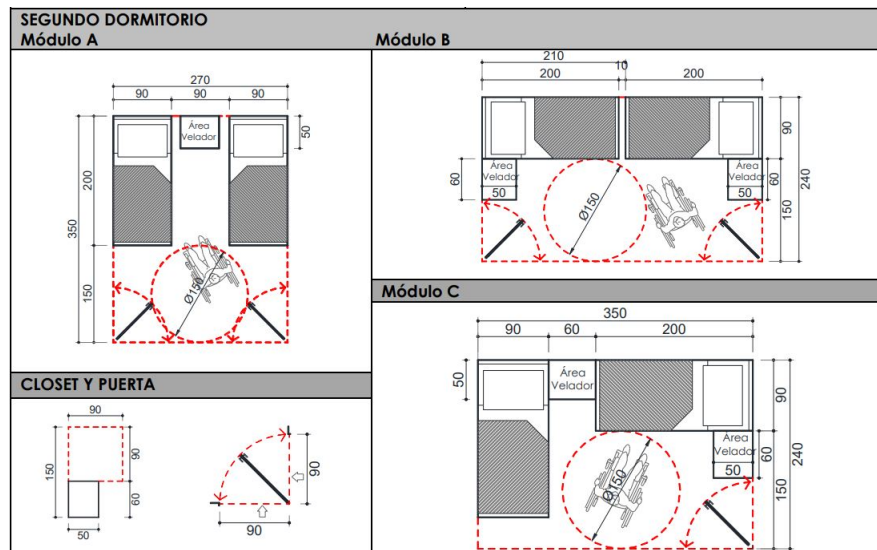


Figura 5.3: Opciones de distribución de espacios, dormitorio secundario para personas con discapacidad. Fuente: Cuadro normativo y tabla de espacios y usos mínimos para el mobiliario versión 2017, MINVU.

5.1.2. Requerimientos para sala Estar-Comedor

Se debe considerar la cabida del mobiliario del comedor junto con módulos para la sala de estar, como sillones o sofás.

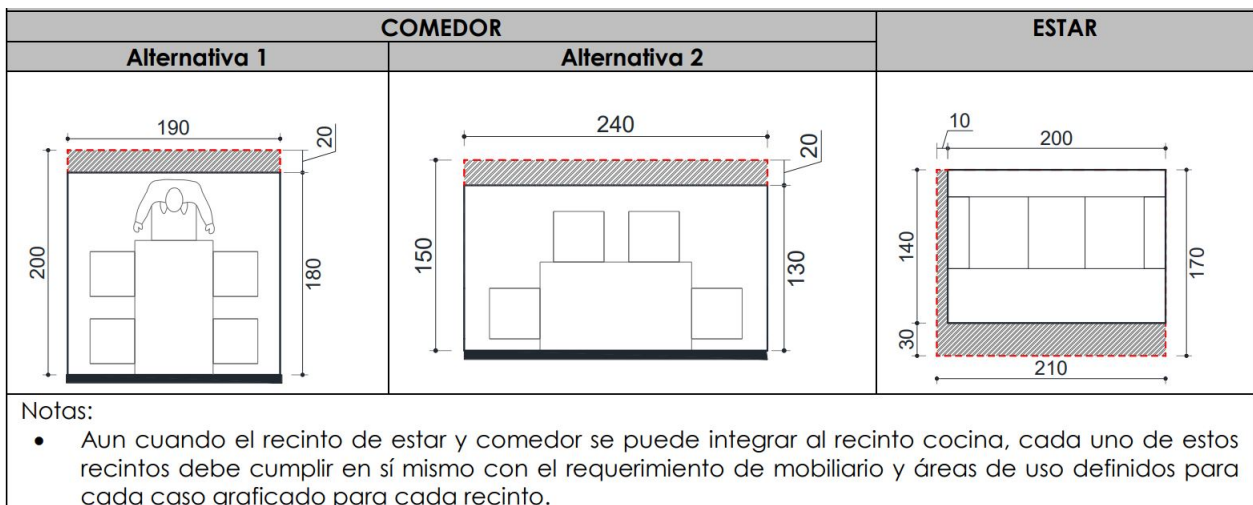


Figura 5.4: Opciones de distribución de espacios, Sala Estar-comedor. Fuente: Cuadro normativo y tabla de espacios y usos mínimos para el mobiliario versión 2017, MINVU.

En el caso del departamento para personas con discapacidad, se debe considerar un diseño adecuado para el giro y maniobra de la silla de ruedas, es decir, debe contemplar un diámetro de giro de 1.5 [m].

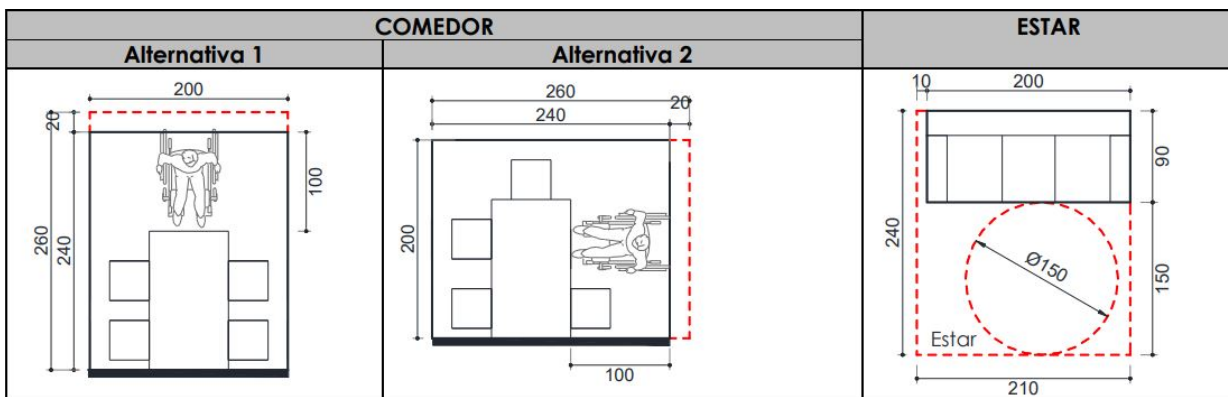


Figura 5.5: Opciones de distribución de espacios, sala de estar-comedor en departamentos para personas con discapacidad. Fuente: Cuadro normativo y tabla de espacios y usos mínimos para el mobiliario versión 2017, MINVU.

5.1.3. Requerimientos para el baño

Se presentan dos alternativas de dimensiones y áreas considerando los artefactos presentes en los baños, cabe mencionar que se debe elegir una u otra opción y no mezclar las opciones, es decir no se puede elegir el inodoro de la “opción a” con el lavamanos de la “opción b”.

Cabe destacar que en el documento se presenta la ducha a través de una tina, en las alternativas señaladas en el punto 4.1.6 del Itemizado Técnico de Construcción, se menciona que se permitirá la instalación de receptáculo para ducha, respetando en cualquiera de los casos, el área total especificada para la tina.

MOBILIARIO BÁSICO Y ÁREAS DE USO MÍNIMAS ALTERNATIVA "A"			
Inodoro	Lavamanos	Tina	Lavadora
MOBILIARIO BÁSICO Y ÁREAS DE USO MÍNIMAS ALTERNATIVA "B"			
Inodoro	Lavamanos	Tina	Lavadora

Figura 5.6: Alternativas de espaciamientos para el baño. Fuente: Cuadro normativo y tabla de espacios y usos mínimos para el mobiliario versión 2017, MINVU.

Para el departamento diseñado para personas con discapacidad, se presenta una alternativa, considerando un espacio libre de 80[cm] x 120 [cm], además se amplía el área de los aparatos como el lavamanos o inodoro. También Se contempla un área de giro circular para la silla de ruedas de 150 [cm] de diámetro como mínimo, que puede incluir el espacio libre bajo el lavamanos y/o el espacio de transferencia al inodoro y a la ducha.

En la *Figura 5.7* se presenta los espaciamientos a considerar para el baño de un departamento diseñado para personas con discapacidad.

Inodoro	Lavamanos	Ducha	Espacio Libre de transferencia
Lavadora	Detalles		

Figura 5.7: Espaciamientos mínimos para el baño de un departamento diseñado para personas con discapacidad. Fuente: Cuadro normativo y tabla de espacios y usos mínimos para el mobiliario versión 2017, MINVU.

5.1.4. Requerimientos para la cocina

Se presenta los espacios que se necesitan para cada artefacto de la cocina, por ejemplo, para el refrigerador, despensa, cocina, etc. Como condición el artefacto cocina no podrá ubicarse junto al artefacto refrigerador y que el sector de la cocina deberá contemplar una puerta de salida al exterior o logia, distinta de la puerta de acceso principal de la vivienda.

MOBILIARIO BÁSICO Y ÁREAS DE USO MÍNIMAS		
Lavaplatos 	Mesa de Cocina 	Artefacto cocina
Refrigerador 	Despensa 	Lavadora

Figura 5.8: Áreas y dimensiones de aparatos de cocina. Fuente: Cuadro normativo y tabla de espacios y usos mínimos para el mobiliario versión 2017, MINVU.

Cabe destacar que los artefactos como lavadora o despensa pueden ubicarse fuera del sector de la cocina, ya sea en un cuarto extra llamado Logia como se vio en los proyectos de la Villa Nueva Quilín y Villa Fundación, o bien en el baño y sala de estar-comedor, respectivamente.

Para el caso de personas con discapacidad, se debe considerar un diámetro de giro de 1.5 [m], además de contemplar mayores espacios en cada artefacto. En este caso el área de la despensa solo se puede contemplar en el sector de la cocina. Finalmente si hay artefactos que se encuentre frente a frente, no puede haber una distancia menor a 90 [cm] entre ellos.

Lavaplatos 	Mesa de Cocina 	Artefacto cocina
Refrigerador 	Despensa 	1 Área de Giro

Figura 5.9: Áreas y dimensiones de aparatos de cocina en departamentos diseñados para personas discapacitadas. Fuente: Cuadro normativo y tabla de espacios y usos mínimos para el mobiliario versión 2017, MINVU.

5.1.5. Área de circulación y escaleras

El área de circulación es la superficie que une el acceso principal del departamento con los sectores interiores de este. Toda área de circulación deberá tener un ancho mínimo libre de 70 [cm], aunque si dicha área se encuentra entre dos parámetros verticales, el ancho mínimo pasa a ser de 80 [cm]. Para el caso de departamentos para discapacitados, esta medida es de 90[cm] y si esta confinada entre dos parámetros verticales, pasa a ser de 110 [cm].

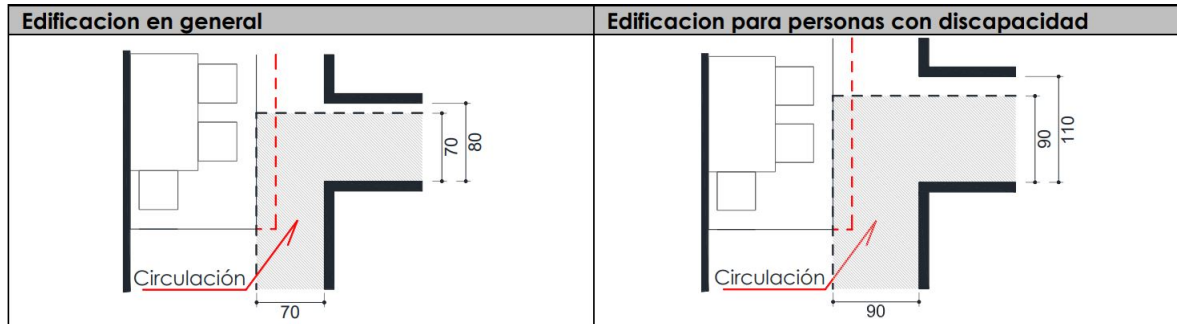


Figura 5.10: Área de circulación mínima. Fuente: Cuadro normativo y tabla de espacios y usos mínimos para el mobiliario versión 2017, MINVU.

En la *Figura 5.11* se aprecia el ancho mínimo que debe tener la escalera exterior que conecta los departamentos por planta, además de las distancias de las huellas u contrahuellas.

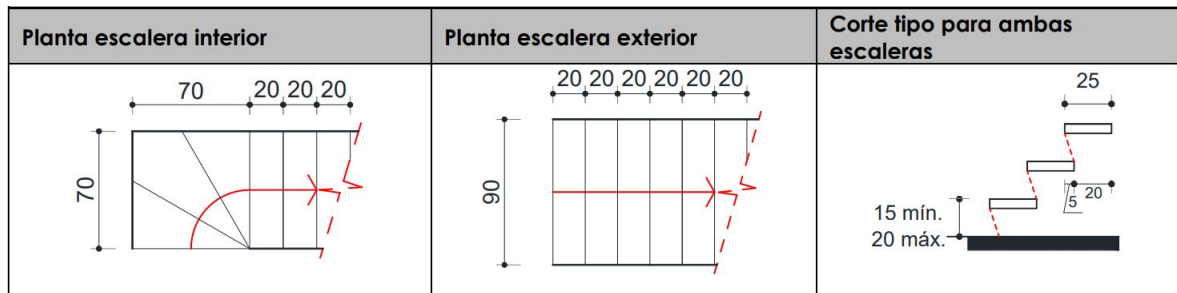


Figura 5.11: Dimensiones mínimas en escaleras, interiores y exteriores. Fuente: Cuadro normativo y tabla de espacios y usos mínimos para el mobiliario versión 2017, MINVU.

5.2. Materiales de interior mas utilizados y sus dimensiones

Se presentan los materiales más utilizados en tabiquería, con el fin de conocer sus dimensiones de comercialización y así adaptar la propuesta de diseño para que disminuyan las pérdidas asociadas.

5.2.1. Materiales usados en tabiquería

- **Tablero de fibras de densidad media (MDF):** Es de los materiales mas utilizados en mueblería y carpintería, aunque también en ocasiones se usa para tabiquería. Los tableros MDF son placas construidas en base a la descomposición de maderas nobles y blandas con resinas y ceras, lo que le da una densa consistencia. Sus fibras están orientadas de manera aleatoria, por lo que pueden ser cortadas en cualquier dirección, lo que entrega mayor versatilidad en la terminación (CDT, 2022).

En cuanto a su comercialización, se fabrica en diferentes espesores (3, 4, 5,5 y 9 [mm]) y sus principales dimensiones son: 1,52 x 2,44 [m] y 2,12x 2,44 [m].

- **Aglomerado de madera:** Para su elaboración las virutas y aserrín provenientes de la madera pasan por un proceso de prensado y pegado a altas temperaturas, dando como resultado planchas o tableros de diferentes tamaños. Si bien pueden recibir pinturas o barnices en su superficie, en general no son útiles con otro tipo de revestimientos como el papel mural, esto debido a su rugosidad (CDT,2022).

Se comercializa en distintos espesores como 15, 18, 24 y 32 [mm], y en planchas de 1,52 x 2,44 [m], aunque si se trata de aglomerado enchapado se comercializa en planchas de 1,50 x 240 [m]. Cabe destacar que los tabiques autosoportantes mencionados en los proyectos del capitulo 4 son de este material.

- **Perfiles metálicos:** Son fabricados en acero y recubiertos con zinc para protegerlos de la corrosión. Existen dos tipos principales de perfiles metálicos: canales y montantes. Las dimensiones del perfil que se utiliza dependen de la altura, del peso del tabique y de exigencias propias que pueda tener el tabique, ya sea acústicas, resistencia al fuego, etc (CDT CChC, 2015).

Estos perfiles se comercializan principalmente en dos largos, de 3 y 6 [m].

- **Yeso cartón:** Se utiliza principalmente en tabiquería y cielos, se componen por un núcleo fabricado con yeso y aditivos en forma de plancha, el cual está revestido por una capa de cartón de alta resistencia, existen planchas con diferentes funciones como: resistencia al fuego, humedad, etc (CDT, 2022). Su comercialización es en planchas de distinto espesor (8, 10, 12,5 o 15 [mm]) y de dimensiones 1,2 x 2,40 [m].

Aislación térmica y acústica:

- **Lana de vidrio:** Es un producto fabricado a alta temperatura, fundiendo arenas con alto contenido de sílice. El resultado es un producto fibroso, de alta resiliencia, ideal para ser usado en soluciones que requieran aislamiento térmico. Es producido en varios formatos, entre ellos destacan rollos y paneles los cuales pueden estar revestidos en una de sus caras con diversos materiales como papel kraft, aluminio, polipropileno (CDT & CChC, 2015). Se comercializa en diferentes medidas:
 - Ancho: 0,6; 0,8; 1,2 [m].
 - Largo : 5,5; 7,5; 8,3; 9,6; 10, 12 o 24 [m].
 - espesor: 40; 50; 60; 80; 100; 120; 140 [mm].
- **Lana mineral:** La lana mineral es un producto compuesto por fibras minerales, largas y extra finas, obtenidas al someter rocas basálticas, de escoria de cobre y otros componentes a un proceso de fundición. Estas fibras son aglomeradas con resinas de tipo fenólico, formando colchonetas, rollos, bloques y caños premoldeados (CDT & CChC, 2015). Se comercializa principalmente en forma de colchoneta con las siguientes dimensiones:
 - Ancho: 0,5 [m].
 - Largo : 1,2 [m].
 - espesor: 40; 50; 80 o 100 [mm].
- **Poliestireno expandido:** Es un material plástico a base de perlitas, de compuesto de poliestireno con pentano como agente expansor. Se utiliza en tabiquería como aislante térmico (CDT & CChC, 2015). Su comercialización es en paneles rígidos de 1 x 0,5 [m] variando su espesor dependiendo su función.

Estos materiales nos permiten definir un parámetro importante como lo es la altura desde losa a cielo de los departamentos.

Recordando los proyectos analizados anteriormente, estos presentaban las siguientes alturas:

Tabla 5.1: Alturas de losa a cielo en proyectos realizados en la comuna de Macul. Fuente: Elaboración propia.

Altura departamentos Macul	
Villa Jaime Eyzaguirre	2,38 [m]
Villa Nueva Quilin	2,20 [m]
Villa Fundación	2,17 [m]

Comparando las alturas presentes en la *Tabla 5.1* con las dimensiones en que se comercializan los materiales típicos usados en tabiquería, se concluye que en todos los materiales nombrados se generarían pérdidas de algunos centímetros. Frente a esto **se determina que la altura de piso a cielo de la propuesta de diseño será de 2.40 [m]**, de esta manera materiales como el yeso cartón, que es de los más usados en el rubro, se aprovecha completamente, ya sea de manera horizontal o vertical.

Referente a materiales aislantes, dado los largos en que se comercializan también se utilizan unidades enteras, mientras que para los tableros de madera en algunos casos se generan pérdidas de 4 [cm] lineales, pero en comparación con las pérdidas que se generan utilizando las alturas de los proyectos mencionados, el desperdicio se reduce considerablemente.

5.3. Rango de medidas de elementos prefabricados en hormigón armado

Se presenta los rangos de construcción de elementos prefabricados de hormigón armado. Estas dimensiones son obtenidas del catálogo de Tensocret, empresa que se dedica al prefabricado en Chile y del catálogo de prefabricados Tragsa, empresa española del mismo rubro. La finalidad es no sobrepasar estas longitudes en la propuesta de diseño y no volver inviable el diseño.

- **Pilares Tensocret:** Para los pilares de sección rectangular las dimensiones mínimas y máximas son:
 - Ancho (b): min 25 [cm] y max 100 [cm].
 - Largo (a): min 25 [cm] y max 120 [cm].
 - Altura (h): min 300 [cm] y max 2700 [cm]

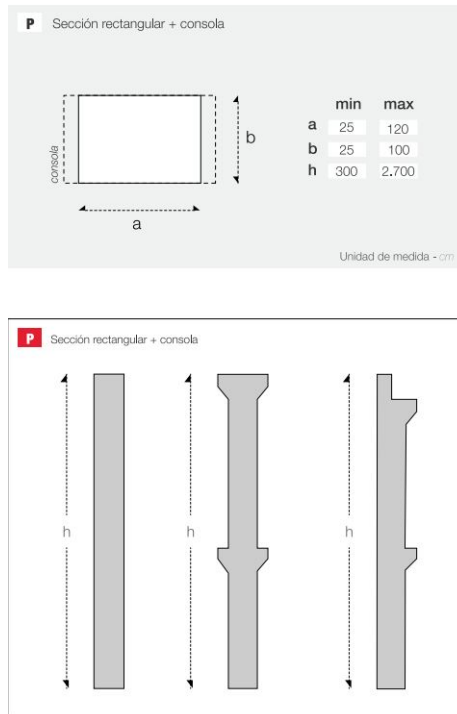


Figura 5.12: Dimensiones mínimas y máximas de pilares con sección rectangular. Fuente: Catálogo Tensocret.

- **Pilares Tragsa:** Para el ancho se cuentan con dos dimensiones, mientras que para el largo cuentan con 5 medidas disponibles diferenciadas en 10 [cm], la altura puede ser variable.
 - Ancho (b): 40 [cm] o 50 [cm].
 - Largo (a): 40; 50; 60; 70 o 80 [cm].
 - Altura (h): min 100 [cm] y max 1500 [m]

Pilares

Elementos estructurales fabricados en distintas geometrías y secciones, con posibilidad de incorporar ménsulas para forjado y puente grúa. Pueden presentar también guías complementarias para la sujeción de paneles.

Dimensiones (cm)										
A	40	40	40	40	40	50	50	50	50	50
B	40	50	60	70	80	40	50	60	70	80
L	100 a 1.500									

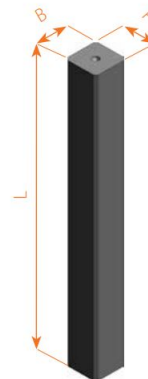


Figura 5.13: Dimensiones mínimas y máximas de pilares con sección rectangular. Fuente: Catálogo Tragsa.

- **Vigas Entrepisos Tensocret:** Las vigas presentan diferentes secciones, dependiendo de su ubicación y función, podemos encontrar de borde, simple y doble, cuyas dimensiones se aprecian en la *Figura 5.14* presentada a continuación.

VEP ENTREPISO

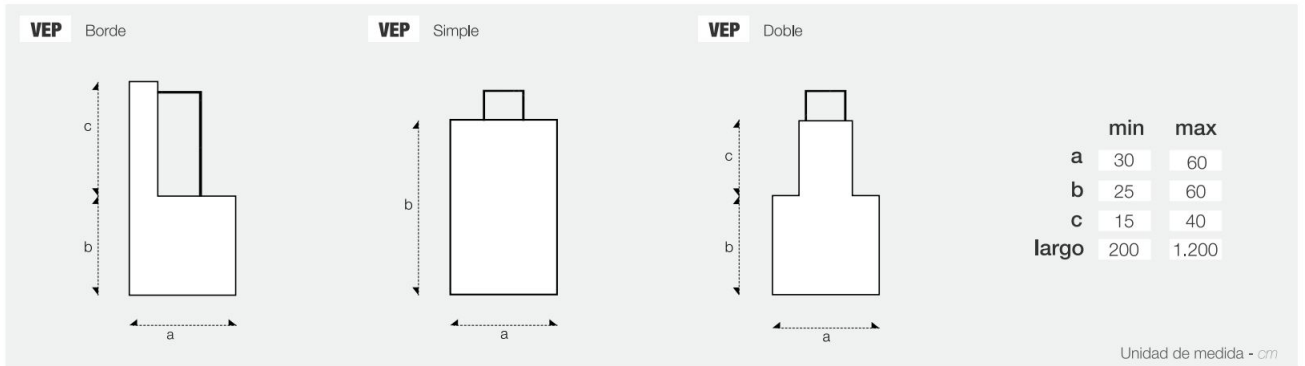
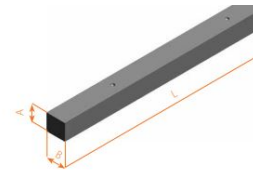


Figura 5.14: Dimensiones mínimas y máximas de vigas entrepiso con sección de borde, simple o doble. Fuente: Catálogo Tragsa.

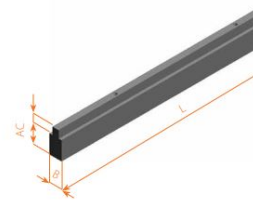
- **Vigas Tragsa:** Presentan diseños de vigas rectangulares, vigas “T” y vigas de forjado o apoyo de paneles verticales equivalentes a las vigas de entrepisos antes mencionadas. A continuación, se presentan las dimensiones constructivas.

Dimensiones (cm)									
A	20	20	20	30	30	30	40	40	40
B	20	30	40	30	40	50	40	50	60
L	100 a 1.000								



| Viga para forjado.

Dimensiones (cm)				
A	20	30	20	30
B	40	50	40	50
C	15	15	20	20
L	100 a 1.000			



| Viga en “T”.

Dimensiones (cm)	
L	100 a 1.000

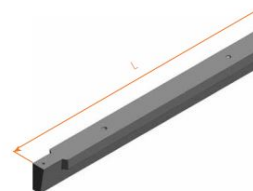


Figura 5.15: Dimensiones mínimas y máximas de vigas rectangulares y de forjado. Fuente: Catálogo Tragsa.

- **Losetas Nervadas Tensocret:** El catálogo dispone de tres tipos: con dos apoyos, un apoyo y simples (sin apoyo). Para los 3 casos su ancho y espesor es fijo, 125 [cm] y 5[cm] respectivamente. Cabe mencionar que estas losetas son cubiertas posteriormente con una sobre-losa de hormigón in-situ para darle la terminación adecuada, Otra característica importante es que son autosoportantes, es decir, no requieren el uso de alzaprimas.

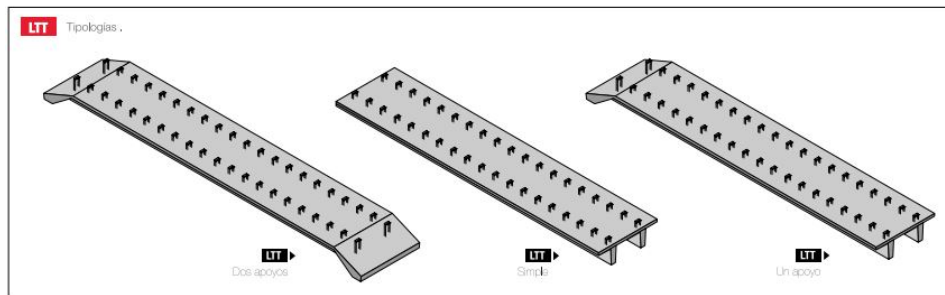
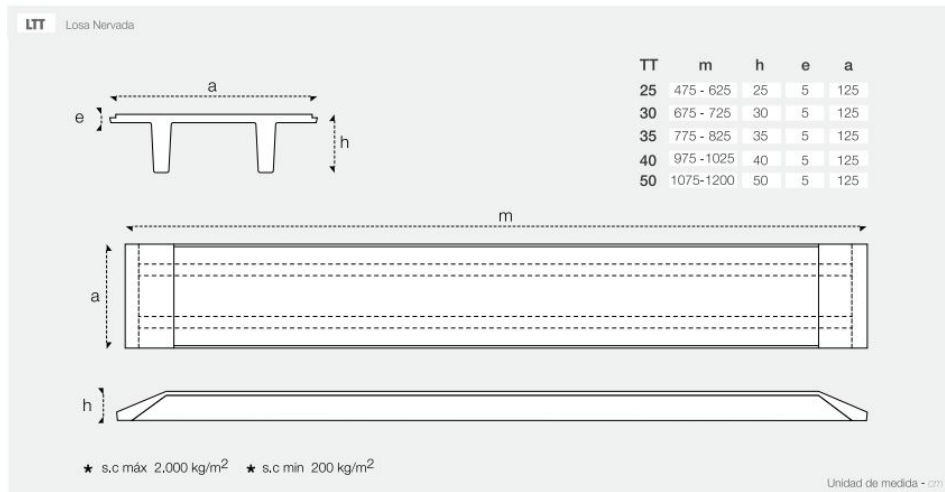


Figura 5.16: Dimensiones mínimas y máximas de losetas nervadas con apoyo doble, único y sin apoyos (simples). Fuente: Catálogo Tensocret.

- **Forjado Tragsa:** En prefabricados Tragsa se habla de placas para el forjado, el cual se define como: Elemento estructural compuesto por diversos elementos y materiales que en su conjunto forman una superficie plana para la formación de pisos. Su objetivo es recibir las cargas que gravitan sobre él y transmitir las a las vigas o muros de carga (diccionariodelaconstruccion, 2022). A continuación, se presentan las dimensiones de prefabricación:

Dimensiones (cm)				
A	120	240	120	240
L	100 a 700			
e	6	6	7	7

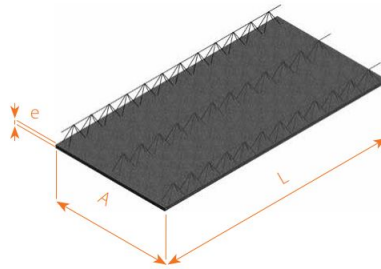


Figura 5.17: Dimensiones mínimas y máximas de placas para forjados. Fuente: Catálogo Tragsa.

- Muros Tensocret:** El catálogo muestra tres opciones de muros industriales. Dada su resistencia al fuego ($90 < RF < 180$) solo se consideran Muros macizo texturizado o macizo liso. El muro industrial nervado tiene una resistencia menor por lo que no se considerará.

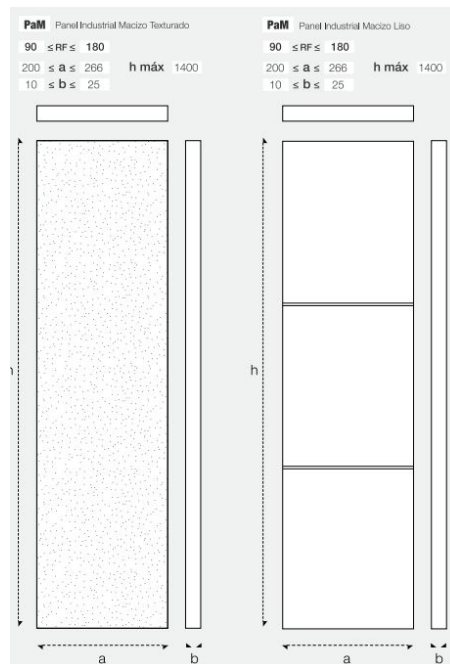


Figura 5.18: Dimensiones mínimas y máximas de muros industriales macizos texturizados y lisos. Fuente: Catálogo Tensocret.

- Muros Tragsa:** Estos elementos prefabricados son colocados entre pilares para el cierre de las edificaciones. Prefabricados Tragsa cuenta con varios tipos de muros los cuales varían en su composición dependiendo de las necesidades de la obra. Para efectos del presente trabajo se considerará solamente los muros macizos verticales y horizontales. En la *Figura 5.19* se presentan las dimensiones de fabricación.

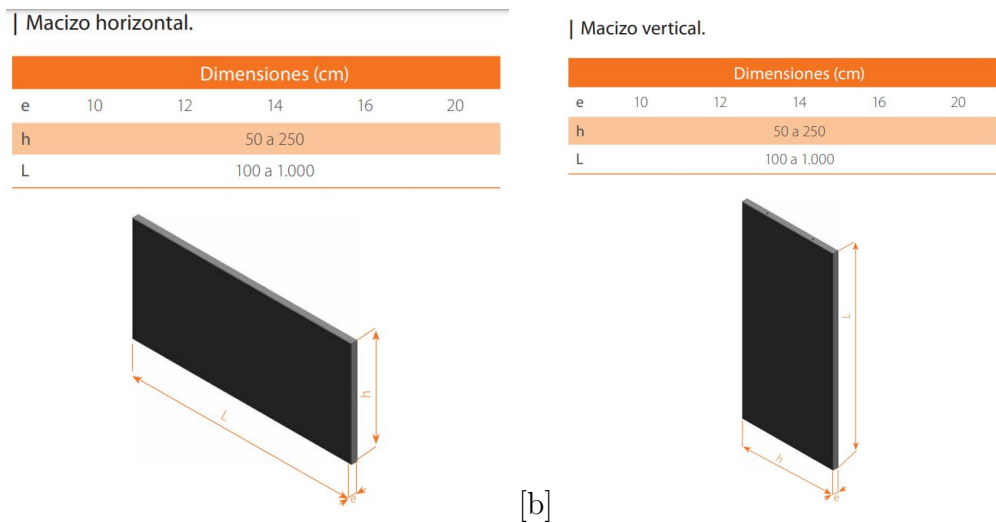


Figura 5.19: Dimensiones de fabricación muro industrial macizo horizontal [a] y macizo vertical [b]. Fuente: Catálogo Tragsa.

Con los antecedentes presentados anteriormente se comienza la propuesta de diseño estándar de viviendas sociales prefabricadas en hormigón armado. Finalmente se muestra una imagen representativa de un sistema constructivo mediante elementos prefabricados de Hormigón.

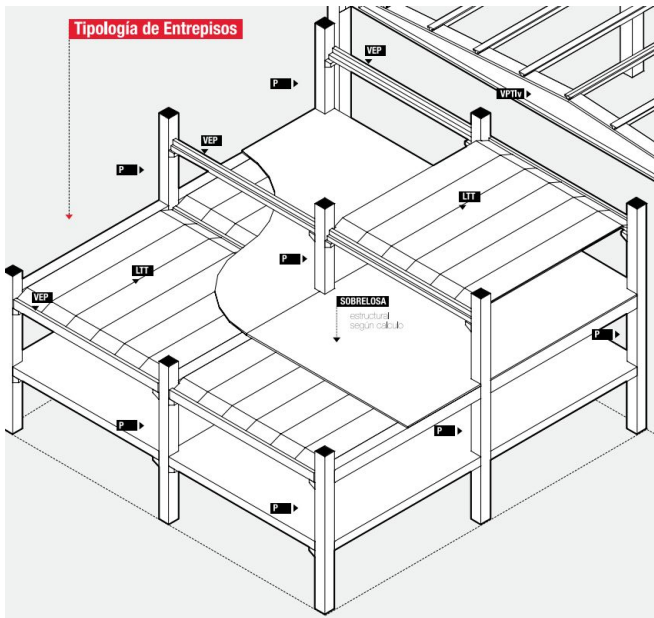


Figura 5.20: Ilustración de sistema constructivo mediante elementos prefabricados de Hormigón. Fuente: Catálogo Tensoret.

Capítulo 6

Propuesta de Diseño estandarizado

6.1. Dimensiones generales

- **Altura de losa a cielo:** Como se describe en la sección 5.21 del presente trabajo, tras un análisis de materiales utilizados en tabiquería, se determina que la altura más adecuada para el proyecto es de 2.40 [m], que permite reducir pérdidas en los materiales dadas sus dimensiones de comercialización.
- **Ancho y largo:** En el marco normativo descrito en la sección 5.1 se señala que el área mínima para los departamentos, medida desde el exterior de los muros, es de 52 [m²]. Se determina que el ancho y largo más adecuado es de 7 y 7,5 [m] respectivamente, así se logra un área de 52,2 [m²] sin utilizar medidas milimétricas. También se identifican ventajas como que, al utilizar losetas de Tensocret, caben exactamente 6 unidades. Otra característica importante es que los valores se encuentran dentro de los rangos constructivos de elementos como muros y vigas presentados anteriormente.

Tabla 6.1: Propuesta de dimensiones de planta y altura para cada departamento. Fuente: Elaboración Propia.

Dimensiones estándar propuestas para cada departamento	
Largo	7,5 [m]
Ancho	7,0 [m]
Area planta depto.	52,2 [m ²]
Altura piso a cielo	2,4 [m]

- **Diseño general del edificio:** Se propone un diseño similar al de la Villa Jaime Eyzaguirre, es decir, una construcción de cuatro pisos con cuatro departamentos por planta. La escalera será parte de la estructura, a diferencia de las obras de Nueva Quilín y Villa Fundación. Se elige esta forma con la finalidad acoplar más edificaciones adaptándose a las dimensiones del terreno. No tiene sentido proponer un edificio que tenga 10 departamentos por piso si no se puede ubicar en un terreno angosto.

Como se menciona en Decreto N°19, Artículo 10, numeral 5, los departamentos deben contar como mínimo con dos dormitorios, un baño, una sala de estar-comedor y una cocina. Considerando que todas las obras analizadas en el capítulo 4 presentan tres dormitorios, se decide que 3 de los 4 departamentos por planta cuenten con este recinto extra. Siguiendo el ejemplo de La Villa Jaime Eyzaguirre que cuenta con opción de dos dormitorios y que las familias presentan diferentes necesidades, se decide brindar esta alternativa en el departamento sobrante. quedando la distribución por pisos de la siguiente manera:

- **Piso 1:** Cuenta con un departamento de dos habitaciones diseñado para personas con discapacidad, se prefiere el uso mínimo de dormitorios para adaptar mejor las superficies exigidas. Los otros tres departamentos contarán con tres dormitorios siguiendo la línea de diseño de los proyectos analizados anteriormente.
 - **Pisos 2, 3 y 4:** Cuentan con tres departamentos de tres dormitorios, los cuales tendrán la misma distribución de espacios, y un departamento de dos dormitorios, permitiendo cubrir otra necesidad importante como lo es el espacio. Cabe destacar que estas diferencias se realizarían de forma interna a través de tabiquería.
 - La distribución de áreas de los recintos interiores se realizó de tal manera que cada recinto cumpliera con las exigencias presentadas en el cuadro normativo, También se consideró definir ciertos anchos y largos para optimizar el uso de pisos interiores. Analizando las dimensiones de comercialización de cerámicos y porcelanatos se propone utilizar cerámicos de 30 x 30 [cm] dado que recintos como el baño, cocina y dormitorios cuentan con anchos de 1,80 [m], 2,1 [m] y 3,0 [m] respectivamente.
- **Muros y losas:** En el decreto 1171, en el artículo 199 describe las normas mínimas para los edificios y viviendas acogidas a la Ley sobre Pisos y Departamentos. En dicho documento se señala que los muros de hormigón armado deben tener un espesor mínimo de 0,15 [m] en obra gruesa.

Para el caso de las losas se señala que el espesor mínimo en hormigón armado corresponde a 0,11 [m]. Tomando como referencia los valores obtenidos de los proyectos de Macul se determina utilizar un espesor de 15 [cm], mejorando la aislación acústica y térmica entre pisos.

- **Tabiques:** Las tabiquerías deben considerar revestimiento por ambas caras, que cumplan con los requisitos de resistencia al fuego, aislación térmica y acústica. Actualmente los materiales más utilizados en tabiquerías son realizados con perfiles de acero galvanizado, tapados con planchas de yeso cartón en ambas caras y en su interior cuentan con aislación térmica y acústica utilizando materiales como lana mineral o lana de vidrio.

Considerando que las placas de yeso cartón deben tener espesor mínimo de 15 [mm], y utilizando perfiles de acero galvanizado de 4 [cm] de ancho, se determina realizar la tabiquería con un espesor de 7 [cm]. Cabe mencionar que se eligió esta alternativa por su bajo costo y fácil instalación.

6.2. Ilustraciones del diseño

Se propone el diseño en AutoCAD de un departamento estandarizado de tres dormitorios, utilizando la información presentada en el Capítulo 5.1, en la *Figura 6.1* se muestra una ilustración donde:

- En color rojo se observa las superficies mínimas exigida en recintos como sala estar-comedor y dormitorios, además del espacio destinado para artefactos.
- En color amarillo se muestra el espacio destinado al usuario, tanto en el uso de artefactos como en área mínima de circulación.

Cabe mencionar que las medidas presentes en las imágenes siguientes están en [cm], a menos que la ilustración diga lo contrario.

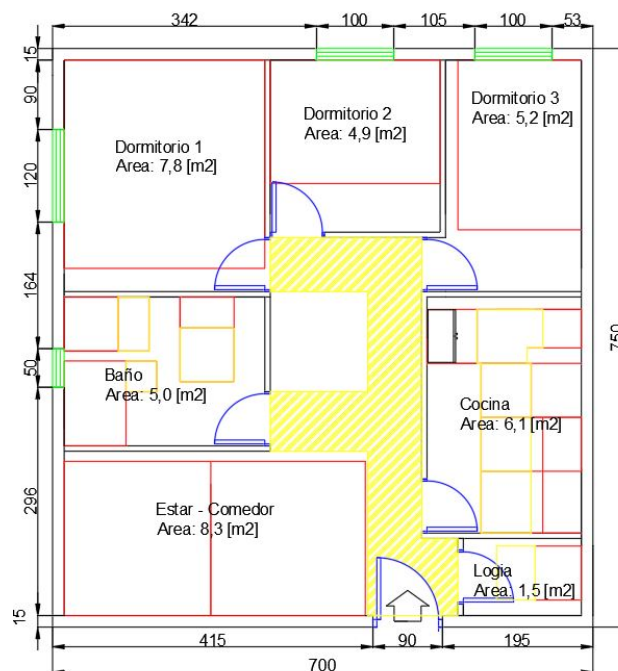


Figura 6.1: Planta de departamento con medidas mínimas exigidas, diseñada en AutoCAD. Fuente: Elaboración propia.

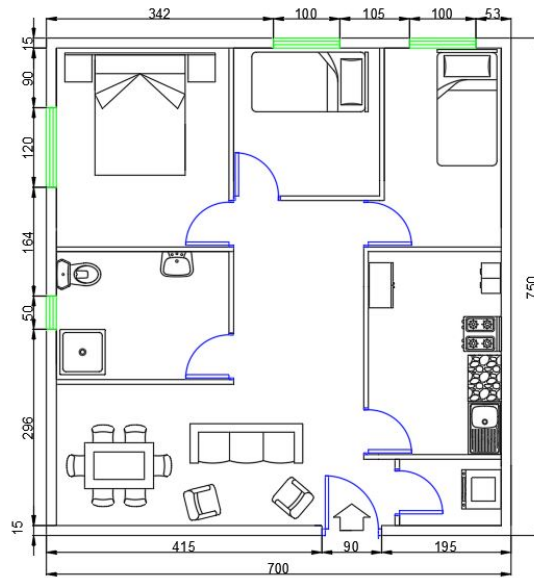


Figura 6.2: Planta de departamento propuesto, diseñada en AutoCAD. Fuente: Elaboración propia.

De la misma forma se diseñó un departamento para personas con discapacidad el cual estará ubicado en la primera planta de la edificación, este mismo diseño se utilizó en los pisos superiores como una opción de dos dormitorios. En la *Figura 6.3* se presenta una imagen con las superficies mínimas exigidas para el departamento de personas discapacitadas, además en la *Figura 6.4* se observa esta opción con mobiliario incluido, brindando así un aspecto más estético a la ilustración.

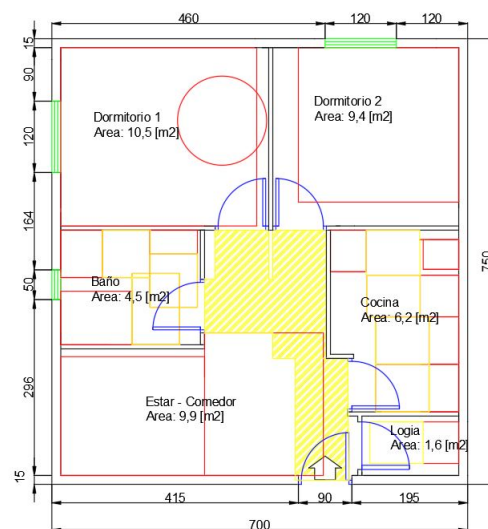


Figura 6.3: Planta departamento para discapacitados con medidas mínimas exigidas, diseñada en AutoCAD. Fuente: Elaboración propia.

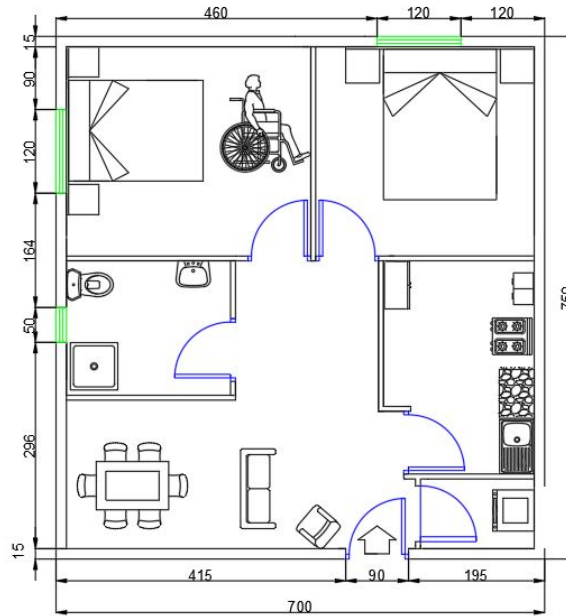


Figura 6.4: Planta de departamento para discapacitados con mobiliarios, diseñada en AutoCAD. Fuente: Elaboración propia.

Finalmente se presenta el diseño de la planta del primer piso con ciertas medidas incluidas para brindar una mejor noción de la dimensión total de la edificación.

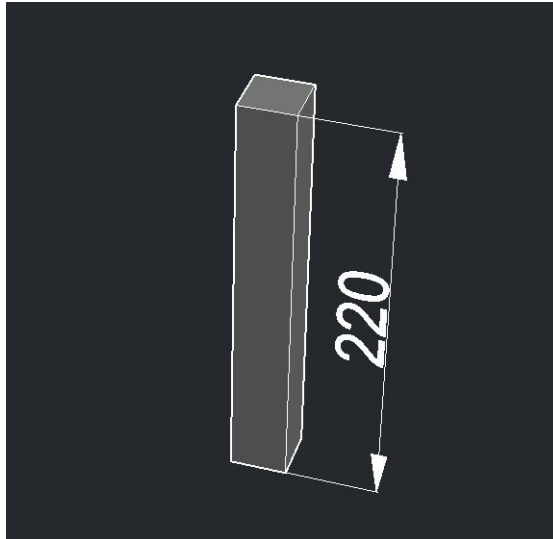


Figura 6.6: Dimensiones en propuesta de pilares para proyecto estandarizado. Fuente: Elaboración propia.

Para la realización del proyecto se propone utilizar 12 pilares por planta, en la *Figura 6.7* se muestra a través de un modelo 3D, como estarían ubicados en conjunto con las vigas previo al hormigonado in-situ de la conexión.

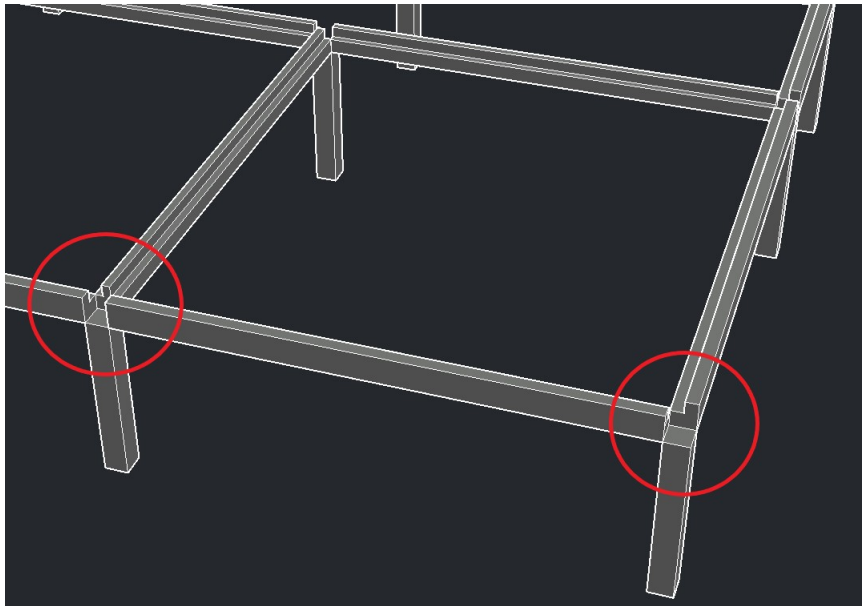


Figura 6.7: Distribución de pilares realizados en AutoCAD. Fuente: Elaboración propia.

6.3.2. Vigas

Se propone utilizar vigas de borde para el contorno de la edificación y vigas simples para los interiores, siguiendo los diseños presentados en el catálogo de Tensocret. Las vigas propuestas en este diseño conectan la distribución de pilares de en la *Figura 6.7* determinando su longitud aproximada.

- **Vigas de borde:** Se propone utilizar 10 vigas de este tipo por un piso. Las longitudes aproximadas se presentan a continuación.

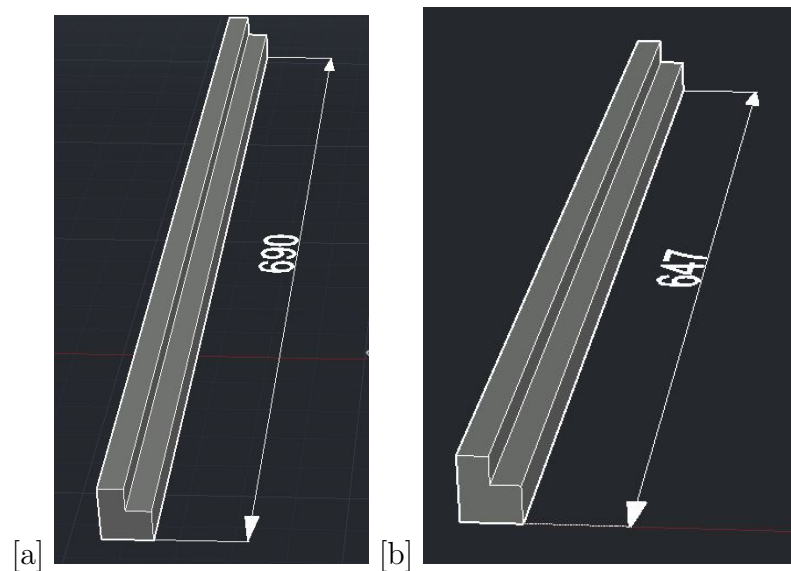


Figura 6.8: Viga de borde con luz igual a 690 [cm] [a]. Viga de borde con luz igual a 647 [cm] [b]. Fuente: Elaboración propia.

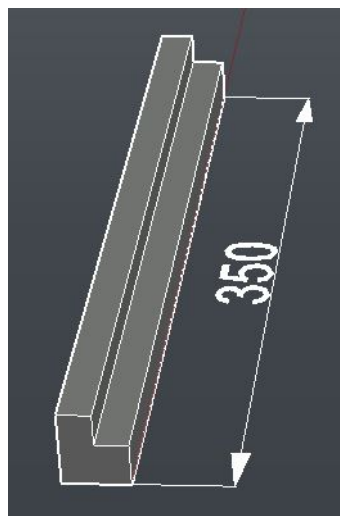


Figura 6.9: Viga de borde con luz igual a 350 [cm]. Fuente: Elaboración propia.

Cabe destacar que se proponen 3 tipos de viga de borde considerando las dimensiones de los departamentos (7 y 7,5 [m]) y de la caja escala.

- **Vigas simples o de interior:** Se plantea utilizar un total de seis vigas simples por piso, dos de ellas con una luz de 690 [cm] y las cuatro restantes con una luz de 647 [cm].

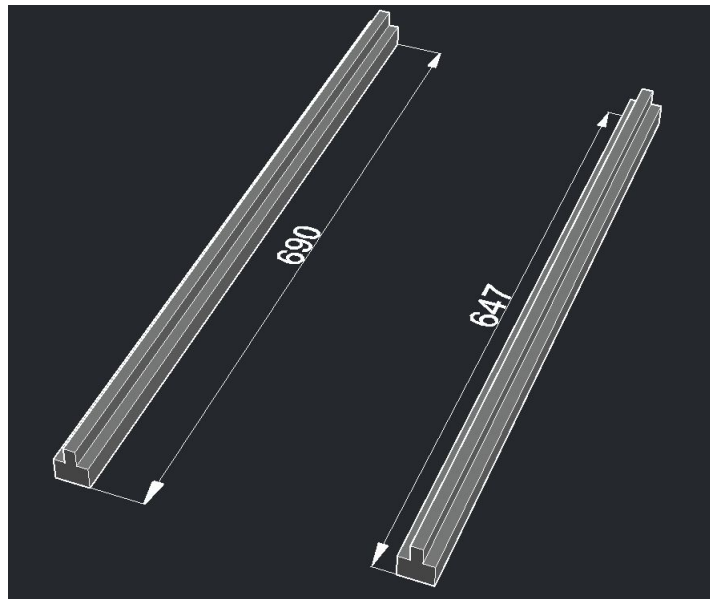


Figura 6.10: Vigas simples con luz de 6,9 [m] y 6,47 [m]. Fuente: Elaboración propia.

Finalmente se presenta una ilustración de como quedarían las vigas unidas a los pilares en el primer piso.

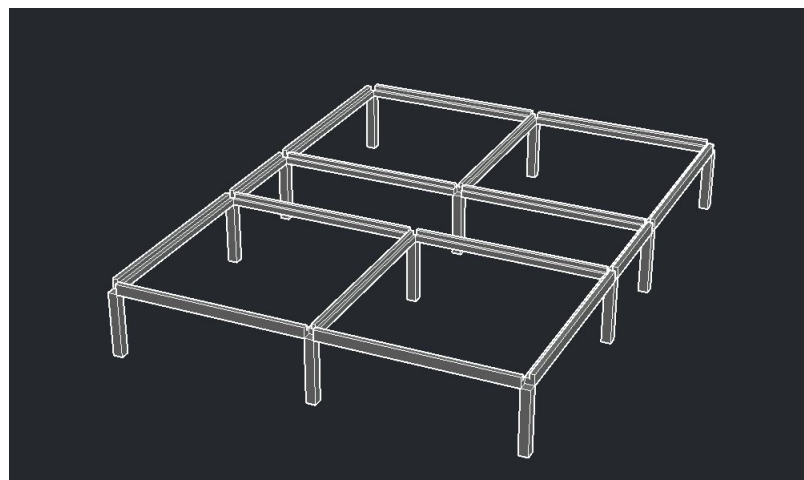


Figura 6.11: Simulación 3D de pilares prefabricados unidos con vigas prefabricadas. Fuente: Elaboración propia.

6.3.3. Losas prefabricadas

Se plantea ubicar las losas prefabricadas armadas en una orientación tal que se utilice una cantidad entera por sector. Las losas se apoyan tanto en vigas de borde como en vigas simples, teniendo dos o tres puntos de apoyo dependiendo el caso. Se propone utilizar losas de 5 [cm] de espesor, que se unen a través de una sobre-losa de 10 [cm], dando así como resultado el espesor de piso propuesto inicialmente. Dicha sobre-losa también se une a las vigas y pilares dando así continuidad a la transmisión de esfuerzos.

Cabe mencionar que las losas deben ser apoyadas en las vigas para esto deben tener unas pequeñas “aletas”. Para evitar que se generen más elementos las dimensiones donde se apoyarán las losas en las vigas tanto de borde como interiores, deben ser las mismas. La dimensión de la “aleta” generada dependerá netamente de la sección de la viga donde se apoya. A continuación, se presentan los tipos de losas que se propone utilizar por cada piso.

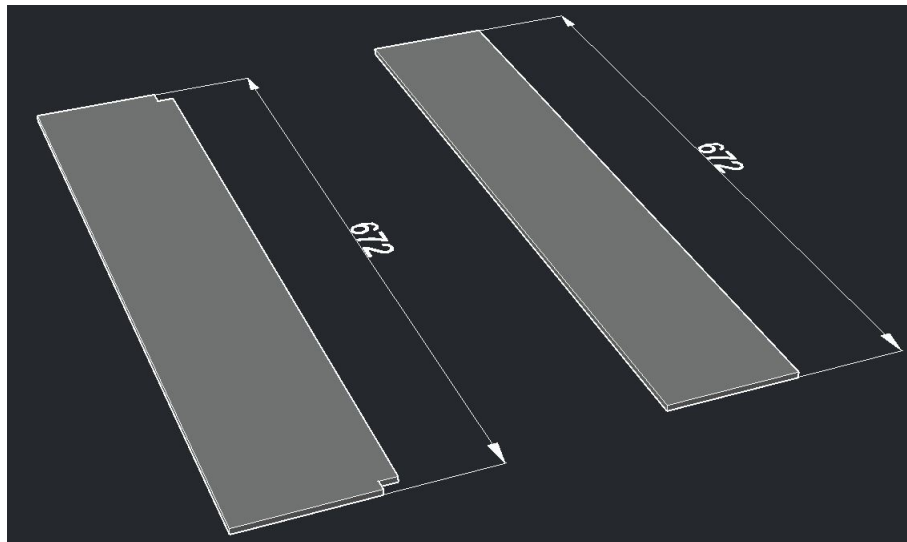


Figura 6.12: Tipos de losas destinadas al sector departamento. Fuente: Elaboración propia.

Para entender de mejor la situación se presenta una ilustración donde en color azul se representan las losas apoyadas en vigas de borde e interiores, es decir, que cuentan con tres apoyos, mientras que en color gris se visualizan las losas de dos apoyos.

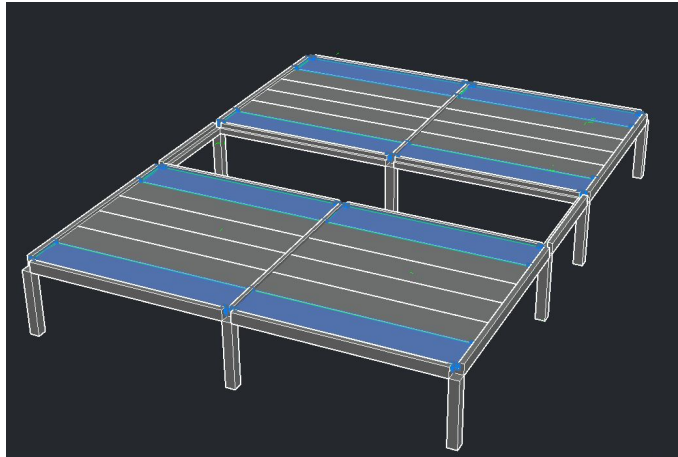


Figura 6.13: Ubicación de lasas prefabricadas sector departamentos. Fuente: Elaboración propia.

Para el sector de la caja escala se utilizan dos tipos de losas, una con tres apoyos que se ubica en los extremos y otro tipo que conecta las vigas interiores de la edificación. A continuación, se proponen los largos de ambos tipos.

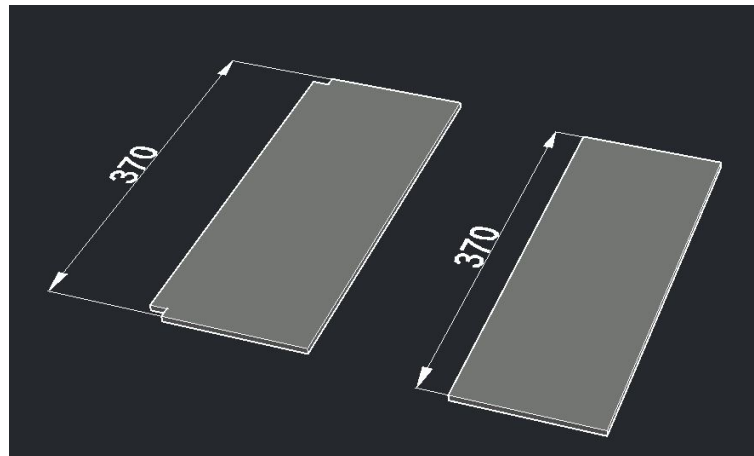


Figura 6.14: Losas utilizadas en el sector caja escala. Fuente: Elaboración propia.

Finalmente se presenta una ilustración de todas las losas prefabricadas propuestas en el cielo del primer piso, donde se puede diferenciar las losas utilizadas en departamentos y las utilizadas en el sector de la escalera.

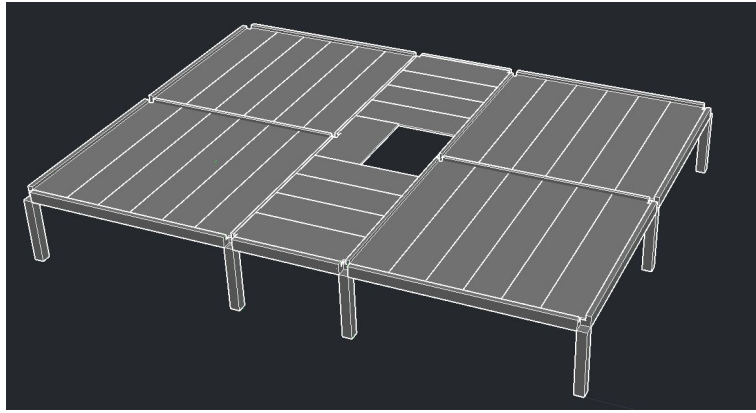


Figura 6.15: Losas utilizadas en el sector caja escala. Fuente: Elaboración propia

6.3.4. Muros o Paneles prefabricados

Se propone un total de nueve paneles distintos por piso, cuyas diferencias radican principalmente en la cantidad y dimensión de ventanas, como también en su ubicación. A continuación, se presentan los tipos de paneles junto con sus dimensiones.

- **Paneles frontales:** En la *Figura 6.16* a la izquierda se presenta el panel que contendrá la puerta de acceso al edificio. A la derecha se presenta el panel frontal en pisos superiores que suplirá la puerta de acceso.

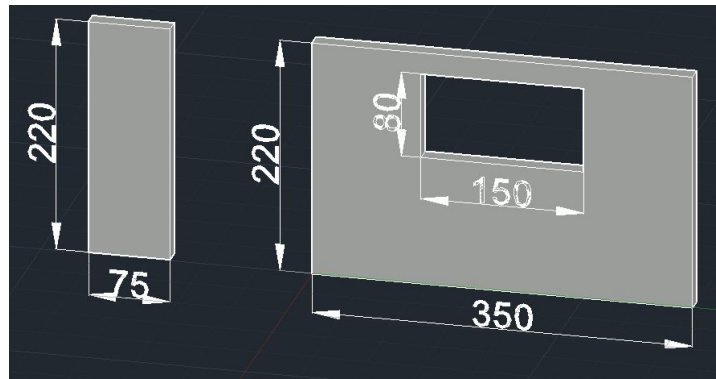


Figura 6.16: Paneles frontales de la entrada a la edificación y sus pisos superiores. Fuente: Elaboración propia.

En la *Figura 6.17* se aprecia el panel frontal y trasero de la edificación correspondiente los departamentos.

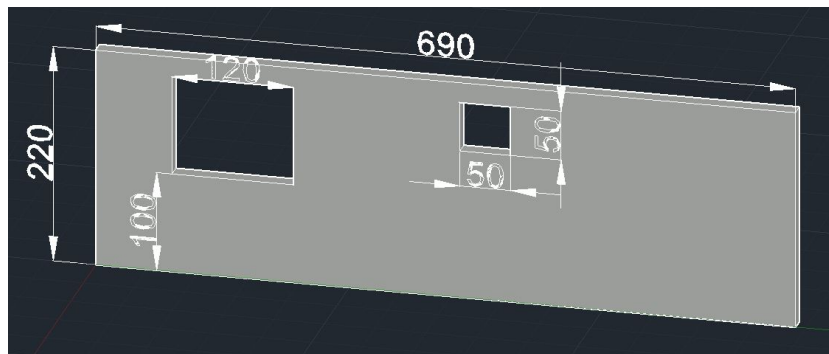


Figura 6.17: Paneles frontal de la edificación en sector de departamentos. Fuente: Elaboración propia.

- **Paneles laterales:** En la *Figura 6.18* el panel superior corresponde a los departamentos de tres dormitorios, mientras que el muro inferior corresponde al departamento diseñado para personas con discapacidad y que a partir del segundo piso se contempla como una opción de dos dormitorios.

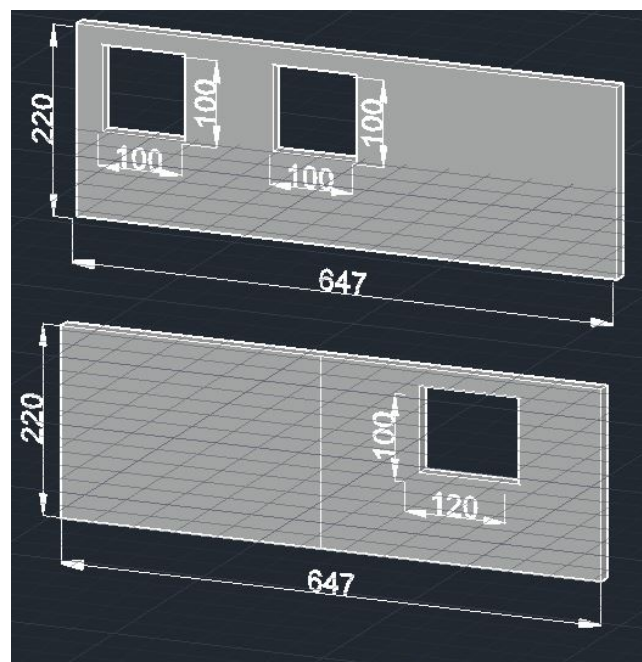


Figura 6.18: Paneles Laterales de la edificación. Fuente: Elaboración propia.

- **Paneles traseros:** Como se mencionó anteriormente los paneles traseros son los mismos que los delanteros por la simetría de los departamentos. Respecto al panel central correspondiente al sector de la escala, se propone un muro sin ventanas como se presenta a continuación.

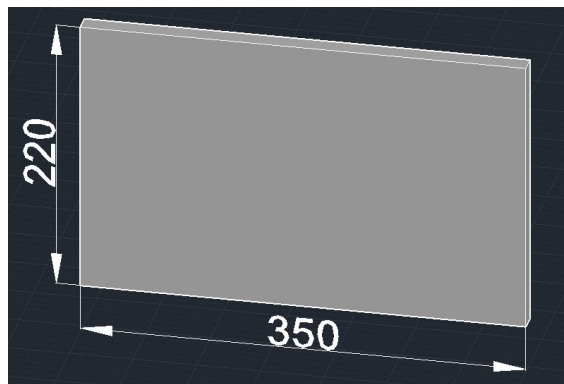


Figura 6.19: Panel centra de la edificación. Fuente: Elaboración propia.

- **Paneles interiores:** Se proponen dos tipos de paneles, uno completamente macizo que delimita los departamentos y otro con el hueco para ubicar la puerta de acceso.

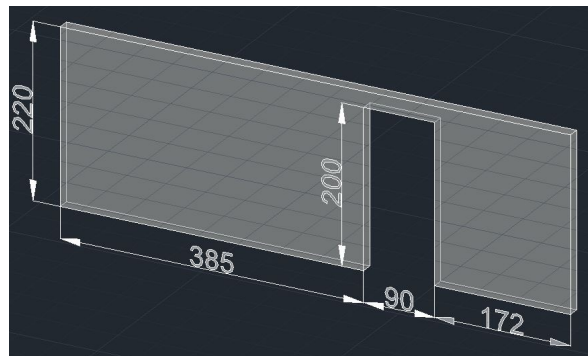


Figura 6.20: Panel interior de acceso a la vivienda. Fuente: Elaboración propia.

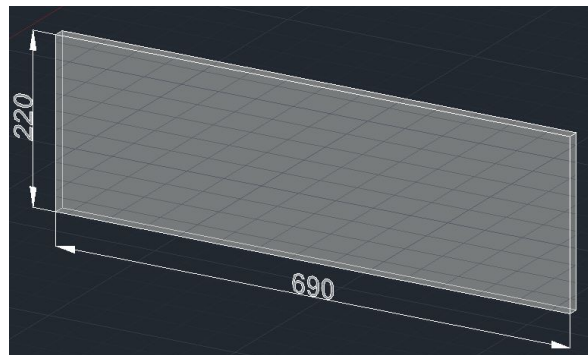


Figura 6.21: Panel macizo que delimita las viviendas. Fuente: Elaboración propia.

Para tener una buena referencia de la ubicación de cada panel en la *Figura 6.22* se propone la ubicación de los paneles, mientras que en la *Figura 6.23* se aprecia como sería la inclusión de estos elementos al sistema pilares-vigas-losas presentado anteriormente.

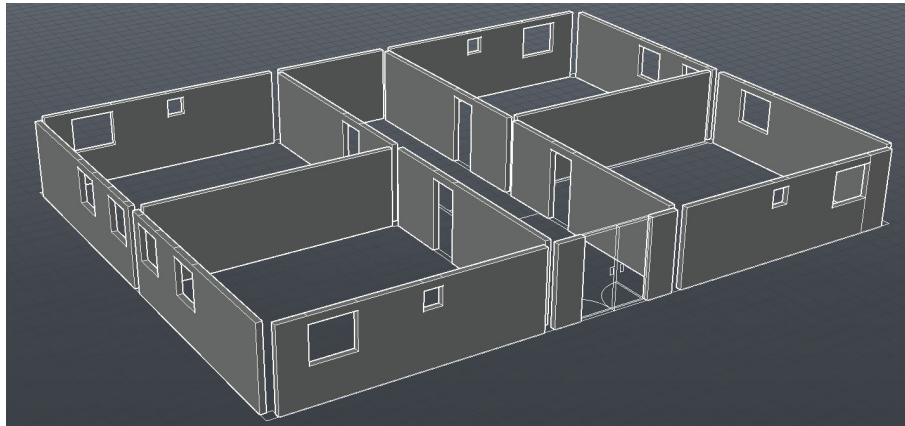


Figura 6.22: Posición de muros prefabricados en el primer piso. Fuente: Elaboración propia.

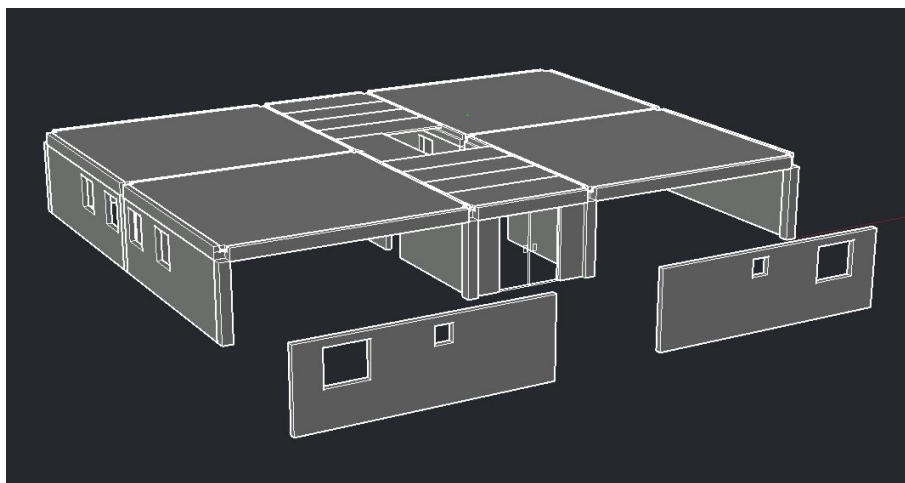


Figura 6.23: Representación de la inclusión de paneles prefabricados, a un sistema previo de pilares, vigas y losas. Fuente: Elaboración propia.

6.3.5. Escalera:

Se propone un modelo de escalera prefabricado para incluir en la edificación, siguiendo las condiciones mínimas para escaleras externas vistas en el Capítulo 5. Se define un ancho de 2[m], una huella de 20 [cm] y una altura de peldaño o contrahuella de 17[cm], obteniendo así una altura total de 2,55 [m] Coincidiendo así con el termino de la losa cielo del primer piso. Cabe recordar que los departamentos cuentan con una altura de piso a cielo de 2,4 [m], a esto se le suma los 0,05 [m] de espesor de las losas más los 0,1 [m] de espesor de la sobre losa, obteniendo Así la altura de 2,55 [m]. De esta manera también se logra unir la enfierradura presente en el último escalón con la sobre losa para dar continuidad a la estructura.

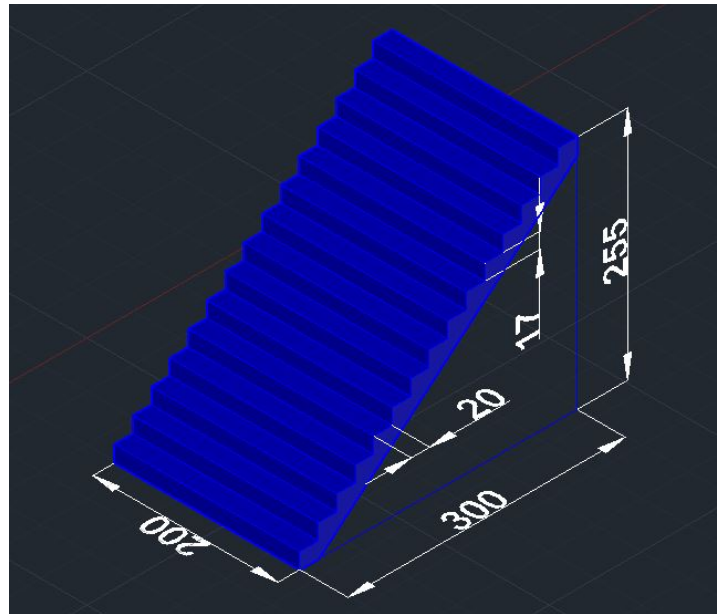


Figura 6.24: Modelo de escalera prefabricada. Fuente: Elaboración propia.

Para finalizar la sección se presenta un diseño gráfico de cómo sería el edificio propuesto, con todos sus elementos en conjunto.

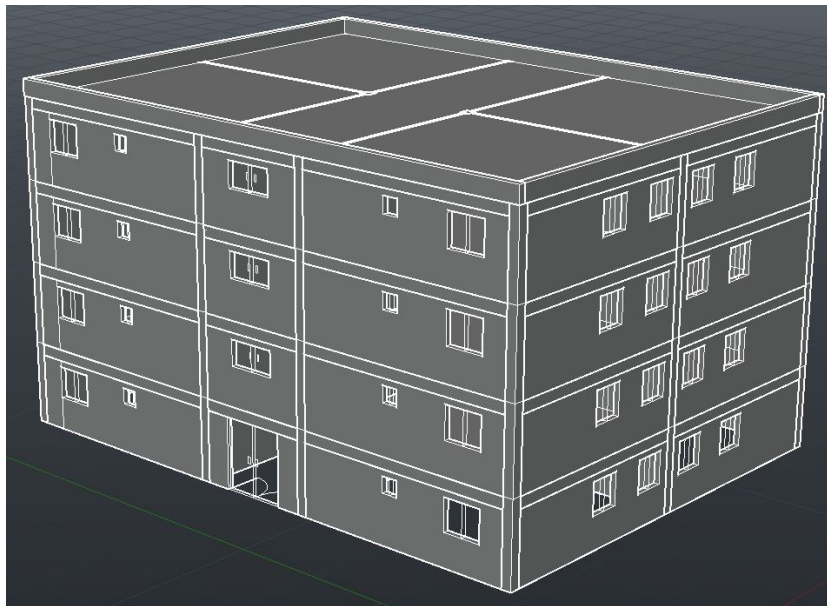


Figura 6.25: Representación gráfica de edificio estandarizado. Fuente: Elaboración propia.

Capítulo 7

Consideraciones generales del sistema de prefabricados en hormigón

Toda metodología de diseño de elementos debe contemplar una serie de pasos básicos (ANDECE, 2019):

- Concepción de la estructura;
- Elección de los materiales;
- Introducción de los coeficientes de seguridad en acciones y materiales;
- Cálculo de las solicitaciones;
- Dimensionamiento de secciones y piezas;
- Desarrollo de los detalles constructivos, con especial atención a la resolución de las uniones.

Como se menciona anteriormente el dimensionamiento completo de secciones y piezas depende de factores como cálculo de solicitaciones, ubicación, propiedades de suelo, etc. Por este motivo se propuso solamente la longitud de los elementos calzando con la propuesta estandarizada de departamentos.

En general en los procesos de diseño de estructuras prefabricadas de hormigón, los elementos normalmente están terminados y detallados por el fabricante, o en estrecha colaboración con él. Salvo que el proyectista tenga una experiencia demostrada en el campo del diseño y cálculo de estructuras prefabricadas de hormigón (ANDECE, 2019)

7.1. Conexiones de elementos prefabricados

El desempeño sísmico de las estructuras de hormigón prefabricado depende bastante de las características de las conexiones entre los miembros estructurales prefabricados como vigas y pilares. Al momento de diseñar se debe asegurar la correcta transmisión de esfuerzos y la continuidad en dichas conexiones.

Dada su importancia existe una gran variedad de conexiones que dependen de los requerimientos específicos de diseño de la estructura y la normativa del país o región (Aguirre, 2021). Se pueden agrupar las uniones en dos grandes tipos:

1. **Conexiones emulativas** que se diseñan para que el desempeño de la estructura prefabricada sea muy similar al que tendría una estructura de hormigón construida in-situ.
2. **Conexiones articuladas** cuyo objetivo es que las deformaciones no lineales de la estructura sean concentradas deliberadamente en los extremos de los elementos prefabricados, sin generar un daño significativo en el elemento.

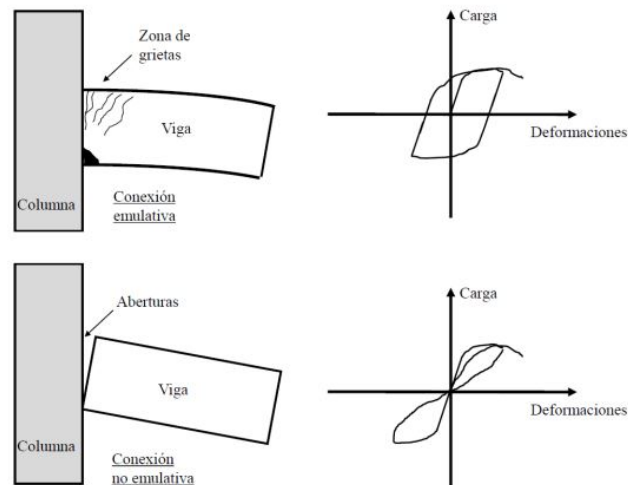


Figura 7.1: Diferencia gráfica entre conexiones emulativas y conexiones articuladas. Fuente: (Bedriñana, 2021)

A continuación, se describen y proponen de forma general tipos de conexiones emulativas entre los elementos importantes de la estructura, que se pueden efectuar en la propuesta.

7.1.1. Conexiones viga-columna

- **Vigas prefabricadas en columna:** Las vigas son apoyadas en el recubrimiento de la columna construida previamente in-situ y/o apuntalada junto a ella. La viga debe poseer barras proyectadas desde la parte inferior y debe ser anclada en el nodo del marco, por lo que las dimensiones de la columna deben ser las adecuadas para acomodar la longitud de desarrollo y reducir el congestionamiento causado por los ganchos de anclaje logrando un buen hormigonado (Aguirre, 2021).

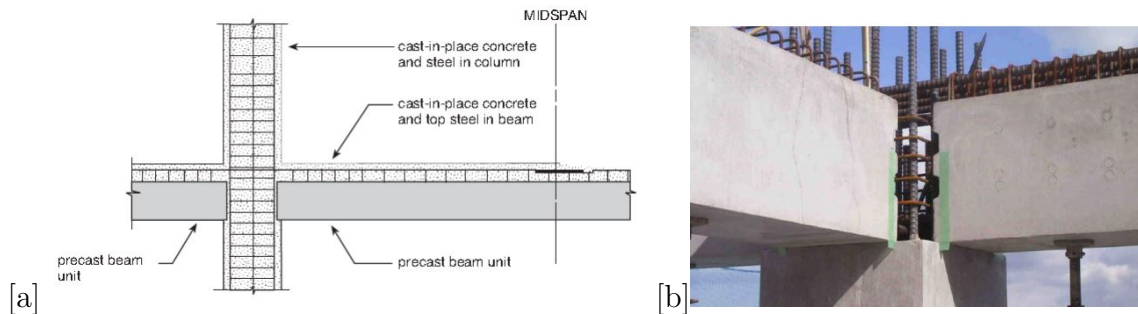


Figura 7.2: Conexión viga prefabricada entre columnas in-situ [a]. Fuente: (Aguirre, 2021); [b] Ejemplo real. Fuente:(Bedriñana, 2021)

- **Unión viga-columna prefabricada:** Con esta conexión se evita la colocación de hormigón in-situ en el nodo congestionado, como se observa en la en la *Figura 7.3*. La porción prefabricada de la viga se extiende a media luz, de su parte inferior sobresalen barras de refuerzo que pasan a través de agujeros verticales previamente instalados en el módulo prefabricado y extendidos sobre la superficie superior del elemento. Posteriormente estos agujeros son rellenados con mortero, junto con la interfaz entre la columna inferior y el módulo prefabricado (Aguirre, 2021).

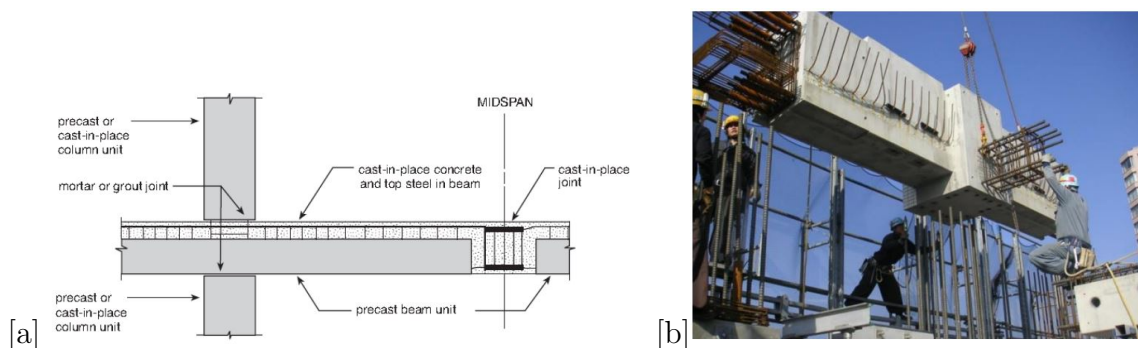


Figura 7.3: [a] Conexión viga prefabricada entre columnas in-situ. Fuente: (Aguirre, 2021); [b] Ejemplo real. Fuente:(Bedriñana, 2021)

- **Vigas post-tensadas entre columnas:** Las unidades tienen ductos que permitirán el ingreso de los tendones que son finalmente inyectados con grout luego del ensamblado de la estructura. Al colocar las vigas en posición, se debe hacer uso apoyos temporales (ángulos) y debe colocarse un mortero en las juntas entre unidades prefabricadas (Bedriñana, 2021).

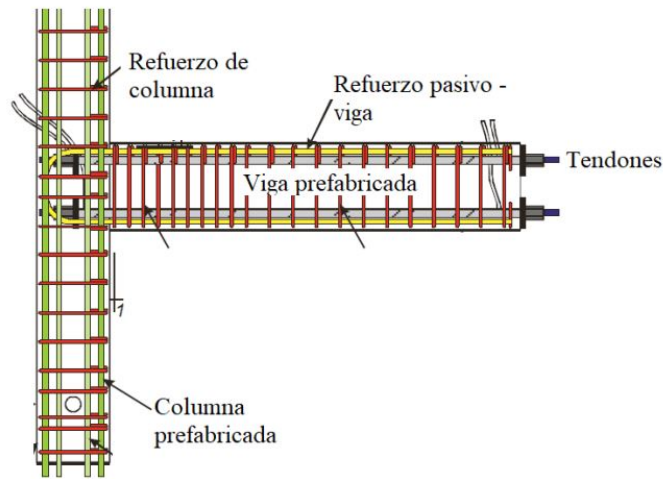


Figura 7.4: Conexión viga post-tensada entre columnas. Fuente: (Bedriñana, 2021)

7.1.2. Conexiones columnas-cimientos

Las columnas pueden conectarse a las cimentaciones por medio de mangas de acero o empalmes sin contacto como se aprecia en la *Figura 7.5*, para lo cual deben dejarse mechas de acero en la cimentación. En estos casos, se recomienda dejar llaves de corte para evitar deslizamientos relativos en las secciones de la interfaz, además los conectores mecánicos deben asegurar la fluencia y ductilidad del acero de refuerzo (Bedriñana, 2021).

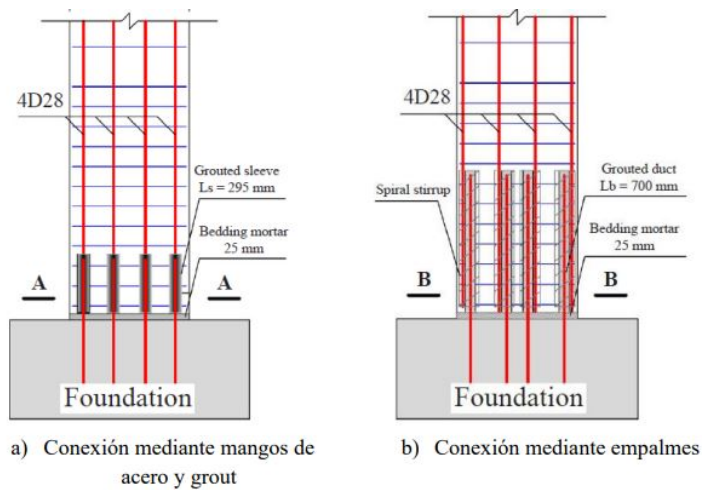


Figura 7.5: Conexión pilares y cimientos. Fuente: (Bedriñana, 2021)

7.2. Transporte de elementos prefabricados

Un aspecto relevante al momento de realizar un proyecto con estructuras prefabricadas consiste en analizar el método de transporte de los elementos. Se presentan los principales medios de transporte para proyectos prefabricados en general, considerando el transporte dentro de una ciudad, entre ciudades o incluso entre regiones.

- **Camión con plataforma autocargable:** se utilizan para transporte de prefabricado ligero, como bloques, viguetas, bovedillas o piezas de poco peso como prelosas. Suelen ser camiones de caja pequeña, de 5 o 6 m, y con capacidad de carga no superior a las 12 o 15 [tn], es ideal para el suministro en zonas urbanas, ya que las dimensiones del vehículo son pequeñas y elimina los problemas de acceso con otros transportes (Álvarez, 2015).



Figura 7.6: Camión con plataforma autocargable. Fuente: Google imagenes.

- **Camión trailer:** Es un conjunto articulado formado por una cabeza tractora y un semirremolque que apoya parcialmente sobre la cabeza tractora. Se utilizan para transportar piezas de longitudes menores de 13 [m] aproximadamente, con pesos que no superen las 25 [tn] y de alturas de pieza que no supere los 2.5 [m] (Álvarez, 2015).



Figura 7.7: Camión trailer. Fuente: Prefabricado seguro.

- **Camión con plataforma extensible:** Son transportes similares a los camiones tráiler con la diferencia que su plataforma es extensible, permitiendo el transporte de piezas de mayor longitud pudiendo alcanzar los 28 [m], pueden transportar peso de hasta 45 [tn] y usualmente requieren autorización especial para la circulación (Álvarez, 2015).



Figura 7.8: Camión con plataforma extensible. Fuente: Prefabricado seguro.

Al momento de determinar el medio de transporte adecuado se deben considerar factores como: presupuesto, radios de giro, tamaño y peso de los elementos, leyes de transporte, etc.

Considerando los tamaños de los elementos propuestos anteriormente se observa que ningún elemento supera los 7 [m] de longitud, por lo que se propone utilizar camiones trailer, incluso pudiendo utilizar camiones autocargables para elementos como pilares o vigas de menor tamaño.

Capítulo 8

Conclusiones y discusiones

Como se menciona en un comienzo, el déficit habitacional es un problema latente que es necesario abordar, bajo este contexto surge la idea de presentar una propuesta de diseño estandarizada, es decir que cumpla con todos los requerimientos mínimos y que al ser diseñada, pueda ser prefabricada en hormigón armado logrando ser replicada rápidamente, reduciendo considerablemente los tiempos de construcción actuales. El foco también es avanzar en las metodologías constructivas, es decir, se busca encontrar un método más eficiente que el tradicional en varios aspectos, acercándonos así un sistema industrializado.

Como observa a lo largo del presente trabajo, se cumplió el objetivo principal que es proponer un diseño estándar para viviendas sociales, cumpliendo todos los requerimientos mínimos de espaciamientos exigidos por el cuadro normativo del ministerio de vivienda y Urbanismo. Se decide realizar una propuesta de edificio de mediana altura basado en proyecto ya construidos en la comuna de Macul. En dicha propuesta se muestran los diferentes elementos que compondrían la estructura y sus posibles longitudes comprobando su factibilidad con catálogos de empresas de prefabricados de hormigón, considerando que las secciones pueden variar dependiendo de los cálculos estructurales realizados y considerando factores como ubicación, condiciones de terrenos, normativa del lugar, etc.

Respecto a los proyectos estudiados, es interesante como se adaptan a las dimensiones de terreno comenzando con una edificación de no más de 4 departamentos por piso, pero pudiendo acoplar edificaciones formando bloques habitacionales de mayor o menor tamaño dependiendo de la superficie disponible. Por esta razón es que se decide seguir con esta línea metodológica y se propone un diseño con solo 4 departamentos por planta que al ser prefabricado optimiza el acople de las edificaciones.

Ventajas y desventajas de la construcción prefabricada.

La principal ventaja que se menciona cuando se habla de estructuras prefabricadas es el incremento de la velocidad de construcción, lo que conduce a una rápida ocupación del edificio contribuyendo justamente al problema social que se quiere abordar. Se menciona que

al ser construida con elementos elaborados bajo condiciones de fábrica, alcanzan estándares mayores de calidad y durabilidad. Como se reduce la labor en obra se compensa de alguna manera la escasez existente de trabajadores calificados y contribuye a la disminución de errores humanos constantemente presentes en los métodos constructivos tradicionales (Aguirre, 2021).

Este método constructivo está más desarrollado en otras partes del mundo, por lo que ha tenido aplicaciones importantes y exitosas en estructuras resistentes a sismos. Las experiencias en terremotos y pruebas de laboratorio brindan la confianza de que los elementos de hormigón prefabricado pueden ser empleados en estructuras diseñadas para resistir sismos, siempre que se preste especial atención al diseño, fabricación y construcción (Aguirre, 2021).

En contra parte, Este método constructivo es eficiente y ha sido probado exitosamente para edificaciones de mediana altura, pero para edificios de gran altura y con plantas mucho más amplias se deben desarrollar métodos constructivos efectivos y económicos, para que estos puedan resistir las acciones sísmicas y garantizar la integridad de la estructura.

Al tratarse de piezas solidas de hormigón armado es necesario contar con grúas de gran capacidad para levantar y maniobrar dichos elementos. De igual forma si se diseñan módulos muy pesados o de dimensiones excesivas pueden dificultar su transporte, esto debido a obstáculos como puentes, curvas muy cerradas, pendientes pronunciadas, etc (Aguirre, 2021).

Las construcciones Prefabricadas requieren de una inversión inicial muy importante para poner en marcha el sistema de producción, pero es justificada en obras grandes con plazos de ejecución reducidos.

Propuestas de futuras investigaciones

Para futuras investigaciones se propone realizar los análisis estructurales correspondientes y comparar los resultados con los diseños propuestos en el presente trabajo, detallando las variaciones y así lograr un diseño estandarizado completamente funcional. Se propone evaluar y considerar la opción de construir plantas de prefabricados de hormigón en distintas ciudades o regiones, de manera que puedan realizarse este tipo de proyectos a lo largo de todo el país, Contribuyendo también a reducir tiempos y costos de transportes.

Se plantea realizar nuevas metodologías constructivas que garanticen la calidad de construcción en proyectos de viviendas sociales, además de que se alcancen estándares mínimos de sustentabilidad, reciclaje de materiales, etc. Se habla de estándares mínimos ya que se trata de proyectos sociales en los que se intenta reducir los costos al máximo.

En los últimos 15 años el transporte de elementos prefabricados en carreteras ha aumentado enormemente debido a la gran inversión en infraestructura pública y al incremento en el uso de las soluciones prefabricadas de hormigón. Lamentablemente, la reglamentación que rige estos transportes no ha avanzado con la misma velocidad y se ha convertido, en muchos casos, en una traba que encarece y ralentiza el proceso de construcción afectando fuertemente los costos y plazos tanto en las obras públicas como privadas (CDT, 2022). Un ejemplo es que en condiciones de operación normales, el traslado de un elemento de gran envergadura debería

tardarse algunas semanas, pero pasa a tardarse incluso meses debido a las restricciones en el traslado, teniendo como consecuencias el sobre costo de mano de obra, aumento en plazos de entregas, etc. Por esto es necesario avanzar en la reglamentación respecto al transporte en post de mejorar considerablemente los tiempos de traslados de elementos prefabricados.

Finalmente se sugiere evaluar económicamente este proyecto para su realización en alguna zona específica del país, incluyendo tiempos de elaboración, transporte y montajes hasta que las viviendas sean habitables. De esta forma tener una muy buena referencia y así poder comparar dicho proyecto con los métodos de construcción tradicionales, teniendo beneficios y desventajas mucho más específica.

Bibliografía

- [1] American Concrete Institute (ACI). Requisitos de reglamento para concreto estructural. Technical report, American Concrete Institute, USA, 2014.
- [2] L. G. Aguirre. *LINEAMIENTOS DE DISEÑO PARA EDIFICIOS DE MUROS DE HORMIGÓN PREFABRICADO EN CHILE*. PhD thesis, Universidad de Chile, Santiago, Chile, 2021.
- [3] ANDECE. Guías técnicas andece estructuras prefabricadas de hormigon. Technical report, Asociación nacional De la industria del prefabricado de hormigón, Madrid, España, 2019.
- [4] J. Araneda. *CONJUNTO DE VIVIENDAS SOCIALES EN EL CENTRO DE SANTIAGO*. PhD thesis, Universidad de Chile., Santiago, Chile, 2014.
- [5] L. A Bedriñana. *Recomendaciones técnicas para diseño de estructuras emulativas*. PhD thesis, SENSICO, Lima, Perú, 2021.
- [6] CDT & CChC. Tabiques interiores - recomendaciones técnicas. Technical report, Corporación del desarrollo tecnológico, Santiago, Chile, 2015.
- [7] Corporación de Desarrollo Tecnológico CDT. El amplio mundo de tableros estructurales para construcción y tabiquería, Agost. 15, 2022 [Online].
- [8] Corporación de Desarrollo Tecnológico CDT. Transporte en carretera de elementos prefabricados: Un desafío a la productividad, Junio. 22, 2022 [Online].
- [9] Déficit Cero. Déficit habitacional: ¿cuántas familias necesitan una vivienda y en qué territorios?, 2022.
- [10] Y. de SUTTER. *VIVIENDAS PREFABRICADAS DE HORMIGÓN REALIZADAS MEDIANTE UNA PLANTA MÓVIL A PIE DE OBRA DIRIGIDA A LOS ESTRATOS SOCIOECONÓMICOS BAJOS*. PhD thesis, Universidad de Chile., Santiago Chile, 07 DE ENERO 2015.
- [11] DECRETO DE LEY 2552: DEFINE LAS “VIVIENDAS DE EMERGENCIA” Y SEÑALA COMPETENCIA DE LA OFICINA NACIONAL DE EMERGENCIA DEL MINISTERIO DEL INTERIOR MINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO, VIVIENDAS SOCIALES, 23-FEB 1979.

- [12] Serpell A. . Gajardo, M. Conceptos generales acerca de la calidad en la construcción. *Revista Ingeniería de Construcción*.
- [13] GRUPO TRAGSA., España. *Catálogo de Productos Planta de Prefabricados de Tragsa*, 2014.
- [14] MINVU, M. de V. y U. (2017a). CUADRO NORMATIVO Y TABLA DE ESPACIOS Y USOS MINIMOS PARA EL MOBILIARIO Para proyectos del Fondo Solidario de Elección de Vivienda regulado por el DS N° 49, 23-FEB 2017.
- [15] MMINVU, M. de V. y U. (2017b). ITEMIZADO TÉCNICO DE CONSTRUCCIÓN Para proyectos del Fondo Solidario de Elección de Vivienda regulado por el D.S. N° 49 (V. y U.), 2011 Versión - 2017, 2017.
- [16] PREFABRICADOS ESTRUCTURALES S.A., Santiago, Chile. *CATÁLOGO Sistema Tensocret*, 2014.
- [17] M. Salinas. Déficit habitacional en chile. situación de déficit habitacional cuantitativo en nuestro país., SEPT. 1, 2021 [Online].
- [18] R. N. Valenzuela. *EVALUACIÓN DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS PARA EDIFICIOS DE MEDIANA ALTURA CON ELEMENTOS DE HORMIGÓN PREFABRICADO*. PhD thesis, Universidad de Chile, Santiago, Chile, 2018.
- [19] J. Álvarez. Los 5 transportes para prefabricado de hormigón o concreto., 2015 [Online].

Anexo A

A continuación se presentan imágenes de planos físicos con los que se replicaron los diseños presentados en el Capítulo 4, correspondientes a plantas de departamentos y edificaciones ya realizadas.

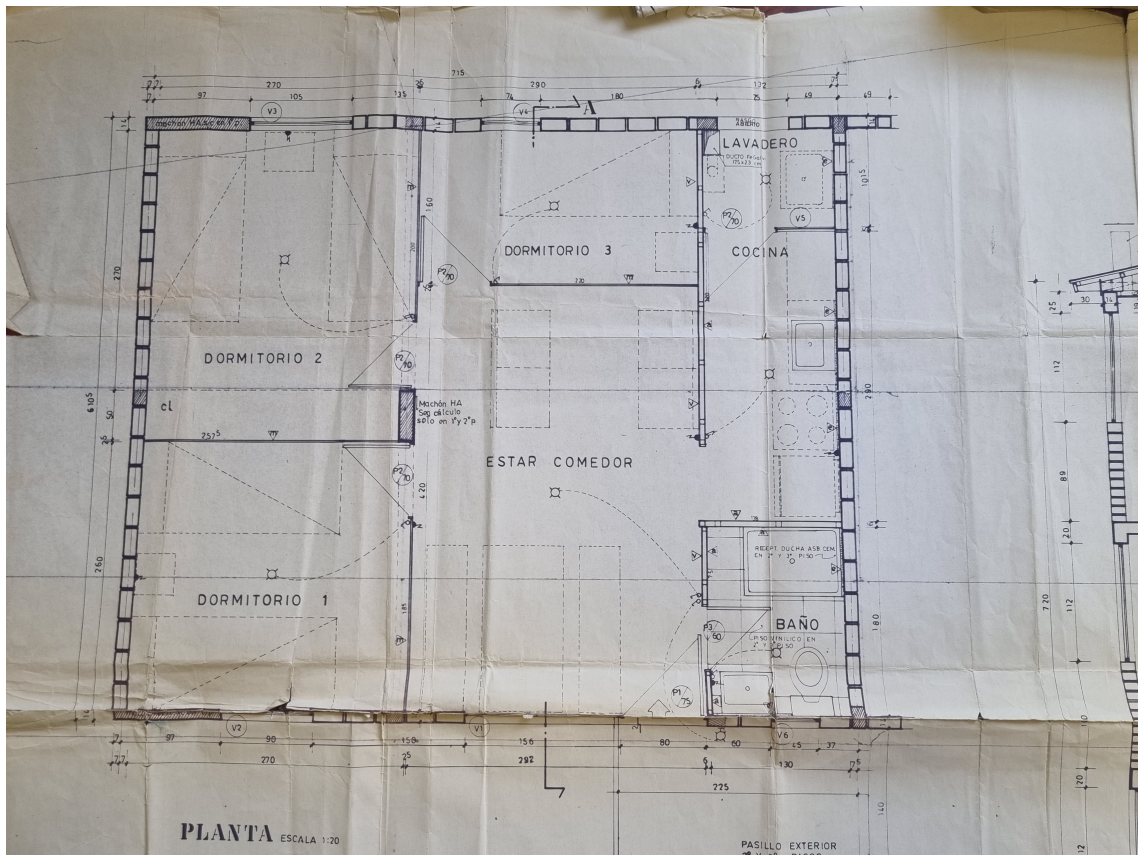


Figura A.1: Plano Físico de planta de departamento, Villa Nueva Quilín. Fuente: Municipalidad de Macul

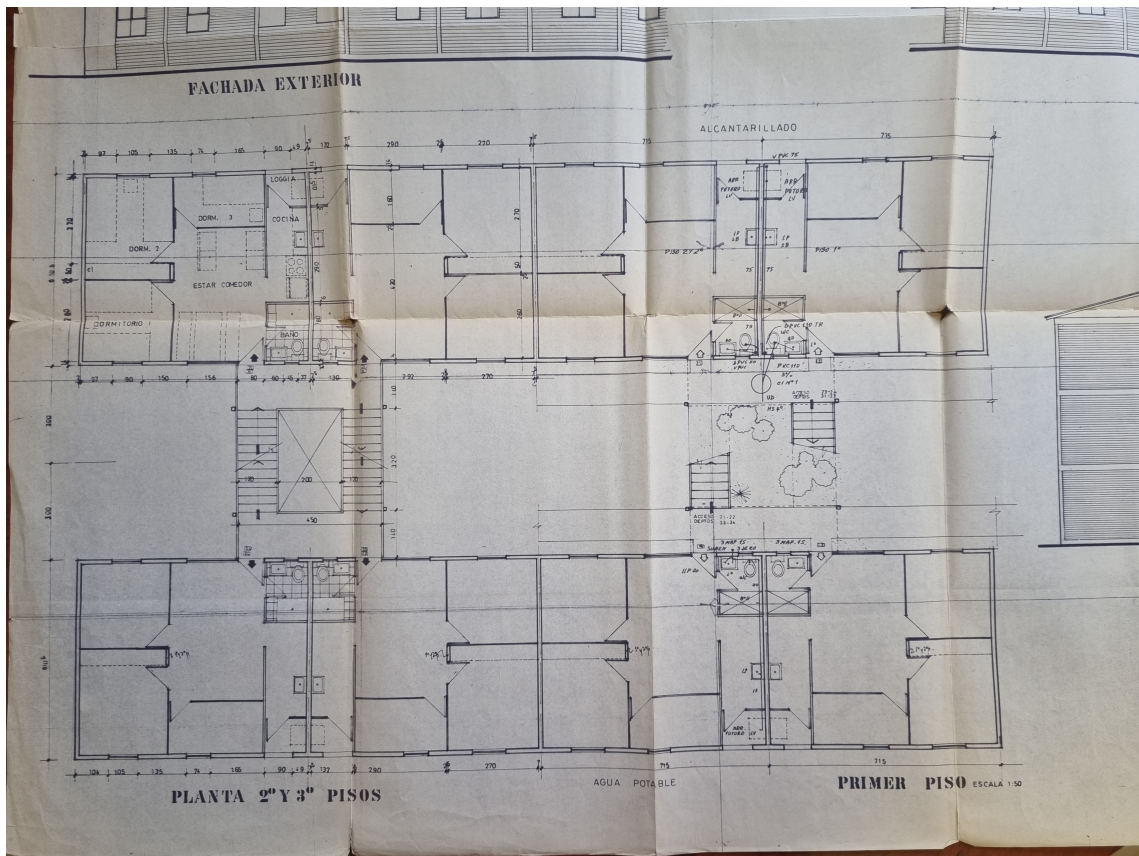


Figura A.2: Plano Físico de planta de bloque habitacional, Villa Nueva Quilín. Fuente: Municipalidad de Macul

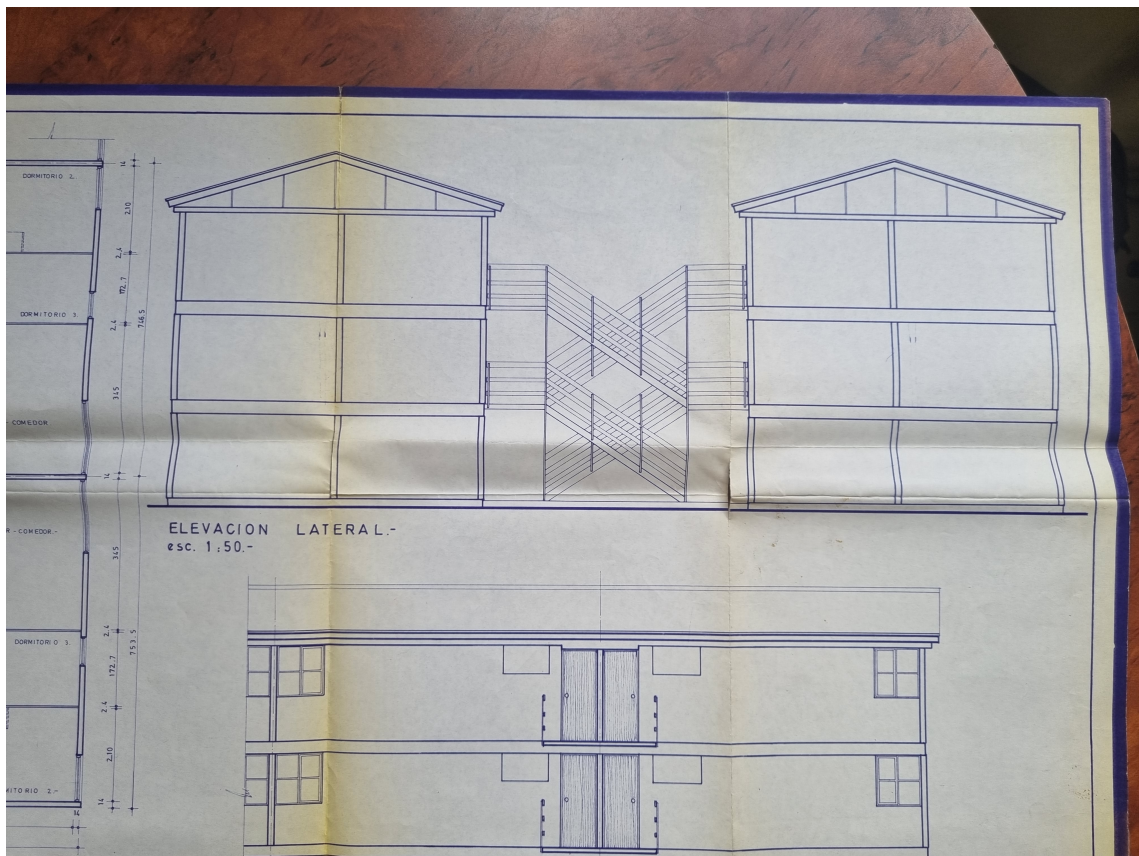


Figura A.3: Plano Físico de Elevación lateral de bloque habitacional, Villa Nueva Quilín.
Fuente: Municipalidad de Macul

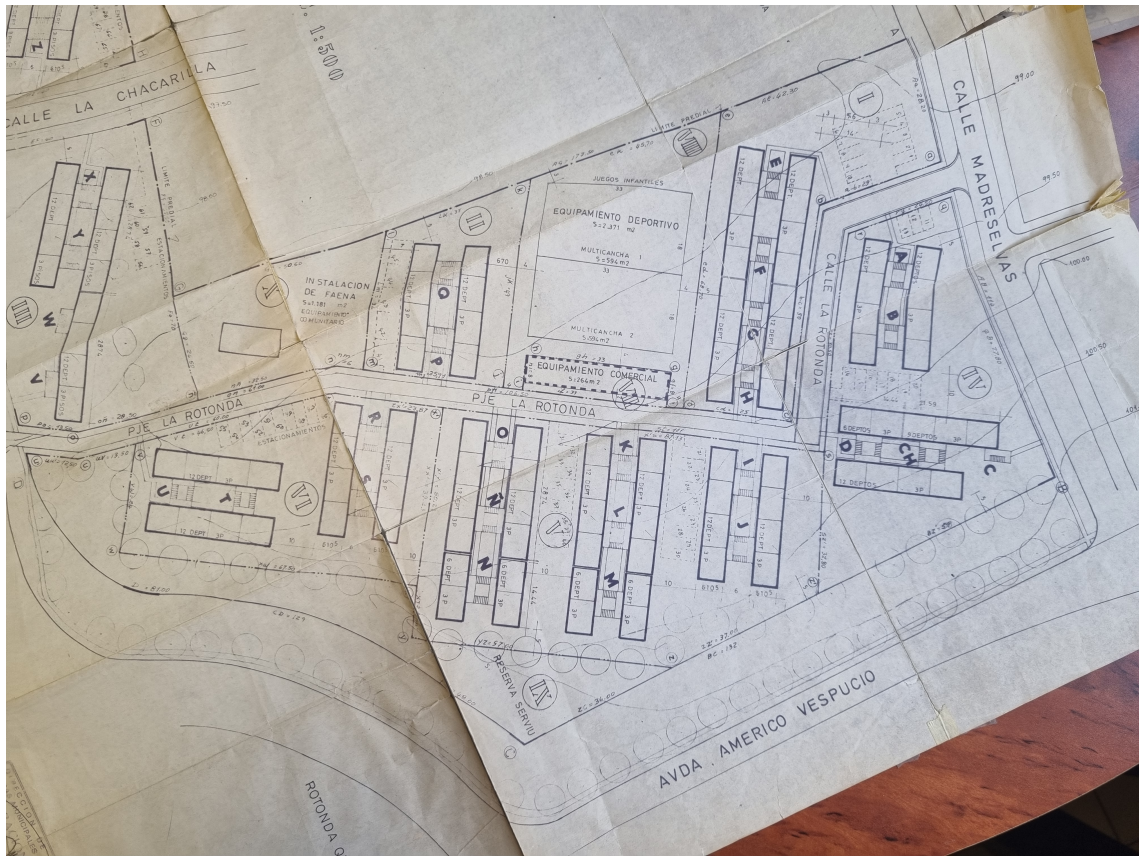


Figura A.4: Edificios acopiados y con diferentes orientaciones adaptándose a las dimensiones de terreno, Villa Nueva Quilín. Fuente: Municipalidad de Macul