

**PROPUESTA DE REASENTAMIENTO DE LOS HABITANTES DEL SECTOR SELVA ALEGRE,  
CANTÓN RUMIÑAHUI, RIESGO LATENTE DE ERUPCIÓN DEL VOLCÁN COTOPAXI.**

**AUTOR: JAVIER ERNESTO ANDINO ALARCÓN**

**TUTOR: JAVIER MARTÍNEZ GÓMEZ**







Facultad de Arquitectura e Ingenierías

Maestría de Arquitectura con mención en Proyectos Integrales

**Propuesta de Reasentamiento de los Habitantes del Sector Selva Alegre, cantón Rumiñahui,  
riesgo latente de Erupción del Volcán Cotopaxi.**

Autor: Javier Ernesto Andino Alarcón

Tutor: Javier Martínez Gómez

Quito, septiembre 2020



## DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, JAVIER ERNESTO ANDINO ALARCÓN con cédula de ciudadanía número 130912204-0 declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado a calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

JAVIER ERNESTO ANDINO ALARCÓN

C.C. 1309122040

## **DECLARATORIA**

El presente Trabajo de Titulación titulado:

**“Propuesta de Reasentamiento de los Habitantes del Sector Selva Alegre, cantón Rumiñahui, Riesgo Latente de Erupción del Volcán Cotopaxi”**

Realizado por:

**JAVIER ERNESTO ANDINO ALARCÓN**

Como requisito para la obtención del Título de:

**MAGÍSTER EN ARQUITECTURA: MENCIÓN EN PROYECTOS INTEGRALES**

Ha sido dirigido por el profesor

**JAVIER MARTÍNEZ GÓMEZ**

Quien considera que constituye un trabajo original de su autor

**JAVIER MARTÍNEZ GÓMEZ**

**TUTOR**

## DECLARATORIA DE PROFESORES INFORMANTES

Los profesores informantes:

Enrique Ferreras Cid

Néstor Llorca Vega

Después de revisar el trabajo presentado,  
lo han calificado como apto para su defensa oral ante el tribunal examinador

Enrique Ferreras Cid

Néstor Llorca Vega

## **DEDICATORIA**

Para mis amados padres Lila y Mauro; mi adorada esposa Karime y mis hermosos hijos Karyme y Ernesto, con mucho amor.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a la Universidad Internacional SEK, por brindarme los conocimientos técnicos en el pregrado y posgrado; a mi maestro tutor Javier Martínez Gómez, por su guía en este proceso investigativo; a mis maestros de la Maestría por compartirme todo el conocimiento y experiencia profesional; a mis padres por su apoyo e incentivo en mi vida profesional; a mi esposa por acompañarme, apoyarme y comprenderme para lograr este desarrollo de aprendizaje.



## RESUMEN

Las consecuencias de las erupciones volcánicas en zonas pobladas aledañas, han causado lamentables pérdidas humanas e importantes daños en edificaciones, causando graves crisis económicas a nivel de país. Con relación a los desastres naturales, no se han obtenido buenos resultados con respecto a las soluciones, ayudas o acciones tomadas para con los damnificados, al tener poco o nada organizados el sistema de Gobernanza a nivel nacional.

Con esta finalidad, el siguiente trabajo propone un proyecto piloto sobre el reasentamiento de los habitantes del sector de Selva Alegre, cantón Rumiñahui, en la provincia de Pichincha, como consecuencia de estar ubicados en zona de riesgo de lahares, los cuales pueden ser provocados por la erupción del volcán Cotopaxi; identificando el problema desde una perspectiva multifuncional, proponiendo una arquitectura integral, en base a las necesidades identificadas y que promueva la continuidad del estilo de vida de los habitantes de este sector.

Este proyecto piloto se genera con investigación de la zona en cuestión, se realizan entrevistas a los habitantes del sector para obtener información de primera mano, que ayude a crear y reconocer una red de actores predominantes para el efecto y dar una mejor respuesta a sus necesidades.

Con la información obtenida de la red de actores, se crean elementos de carácter Arquitectónico y Urbano que se provean de elementos de diseño, optimizando la respuesta a las necesidades de sus usuarios.

Se desarrolla un proyecto arquitectónico flexible que provee de los medios de vida similares a los que actualmente tienen los habitantes del sector Selva Alegre, el mismo que se caracteriza por ser mixto residencial y comercial, alimentado por el turismo que ingresa a la Ruta "Avenida de los Volcanes".

Finalmente, se proponen sistemas constructivos que generen una construcción amigable con el medio ambiente, y propenda el uso de materiales alternativos de alta calidad que ayuden a mejorar costos de la construcción, además de mejoras tecnológicas versus materiales tradicionales.

Para esto se realiza un precálculo estructural de la edificación, que provea de los elementos técnicos que justifiquen el uso de materiales y sistemas constructivos eficientes para la construcción.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

1.	CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	17
1.1	JUSTIFICACIÓN INTEGRAL.....	17
1.2	OBJETIVO GENERAL .....	20
1.3	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
1.4	METODOLOGÍA .....	21
1.5	ALCANCE Y DELIMITACIÓN.....	23

2.	CAPÍTULO II: INVESTIGACIÓN Y DIAGNÓSTICO.....	24
2.1	ESTADO DEL ARTE.....	24
2.2	HISTORIA DE ERUPCIONES VOLCÁNICAS DEL COTOPAXI.....	27
2.3	HISTORIA Y DESARROLLO DEL CANTÓN RUMIÑAHUI.....	29
2.4	AMENAZA POR VOLCANISMO EN EL CANTÓN RUMIÑAHUI.....	31
2.5	EXPOSICIÓN DE ASENTAMIENTOS HUMANOS A PELIGROS VOLCÁNICOS.....	33
2.6	POBLACIÓN AMENAZADA.....	36
2.7	RED DE ACTORES.....	38
2.8	ZONA DE ESTUDIO - BARRIO SELVA ALEGRE.....	42
2.9	ESTRATEGIAS PARA EL REASENTAMIENTO: TRANSFORMACIÓN DE ZONA ACTUAL DE ASENTAMIENTO EN ÁREA PROTEGIDA.....	45
2.10	ANÁLISIS DEL ÁREA DE ESTUDIO Y SUS VIVIENDAS.....	47
2.11	ANÁLISIS DEL TERRENO PARA EL REASENTAMIENTO DE LOS HABITANTES.....	51
2.12	ESTRATEGIAS DE GESTIÓN.....	57
2.13	CONCLUSIONES DE ANÁLISIS DEL SECTOR.....	61

3.	CAPÍTULO III: ESTRATEGIAS ESPACIALES.....	62
3.1	ESQUEMA DE REASENTAMIENTO, MODO DE HABITAR Y DIFERENTES TIPOLOGÍAS DE NEGOCIOS .....	63
3.2	FACHADAS.....	65
3.3	ESQUEMAS VOLUMÉTRICOS DE ORGANIZACIÓN ESPACIAL BARRIAL.....	67
3.4	ORGANIZACIÓN ESPACIAL, FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DE LA VIVIENDA PROGRESIVA .....	71
3.5	ORGANIZACIÓN ESPACIAL Y ESTRUCTURAL, ANÁLISIS ASOLEAMIENTO DEL CONJUNTO VIVIENDA PROGRESIVA .....	78
3.6	PLANTAS ARQUITECTÓNICAS .....	83
3.6.1	Planta Baja .....	83
3.6.2	Planta Alta Flexible.....	85
3.6.3	Primer Piso.....	87
3.6.4	Segundo Piso .....	89
3.6.5	Tercer Piso.....	91
3.7	ELEVACIONES.....	93
3.7.1	Elevación Norte .....	93
3.7.2	Elevación Sur.....	94
3.7.3	Elevación Este .....	95
3.7.4	Elevación Oeste.....	96
3.8	CORTE TRANSVERSAL.....	97
3.9	PERSPECTIVA AÉREA.....	98

3.10	AXONOMETRÍAS .....	99
3.10.1	Vista Completa.....	99
3.10.2	Componentes del Diseño .....	100
3.10.3	Planta Baja .....	101
3.10.4	Planta Alta Flexible.....	102
3.10.5	Primer Piso.....	103
3.10.6	Segundo Piso .....	104
3.10.7	Tercer Piso .....	105
3.10.8	Sección Axonométrica 1 .....	106
3.10.9	Sección Axonométrica 2 .....	107
3.11	PERSPECTIVAS .....	108
3.11.1	Perspectiva Aérea del Conjunto .....	108
3.11.2	Perspectiva Aérea Circulación Peatonal, Vehiculares. Transiciones entre comercio calle, y construcciones con un crecimiento progresivo intermedio de las viviendas .....	109
3.11.3	Perspectiva Peatonal.....	110
3.11.4	Perspectiva Movimiento y Desarrollo Comercial del Barrio .....	111
3.11.5	Perspectiva Interior de Área de Vivienda con vista hacia el Barrio.....	112
3.11.6	Perspectiva Interior de Área Social de Vivienda Progresiva .....	113

4.	CAPÍTULO IV: PROPUESTA DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS GENERALES PARA LAS VIVIENDAS PROGRESIVAS Y ANÁLISIS DE LOS MISMOS .....	114
4.1	HISTORIA DEL SISTEMA LIVIANO EN SECO .....	114
4.2	PLACA DE FIBROCEMENTO PARA EXTERIORES .....	116
4.3	ESTRUCTURA DE ACERO GALVANIZADO, STEEL FRAMING .....	119
4.4	SISTEMAS CONSTRUCTIVOS Y SU APLICACIÓN EN DESASTRES NATURALES .....	124
4.5	NORMATIVA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN.....	129
4.6	DETALLES CONSTRUCTIVOS GENERALES PARA LA VIVIENDA PROGRESIVA.....	131
4.7	DETALLES CONSTRUCTIVOS ADECUADOS PARA LA VIVIENDA PROGRESIVA Y SU PLANIMETRÍA GENERAL ..	138
4.8	DETALLES DE DISEÑO DE PANELES TIPO STEEL FRAMING PARA EJECUCIÓN EN OBRA.....	144
4.9	PRECÁLCULO ESTRUCTURAL PARA LA VIVIENDA PROGRESIVA .....	147
4.9.1	Cargas Consideras .....	147
4.9.2	Metodología.....	148
4.9.3	Resultados .....	160
4.9.4	Conclusiones .....	164
4.9.5	Recomendaciones de Cimentación .....	164
4.10	ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE PAREDES LIVIANAS TIPO STEEL FRAME VERSUS PAREDES DE BLOQUE REFORZADAS CONSTRUIDAS ACORDE A LA NEC.....	167
5.	BIBLIOGRAFÍA.....	170



## **1. CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN**

### **1.1 JUSTIFICACIÓN INTEGRAL**

La ubicación geográfica que tiene el sector de Selva Alegre, cantón Rumiñahui, provincia de Pichincha, crea conflictos de alta probabilidad de afectación por los lahares que pueden ser provocados por la erupción del Volcán Cotopaxi, lo que podría generar graves pérdidas humanas y económicas.

Los habitantes del sector, a pesar de tener conocimiento sobre el alto riesgo al que están expuestos, explican que no se trasladan a otro sitio por tener su sustento económico en el comercio, el cual se genera en gran parte por el turismo que ingresa hacia la Ruta “Avenida de los Volcanes”.

Se hizo una zonificación del sector Selva Alegre, en el que se toma como elemento de estudio un área que comprende a 60 familias, que serían afectadas en el caso de una erupción del Volcán Cotopaxi.

La propuesta como solución del problema, plantea el reasentamiento de los habitantes del sector Selva Alegre, como consecuencia de estar en zona de riesgo de lahares. Históricamente, se conoce que esta situación, ha provocado desastres a poblaciones existentes en el pasado (GAD RUMIÑAHUI , 2016)

Con este antecedente, el reasentamiento preventivo de esta zona es fundamental, con el planteamiento de nuevas formas de ocupación del espacio urbano, permitiéndoles la organización de sus negocios y continuar con la actividad económica, es decir, brindando similares o mejores medios de vida para las personas que serán incluidas en esta intervención, además de una mejora en organización espacial de sus viviendas y de su entorno urbano.



Imagen Nro. 1. *Andino, E (2020)*. Foto aérea de afectación de lahares en Cantón Rumiñahui, sector Selva Alegre, reasentamiento de habitantes fuera de área de riesgo. Fuente: GAD Rumiñahui (Gestión de Riesgos)

## 1.2 OBJETIVO GENERAL

Proponer el reasentamiento preventivo de los habitantes del sector Selva Alegre, ubicado en el cantón Rumiñahui, provincia de Pichincha, considerando la zona como un riesgo latente de lahares en caso de la erupción del Volcán Cotopaxi. El diseño propuesto brindará a los habitantes medios de vida similares a los actuales, ofertándoles un espacio construido que promueva la integralidad con el objeto arquitectónico, y potenciarlo como atractivo turístico de ingreso a la Ruta “Avenida de los Volcanes”.

## 1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Generar una red de actores, investigando la funcionalidad del sector, entrevistas a sus pobladores y análisis de sistema de gobernanza en momentos de crisis.
- Investigar sobre la población de Selva Alegre, y su afectación directa con la posible erupción del volcán Cotopaxi.
- Diagnosticar y proponer estrategias de reasentamiento para la población de Selva Alegre.
- Proponer una vivienda tipo, con la posibilidad de crecimiento progresivo pensando en las costumbres de los habitantes, además de brindar características de flexibilidad que ayuden al usuario a dar similar confort y funcionalidad acorde a su espacio actual.
- Proponer sistemas constructivos alternativos, que generen seguridad y un ciclo de responsabilidad ambiental y ahorro de energía, cerrando el ciclo de los materiales o productos de construcción con la mayor cantidad de productos reciclables.
- Generar un precálculo estructural que ayude con el aval de la implementación de los sistemas constructivos alternativos propuestos.

#### **1.4 METODOLOGÍA**

Se realiza un análisis histórico sobre desastres naturales en el Ecuador, basado en experiencias que denoten la planificación, planes de contingencia y reacción al momento de tener esta problemática.

Se ejecutan entrevistas a grupos identificados del sector Selva Alegre, para conocer las actividades que desarrollan en su comunidad, y las interrelaciones comerciales que se generan entre sí, con las personas externas que pueden abastecer de productos y los visitantes.

Identificado el dinamismo, se realiza un diagnóstico e investigación mediante la estrategia de buscar la red de actores que intervendrían en esta propuesta tanto privada como estatal, además de que se arrojarán valores de dimensionamiento del espacio urbano y arquitectónico necesario para atender a los pobladores.

Se realiza un estudio de información de reasentamientos, generando una bibliografía de medios web, libros, revistas, artículos científicos y tesis universitarias.

Se identifican los actores principales para lograr una intervención integral y fundamentada. Con el dimensionamiento del espacio urbano y arquitectónico necesario. Se analiza el terreno potencial que cumpla con las necesidades de los habitantes para generar similares medios de vida a los actuales.

Identificado el sitio de traslado idóneo, se desarrolla una propuesta piloto de reasentamiento generando un espacio urbano armónico compuesto de una vivienda mixta de crecimiento progresivo tipo, generada mediante una arquitectura integral y proponiendo una flexibilidad de los espacios para los habitantes y así generar un confort individual familiar.

Para finalizar, con un análisis de sistemas constructivos propuestos que generen una mejora al confort, seguridad y sismorresistencia, efectuando un pre-cálculo estructural que confirme la viabilidad de la implementación de estructuras de acero negro, dando paso al cambio del bloque tradicional por la ocupación de sistemas constructivos livianos en tabiquería como sistema constructivo alternativo y de mejora para la edificación.

## 1.5 ALCANCE Y DELIMITACIÓN

En la fase inicial, se delimita el área de estudio para el plan piloto dentro del barrio Selva Alegre, tomando en consideración las actividades económicas, lógica de adaptabilidad, densidad poblacional, tipología de negocios y viviendas mixtas. Dando como resultado un área delimitada por las siguientes vías: al norte con la calle Selva Alegre, al sur calle Nicolás Peña, al este con la Av. Juan Salinas y al oeste con la Francisco Guarderas.

Luego de la delimitación del sitio, se genera un estudio de terreno con características similares como por ejemplo ingreso vehicular que pueda albergar a las familias que serían trasladadas, obteniendo una área ubicada en la calle Juan Morales y Antonio Checa, esquina, y colindando al este con la urbanización Club Casa Grande.

Para concluir, identificado el sitio de traslado idóneo, se generan estrategias espaciales abstraídas de los referentes y bibliografía revisada. De esta manera se desarrolla una propuesta piloto de reasentamiento formando un espacio urbano armónico, compuesto de una vivienda mixta de crecimiento progresivo tipo con cierta flexibilidad en sus plantas arquitectónicas, que permitan al usuario generar su propio espacio acorde a sus necesidades y compuesta mediante una arquitectura integral.

## **2. CAPÍTULO II: INVESTIGACIÓN Y DIAGNÓSTICO**

### **2.1 ESTADO DEL ARTE**

Es fundamental tener el conocimiento actualizado de todo lo referente al estado del arte en cuanto a reasentamientos preventivos y emergentes a nivel nacional e internacional, esto dará la capacidad de generar una propuesta integral y duradera.

Se conoce que los reasentamientos forjados en momentos de crisis por desastres naturales no han sido desarrollados de una manera adecuada sino al andar de la situación, como existió en el terremoto del año 2016, en Manabí y Esmeraldas, cuyas soluciones no tuvieron un análisis específico de los medios de vida de los habitantes y un adecuado plan de desarrollo para la comunidad afectada.

Por estas razones, se debe analizar el problema y evaluar las soluciones desde varios puntos de vista y tratar de no cometer los mismos errores que ya se han identificado históricamente. (Diario El Comercio, 2017)

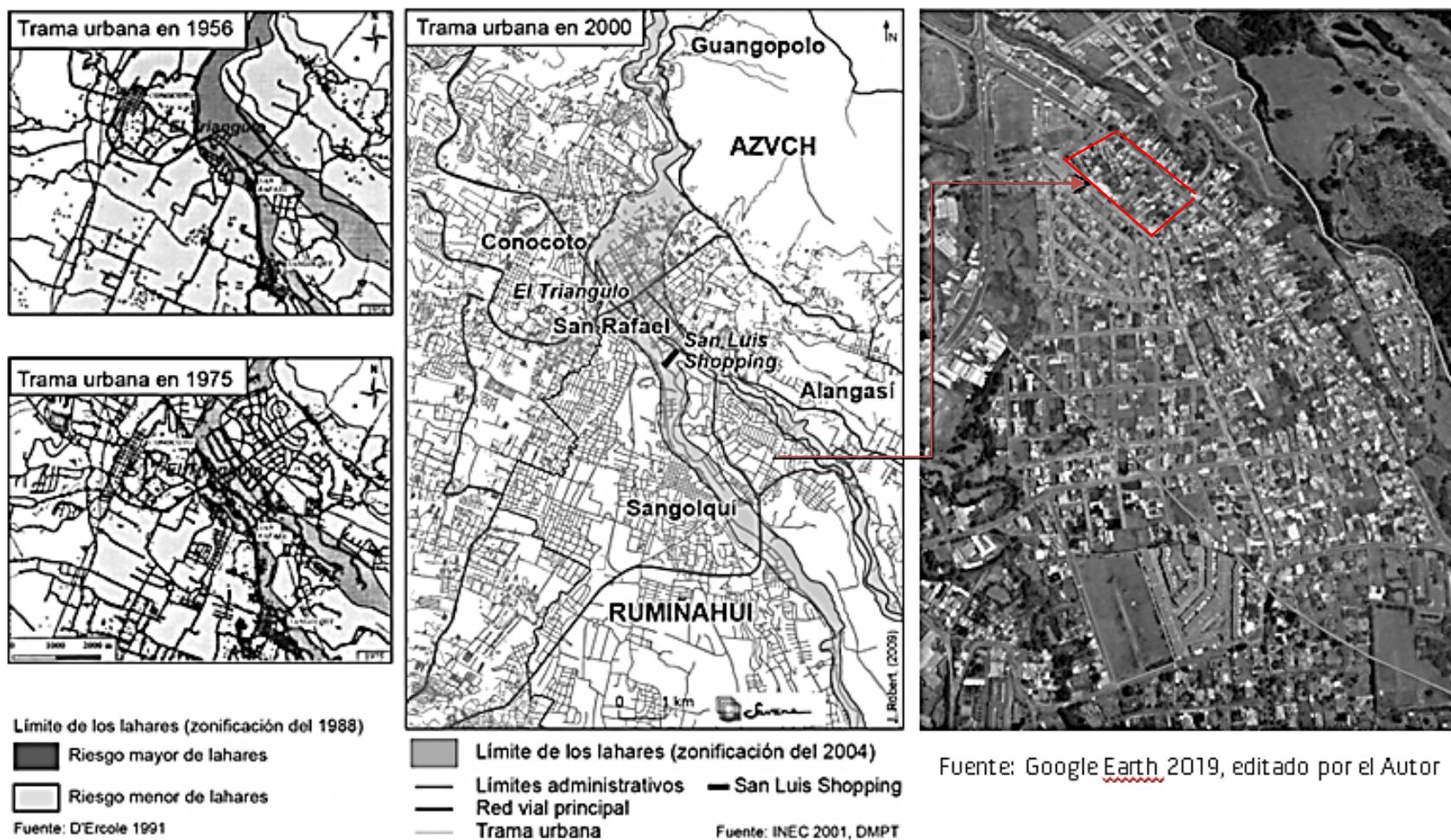


Imagen Nro. 2. Andino, E (2020). Desarrollo histórico de trama urbana Sangolquí INEC 2001, Rumiñahui. Fuente: Google Earth 2019.

En la imagen anterior se puede visualizar cómo el crecimiento poblacional durante muchos años ha sido sin los controles o lineamientos adecuados para generar un desarrollo urbano seguro y sostenido; al notar que a pesar del conocimiento de autoridades y habitantes se continuó con la densificación del territorio que se encuentra en alto riesgo de afectación. Este crecimiento descontrolado se lo conoce como desastres socio-naturales (Correa, 2011).

Según el último censo de 2010 de densidad poblacional de Sangolquí (Tabla 1.) con proyección al 2025, se tendría 1991.46 habitantes por kilómetro cuadrado, lo que se considera como una afectación importante en el caso de la explosión del Volcán Cotopaxi.

Tabla 1. *Andino, E (2020)*. Densidad Poblacional Sangolquí. Fuente: INEC. Censo de Población y Vivienda 2010.

Elaboración propia.

<b>DENSIDAD POBLACIONAL</b>							
Sangolquí	Censo 2001	Censo 2010	Suprf. km2	Densidad 2010 hab/km2	Densidad 2015 hab/km2	Densidad 202 hab/km2	Densidad 2025 hab/km2
	62.562Hab	81 140Hab	62,83	1291,42	1491,96	1723,71	1991,46

## 2.2 HISTORIA DE ERUPCIONES VOLCÁNICAS DEL COTOPAXI

El Volcán Cotopaxi, se encuentra ubicado sobre la Cordillera Oriental, a 35km de distancia del noreste de Latacunga, y a 45 km del sureste de Quito. Por la frecuencia de sus erupciones, su relieve, su cobertura glaciar y por la cantidad de poblaciones altamente expuestas a sus amenazas, el Volcán Cotopaxi, es considerado uno de los volcanes más peligrosos del mundo.

Considerando la época del inicio de la conquista española, el Cotopaxi ha presentado cinco grandes periodos eruptivos como: 1532-1534, 1742-1744, 1766-1768, 1853-1854 y 1877-1880. Dichos episodios dieron lugar a fenómenos volcánicos muy peligrosos, y según investigaciones científicas, se tiene la probabilidad de que episodios similares volverán a repetirse en el plazo de las décadas. (Instituto Geofísico Escuela Politécnica Nacional, 2015)

Los cuatro últimos periodos han dado lugar a muy importantes pérdidas socio-económicas en el Ecuador. La peligrosidad del Cotopaxi radica en que sus erupciones pueden dar lugar a la formación de enormes lahares (flujos de lodo y escombros), que transitarían por drenajes vecinos a zonas densamente pobladas, siendo una parte el Valle de los Chillos.

Se estima que, en la actualidad, más de 300.000 personas viven en zonas amenazadas por lahares, en caso de que se repitan erupciones similares a las ocurridas en los siglos XVIII y XIX. Adicionalmente, la caída de ceniza producida durante una erupción del Cotopaxi, podría afectar una parte muy significativa de la Sierra y hasta la Costa del Ecuador. (Rumiñahui, 2012-2025)

Durante el año 2015, se registraron procesos eruptivos de menor magnitud del volcán Cotopaxi, caracterizado por la emisión de ceniza; estas afectaron en gran medida la cotidianidad de las poblaciones ubicadas sobre todo al occidente del volcán (dirección predominante de los vientos).

Adicionalmente, se generaron lahares (flujos de escombros) secundarios que afectaron principalmente el flanco occidental de volcán, y en particular dificultaron el tráfico vehicular en la carretera del Parque Nacional Cotopaxi, en la quebrada Agualongo.

Cabe mencionar que la red de monitoreo del Cotopaxi ha crecido constantemente hasta la actualidad, la cual asegura una vigilancia adecuada de este peligroso volcán. (Instituto Geofísico Escuela Politécnica Nacional, 2015)

### **2.3 HISTORIA Y DESARROLLO DEL CANTÓN RUMIÑAHUI**

Hasta la actualidad, el enfoque del Gobierno Autónomo de Rumiñahui, ha sido dotar de servicios y mejorar las condiciones de los desarrollos urbanos, enfocados en los espacios públicos y lúdicos. La inversión de este Gobierno Descentralizado ha sido a proyectos como: complejo recreacional San Sebastián, la ciclo ruta, paseo escénico Santa Clara, al turismo, entre otros.

De acuerdo al Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Rumiñahui, la proyección del futuro se define en las siguientes metas y estrategias: económico, socio-cultural, asentamientos humanos, movilidad, turismo, energía y política.

Enfocados en el componente económico, dentro del Plan de Desarrollo, se propone erradicar la pobreza y garantizar el pleno empleo mediante la mejora de los sistemas de producción, incorporar valor agregado a los sectores económicos, y el fomento de la economía popular y solidaria.

De esta manera se puede asegurar que esta propuesta, de mantener el sistema comercial del barrio, es fundamental, y se alimenta directamente de los lineamientos del GAD Municipal del Cantón, además de las garantías de generación, apoyo al turismo y asentamientos humanos, así como también de movilidad.

La mayoría de la fuerza predominante es la familiar, siendo el 50 % del cantón enfocado en el sistema productivo mercantil. Se puede considerar que el cantón reconoce la importancia de la actividad comercial, así como también reconoce la necesidad de estimar el comercio de productos que incorpore valor agregado para la reproducción de capital.

Otro grave problema, es la progresiva urbanización agresiva del territorio y que provoca que se vaya perdiendo área de cultivo, degenerando la actividad productiva principal. Estos antecedentes refuerzan la necesidad de promover el comercio, turismo en Sangolquí, y reforzar el consumo de productos propios de la zona. (Mantilla A. , 2019)

Finalmente, el desarrollo histórico del cantón Rumiñahui, se ha encaminado a la pérdida del suelo agrícola, pasando a ganar jerarquía por la venta de tierra para urbanización que sirve a la creciente población del cantón Quito. Sin embargo, esa pérdida está estimulando a recuperar el suelo agrícola y a establecer la importancia de promover proyectos que refuercen las cualidades autóctonas existentes y tradicionales, aprovechando su ubicación geográfica y relaciones económicas con las poblaciones aledañas como el D.M. Quito.

## 2.4 AMENAZA POR VOLCANISMO EN EL CANTÓN RUMIÑAHUI

Dentro de las posibles zonas de afectación por lahares y ceniza provenientes del volcán Cotopaxi, se encuentra el GADMUR, específicamente las parroquias de Rumipamba, Sangolquí y San Rafael. Como se observa en el mapa (imagen nro.3) y de acuerdo con el IG – EPN, los receptores y conductores de lahares son las quebradas de los ríos Pita, Santa Clara y San Pedro; mismas que se ubican a lo largo de las parroquias Rumipamba, Sangolquí y San Rafael, al este del cantón. (Rumiñahui, 2012-2025)

Los flujos piroclásticos o flujos de lava funden parcialmente la capa de hielo y nieve del Volcán. Los lahares pueden tener grandes volúmenes y cubrir grandes áreas (Mothes, 1992; Mothes et al., 1998), afectando a importantes obras de infraestructura y más aún a zonas densamente pobladas a varias decenas de kilómetros de distancia del Volcán.

Evidentemente, la erupción del volcán Cotopaxi debido a la fuerza y velocidad de desplazamiento de lahares y la caída de ceniza, implica uno de los mayores riesgos para el cantón debido a las pérdidas tanto a nivel socio-económico, ambiental, incluso afectando a cantones vecinos por efectos de las dinámicas sociales existentes y la destrucción de vías fundamentales para el comercio. (Rumiñahui, 2012-2025)

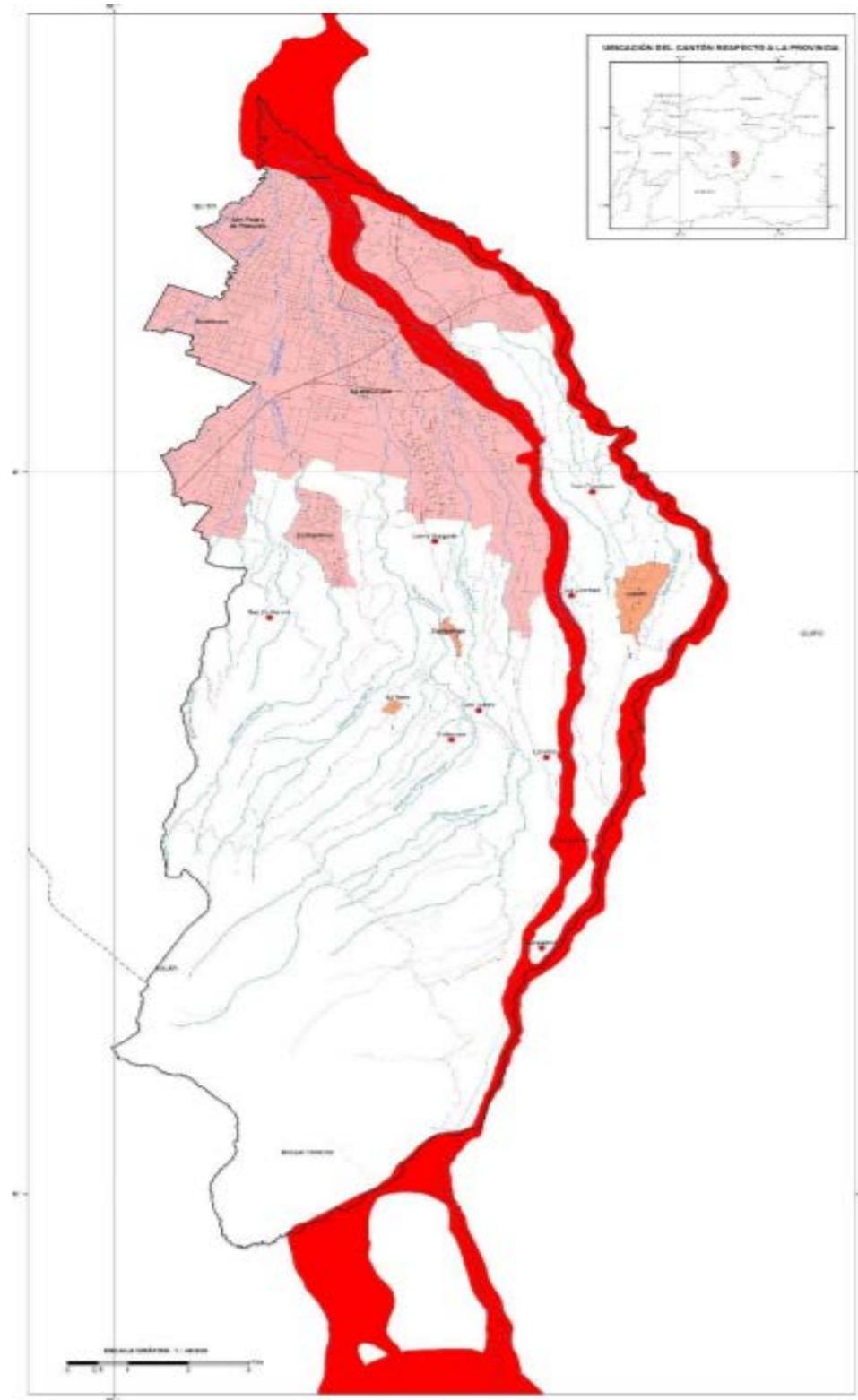


Imagen Nro. 3. *Andino, E. (2020)*. Peligro volcánico cantón Rumiñahui. Fuente: Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, año 2012.

## 2.5 EXPOSICIÓN DE ASENTAMIENTOS HUMANOS A PELIGROS VOLCÁNICOS

Los poblados del cantón Rumiñahui tienen una alta exposición a caídas de ceniza provenientes del nevado Cotopaxi ante una posible actividad volcánica, siendo las más afectadas en el centro y sur del cantón.

Las poblaciones e infraestructura que se encuentran en la zona de influencia de los flujos (marcados en azul) y acercamiento en Naranja de la zona de estudio, tienen una exposición alta a flujos laharíticos (ver imagen 4). (Rumiñahui, 2012-2025)

Las poblaciones de La libertad, La Moca y Tamipamba tienen una alta vulnerabilidad, por lo que hay que centrar las tareas de prevención en estas locaciones. Sin embargo, la más afectada por este fenómeno sería la población de Rumipamba, ya que por su geomorfología está en una zona alta influencia de los lahares.

De igual manera, en las zonas urbanas de Sangolquí, específicamente por los que atraviesan los cauces de los ríos principales, se debe tomar acciones ya que se presentan con una alta exposición. (Rumiñahui, 2012-2025)



Imagen Nro. 4. *Andino, E. (2020)*. Zona azul, área de influencia de flujos en el cantón Rumiñahui. Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Rumiñahui 2012 - 2025; y zona naranja acercamiento área de estudio Selva Alegre.

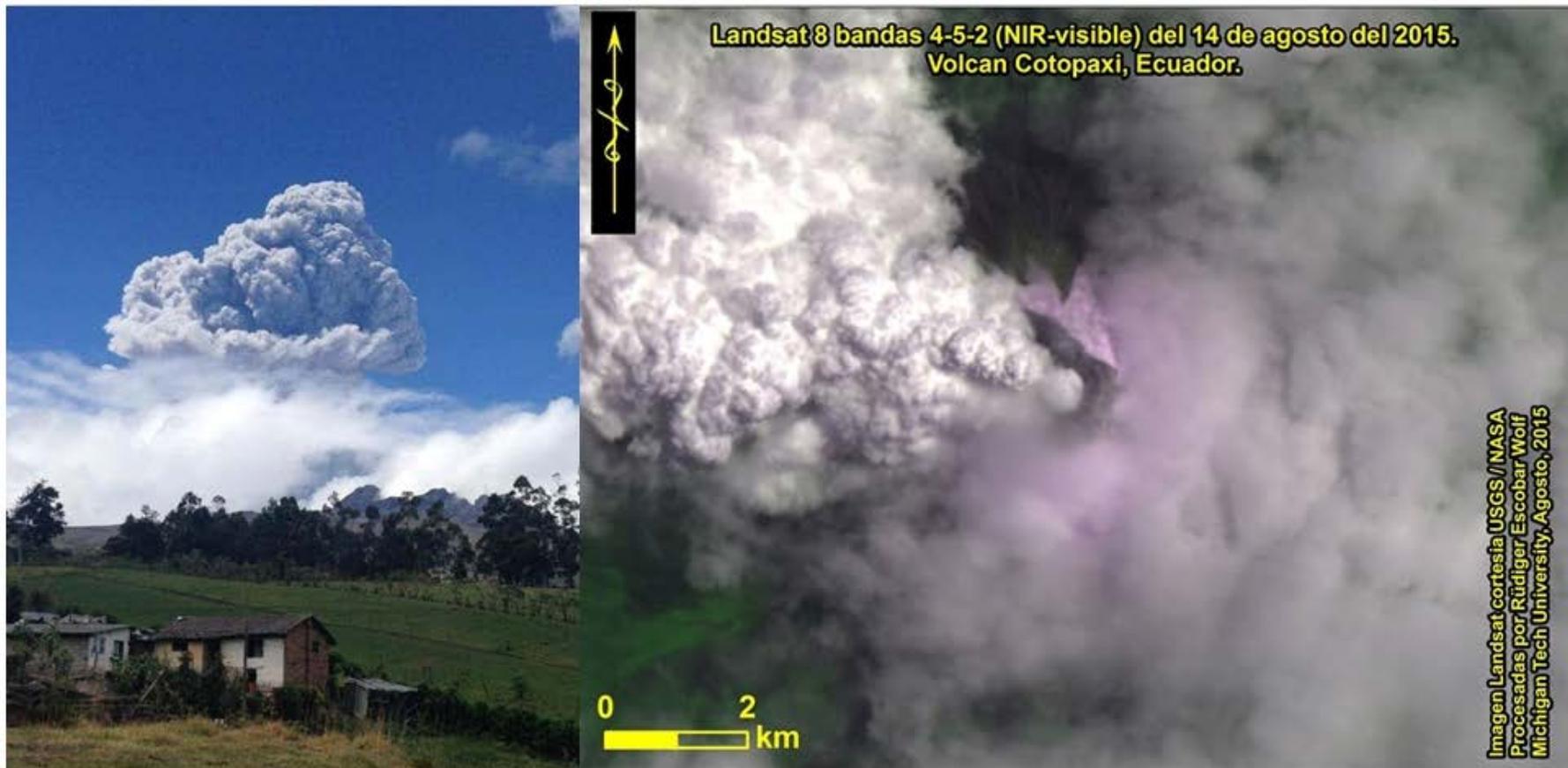


Imagen Nro. 5. *Andino, E. (2020)*. A la izquierda, explosión registrada con una columna de emisión de entre 6-8 km con dirección al NW y SW. Recuperada de redes sociales, tomada desde Alóag al NW del volcán. A la derecha, Imagen Landsat de la explosión (Escobar, R.). Fuente: Instituto Geofísico Escuela Politécnica Nacional.

## 2.6 POBLACIÓN AMENAZADA

El sector de Selva Alegre, fue asentado sin planificación territorial vigente, así como un inadecuado control en la prohibición de construir en zonas de riesgo. A pesar de crear la ordenanza 001-2014 se continuaron con asentamientos en este sector. (Quinga, 2017)

Actualmente, el cantón Rumiñahui cuenta con un Plan de Ordenamiento Territorial y la ordenanza 001- 2014 zonificación de uso y ocupación de suelo en este cantón, pero el problema sigue latente porque la gran mayoría de habitantes se asientan de hace 40 años, y en ese tiempo se desconocía la ubicación en riesgo de desastre.

Considerando que una eventual erupción volcánica, podría ser devastadora para este sector, es necesario plantear propuestas de solución a este problema, siendo uno de estos, el reasentamiento de los sectores más afectados.

Al revisar datos estadísticos nacionales, se visualiza que el Cantón Rumiñahui tiene un alto número de posibles afectados, siendo nuestro análisis puntualizado para *60 familias del Barrio Selva Alegre*.

Tabla 2. *Andino, E. (2020)*. Población Probablemente Amenazada. Fuente: Secretaria de Gestión de Riesgos (Plan de contingencia ante una posible erupción del volcán Cotopaxi).

PROVINCIA	CANTÓN	PARROQUIA	POBLACIÓN	VIVIENDAS	HOGARES	VIVIENDAS COLECTIVAS
COTOPAXI	LATACUNGA	ALAQUES (ALAQUEZ)	1673	503	402	0
		GUAITACAMA (GUAYTACAMA)	1581	222	185	1
		JOSEGUANGO BAJO	399	112	80	1
		LATACUNGA	41505	14297	11266	25
		MULALO	1419	413	344	0
		SAN JUAN DE PASTOCALLE	498	149	116	0
		TANICUCHI	1419	449	352	1
	SALCEDO	PANSALEO	834	295	219	0
		SAN MIGUEL	8798	3021	2492	4
<b>Total COTOPAXI</b>			<b>58126</b>	<b>19461</b>	<b>15456</b>	<b>32</b>
NAPO	ARCHIDONA	ARCHIDONA	167	53	37	0
<b>Total NAPO</b>			<b>167</b>	<b>53</b>	<b>37</b>	<b>0</b>
PICHINCHA	MEJIA	MACHACHI	24	15	9	0
	QUITO	ALANGASI	6315	2077	1755	3
		CONOCOTO	4784	1694	1357	4
		CUMBAYA	3927	1353	1097	0
		GUANGOPOLO	306	102	81	0
		TUMBACO	399	121	116	0
	RUMIÑAHUI	RUMIPAMBA	41	15	11	0
		SANGOLQUI	19323	6383	5385	6
<b>Total PICHINCHA</b>			<b>35119</b>	<b>11760</b>	<b>9811</b>	<b>13</b>
<b>Total</b>			<b>93412</b>	<b>31274</b>	<b>25304</b>	<b>45</b>

Se puede observar en la tabla 2, que después de la ciudad de Latacunga en la provincia de Cotopaxi, Sangolquí es la segunda ciudad con mayor afectación con 6383 viviendas y 5385 familias, por lo que es imperativo tener planes integrales que ayuden a que dicho desastre sea disminuido.

## 2.7 RED DE ACTORES

Se analiza la red de actores involucrados en la problemática de la zona, además de su influencia y gobernanza en momentos de catástrofe, la zona se califica como evento o situación peligrosa de tipo 4, donde intervienen autoridades a nivel nacional por tener afectación en varias provincias simultáneamente.

En esta área delimitada se estudian 60 familias con posible afectación, estas van de 4 a 6 personas como media según análisis desarrollado con entrevista a varios habitantes.

Tabla 3. Andino, E. (2020). Tabla para calificación del evento o situación peligrosa. Fuente: Manual de Comité de Operaciones de Emergencia, COE.

<b>NIVEL</b>	<b>Territorios afectados</b>	<b>N° personas afectadas*</b>	<b>N° muertos y desaparecidos**</b>	<b>N° personas con necesidad de albergue**</b>	<b>N° personas con requerimiento de atención prehospitalaria y/o rescate**</b>	<b>Capacidades de las estructuras territoriales de gobierno</b>
1	Comunidad o localidad	1 – 160 (1 al 0,01 x mil)	1 – 16 (1 al 0,001 x mil)	1 – 32 (1 al 0,002 x mil)	1 – 48 (1 al 0,003 x mil)	La atención es local y no requiere apoyo de otros niveles.
2	Cantón / varias localidades o parroquias rurales	161 – 1.600 (0,01 x mil al 0,1 x mil)	17 – 160 (0,001 x mil al 0,01 x mil)	33 - 320 (0,002 x mil al 0,02 x mil)	49 – 480 (0,002 x mil al 0,03 x mil)	Respuesta municipal con soporte sectorial (ministerios)
3	Provincial / varios municipios	1.601 – 8.000 (0,1 x mil al 0,5 x mil)	161 – 800 (0,01 x mil al 0,05 x mil)	321 – 2.400 (0,02 x mil al 0,15 x mil)	481 – 1.600 (0,02 x mil al 0,1 x mil)	Se requiere apoyo de municipios vecinos y soporte sectorial. Respuesta de GAD provinciales
4	Zonal / Regional / varias provincias	8.001 – 80.000 (0,5 x mil al 5 x mil)	801 – 3,200 (0,05 x mil al 0,2 x mil)	2.401 – 24.000 (0,15 x mil al 1,5 x mil)	1.601 – 6,400 (0,1 x mil al 0,4 x mil)	Se requiere respuesta nacional, el evento es atendido de forma subsidiaria
5	Nacional / varias zonas – Regiones / evento fronterizo	80.001 o más (más del 5 x mil)	3,201 o más (más del 0,2 x mil)	24.000 o más (más del 1,5 x mil)	6,400 o más (más del 0,4 x mil)	Se requiere apoyo internacional, capacidades nacionales sobrepasadas

\* Población afectada es aquella que ha tenido un impacto directo del evento (lesiones, pérdidas y daños) y que requieren de algún tipo de asistencia. Datos que toman como referencia 16 millones de habitantes - población ecuatoriana, los datos se pueden ajustar de forma anual en función de la proyección de crecimiento poblacional

\*\* Datos tomando como referencia 16 millones de habitantes - población ecuatoriana, los datos se pueden ajustar de forma anual en función de la proyección de crecimiento poblacional

En esta red de actores, se analiza la incidencia y concatenación o no incidencia de varios actores los cuales intervendrían en este análisis.

Se consideran como actores principales los habitantes del sector Selva Alegre, quienes se relacionan como comunidad con los visitantes o turistas que ingresan al camino de los volcanes. Asimismo, el GAD de Rumiñahui tiene una interrelación con los habitantes del sector al dotar de infraestructura de esparcimiento, como es el Parque Selva Alegre, el mismo que recibe a los habitantes del sector que realizan actividades de distracción familiar y deportes, así como también población itinerante.

Al revisar la tabla 3 del COE, se puede analizar que en caso de afectación el Gobierno debe tomar medidas subsidiarias, que posiblemente serán más costosas que realizar mitigaciones preventivas. En el caso de la erupción del Volcán Cotopaxi, un plan de reasentamiento sería la mejor acción a tomar, como medida válida y viable, ya que se puede minimizar costos al no tener a los pobladores en zona de riesgo constante.

Otros actores que intervienen en el movimiento comercial de los pobladores de Selva Alegre, son los habitantes de conjuntos residenciales privados o barrios cercanos a la zona delimitada, como son los habitantes del Club los Chillos, Urbanización San Francisco, Urbanización Cashapamba, entre otros. Estos representan también una interacción social y económica importante para el barrio.

Asimismo, se cuenta con la intervención del Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI), quienes son los responsables de proveer de vivienda digna a la población nacional, a más de generar los lineamientos para que el GAD de Rumiñahui ponga en práctica y cree sus normativas adecuadas para su zona de gestión.

Empleando las normativas actuales se genera una propuesta de diseño acoplada a la realidad del sector, además de proponer ciertas variaciones de seguridad comunal e inclusiva que propenda el cuidado mutuo e integración de la población externa e interna del nuevo barrio que se generaría con la apropiación del espacio comunal por parte de los usuarios y sus visitantes.

De esta manera se destruye la falsa seguridad que generan los cerramientos, que por el contrario excluyen a los visitantes y son creadores de separación de clases sociales.

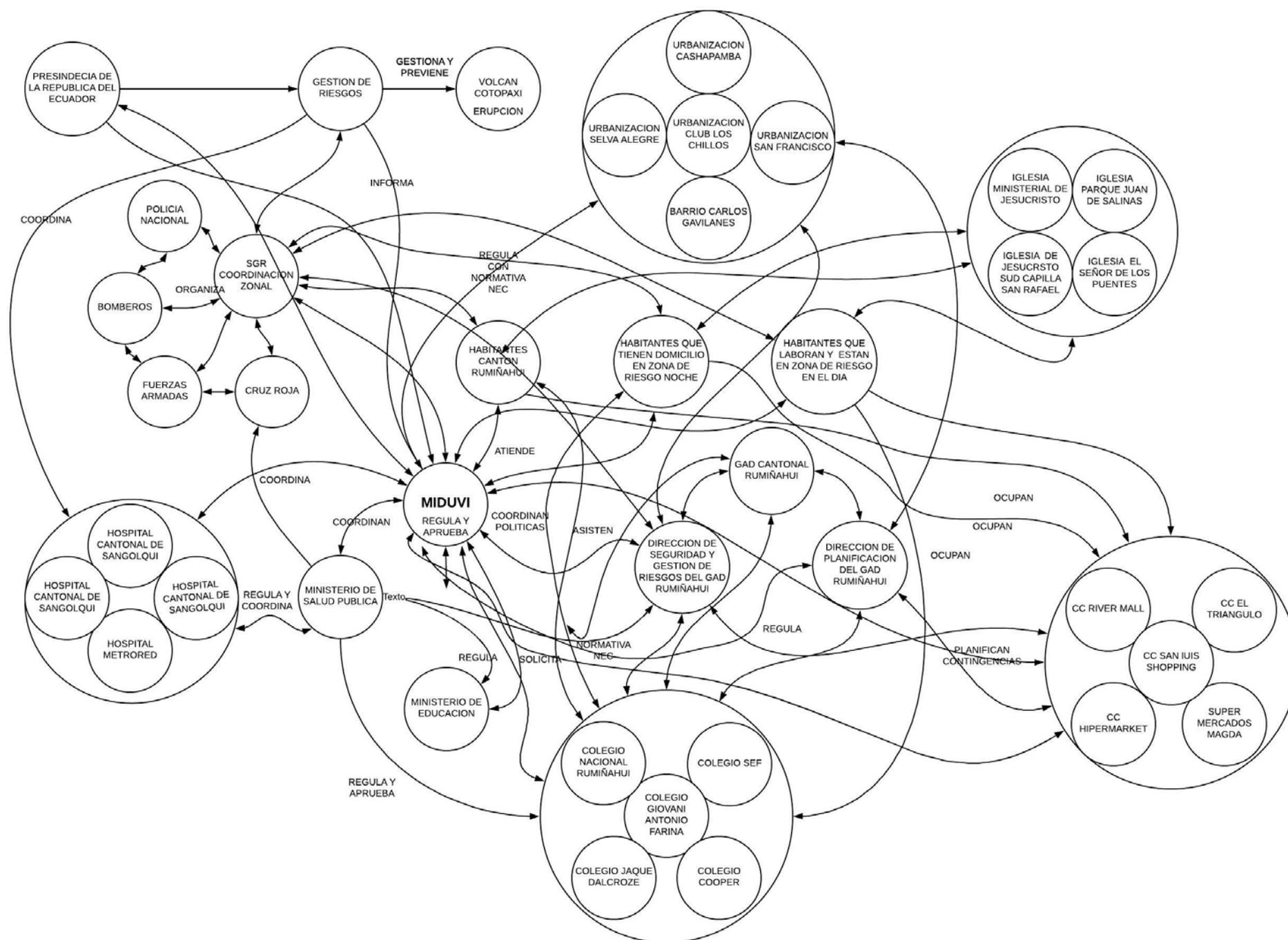


Imagen Nro. 6. Andino, E. (2020). Análisis Red de Actores. Elaboración propia.

## 2.8 ZONA DE ESTUDIO – BARRIO SELVA ALEGRE

El área en estudio se caracteriza por su movimiento comercial, sostenido por el turismo y por los habitantes del sector, por lo que se debe precautelar los medios de vida de la población identificada.

Este barrio se asentó sin la planificación urbanística pertinente, porque no existía un ordenamiento territorial que determinara las zonas de riesgo, pero aun con la creación de la ordenanza 001-2014 uso y ocupación de suelo, se continuó construyendo en dichas zonas incumpliendo la normativa legal. (Quinga, 2017)

El sector del Barrio de Selva Alegre, objeto de esta investigación, no está exento de sufrir las consecuencias y los efectos devastadores por parte de estos fenómenos naturales, debido a que se encuentra en una zona en donde la probabilidad de ocurrencia de alguno de los fenómenos naturales es muy alta.

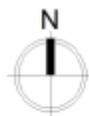
El volcán Cotopaxi se reactivó en el año 2015, y se estima que haga erupción en algún momento próximo produciendo lahares que provoquen inundaciones y destrucción en las construcciones existentes, en tanto que en el transcurso del año 2016 se han registrado movimientos telúricos que ya han impactado de manera negativa, y se prevé que en algún momento puedan volver a ocurrir de una magnitud importante (IGEPN, 2016) (Jesica Castro, 2017).

Analizando la estructura de las edificaciones del sector, es fundamental para esta propuesta implementar un sistema constructivo eficaz y eficiente, que sea capaz de tener una resistencia a movimientos telúricos de primera clase.

En el pasado, este sector se componía en su mayoría de haciendas y espacios libres sin construir, y aunque no se encontraba tan poblada como en la actualidad, cuando ocurrieron estos fenómenos naturales hubo mucha destrucción llegando a producirse pérdida de viviendas, negocios y lo que es peor pérdidas humanas.

En la tabla 4 se puede concluir, que la variedad de negocios en el sector es notoria y muy importante generador de medios de vida de sus habitantes, que indican según lo conversado que “para ellos el traslado sin un análisis de un área que pueda duplicar lo que ocurre en este sector hablando del habitar, sería impensado ya que también comentan que si ellos se van seguro vendrá alguien más a ocupar sus viviendas y sus negocios, y no sería lo óptimo” así lo indico Luisa Angamarca dueña de local bazar en el sector.

Tabla 4. *Andino, E. (2020).* Tipología de comercio en el barrio Selva Alegre. Elaboración propia.



Fuente: del Autor.



Fuente: del Autor.



Fuente: del Autor.



Fuente: del Autor.

TIPOLOGIA DE COMERCIO ENCONTRADO EN LA ZONA DE ESTUDIO SELVA ALEGRE	
TIPOLOGIA	UNIDADES EXISTENTES
RESTAURANTE COMIDA TIPICA	9
TIENDA DE BARRIO	5
FERRETERIA	2
FLORISTERIA	1
HELADERIA	7
FRUTERIA	4
BAZAR	3
CIBER CAFE	3
MECANICA AUTOMOTRIZ BASICA	2
EBANISTERIA	1
LOCAL TURISTICO	1
VETERINARIA	2
PELUQUERIA	2
FARMACIA	2
LAVANDERIA	1
CONSUTORIO ODONTOLOGICO	1
CONSULTORIO MEDICO	1
METAL MECANICA	1
ACADEMIA DE DANZA	1
CENTRO DE MEDICINA NATURISTA	1
PANADERIA	2
<b>TOTAL DE LOCALES</b>	<b>52</b>

### Análisis del sector.



Fuente: del Autor.



Fuente: del Autor.



Fuente: del Autor.



Fuente: del Autor.

## 2.9 ESTRATEGIAS PARA EL REASENTAMIENTO: TRANSFORMACIÓN DE ZONA ACTUAL DE ASENTAMIENTO EN ÁREA PROTEGIDA

Se analiza el terreno con el espacio adecuado que pueda albergar, y generar los medios de vida similares a los que se tienen en el sector, el cual tiene altas características Comerciales debido al necesario ingreso que se tiene hacia zonas Turísticas; además de que se propone un cambio de uso a los terrenos que quedarían vacíos y que podrían crear un mal uso nuevamente de los mismos. Por estas razones se cambiaría el uso con Área protegida, la misma que de ésta manera sería reforestada y protegida de ser nuevamente poblada.

Con una suerte de ecología obscura, como lo propone Timothy Morton en su libro Ecología Obscura, se deben generar espacios adecuados para los habitantes los mismos que ya se han destruido tanto con la agricultura y ganadería, sin contar con la construcción sin ningún sentido de convivencia natural.

Se debe adaptar a la ecología actual a la que se ha llevado al planeta, lo mismo que se considera que se puede tratar de al menos generar algo similar a lo que anteriormente existía en un lugar, y no adaptarlo siempre solo a las necesidades como sociedad.

Se podría renunciar a que la naturaleza absorba estas construcciones que quedarían abandonadas, pero la sociedad no está lista para esto, así que finalmente la propuesta debe completarse con un derrocamiento y tratamiento del suelo del sector, con una reforestación y reinserción de flora perteneciente a esta zona.



Elaboración del Autor

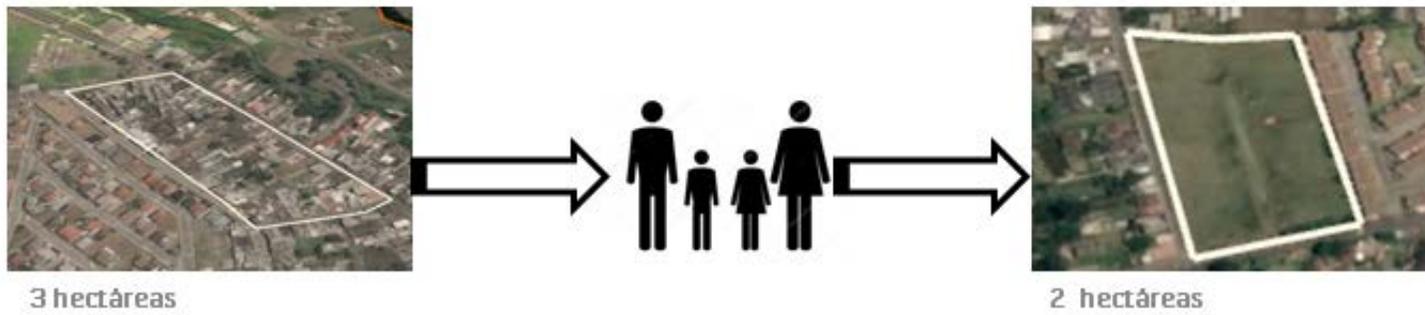


Imagen Nro. 7. *Andino, E. (2020)*. Propuesta de Reserva Natural por paso de lahares e Identificación del terreno para el reasentamiento. Elaboración propia.

## 2.10 ANÁLISIS DEL ÁREA DE ESTUDIO Y SUS VIVIENDAS

Se delimita el área de estudio dentro del Barrio Selva Alegre, tomando en consideración las actividades económicas y lógica de habitabilidad, densidad poblacional y tipología de negocios en viviendas mixtas, que por lo general se desarrollan en el sector y tienen un área de uso importante de la cuadra.

Esta cuadra tiene una variedad de negocios que nos proporcionan información, para generar una tipología de vivienda que sea flexible y pueda acoger a las diferentes tipologías.

Mediante entrevistas se encuentra el denominador común de 4 a 6 habitantes por vivienda, teniendo población itinerante que trabaja en los negocios de la zona, lo que provee de información para la creación de una vivienda tipo flexible y que tenga la posibilidad de crecimiento progresivo acoplándose a las necesidades de los usuarios.

Conjuntamente, se observa que en general son viviendas de 90 a 120 metros cuadrados, con 2 o 3 dormitorios con sala, comedor y cocina, con un baño y área de lavado en plata alta y en planta baja, tienen el área comercial o también patio frontal ocupado para la tipología de negocio como una mecánica.

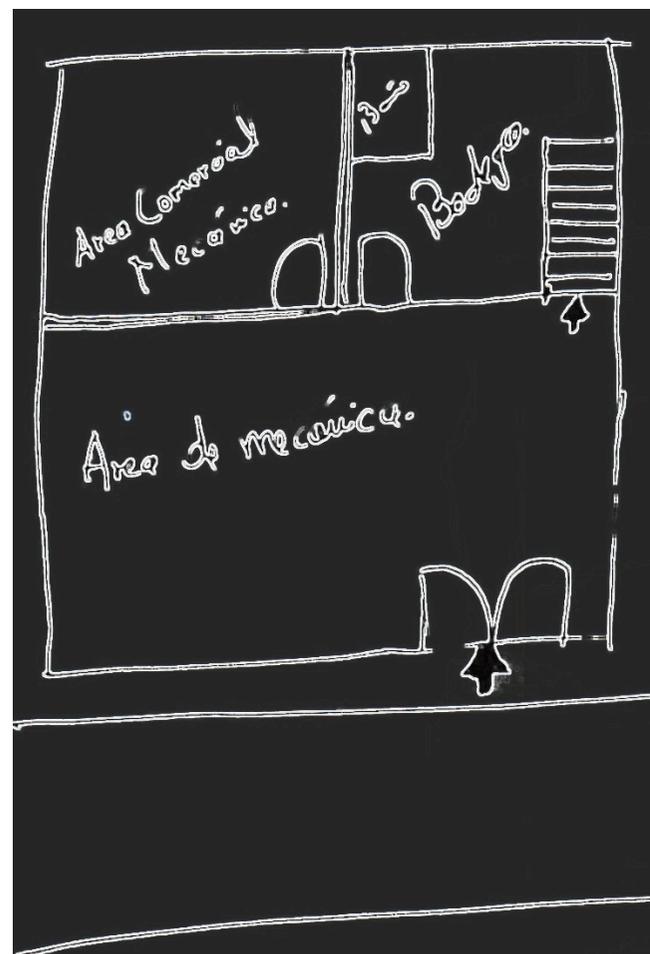
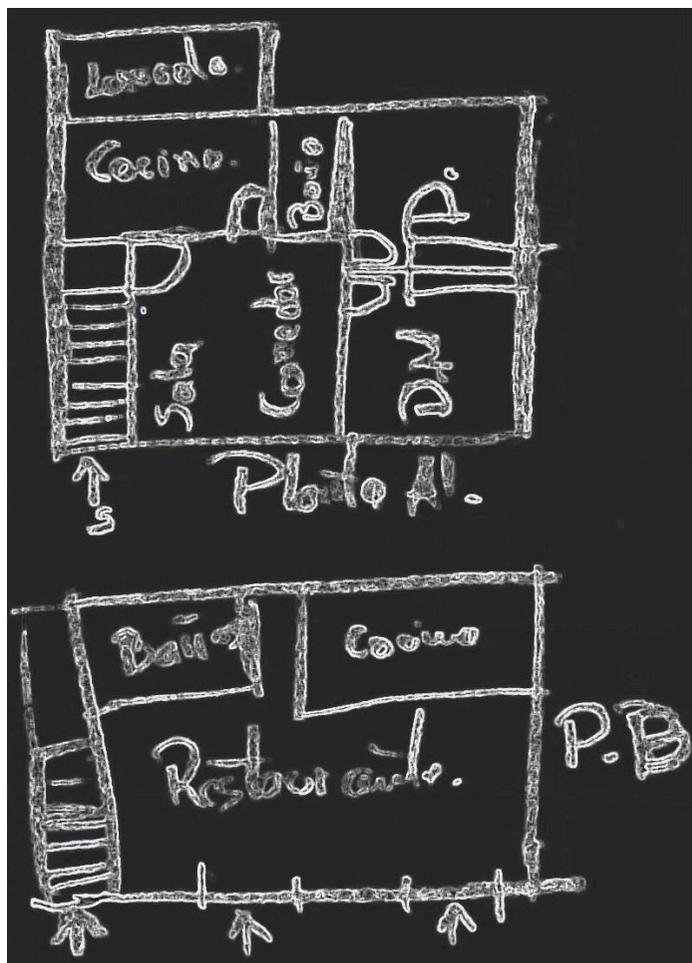


Imagen Nro. 8. Andino, E. (2020). Análisis de tipologías y distribución de viviendas actuales del barrio Selva Alegre. Elaboración propia.

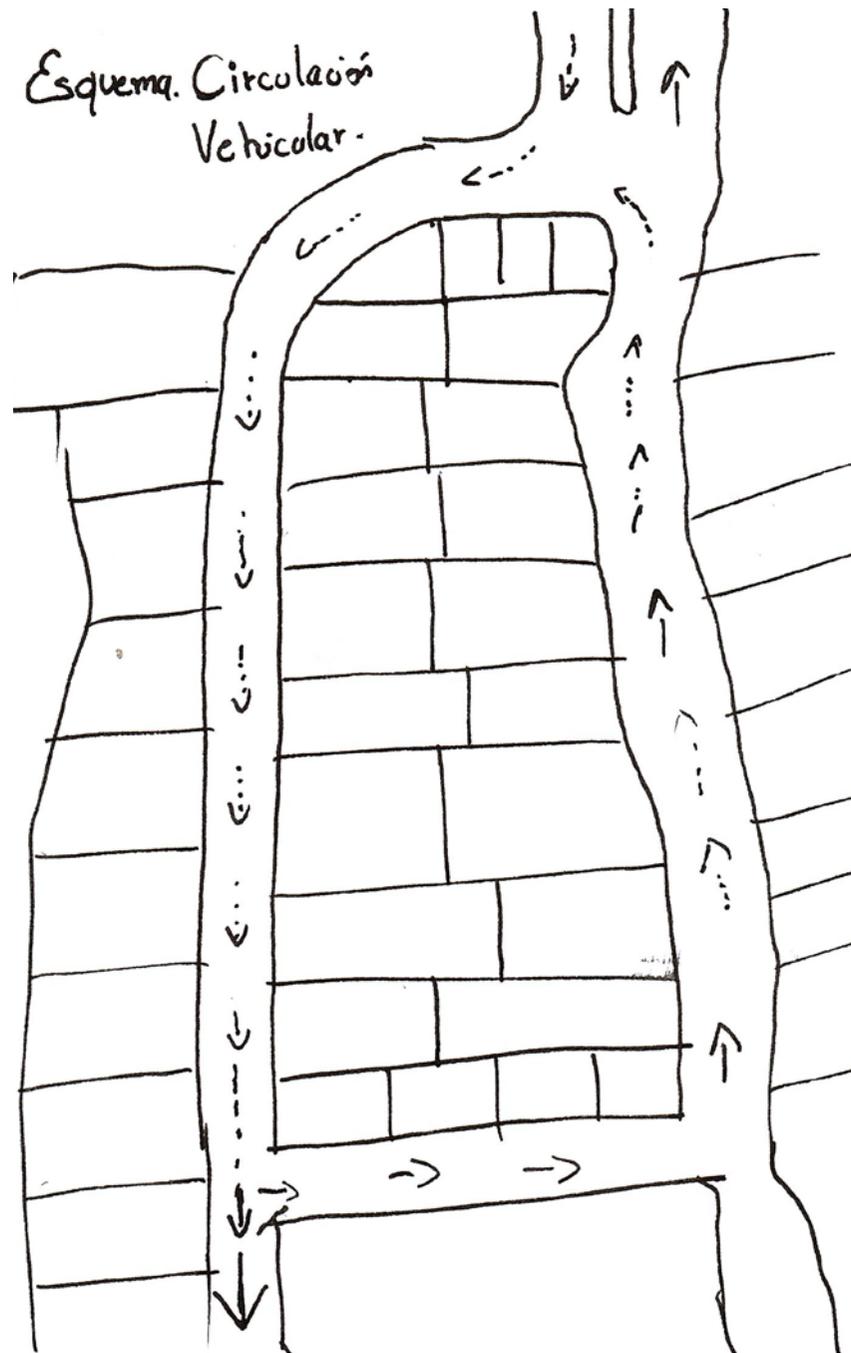


Imagen Nro. 9. *Andino, E. (2020)*. Esquema de análisis de ingreso y salida vehicular del área delimitada para el estudio.  
Elaboración propia.



### Análisis del área de estudio.



Imagen Nro. 10. *Andino, E. (2020)*. Área de estudio, barrio Selva Alegre. Elaboración propia.

## **2.11 ANÁLISIS DEL TERRENO PARA EL REASENTAMIENTO DE LOS HABITANTES**

Por medio del análisis del sector, se considera esta extensión de terreno muy cercana a la zona de estudio, pero libre de peligro de lahares según los límites proporcionados por el Departamento de Gestión de Riesgos del GAD Rumiñahui.

Se adopta como estrategia, los medios de vida y las formas de habitar de los pobladores y criterios de diseño que potencien dichas características como el uso mixto de suelo, además de un diseño espacial acorde a las necesidades y uso general de las viviendas por parte de las personas.

Se analiza este terreno vacío con características de tamaño de 2 hectáreas, trasladando una población que está asentada en 3 hectáreas. Es necesaria la optimización del espacio urbano, así como también del objeto arquitectónico con diseño de crecimiento progresivo vertical.



## Análisis del terreno para el reasentamiento.



Fuente: Elaboración del Autor.

Imagen Nro. 11. *Andino, E. (2020). Análisis de terreno 2 hectáreas para el reasentamiento. Elaboración propia.*

En este análisis se tomó en consideración la cercanía del terreno al sector de ingreso original, que tenga una accesibilidad idónea con calidad de vías a la Ruta “Avenida de los Volcanes”.

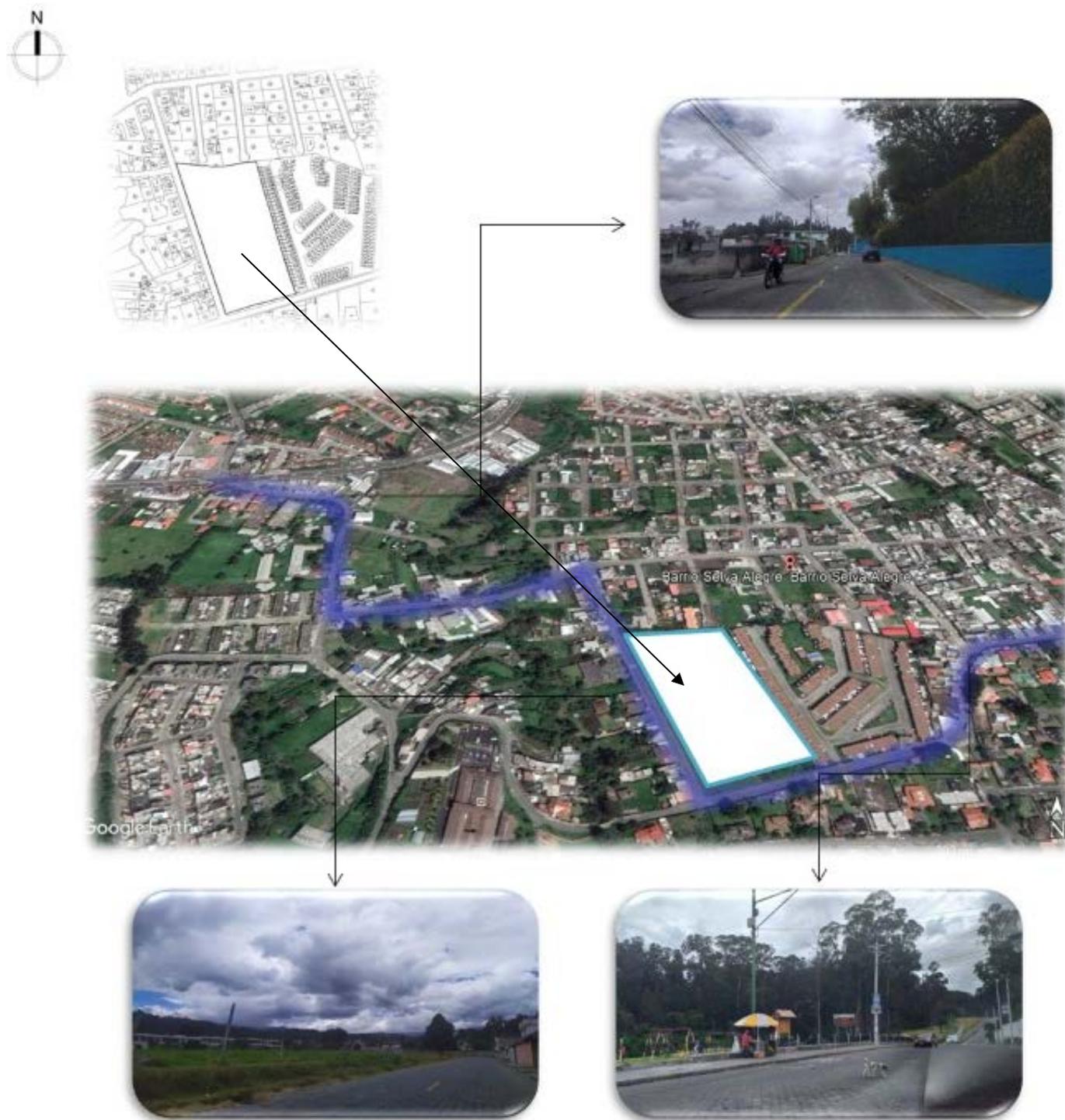


Imagen Nro. 12. *Andino, E. (2020)*. Ingreso a la Ruta Avenida de los Volcanes. Elaboración propia.

La Avenida de los Volcanes, es una joya natural que se extiende a lo largo de la Cordillera Andina, la cual tiene un recorrido aproximado de 350 km a lo largo de la región. Alexander Von Humbolt, tras su llegada a Ecuador en el siglo XIX, constató la alineación de los volcanes, nevados y paraísos naturales, que son los protagonistas de este maravilloso espectáculo.

También conformaba parte del Camino Principal Andino, reconocido como “Camino del Inca”, el cual se recorría a manera de posta, nombrada actualmente como la Posta del Capac Ñan. Eran por esta senda, por donde los corredores “Chasquis” atravesaban el Imperio Inca. Los Chasquis, eran hombres preparados para llevar las comunicaciones desde diferentes latitudes por todo el territorio Inca. (Paredes, 2011)

Ecuador, es atravesado por la Cordillera de los Andes, en la que la carretera panamericana, abre camino para apreciar y conectar diversos atractivos naturales, se puede observar los volcanes que conforman esta avenida, entre estos el Volcán Cotopaxi. (Turismo, 2019)

El Barrio Selva Alegre, se ha convertido en una vía de paso obligado para acceder a la Avenida de los Volcanes, principalmente por la variedad de oferta de servicios turísticos, el comercio de productos de agrícolas y de consumo masivo, los cuales motivan a los visitantes realizar una parada “técnica” en este sector para continuar hacia la ruta antes mencionada.



Imagen Nro. 13. *Andino, E. (2020)*. Sangolquí atractivo para cantones aledaños por su ingreso a la Ruta Avenida de los Volcanes, paso obligatorio por el Barrio Selva Alegre. Elaboración propia.



Imagen Nro. 14. *Andino, E. (2020)*. Mapa Avenida de los Volcanes, ruta Sangolquí - Selva Alegre - Parque Nacional Cotopaxi. Fuente: Jessica Castro 2017.

## 2.12 ESTRATEGIAS DE GESTIÓN

Considerando el marco legal para poder plantear una estrategia de gestión adecuada, se ha apreciado los siguientes documentos legales, que permiten analizar la viabilidad de ejecución y actores de este proyecto de reasentamiento de la población de Selva Alegre.

En el artículo 389, la Constitución de la República del Ecuador Título VII sobre la Gestión de Riesgo, se establece que: El Estado protegerá a las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la prevención ante el riesgo, la mitigación de desastres, la recuperación y mejoramiento de las condiciones sociales, económicas y ambientales, con el objetivo de minimizar la condición de vulnerabilidad.

Analizando un caso en especial, sobre los asentamientos humanos en zonas de riesgo, al momento que se presentó la emergencia del volcán Cotopaxi en el año 2015, los pobladores del sector Selva Alegre tardaron mucho tiempo en ser evacuados de la zona por diversas razones, tales como falta de información suficiente para proceder ante una amenaza, o desconocían los planes de contingencia y a donde debían dirigirse para evacuar de manera segura y rápida. (Quinga, 2017)

En el artículo 390 de la Constitución de la República del Ecuador, en cuanto a los riesgos y su gestión, se establece que: “Los riesgos se gestionarán bajo el principio de descentralización subsidiaria, que implicará la responsabilidad directa de las instituciones dentro de su ámbito geográfico. Cuando sus 43 capacidades para la

gestión del riesgo sean insuficientes, las instancias de mayor ámbito territorial y mayor capacidad técnica y financiera brindarán el apoyo necesario con respecto a su autoridad en el territorio y sin relevarlos de su responsabilidad". (Constitución, 2008)

La descentralización es importante para poder entregar competencias y recursos para que los gobiernos locales, en este caso el Municipio del Cantón Rumiñahui tome decisiones propias para el desarrollo del cantón en cuanto a vivienda, salud, educación y desarrollo, todo esto en beneficio de los pobladores siempre enmarcado en el rango de sus competencias.

Con estos antecedentes, es necesario poder trabajar sobre una normativa y ordenanza que permita la viabilidad de ejecutar reasentamientos, específicamente, en zonas de alto riesgo por desastres naturales, en este caso de estudio, por las probables consecuencias catastróficas que podría causar la erupción del volcán Cotopaxi. (Quinga, 2017)

Según el artículo 54 del Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía y Descentralización establece las siguientes funciones de los Municipios.

- a) Promover el desarrollo sustentable de su circunscripción territorial cantonal, para garantizar la realización del buen vivir a través de la implementación de políticas públicas cantonales, en el marco de sus competencias constitucionales y legales.
- b) Diseñar e implementar políticas de promoción y construcción de equidad e inclusión en su territorio, en el marco de sus competencias constitucionales y legales.

- c) Establecer el régimen de uso del suelo y urbanístico, para lo cual determinará las condiciones de urbanización, parcelación, lotización, división o cualquier otra forma de fraccionamiento de conformidad con la planificación cantonal, asegurando porcentajes para zonas verdes y áreas comunales.
- d) Elaborar y ejecutar el plan cantonal de desarrollo, el de ordenamiento territorial y las políticas públicas en el ámbito de sus competencias y en su circunscripción territorial, de manera coordinada con la planificación nacional, regional, provincial y parroquia.
- e) Implementar el derecho al hábitat y a la vivienda y desarrollar planes y programas de vivienda de interés social en el territorio cantonal.
- f) Implementar los sistemas de protección integral del cantón que aseguren el ejercicio garantía y exigibilidad de los derechos consagrados en la Constitución y en los instrumentos internacionales, lo cual incluirá la conformación de los consejos cantonales, juntas cantonales y redes de protección de derechos de los grupos de atención prioritaria. Para la atención en las zonas rurales coordinará con los gobiernos autónomos parroquiales y provinciales.
- g) Regular, prevenir y controlar la contaminación ambiental en el territorio cantonal de manera articulada con las políticas ambientales nacionales.

Se puede analizar las deficiencias en la planificación que ha tenido el cantón Rumiñahui, en cuanto a la problemática del uso y ocupación del suelo en zonas de riesgo, lo cual fue evidente en el transcurso del año 2015, cuando se produjo la emergencia por la posible erupción del Volcán Cotopaxi.

Es una problemática de alto riesgo, que necesita una solución inmediata ya que el incumplimiento de la ordenanza de uso ocupación de suelo ha evidenciado que además de las implicaciones socio-ambientales que se ha producido, dicho Municipio, no cuenta actualmente con un plan o mecanismo para la relocalización de los pobladores asentados en zonas de riesgo y otras medidas necesarias.

La importancia de crear una ordenanza de relocalización de los pobladores de las zonas de riesgo es salvaguardar sus vidas, así como sus derechos constitucionales fundamentalmente a un hábitat seguro, también el derecho a un medio ambiente sano, la recuperación del ecosistema en el cual los pobladores del barrio Selva Alegre se asentaron, de esta manera se estará cumpliendo con lo establecido en la Constitución y el Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía y Descentralización. (Quinga, 2017)

## 2.13 CONCLUSIONES DE ANÁLISIS DEL SECTOR

- El estudio del sector indica que el barrio Selva Alegre se encuentra en un área de peligro latente por la posible erupción del Volcán Cotopaxi.
- Los habitantes del sector conocen del alto riesgo al que están expuestos por estar asentados en este lugar, pero no se retiran debido a su importancia comercial y sustento de sus familias, además mencionan que el Gobierno del Cantón Rumiñahui no les ha dado alguna solución sustentable.
- Es necesario desarrollar un conjunto de viviendas, trasladando un barrio existente a otro sector que acoja estas familias, brindando los medios de vida a los que están acostumbrados sus habitantes y de esta manera no cambiar su lógica de estilo de vida dentro de su sistema espacial.
- Se debe diseñar una vivienda de características similares a las existentes en el barrio Selva Alegre, las mismas que cumplen con espacios adecuados para su lógica de habitar su espacio privado, semiprivado y público (comercial).
- La dinámica comercial será comunitaria asociativa siendo atractor para personas externas, y lograr que se apropien de los espacios públicos siendo un método de crear seguridad para los habitantes y sus viviendas, la misma que relaciona al barrio con la ciudad e incorpora el ingreso de los productos necesarios para el sector.
- Acorde a los términos legales la constitución del Ecuador, se direcciona a que se cumpla con los postulados expuestos para un reasentamiento que brinde seguridad a las personas que al momento están en riesgo por una erupción repentina del Volcán Cotopaxi.

### 3. CAPÍTULO III: ESTRATEGIAS ESPACIALES

Analizada la problemática del Barrio Selva alegre, por las posibles consecuencias por erupciones del Volcán Cotopaxi, se procede a describir las estrategias espaciales desde la competencia del diseño urbano y la arquitectura, para proponer un reasentamiento de este grupo de habitantes, proveer soluciones, lograr los objetivos planteados y así conseguir un diseño idóneo para su estilo de vida, tanto como hábitat de vivienda y hábitat laboral.

Se proyectan viviendas de uso mixto, comerciales en planta baja y vivienda en sus plantas superiores, las cuales buscan dar unidad e inclusión al barrio para un desarrollo sostenible comercialmente, tanto interna como externa.

Es fundamental dar una inclusión a personas externas para evitar momentos de inseguridad por agentes externos al barrio, según (Sabatini, 2016), la segregación social del espacio está guiada por 3 puntos:

- Primero, la concentración espacial de elites económicas y estratos medios emergentes al extremo de la ciudad.
- Segundo, la ubicación de los grupos obreros de bajos recursos en la periferia lejana y mal servida, o en sectores deteriorados del centro histórico.
- Tercero, la diversidad económica, generada por el emplazamiento cercano o contiguo de invasiones, de grupos de recursos bajos junto a los barrios de las elites económicas, generando sectores de la ciudad con elevada diversidad socio-económica.

Siendo este último el caso del sector Selva Alegre, que tiene una mezcla de barrios de recursos, altos, bajos y medios, pero éstos se separan por muros divisores, que hacen la exclusión entre sí, siendo uno de los propósitos del proyecto la integración del barrio con el exterior.

### **3.1 ESQUEMA DE REASENTAMIENTO, MODO DE HABITAR Y DIFERENTES TIPOLOGÍAS DE NEGOCIOS**

Se genera un modelo de diseño mixto, comercial en planta baja, con esquemas de diferentes colores para proporcionar lo visual de las tipologías comerciales como son: restaurantes, turismo, hospedaje, mecánicas automotrices, farmacias, entre otras anteriormente mencionadas, dejando de esta manera permeabilidad y conexión hacia los usuarios con el resto de comercio existente en el nuevo asentamiento.

Asimismo, se generen vías internas tanto peatonales como vehiculares, que inviten a los clientes a revisar el contexto existente, azul inicio de vivienda y transición de lo público a lo semiprivado, y finalmente en verde se representa vivienda privada cumpliendo con normativas de soleamiento y confort para sus habitantes.

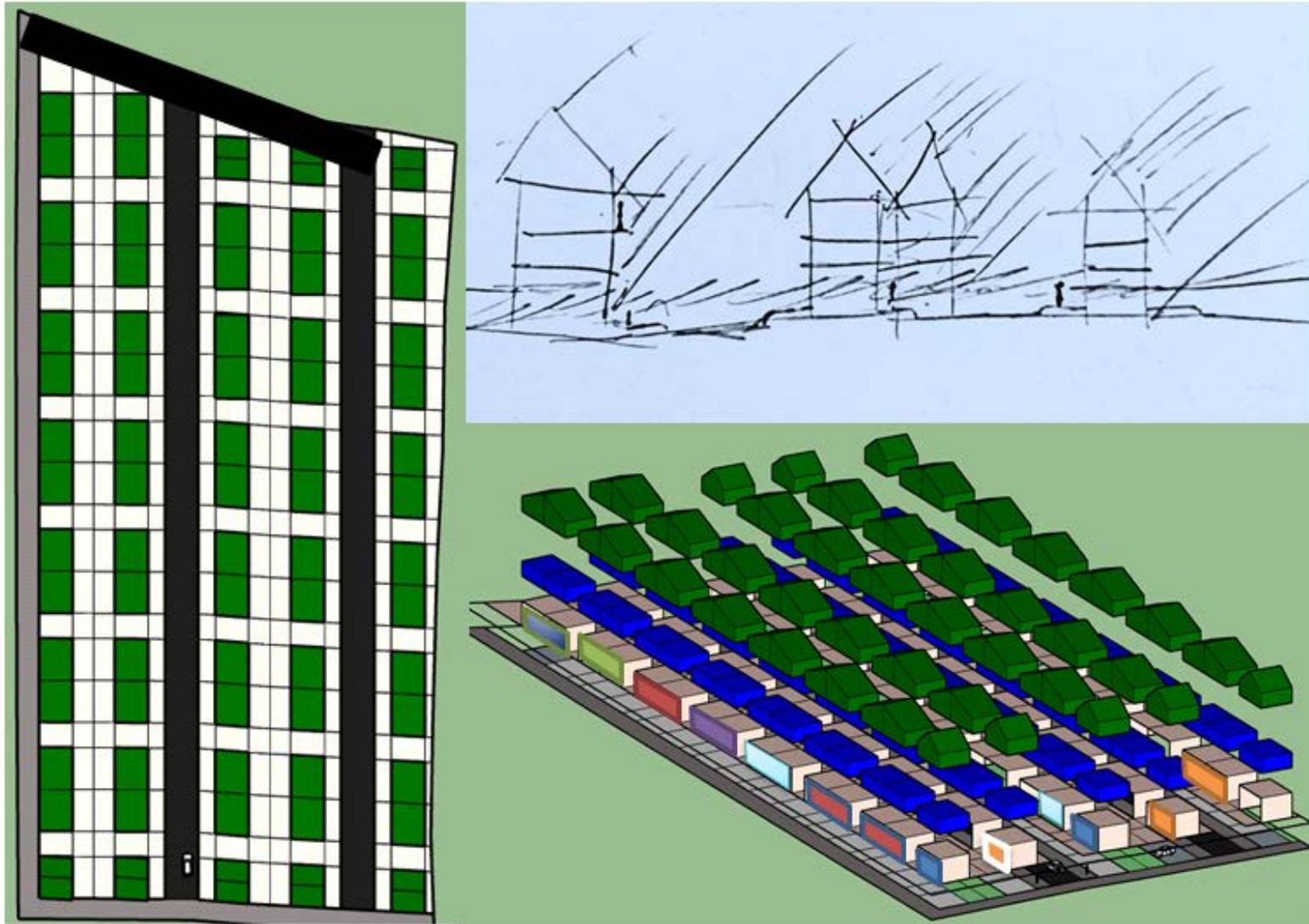


Imagen Nro. 15. *Andino, E. (2020). Esquemas funcionales, volumétrico. Elaboración propia.*

### 3.2 FACHADAS

Los medios de habitar indican que se debe generar el área de planta baja de doble altura importante, para un posible crecimiento de negocio o para tener un adecuado entrepiso en caso de necesitarse por el modelo de negocio de la persona a habitar esta vivienda, como por ejemplo una mecánica automotriz debe tener una altura óptima de 4,5 metros que ayude a tener los equipos apropiadas para la atención de los clientes.

Las viviendas revisadas en el sector son amplias con espacios apropiados pero en muchas de las veces mal aprovechados por ser viviendas construidas de manera informal, por lo que se propone el espacio apropiado con características que ayuden al usuario a mantener sus actividades personales, y no sienta una diferencia en el área de habitar que lo limite a sus necesidades y de hacer cosas en su hogar como han estado acostumbrados.

Se proponen viviendas pareadas para aprovechar la estructura entre las dos construcciones y se pueda economizar en el sistema estructural.

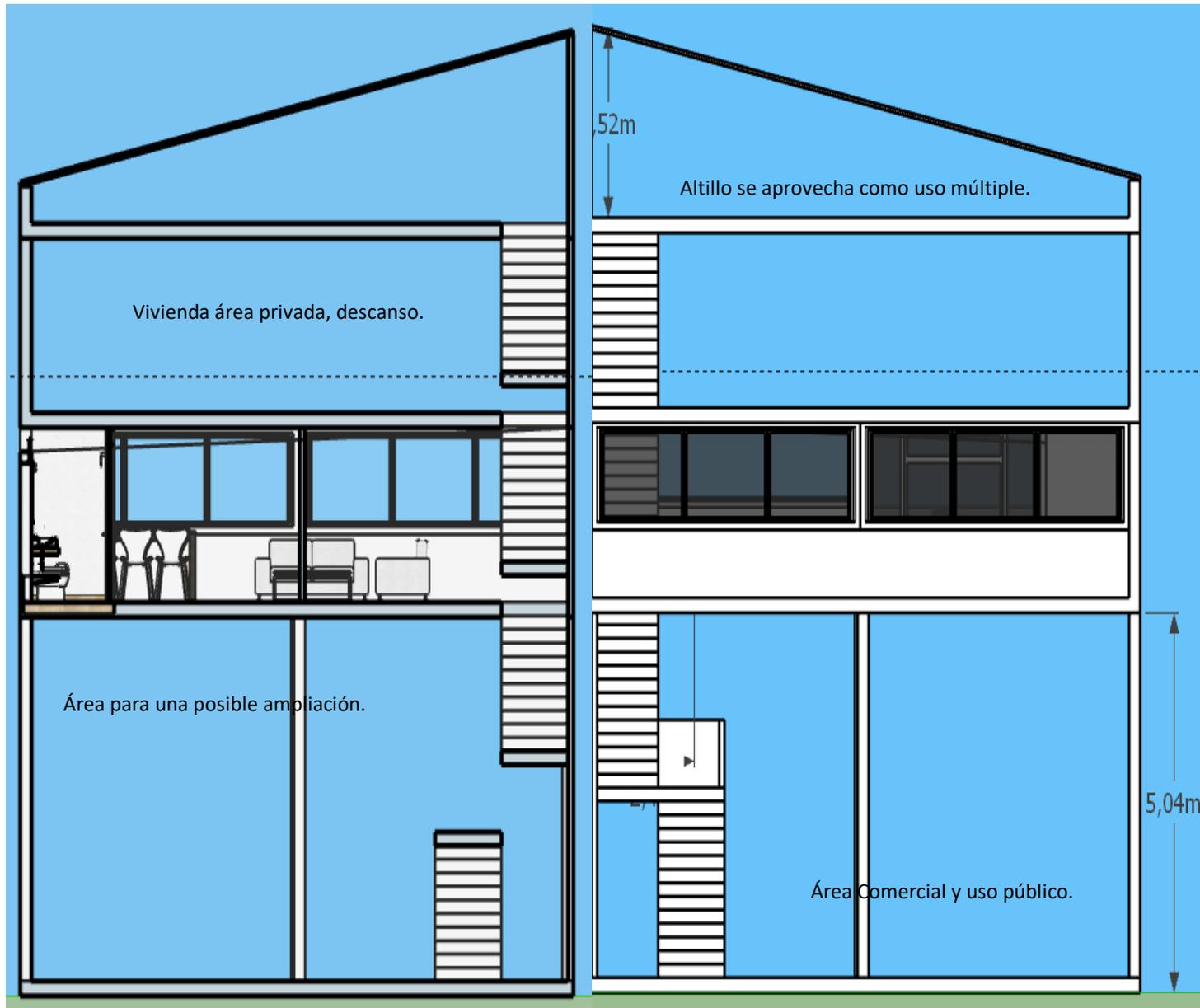


Imagen Nro. 16. *Andino, E. (2020)*. Esquema de diseño de fachada. Elaboración propia

### 3.3 ESQUEMAS VOLUMÉTRICOS DE ORGANIZACIÓN ESPACIAL BARRIAL

Se busca la mejor disposición espacial por ocupación de suelo, asoleamiento, vientos y desarrollo urbano que haga al barrio inclusivo para los visitantes con los vecinos del sector.

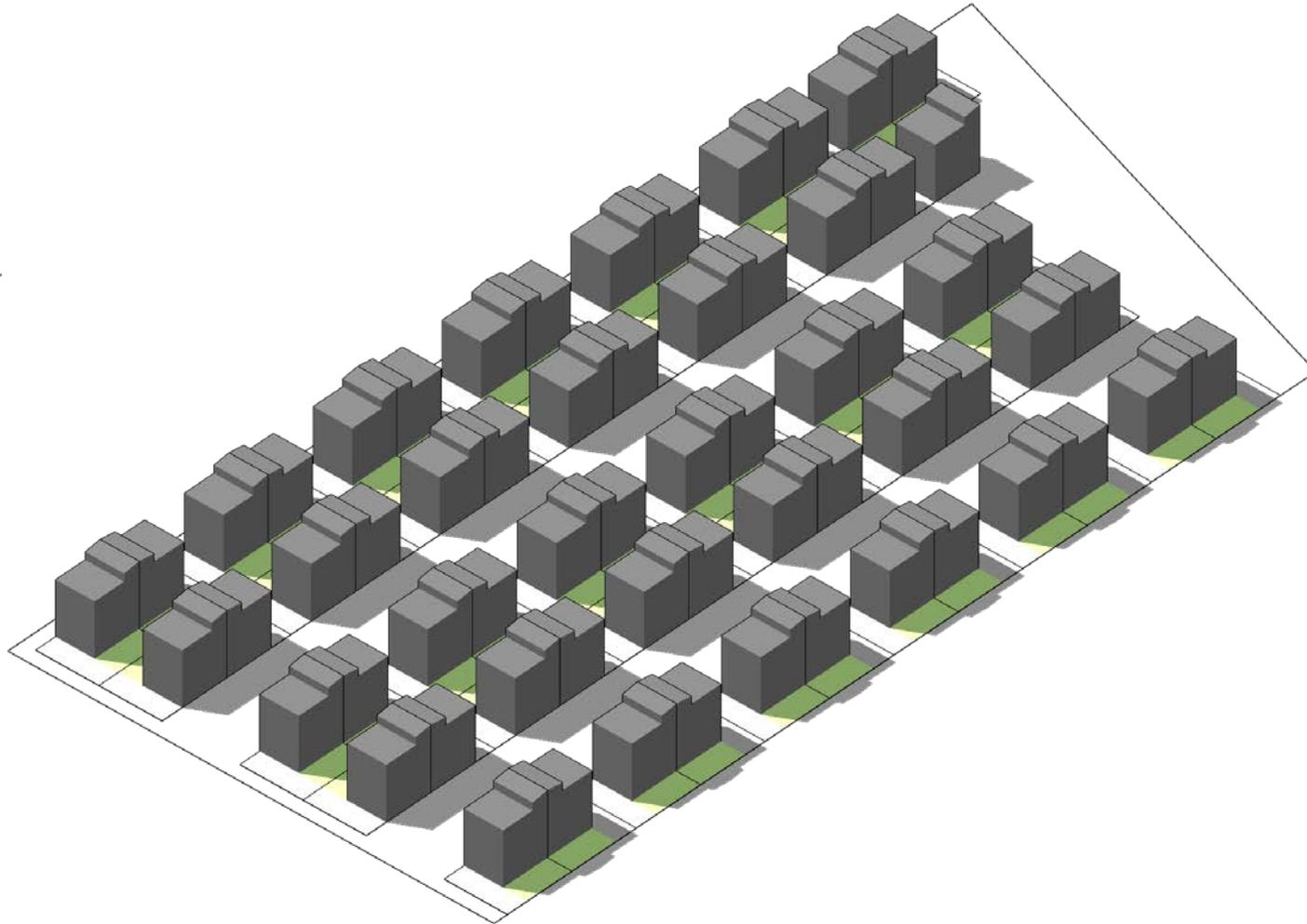


Imagen Nro. 17. *Andino, E. (2020)*. Esquema volumétrico de organización espacial barrial. Elaboración propia.

Esquema de organización pareada dando un espacio apropiado para un uso de suelo óptimo, asoleamiento, circulación peatonal entre edificaciones con una relación ortogonal con el terreno dando 63 unidades de vivienda mixta.

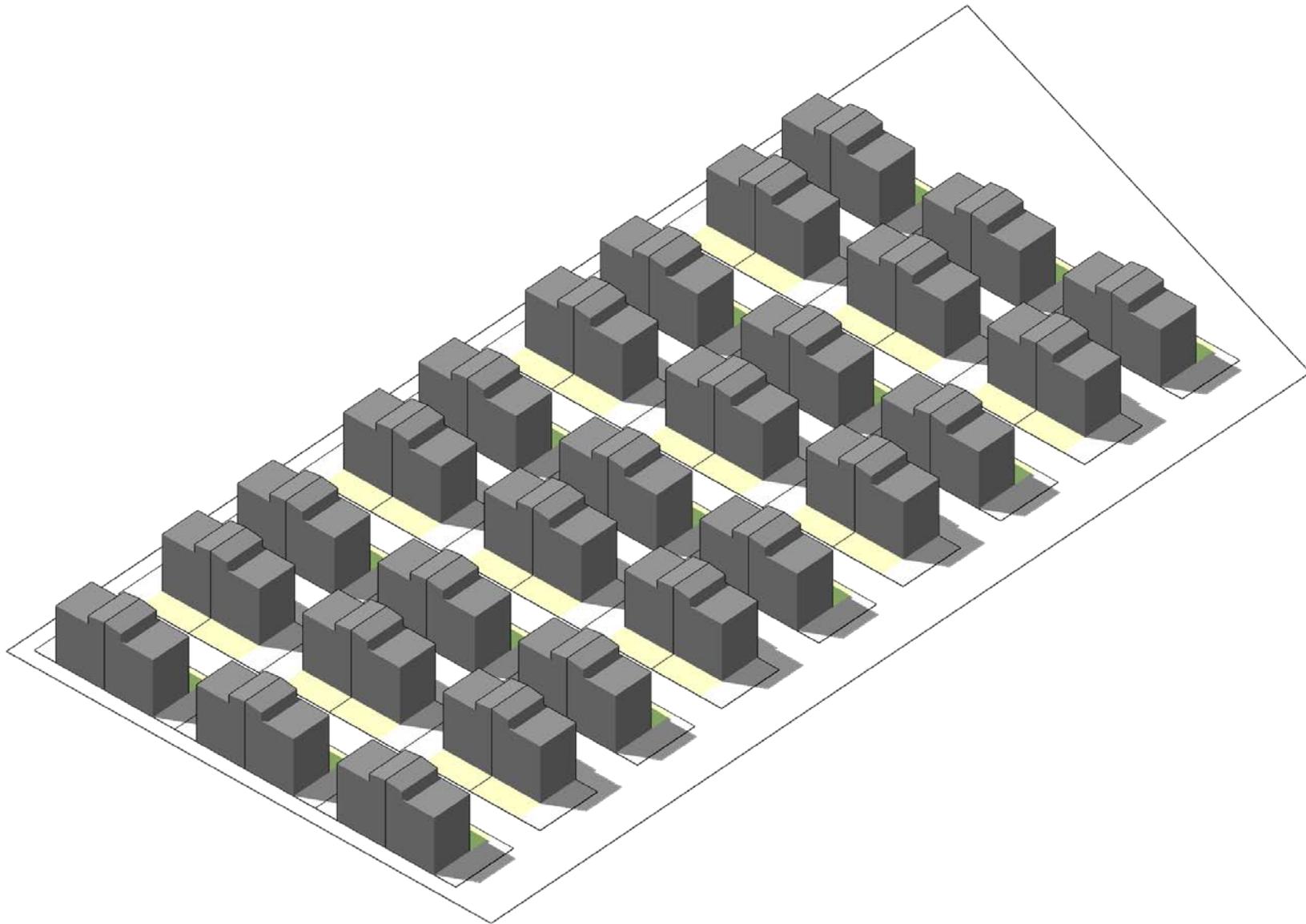


Imagen Nro. 18. *Andino, E. (2020)*. Esquema volumétrico de organización espacial barrial de forma transversal. Elaboración propia.

Ubicación de unidades de vivienda pareadas de forma transversal con el terreno, donde no se obtiene el asoleamiento adecuado para las caras más amplias de las fachadas, además de que el número de unidades de vivienda es de solo 29, las mismas que dejan una falencia para el número de familias que se trasladarían al reasentamiento completo.

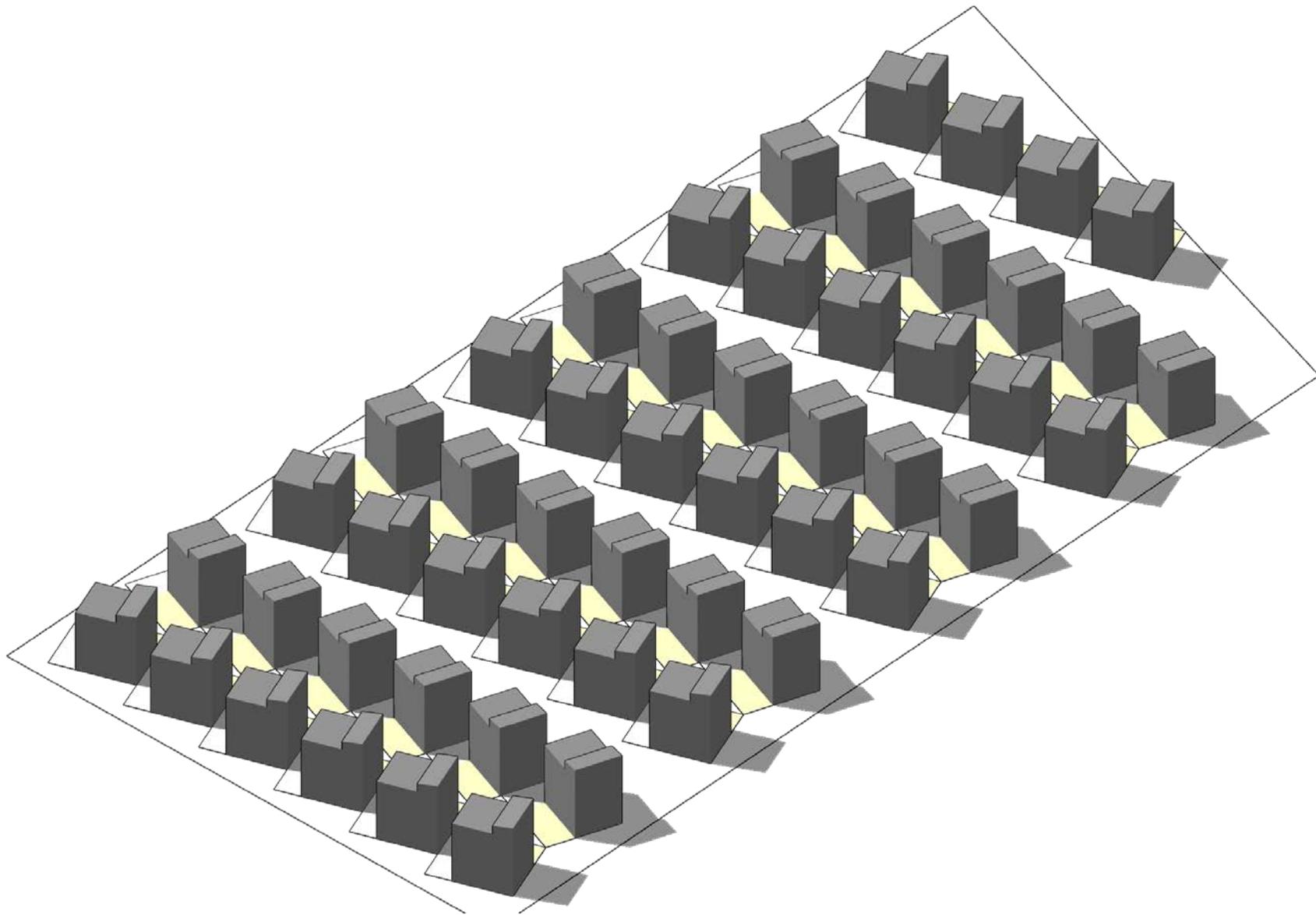


Imagen Nro. 19. *Andino, E. (2020)*. Esquema volumétrico de organización espacial barrial giro 45 grados. Elaboración propia.

Ubicación de viviendas con giro de 45 grados de manera aislada, el mismo que hace obtener un número de 52 viviendas, con una orientación de asoleamiento adecuado, pero no ayuda a la circulación vehicular continua, lo que no ayuda a completar el número de viviendas.



Imagen Nro. 20. *Andino, E. (2020)*. Esquema de viviendas a un cien por ciento de ocupación espacial y estudio volumétrico inicial. Elaboración propia.

### 3.4 ORGANIZACIÓN ESPACIAL, FUNCIONAL Y ESTRUCTURAL DE LA VIVIENDA PROGRESIVA

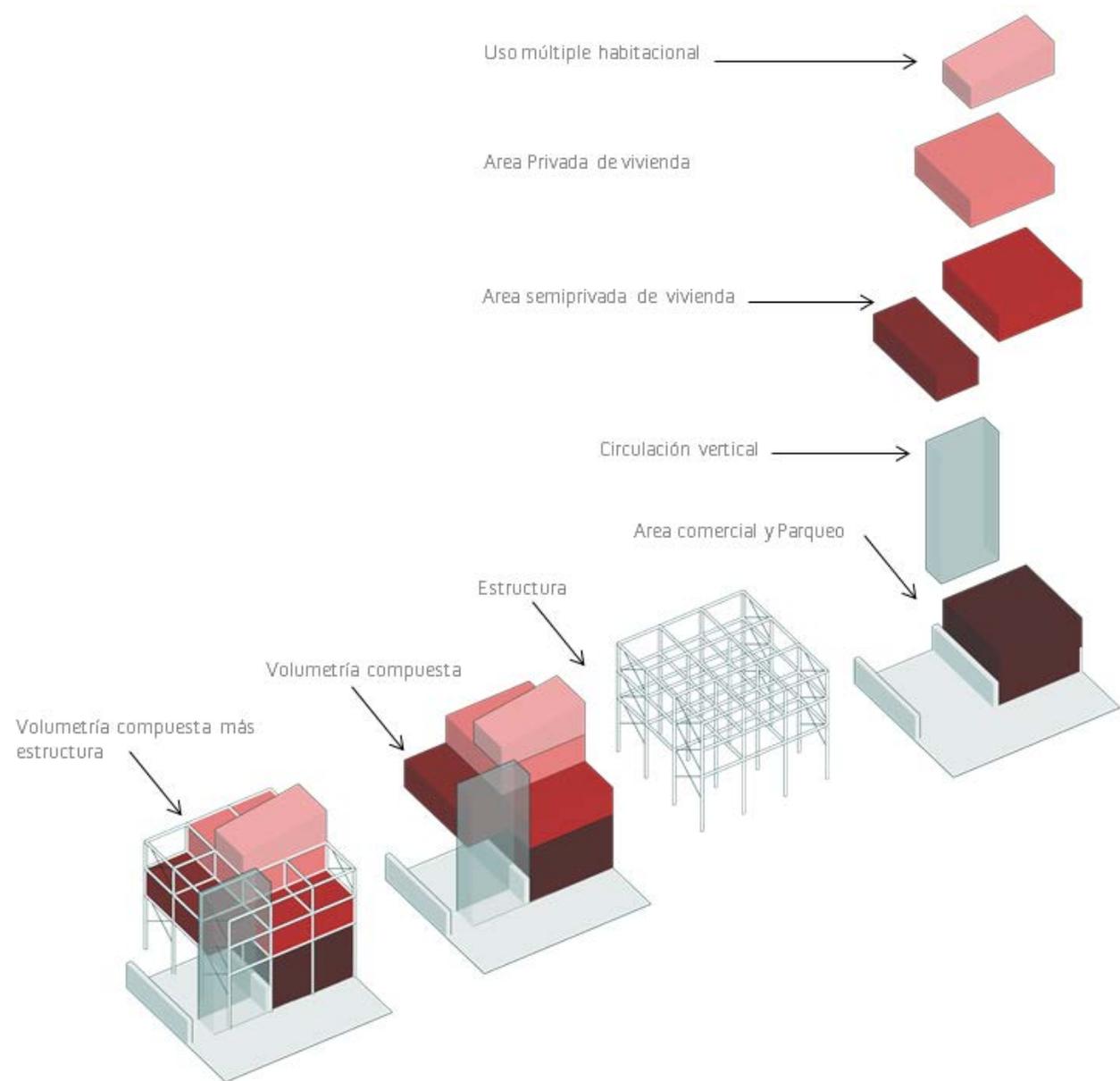


Imagen Nro. 21. *Andino, E. (2020). Organización espacial de la vivienda. Elaboración propia*

Inmediatamente de los estudios volumétricos macizos obtenidos, se diagrama un estudio con una suerte de organización espacial volumétrica específica de las viviendas acorde a la ocupación y forma de los medios de vida de los habitantes.

Se genera un programa espacial esencial donde en planta baja se tiene el área comercial y de parqueadero vehicular, teniendo en un segundo nivel posible un área que ayuda al crecimiento del comercio o la ocupación de la altura adecuada para cierto tipo de modelo de negocio, que exige una altura mayor para desarrollar las actividades con comodidad.

Por otro lado, se tiene en planta alta el espacio de vivienda semiprivado, en el que se puede encontrar la sala, comedor, cocina, baño, dos dormitorios y áreas exteriores aterrazadas para uso vario, pudiendo acoplarse diseños diferentes en relación a la disposición espacial y las necesidades del grupo familiar que habitaría la vivienda progresiva.

De ser necesario, se puede generar una segunda planta dando la posibilidad de generar otro departamento, o de ser el caso obligatorio, el complemento directo de la primera planta generando un espacio privado con dormitorios adecuados a solicitud del ocupante, de esta manera se cumple con la generación de un espacio que se pueda acoplar al uso que su habitante le quiera dar.

En última instancia, se tiene un último nivel el mismo que puede generar un área adicional a la vivienda o de ser el caso un espacio extra al negocio que se tenga en planta baja o distinto.

Lo anteriormente mencionado está vinculado de manera vertical con un ducto de escalera que llega a todos los pisos de ser el caso, o según la necesidad puede ser bloqueada y cortar el área comercial con la vivienda en plantas altas.

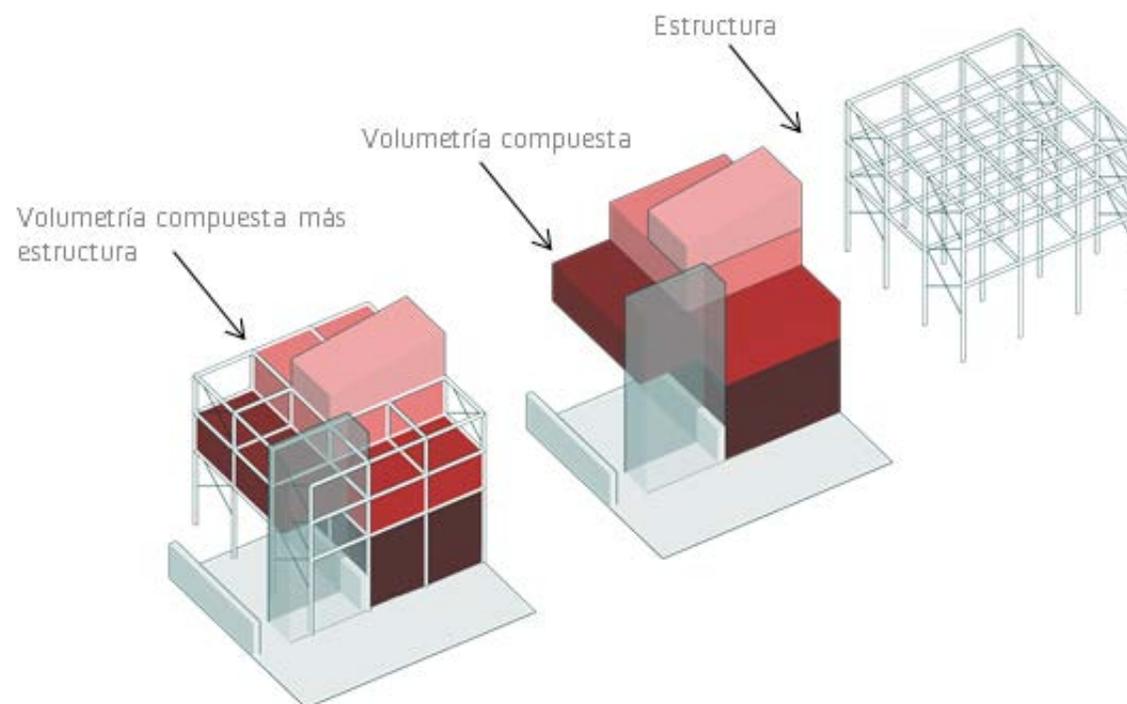


Imagen Nro. 22. *Andino, E. (2020). Volumetría de la vivienda. Elaboración propia.*



Imagen Nro. 23. *Andino, E. (2020)*. Maqueta física de estudio. Elaboración propia.

El análisis en maqueta física es fundamental para examinar el espacio, la funcionalidad del mismo y las volumétricas que se crean acorde a los diseños funcionales que se pueden proponer dentro de la estructura base y sistemas constructivos óptimos para la vivienda, y de esta manera obtener mejores resultados de confort, funcionalidad iluminación, ventilación y crecimiento progresivo.



Imagen Nro. 24. *Andino, E. (2020)*. Maqueta física. Elaboración propia.



Imagen Nro. 25. *Andino, E. (2020)*. Maqueta física. Elaboración propia.



Imagen Nro. 26. *Andino, E. (2020). Maqueta física. Elaboración propia.*

### 3.5 ORGANIZACIÓN ESPACIAL Y ESTRUCTURAL, ANÁLISIS ASOLEAMIENTO DEL CONJUNTO VIVIENDA PROGRESIVA

Análisis de la urbanización consolidada al 80% de su capacidad de crecimiento en altura, al igual que las viviendas.

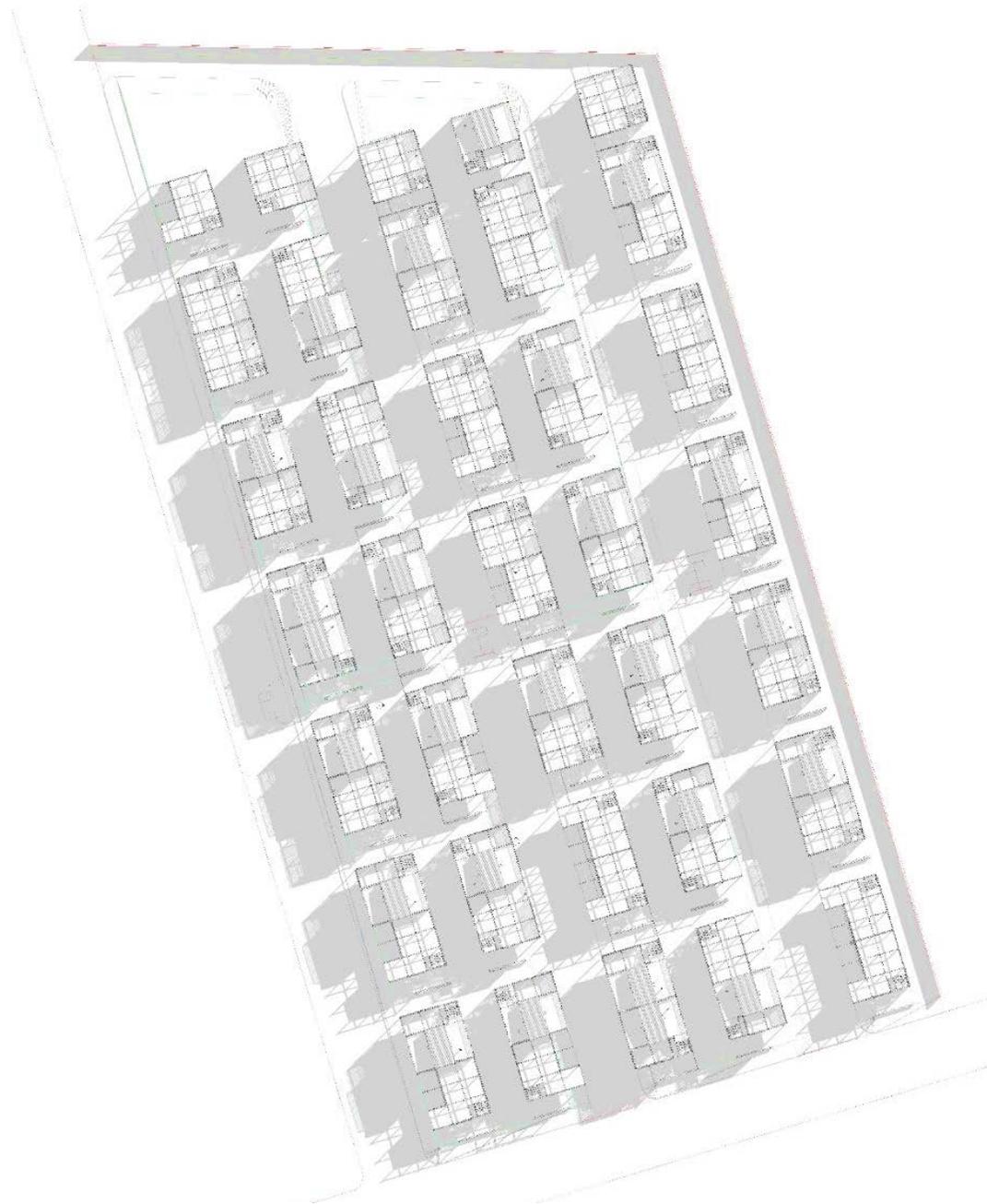


Imagen Nro. 27. *Andino, E. (2020)*. Análisis de asoleamiento en la implantación general de las viviendas, terreno propuesto y las sombras que proyectan entre sí. Elaboración propia.



Imagen Nro. 28. *Andino, E. (2020)*. Organización espacial y estructural. Elaboración propia.

Se genera un estudio del conjunto de las casas, y lo que puede proveer volumétricamente esta disposición espacial de las viviendas progresivas implantadas en el terreno escogido.



Imagen Nro. 29. *Andino, E. (2020)*. Conjunto de viviendas. Elaboración propia.

Vista interna del barrio, donde se puede tener una percepción cruda del espacio creado por este nuevo hábitat, generado para una acogida adecuada tanto para los visitantes como para sus nuevos habitantes.

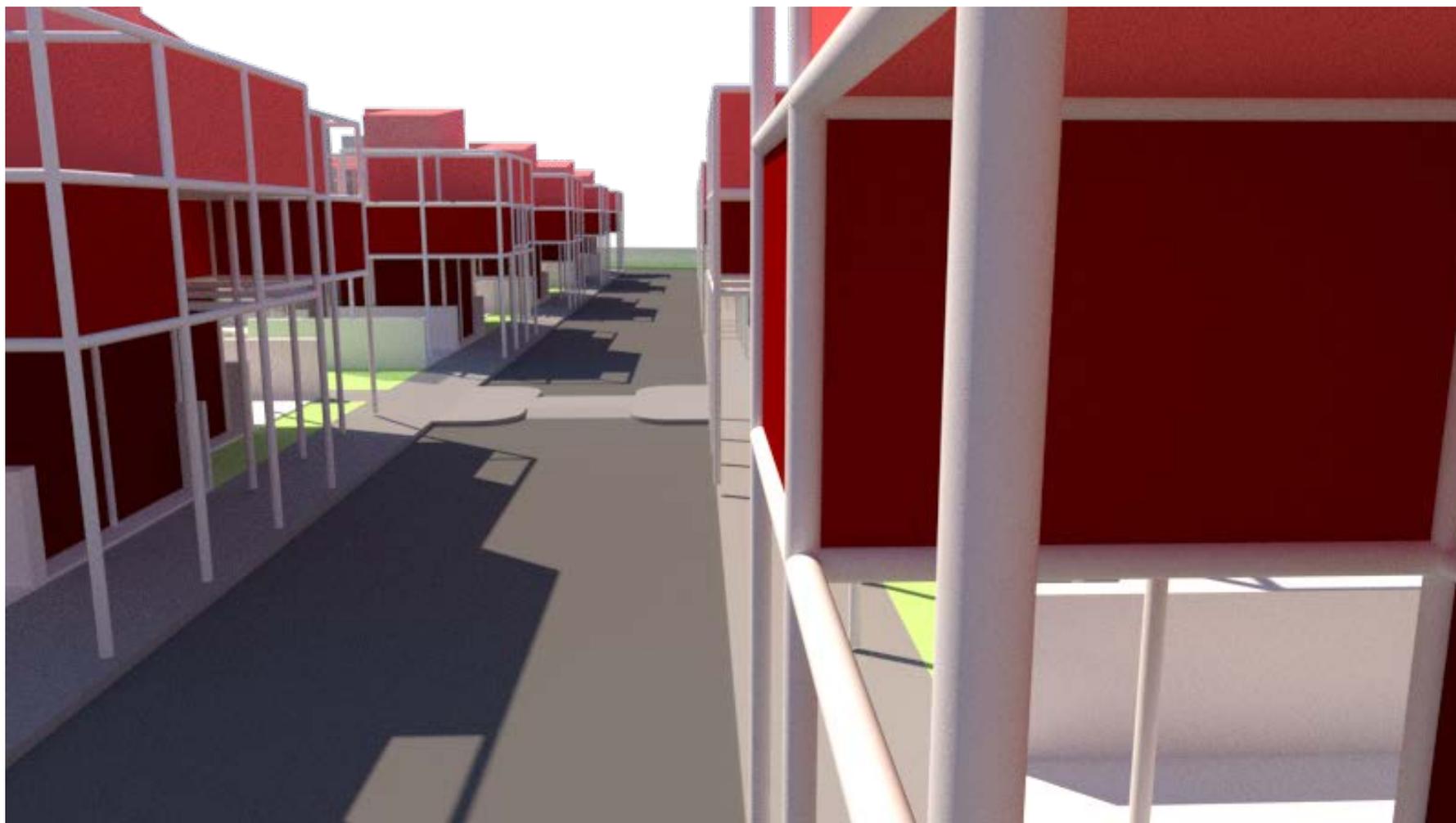


Imagen Nro. 30. *Andino, E. (2020)*. Vista interna del barrio. Elaboración propia.

Se revisan sensaciones de acogida hacia el espacio dando una percepción para los habitantes de apropiación del espacio e integración con el exterior, al no tener muros de separación contundente de muros altos entre viviendas ni tampoco un cerramiento con el exterior que genere una segregación de gente externa.

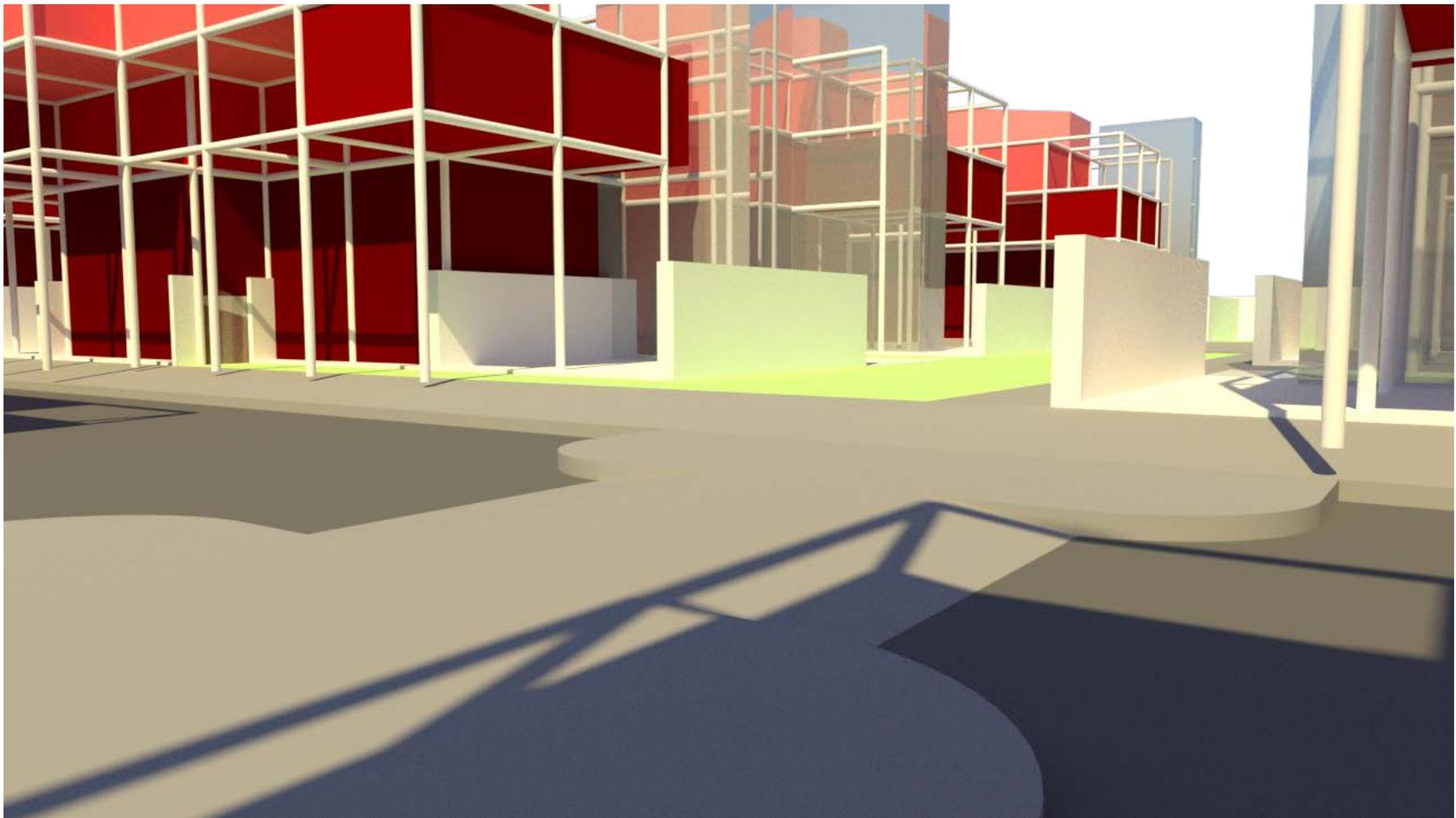


Imagen Nro. 31. *Andino, E. (2020)*. Sensaciones de acogida del reasentamiento. Elaboración propia.

## **3.6 PLANTAS ARQUITECTÓNICAS**

### **3.6.1 Planta Baja**

La planta baja del proyecto se caracteriza por ser adaptable a cualquier tipo de función comercial revisada y analizada en el estudio del sector, dando como resultado diferentes tipologías de modelo de negocios como: restaurantes, tiendas de barrio, farmacias, ferreterías básicas, mecánicas automotrices, entre otros.

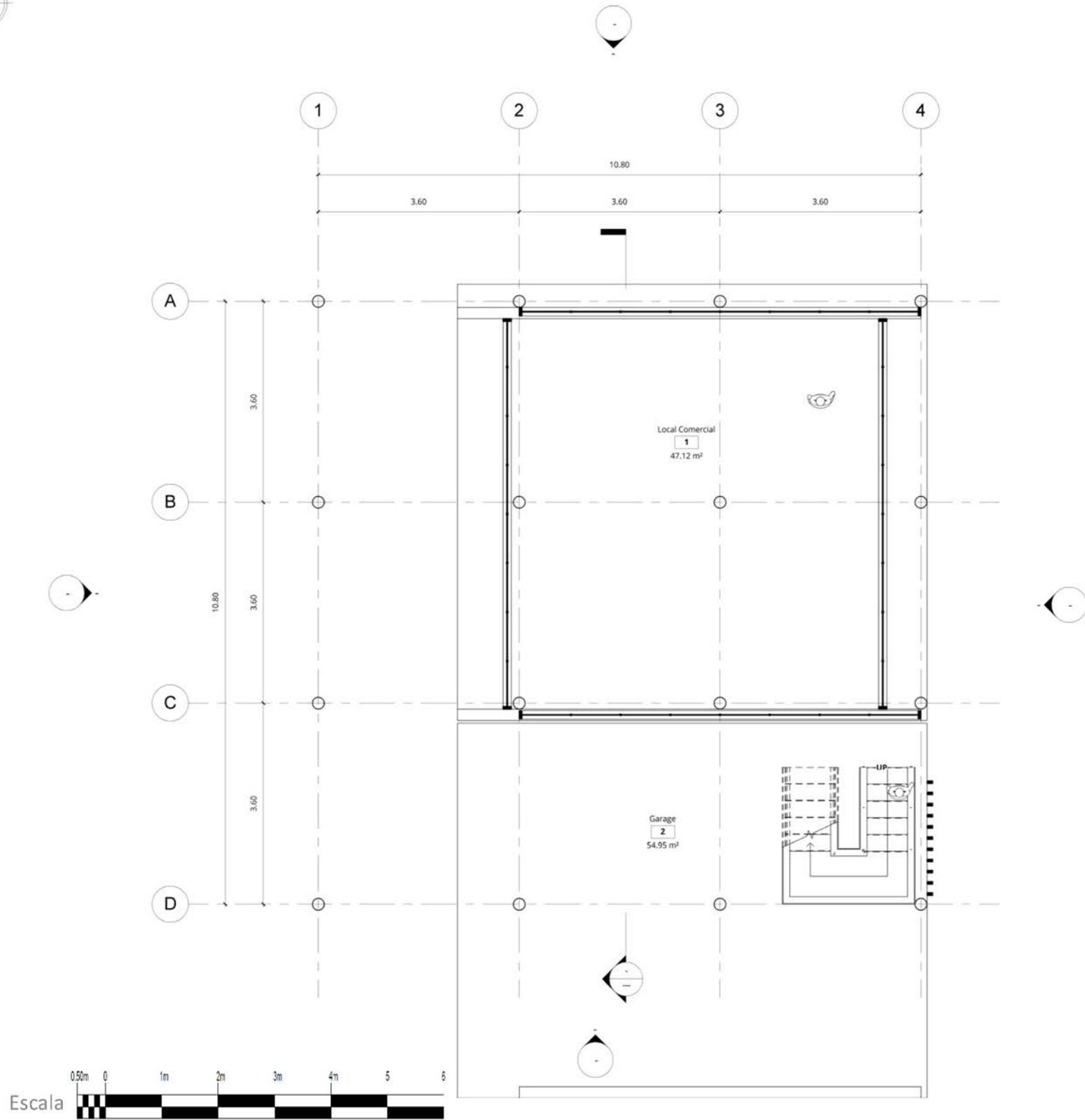


Imagen Nro. 32. *Andino, E. (2020)*. Planta baja comercial. Elaboración propia.

### **3.6.2 Planta Alta Flexible**

En esta planta, se puede generar un área perteneciente al área comercial de planta baja, o se obtiene una altura que puede relacionarse a un taller automotriz con elevadores de vehículos.

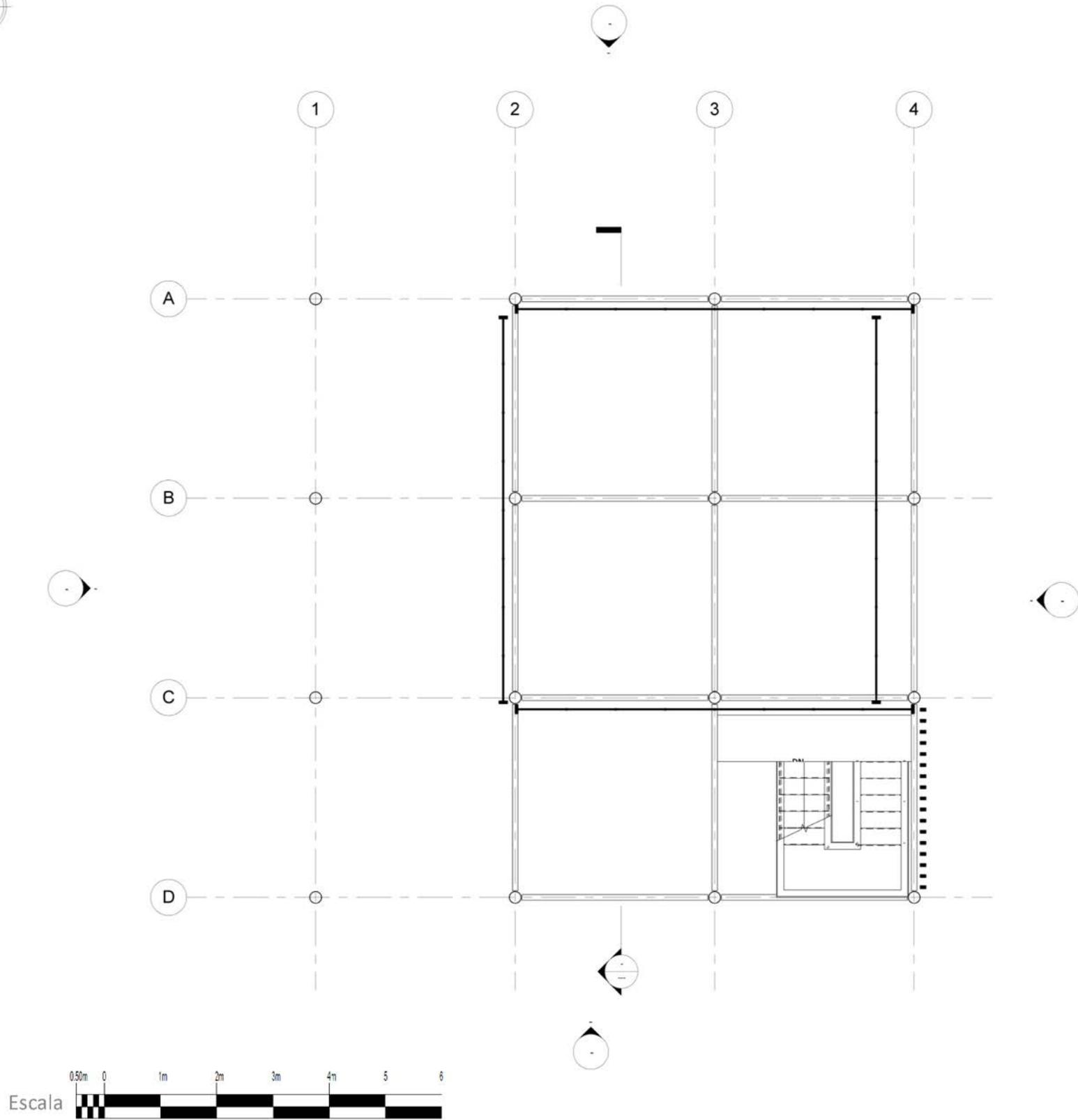
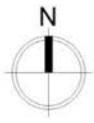


Imagen Nro. 33. *Andino, E. (2020)*. Planta alta flexible comercial. Elaboración propia.

### **3.6.3 Primer Piso**

Genera un área óptima de 116.64 metros cuadrados para crear una vivienda con 3 dormitorios, sala, comedor, cocina y áreas de lavado y secado, y sus respectivos servicios.

En este en contexto, en un futuro pueden crecer dentro de la estructura brindada inicialmente, la que facilita la construcción de paredes livianas y áreas con flexibilidad de diseño, con una malla estructural de 3.6 como distancia de los pórticos generados como contenedor de la vivienda progresiva.

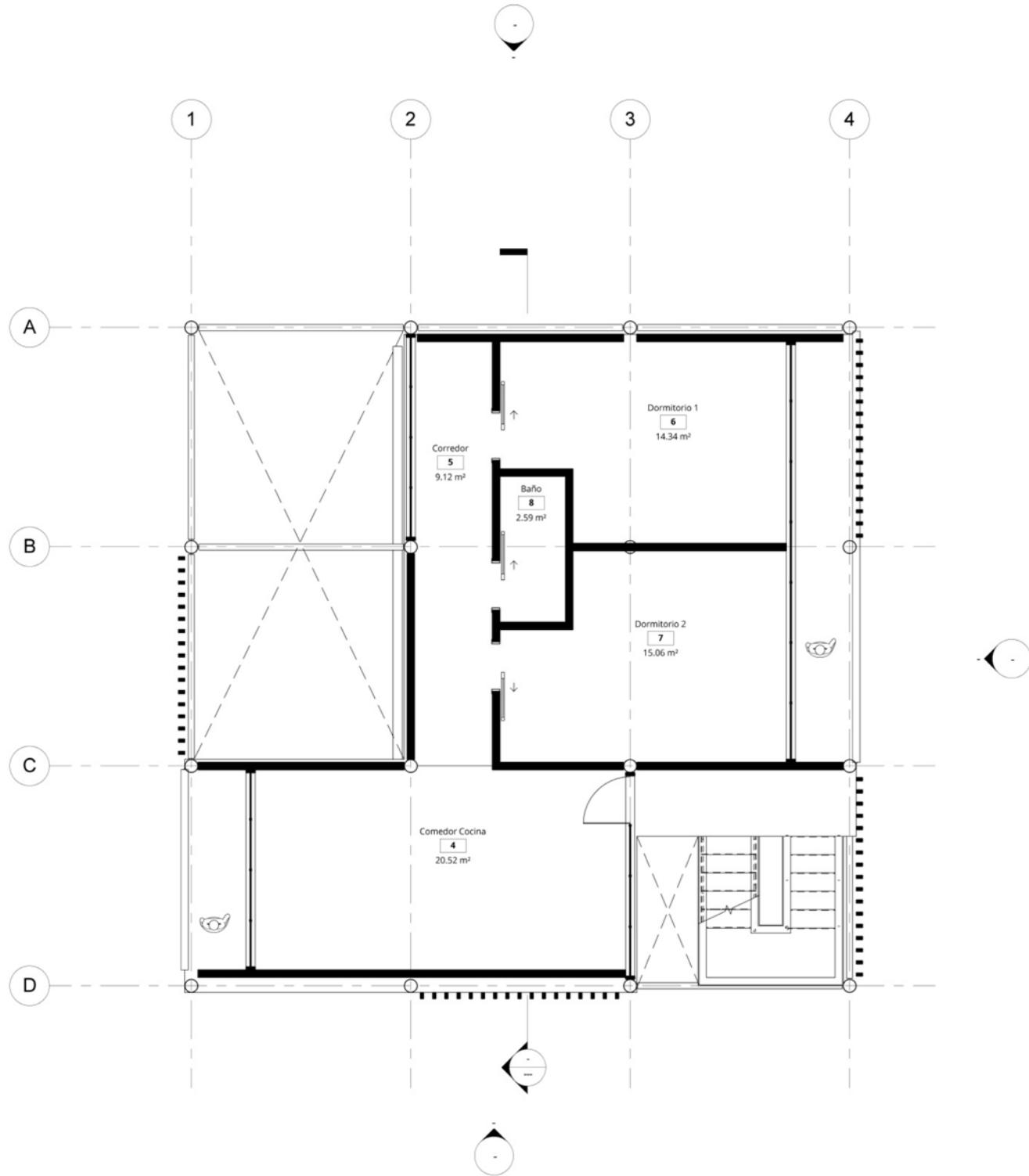


Imagen Nro. 34. *Andino, E. (2020)*. Primer piso. Elaboración propia.

#### **3.6.4 Segundo Piso**

Capaz de generar un área acorde a la capacidad económica del propietario dentro de las posibilidades de crecimiento, se puede acoplar a un área de vivienda extra para alquiler como muchos de los casos en la actualidad de los habitantes del barrio Selva Alegre, o de ser el caso poder construir un área adicional al espacio de la vivienda de planta alta cumpliendo con los requisitos de algunos de los dueños de viviendas actualmente.

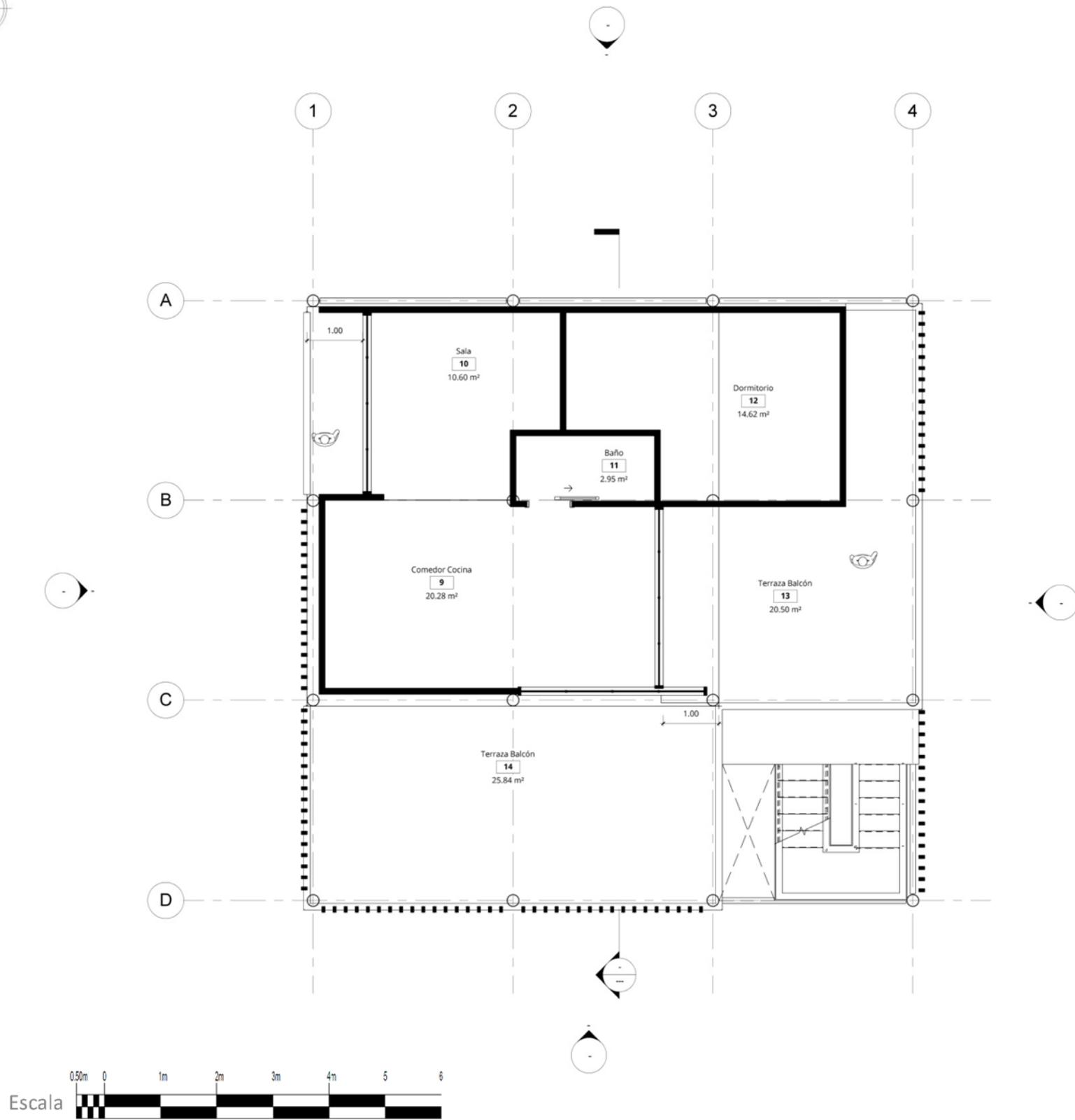


Imagen Nro. 35. *Andino, E. (2020)*. Segundo piso de la vivienda. Elaboración propia.

### **3.6.5 Tercer Piso**

La tercera planta se genera esencialmente con la posibilidad de crear un espacio de uso flexible, así como también podría ser utilizado con carácter comercial. Además de tener un completo sistema constructivo en steel framing, el mismo que no necesitaría de la estructura aporticada, y también de esta manera limitar el crecimiento en altura de la vivienda progresiva respetando la normativa del sector. (Gad Rumiñahui, 2019)

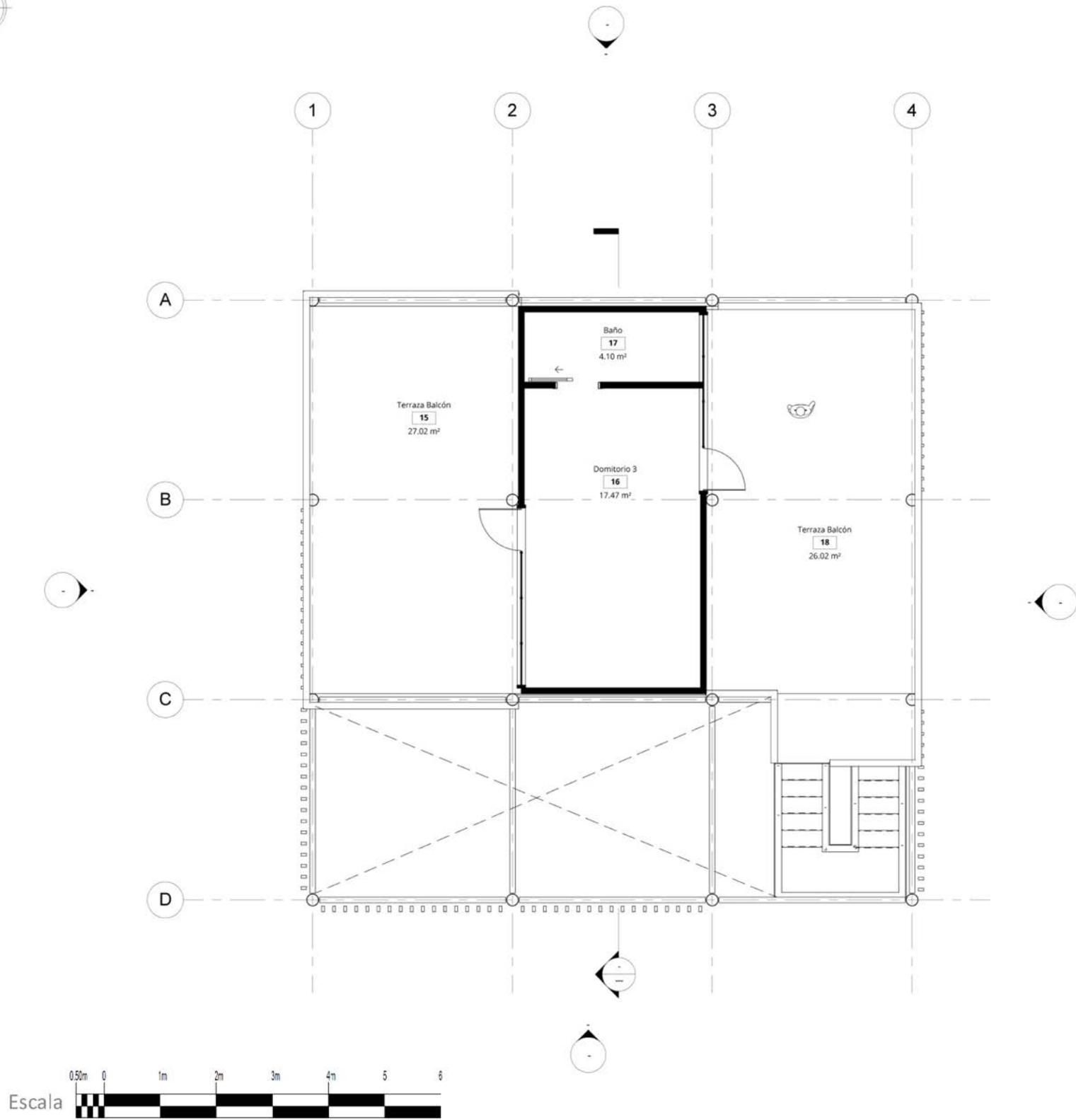
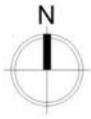


Imagen Nro. 36. *Andino, E. (2020)*. Tercer piso. Elaboración propia.

### 3.7 ELEVACIONES

#### 3.7.1 Elevación Norte

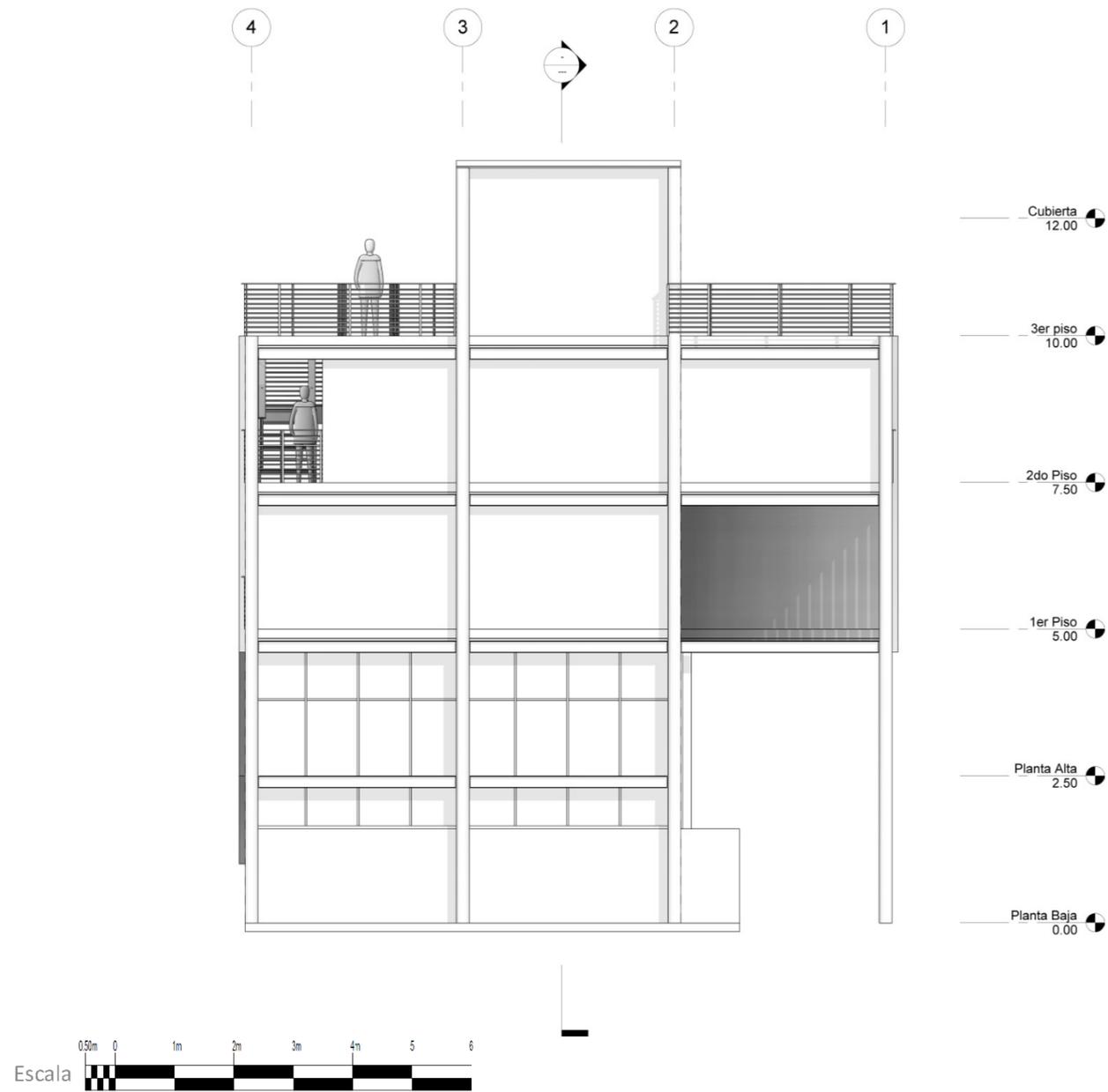


Imagen Nro. 37. *Andino, E. (2020)*. Elevación norte. Elaboración propia.

### 3.7.2 Elevación Sur

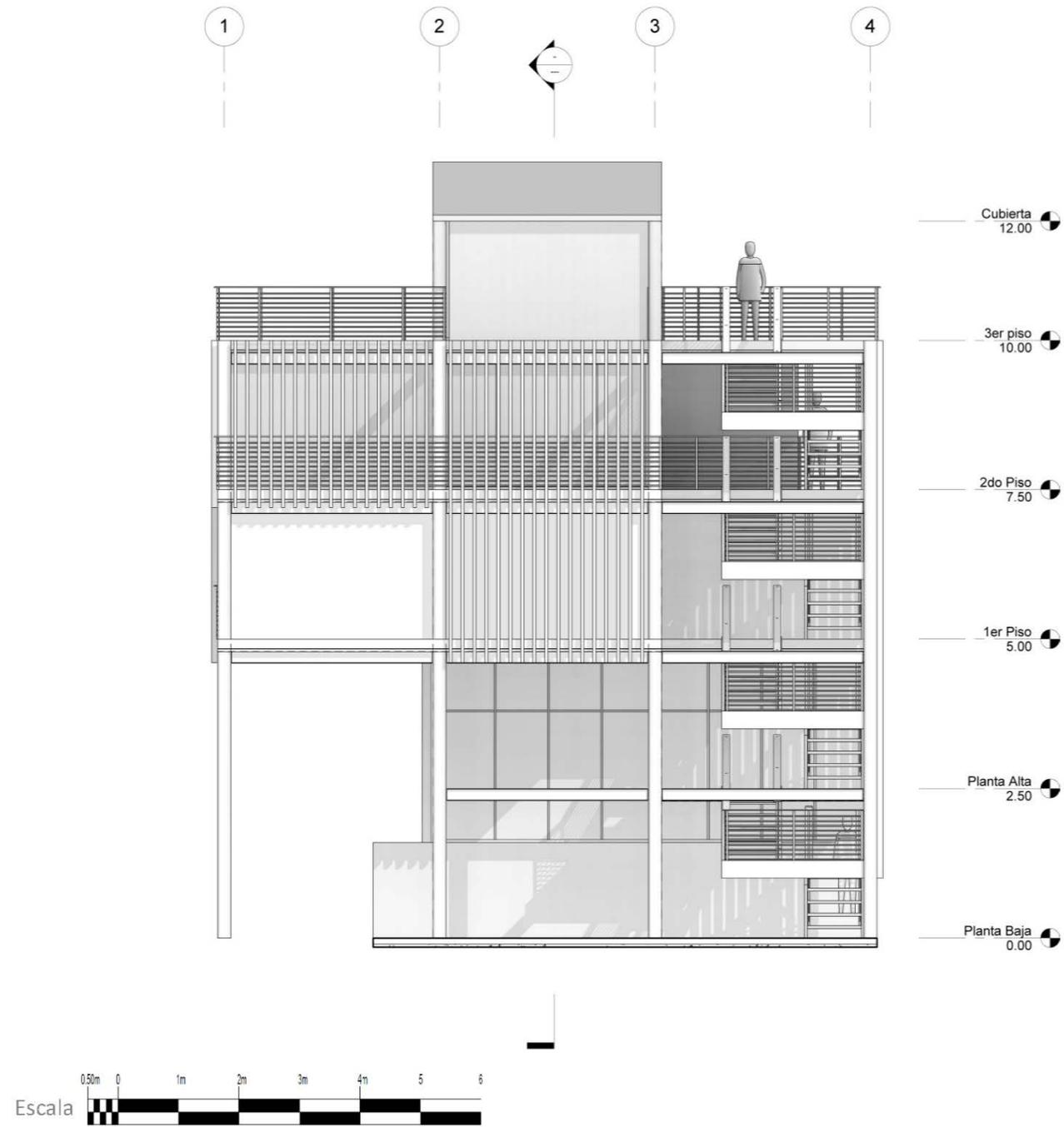
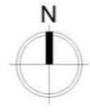


Imagen Nro. 38. *Andino, E. (2020)*. Elevación sur. Elaboración propia

### 3.7.3 Elevación Este

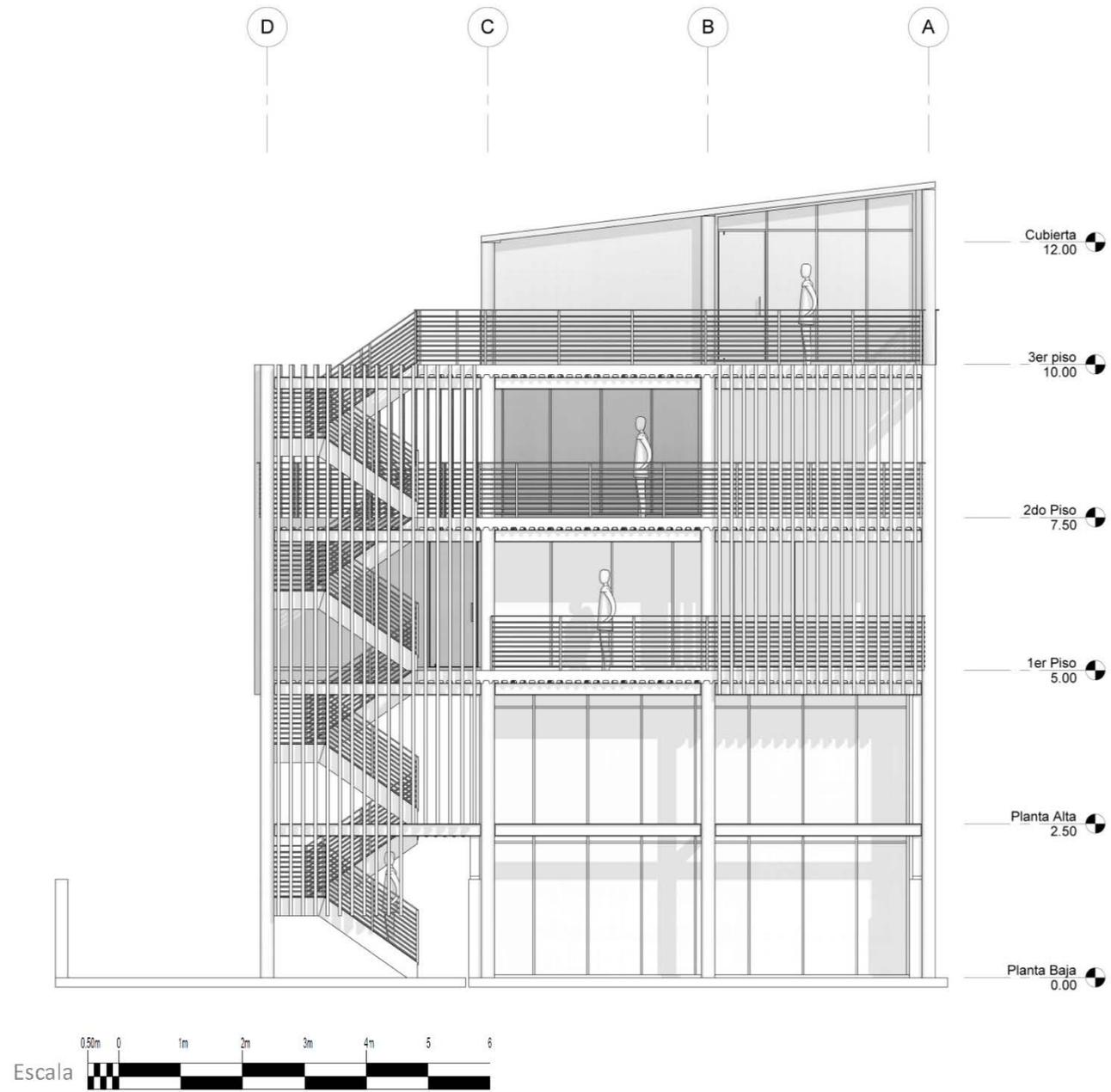
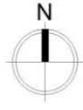


Imagen Nro. 39. *Andino, E. (2020)*. Elevación este. Elaboración propia.

### 3.7.4 Elevación Oeste

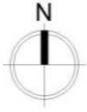


Imagen Nro. 40. *Andino, E. (2020)*. Elevación oeste. Elaboración propia.

### 3.8 CORTE TRANSVERSAL

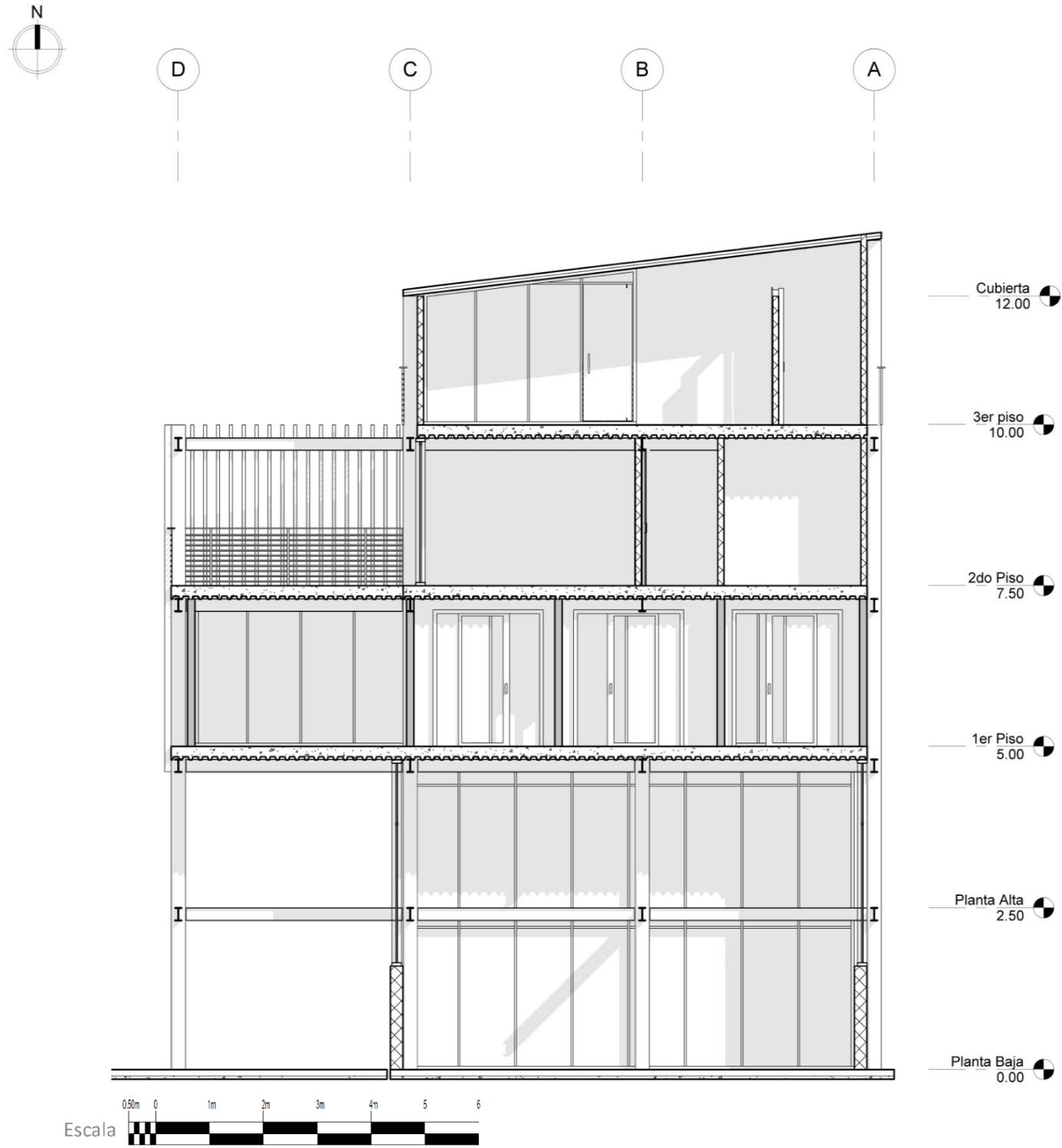


Imagen Nro. 41. *Andino, E. (2020)*. Corte transversal. Elaboración propia.

### 3.9 PERSPECTIVA AÉREA

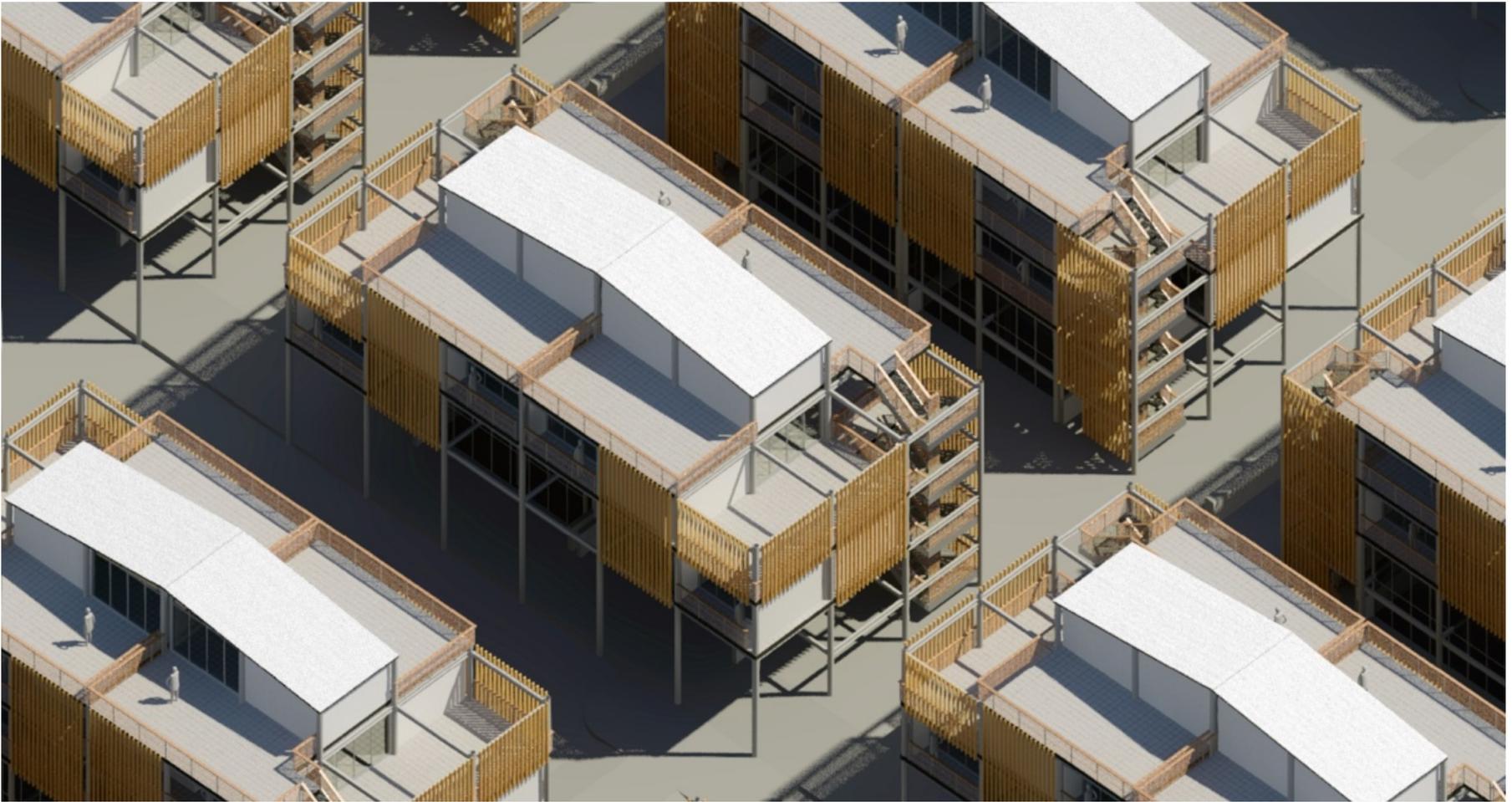


Imagen Nro. 42. *Andino, E. (2020)*. Perspectiva aérea de la vivienda. Elaboración propia.

### 3.10 AXONOMETRÍAS

#### 3.10.1 Vista Completa

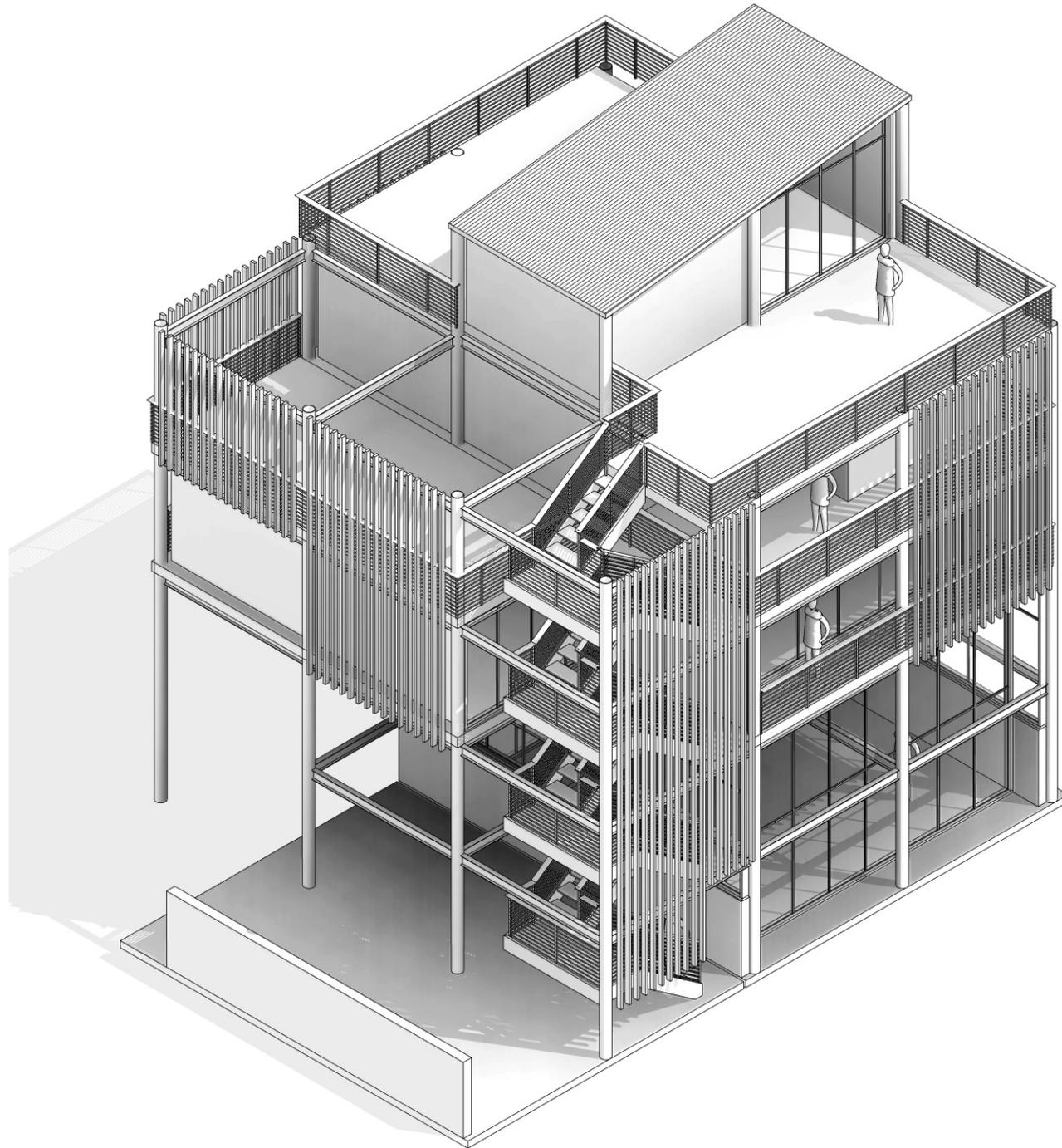


Imagen Nro. 43. *Andino, E. (2020)*. Vista completa axonometría. Elaboración propia.

### 3.10.2 Componentes del Diseño

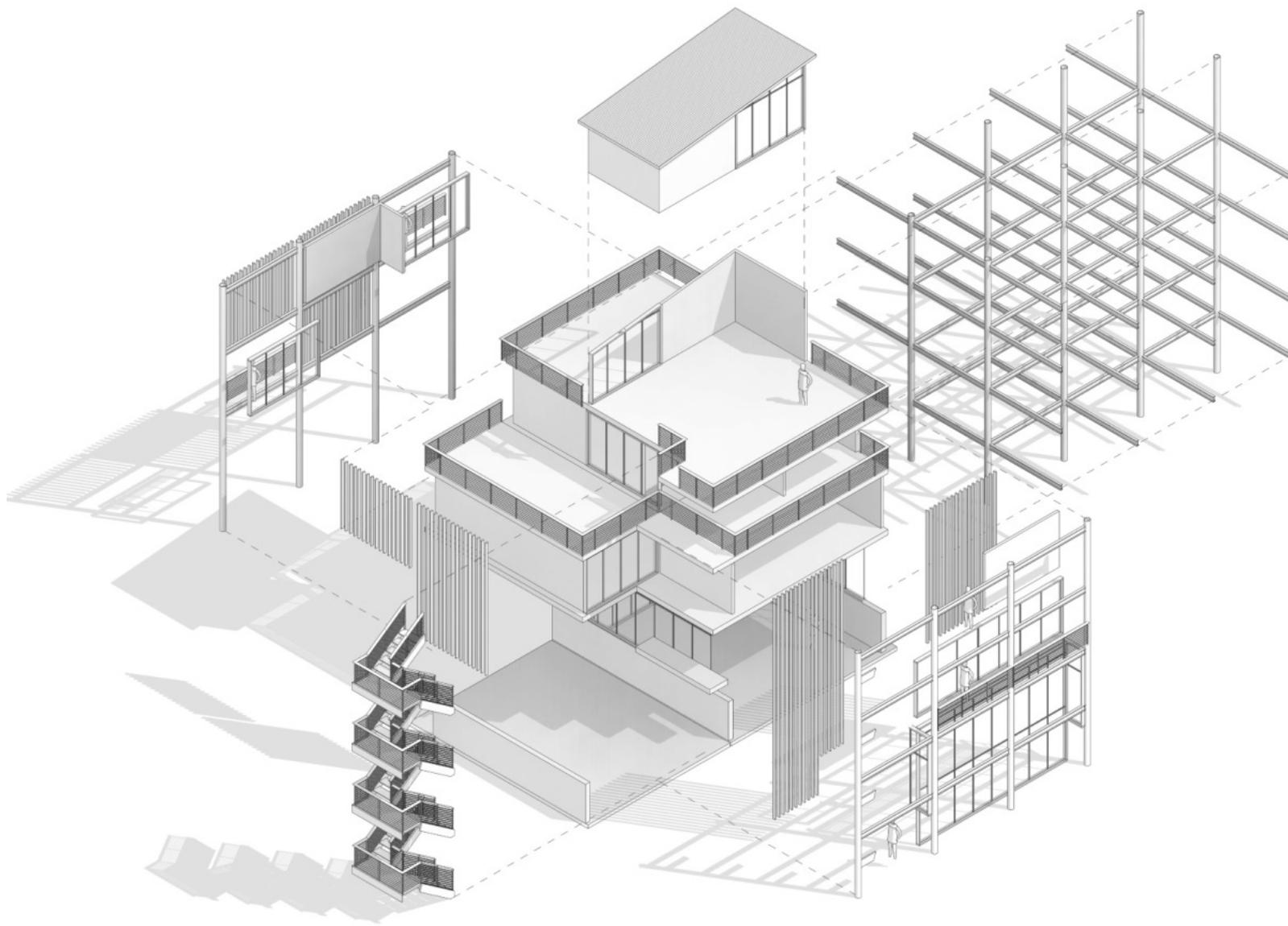


Imagen Nro. 44. *Andino, E. (2020)*. Componentes del diseño. Elaboración propia.

### 3.10.3 Planta Baja

Se identifica el espacio del área comercial, área de parqueadero en planta baja y la unidad con el espacio exterior atraído por las columnas externas que dan acogida a los visitantes.

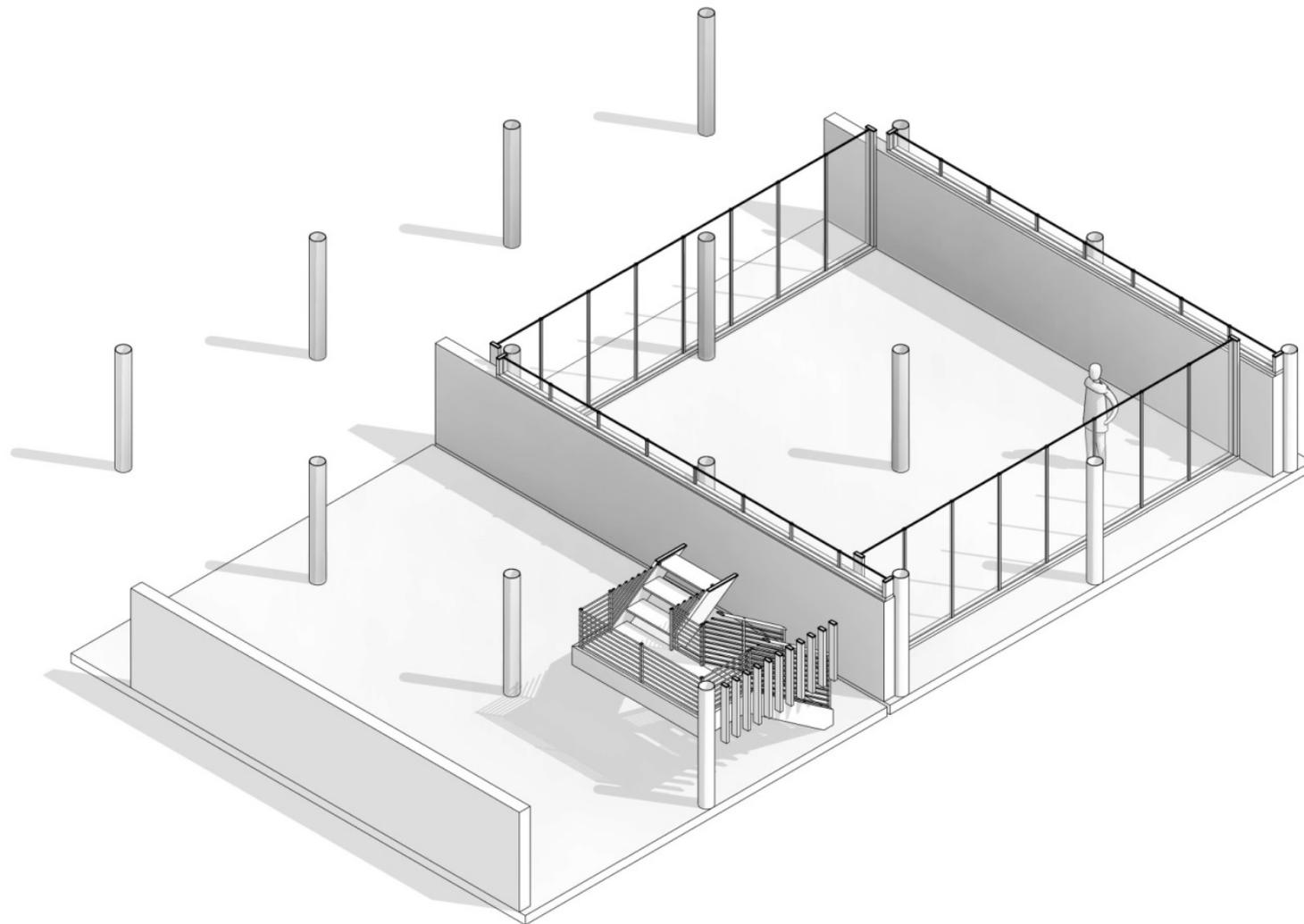


Imagen Nro. 45. *Andino, E. (2020)*. Progresión axonométrica planta baja. Elaboración propia.

### 3.10.4 Planta Alta Flexible

Se genera un espacio vacío que de ser la necesidad del cliente puede ocupar la doble altura a su conveniencia.

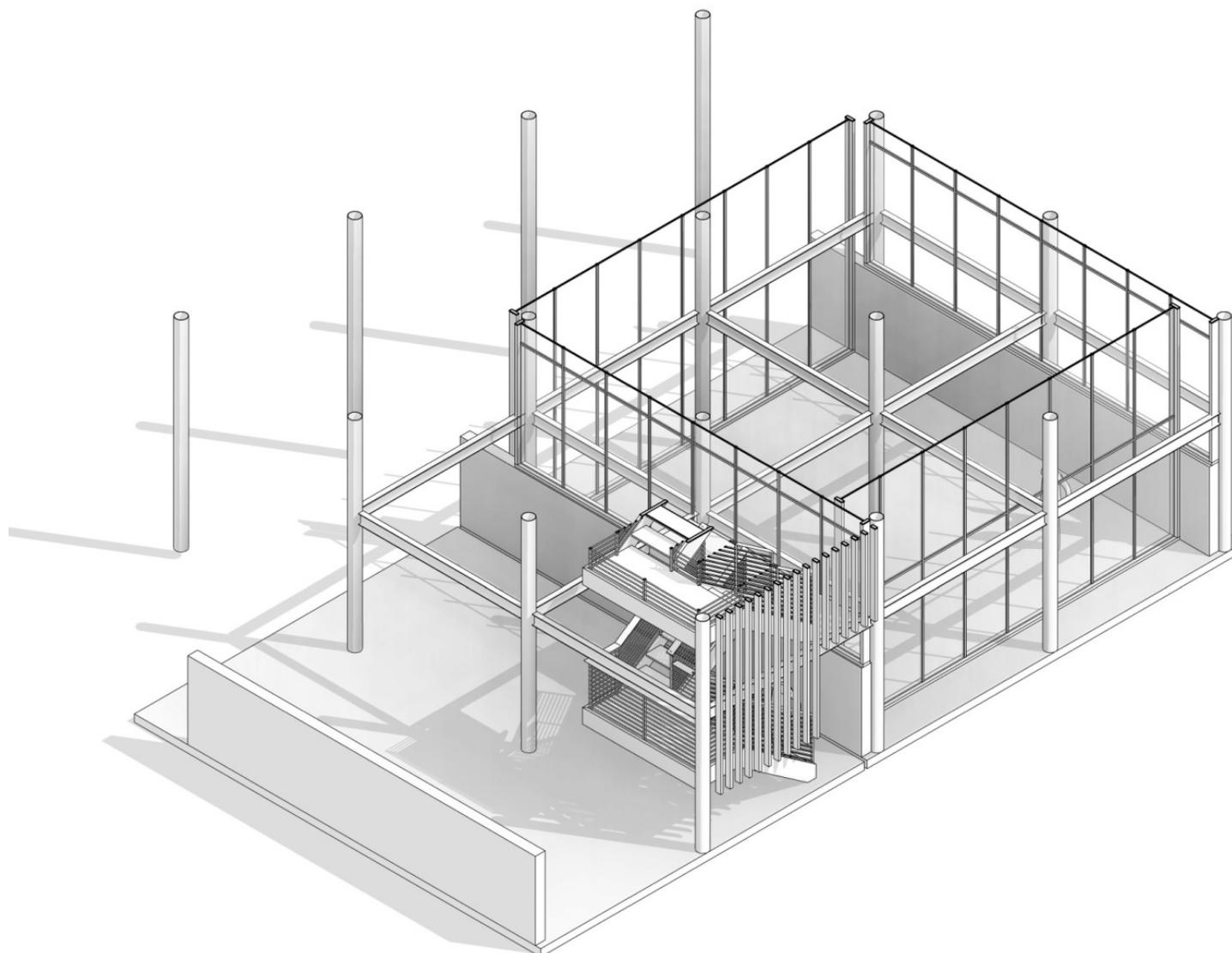


Imagen Nro. 46. *Andino, E. (2020)*. Planta alta flexible. Elaboración propia.

### 3.10.5 Primer Piso

Se evidencia un diseño generador de espacios con óptima iluminación y ventilación natural, dependiendo de las necesidades del cliente se puede macizar el espacio o dejarlo libre generando espacios y volumetrías diferentes entre domicilios del barrio y no son necesariamente genéricos.

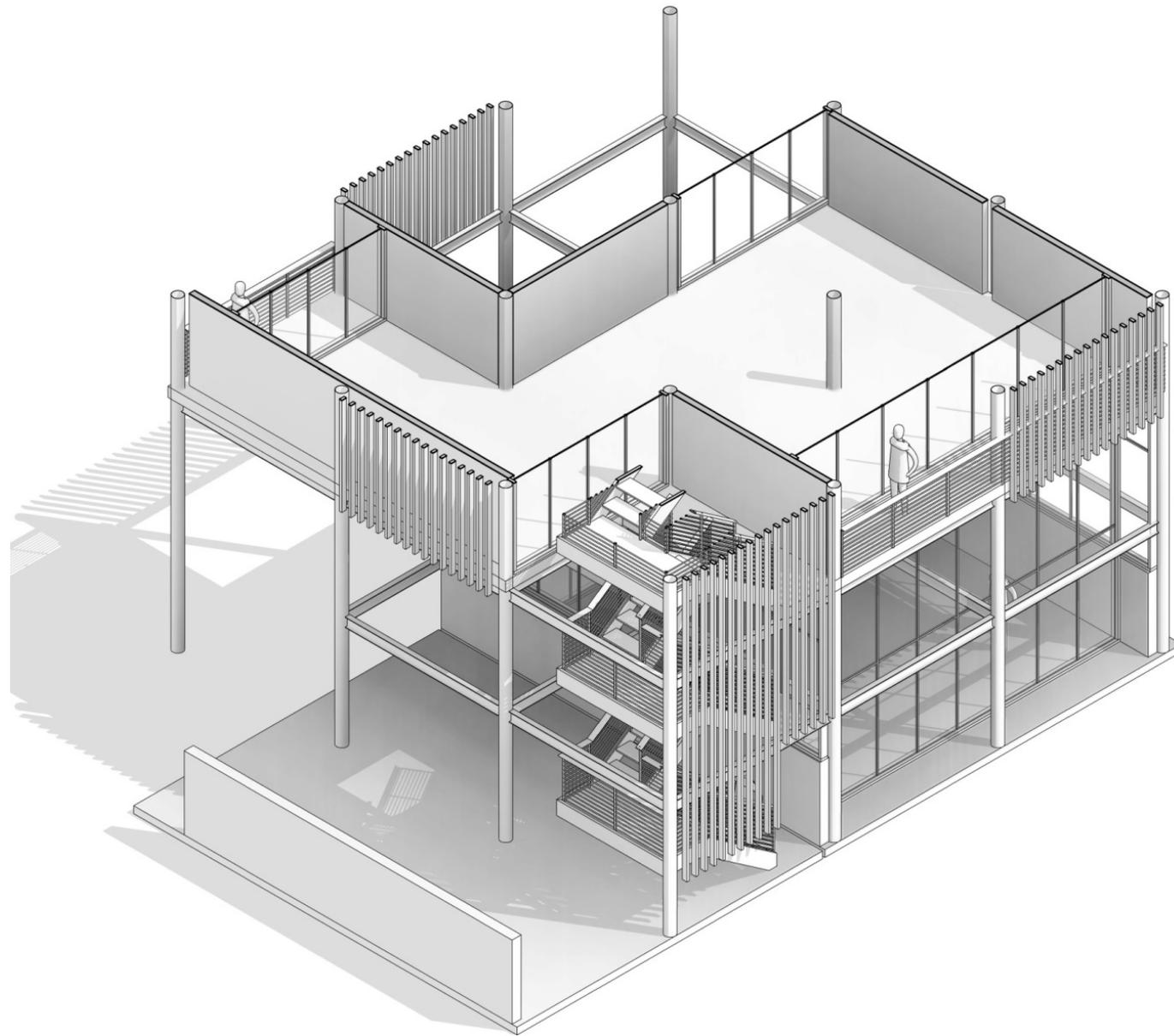


Imagen Nro. 47. *Andino, E. (2020)*. Primer piso. Elaboración propia.

### 3.10.6 Segundo Piso

El piso sigue siendo generado con la posibilidad de crecer, como el ejemplo del primer piso, el mismo caso se plantea en esta área.

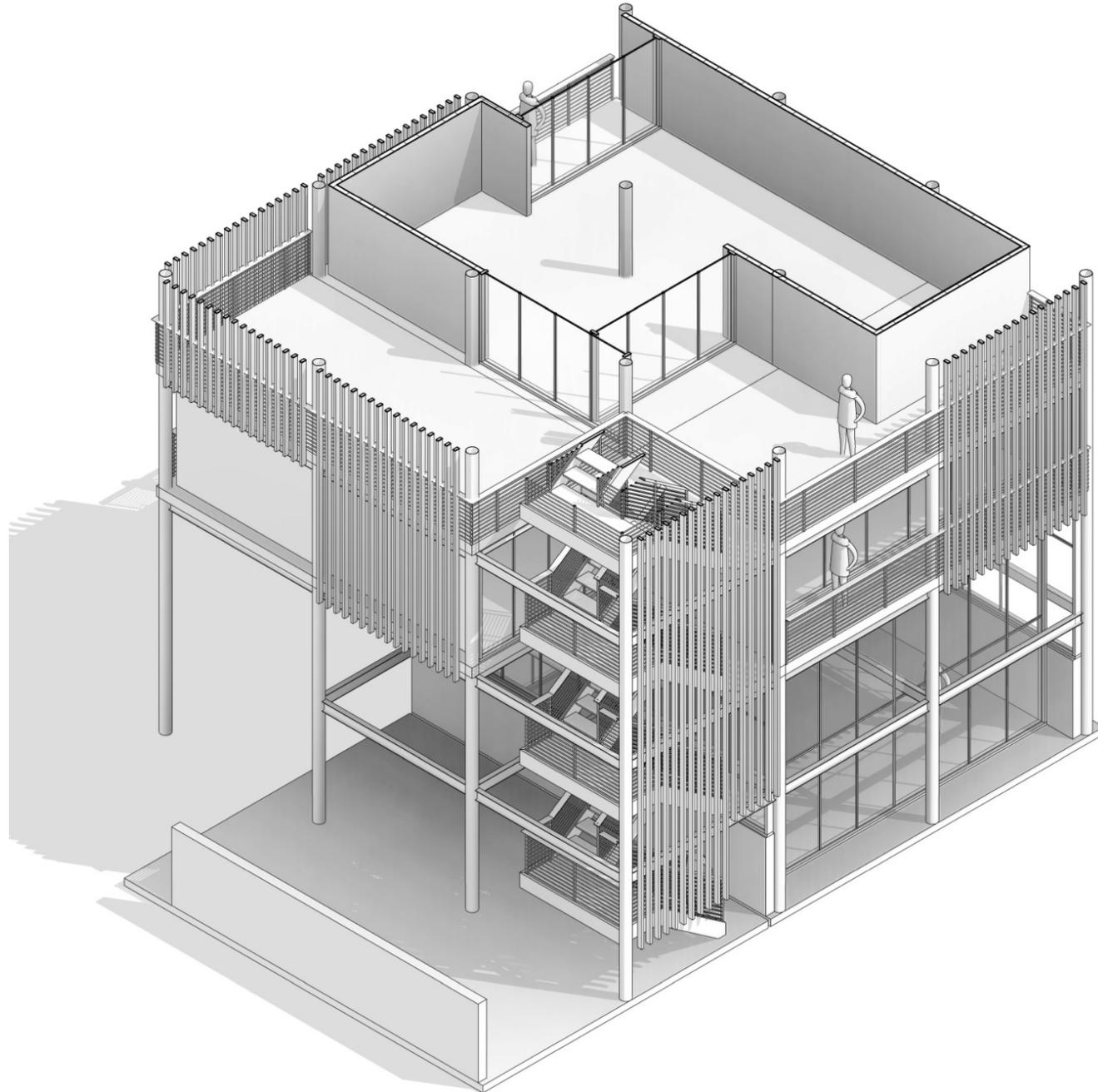


Imagen Nro. 48. *Andino, E. (2020)*. Segundo piso. Elaboración propia.

### 3.10.7 Tercer Piso

La manera de conformar este espacio sería con el sistema constructivo Steel Framing, de esta manera se limita el crecimiento en altura y se generaría un área de múltiples posibilidades.

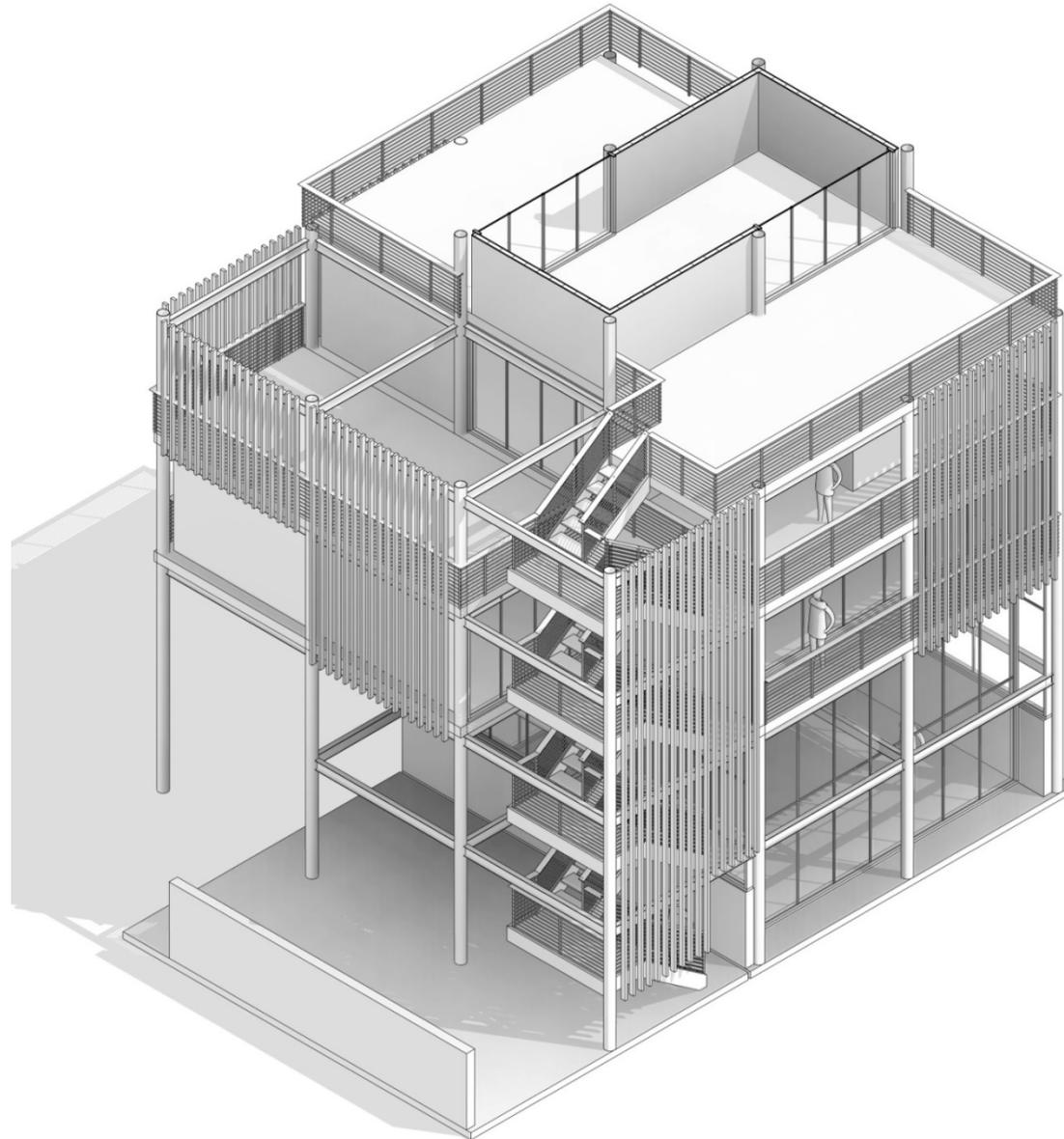


Imagen Nro. 49. *Andino, E. (2020)*. Tercer piso. Elaboración propia.

3.10.8 Sección Axonométrica 1

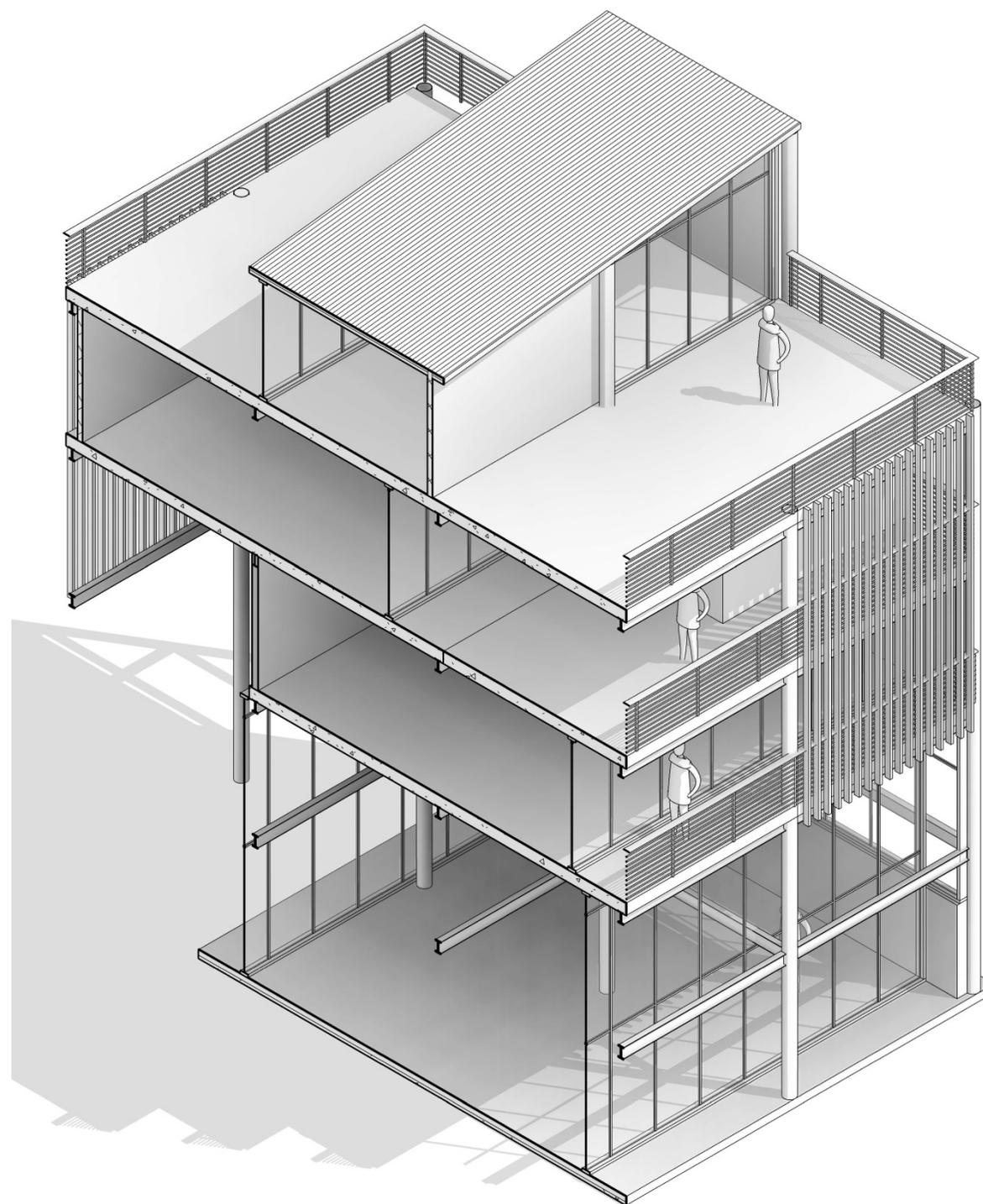


Imagen Nro. 50. *Andino, E. (2020)*. Sección axonométrica 1. Elaboración propia.

3.10.9 Sección Axonométrica 2

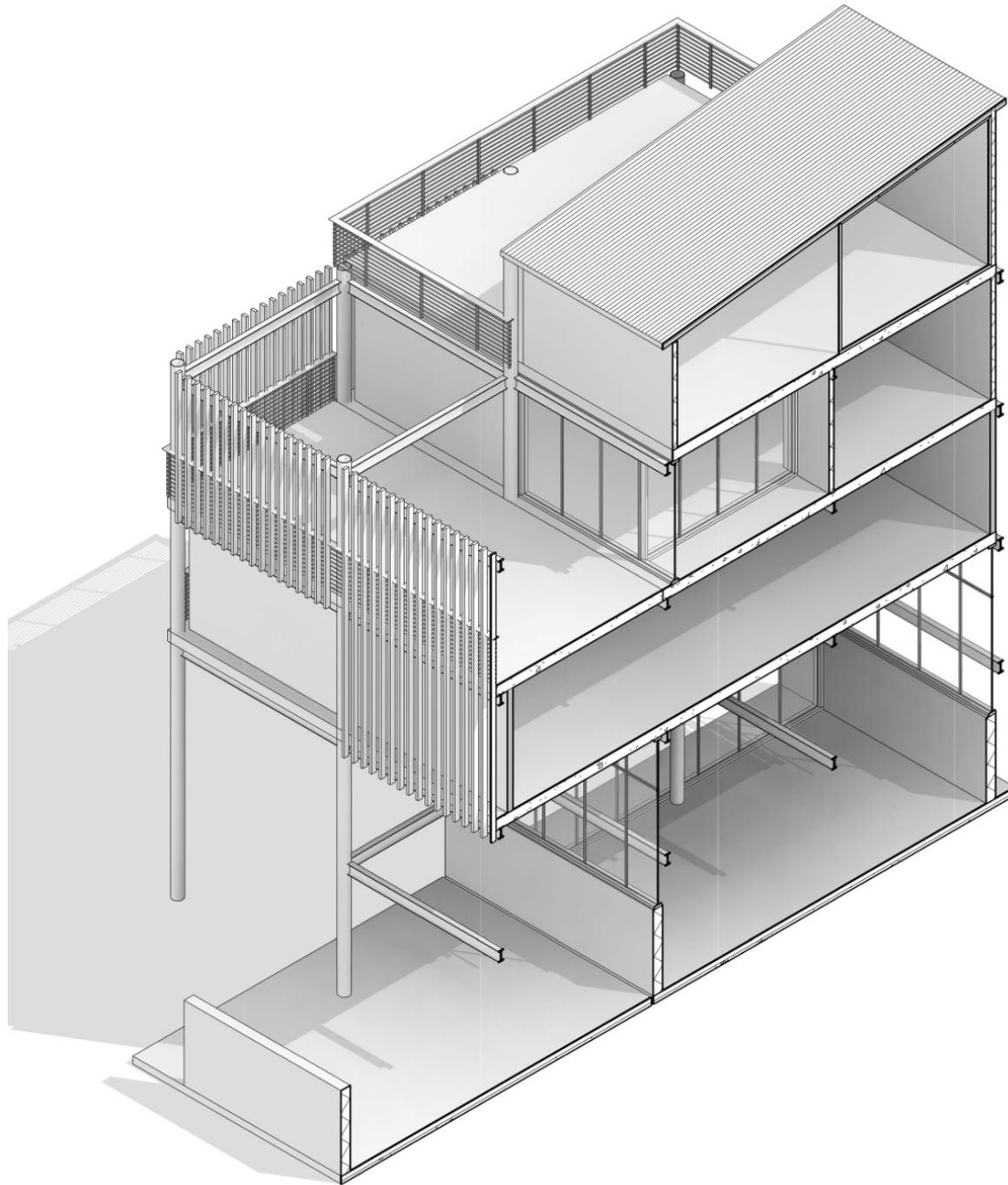


Imagen Nro. 51. *Andino, E. (2020)*. Sección axonométrica 2. Elaboración propia.

### 3.11 PERSPECTIVAS

#### 3.11.1 Perspectiva Aérea del Conjunto



Imagen Nro. 52. *Andino, E. (2020)*. Vista aérea del conjunto habitacional. Elaboración propia.

**3.11.2 Perspectiva Aérea Circulación Peatonal, Vehiculares. Transiciones entre comercio calle, y construcciones con un crecimiento progresivo intermedio de las viviendas**



Imagen Nro. 53. *Andino, E. (2020)*. Perspectiva aérea peatonal circular. Elaboración propia.

### 3.11.3 Perspectiva Peatonal

A pesar de no tener cerramientos, se entiende el límite del peatón versus la vivienda en planta baja, simplemente con la estructura base que genera una barrera psicológica espacial.



Imagen Nro. 54. *Andino, E. (2020)*. Perspectiva peatonal. Elaboración propia.

### 3.11.4 Perspectiva Movimiento y Desarrollo Comercial del Barrio

La inclusión de la estructura hasta la calle genera un espacio de seguridad para el peatón y límite para los vehículos, siendo la idea primordial motivar la caminata de los visitantes.



Imagen Nro. 55. *Andino, E. (2020)*. Perspectiva movimiento y desarrollo comercial protección del peatón versus el vehículo. Elaboración propia.

### 3.11.5 Perspectiva Interior de Área de Vivienda con vista hacia el Barrio

Se visualiza el espacio flexible donde las personas pueden desarrollar sus actividades cotidianas, apropiándose del espacio y ajustándolo a sus necesidades.



Imagen Nro. 56. *Andino, E. (2020)*. Perspectiva interior de área de vivienda. Elaboración propia.

### 3.11.6 Perspectiva Interior de Área Social de Vivienda Progresiva

El espacio interior adecuado para una familia de 4 a 6 personas con una cocina amplia y un comedor que se fusionan para dar una suerte de unificación de los espacios, y una interrelación más directa entre sus usuarios; de igual manera se tiene una cercanía con lo visual hacia el barrio.



Imagen Nro. 57. *Andino, E. (2020)*. Perspectiva interior de área social. Elaboración propia.

## **4. CAPÍTULO IV: PROPUESTA DE SISTEMAS CONSTRUCTIVOS GENERALES PARA LAS VIVIENDAS PROGRESIVAS Y ANÁLISIS DE LOS MISMOS**

### **4.1 HISTORIA DEL SISTEMA LIVIANO EN SECO**

Durante los procesos de colonización de América del Norte, a partir de las migraciones desde 1860, se generó una demanda de nuevas viviendas que con los métodos tradicionales no se lograron atender. De esta manera aparecieron sistemas constructivos con estructuras de madera forradas con tablas, surgiendo así el sistema constructivo liviano en seco. (Eternit, 2013)

Durante la construcción del canal de Panamá a principios del siglo XX, la aplicación de este sistema constructivo, permitió edificar de manera rápida y económica, centenares de viviendas cubriendo la necesidad habitacional de un gran número de familias de los trabajadores.

Hace más de 100 años, en Estados Unidos, se realizaron investigaciones y experimentos sobre materiales que podrían ser utilizados como recubrimiento de las estructuras, decidiendo generar una placa con núcleo de yeso envuelta en hojas resistentes de celulosa, llamándola placa de yeso cartón.

En el año 1933, se presentó por primera vez, la vivienda en sistema liviano en seco, como tecnología moderna para la construcción. La casa llamada Stran-Steel fue construida totalmente con estructura metálica recubierta de

placas de yeso, siendo novedoso e innovador para la época, dando como resultado una edificación que soportaba cambios severos de temperatura y los movimientos sísmicos. (Eternit, 2013)



Imagen Nro. 58. *Andino, E. (2020)*. Primera edificación en sistema constructivo liviano en seco, Stran-Steel. Fuente: Manual Técnico del Sistema Constructivo Liviano en Seco de Eternit 2013.

Las placas de fibrocemento fueron incorporadas, considerando que, se necesitaban placas elaboradas con materiales de alta resistencia mecánica y con total resistencia a la humedad. Asimismo, considerando la mayor exigencia de carga en los entrepisos y las bases de cubiertas, entre otras.

Con las placas de fibrocemento, y las estructuras metálicas de los perfiles livianos de las estructuras metálicas con acero galvanizado, se complementó la aplicación del sistema constructivo liviano en seco, empezándolo a utilizar en países como Estados Unidos y Canadá, y en Europa de manera significativa luego de finalizar la Segunda Guerra Mundial.

#### **4.2 PLACA DE FIBROCEMENTO PARA EXTERIORES**

Son placas que se producen a base de una mezcla homogénea de cemento, sílice de cuarzo y fibras de celulosa. Son fraguadas en hornos de autoclave a vapor de alta presión, por el lapso de 12 horas, esto garantiza una excelente estabilidad dimensional, resistencia mecánica, durabilidad y desempeño.

Estas placas son utilizadas en el sistema constructivo liviano en seco, con la finalidad de obtener construcciones eficientes y resistentes. De esta manera, son fáciles de incorporar a otros proyectos, ya sean para ambientes exteriores como interiores.

Las ventajas de este tipo de construcción, utilizando las placas de fibrocemento son innumerables, por ejemplo: racionalidad constructiva sin mezclas húmedas, mayor velocidad de ejecución de obra, beneficio económico, aislación térmica y acústica, versatilidad de diseño, son reutilizables, entre otras. (Argentina, 2020)

El uso de las placas que se le puede dar son muy variados, por ejemplo: es aplicable en cerramientos exteriores en Steel framing, revestimiento de mampostería tradicional, cielorrasos, entrepisos, tabiques interiores de áreas húmedas, tabiques resistentes al impacto, bajos techos, entre otros.



Imagen Nro. 59. *Andino, E. (2020)*. Placas de fibrocemento. Fuente: punto a punto, diario de negocios Argentina.

Conociendo estos antecedentes, se puede concluir que la placa de fibrocemento es un material amigable con el medio ambiente, que en conjunto con el acero laminado galvanizado y el acero estructural proporcionan un aporte de sustentabilidad y un alto índice de reutilización y reciclaje, lo que es fundamental para una construcción correctamente planteada.

Como es de conocimiento, después del agua y el oxígeno, la arena es el recurso que más se utiliza en la construcción, siendo muy importante la reducción del uso de la misma, debido a que es un material que está siendo insostenible a nivel mundial (Beiser, 2018).

El manejo de la arena en la construcción sigue siendo muy alto, por su importancia en los materiales y sistemas constructivos que se utiliza en general como: el hormigón, bloques, enlucidos, pegado de mampostería entre otros, por lo que la propuesta de paredes livianas es pertinente dando el uso nulo en este tipo de sistemas, además de la estructura de acero que sería el mismo caso.

En términos generales, estos materiales ayudan a obtener certificaciones LEED Y EDGE de eco eficiencia energética, que colaboran con la preservación del medio ambiente, al mismo tiempo de la reutilización de los mismos.

### 4.3 ESTRUCTURA DE ACERO GALVANIZADO, STEEL FRAMING

El sistema constructivo Steel Frame es un conjunto de perfiles colocados en ambos sentidos formando muros, forjado a través de la colocación a una distancia dada (por cálculo estructural) de perfiles de acero galvanizado, hasta conformar cada elemento de la estructura de la edificación.

El Steel Frame permite utilizar casi cualquier tipo de revestimiento como terminación exterior e interior, facilitando a través de las capas que conforman el muro la colocación de aislamientos e instalaciones. Su gran ventaja es que al ser industrializado la construcción es en “seco”, de esta manera se reduce el tiempo y los costos de la construcción.

Es importante mencionar que, el peso de estas estructuras es muy reducido comparado con una estructura tradicional, lo que permite un ahorro en materiales y hace que el sistema se comporte adecuadamente ante cargas horizontales. La estructura se calcula de acuerdo a normas o reglamentos existentes, que establecen los espesores de los perfiles y las fijaciones necesarias. (Toribio, 2013)

Los perfiles están elaborados por un sustrato de acero recubierto en ambas caras con una aleación de aluminio y zinc en una línea de producción continua. Bajo la norma ASTM A 755, son hojas de metal recubiertas por inmersión en caliente y pre pintadas para productos de construcción expuestos al medio ambiente. (Tugallt, 2020)

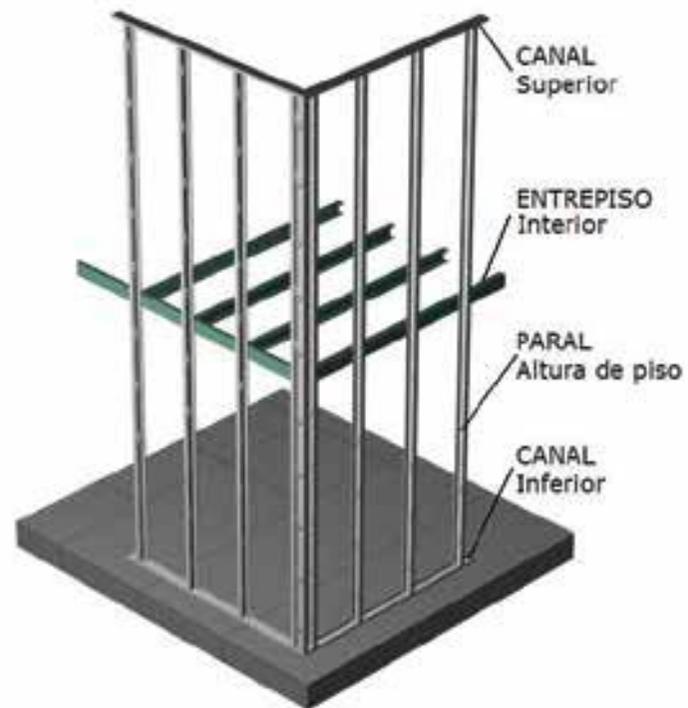


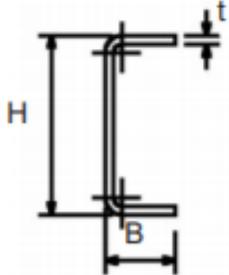
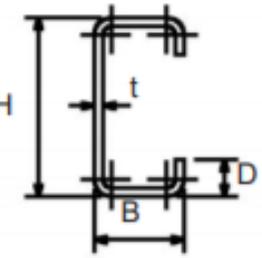
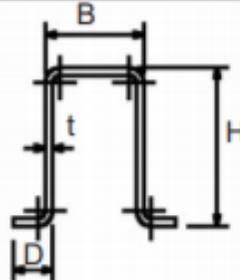
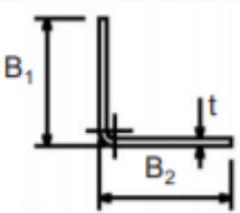
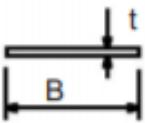
Imagen Nro. 60. *Andino, E. (2020)*. Sistema steel framing. Fuente: Manual de Sistema Constructivo Liviano en Seco, Eternit 2013.

La perfilería se realiza con un material de alta resistencia mecánica, estabilidad física, y reciclable. Están formados de láminas delgadas producidas en bobinas de acero bajo carbono de diferentes dimensiones y espesores, a través de la técnica del rodado en frío. Se les confieren propiedad de resistencia y protección contra la corrosión. (Eternit, 2013)

El método constructivo del Steel Framing, utiliza un juego de perfiles de acero galvanizados de espesores delgados, con los cuales es posible formar los entramados de muros, pisos y cubiertas, por simples encastrados y uniones entre los perfiles.

Asimismo, la admisión de perfiles racionalmente diseñados permite formar una variedad de combinaciones con la ventaja de piezas modulares y estandarizadas, lo cual apunta a una reducción de los costos por producción masiva de esos perfiles y por técnicas estándar de fabricación y de construcción.

Es importante destacar que, el número de perfiles debe ser limitado, para que con pocos elementos modulares sea posible lograr construcciones variadas. (Dannemann)

SECCIÓN TRANSVERSAL	Designación	Utilización
	Perfil U $H \times B \times t$	Solera Puntal Bloqueador Cenefa Atiesador
	Perfil C $H \times B \times D \times t$	Montante Viga Puntal Atiesador Bloqueador Correa Cabio Larguero
	Perfil Galera $H \times B \times D \times t$	Correa Larguero Puntal
	Angulo Conector $B_1 \times B_2 \times t$	Conector Atiesador Puntal
	Cinta Fleje $B \times t$	Riostras Tensores Diagonales

Designaciones: H Altura del alma (web)  
B Ancho del ala (flange)  
t Espesor (thickness)  
D Ancho de pestaña (lip)

Imagen Nro. 61. *Andino, E. (2020)*. Ejemplo de identificación de perfiles conformados en frío y sus aplicaciones.



Imagen Nro. 62. *Andino, E. (2020)*. Perfilera galvanizada, Proyecto Azuay de Tugalt Ecuatoriana.

Se puede destacar que, la utilización de este sistema constructivo será cada vez más importante en el Ecuador debido a su riesgo sísmico, ya que es un sistema constructivo con una excelente eficiencia sismo resistente y que proporciona confort termo- acústico a las edificaciones.

#### 4.4 SISTEMAS CONSTRUCTIVOS Y SU APLICACIÓN EN DESASTRES NATURALES

Cuando se combinan sistemas constructivos tradicionales y estructurales se consigue reforzar la respuesta del edificio en determinadas situaciones. Cuando se emplean dos tipos de estructura, hay una base y otra complementaria en una edificación.

Combinando el acero estructural u hormigón, se obtiene que los perfiles ligeros sigan teniendo protagonismo y formando parte importante de la estructura. Su complemento estructural le añade la rigidez o estabilidad necesaria, buscando prolongar la vida del edificio y poder conseguir la aplicación del Steel Frame en lugares de diferentes características por naturaleza.

En Estados Unidos, es común fusionar la estructura de perfiles ligeros de acero conformado en frío con otros materiales en zonas sísmicas, o para conseguir mayor altura. En California, por ejemplo, conocida como una región de riesgo sísmico alto, ha funcionado hasta el momento, el sistema mixto con Steel Frame.

En República Dominicana, para la utilización del Steel Frame, por sí solo, se necesitan investigaciones y ensayos más profundos y específicos. Es por esto que su implementación en el país podría ser actualmente cuestionada. Sin embargo, un sistema mixto, combinado con núcleos rígidos de hormigón armado y calculado correctamente podría funcionar adecuadamente. (Toribio, 2013)

Tomando en consideración los ejemplos y postulados anteriores, se decide proponer el sistema constructivo del proyecto en construcción mixta de acero estructural, losas de hormigón alivianadas con placa colaborante de acero y paredes livianas de steel framing.

Considerando un aporte importante en la economía de la construcción en general (ver tabla comparativa de rubros) ya que al tener un peso no mayor a los 30 kg por metro cuadrado versus la construcción tradicional de bloque que esta alrededor de los 180 a 250 kg por metro cuadrado según la normativa de construcción (MIDUVI , 2015) por lo que usando este tipo de mampostería liviana disminuye el peso de carga para la estructura portante de acero.

Tabla 5. *Andino, E. (2020)*. Tabla comparativa peso metro cuadrado sistema tradicional versus sistema liviano en seco.

Elaboración propia.

<b>MAMPOSTERÍA TRADICIONAL</b>	<b>SISTEMA LIVIANO EN SECO</b>
180 a 250 kilos / M2	25 a 30 kilos / M2

El sistema de construcción liviana, debido a su rápida ejecución, lo hace un método propicio para este tipo de construcciones; los perfiles pueden ser fabricados en el mismo sitio de la obra conformando paneles y otros elementos rápidamente, ahorrando gran cantidad de tiempo, costos, recursos y mano de obra. (Cáceres, 2018)



Imagen Nro. 63. *Andino, E. (2020)*. Viviendas de interés social en steel framing. Fuente: <http://www.iucose.com.uy/espanol/2do-congreso-de-steel-frame-en-san-pablo-14?nid=22>

En concordancia a la rapidez, contribuye a ser un sistema constructivo eficiente, limpio y con mejores resultados que el sistema tradicional de construcción.

A continuación se puede observar los rendimientos aproximados en diferentes materiales de construcción, entre ellos los sistemas livianos en seco con 18,50 metros cuadrados con steel frame, placa de yeso y 15 metros cuadrados con placa de fibrocemento autoclavado.

Tabla 6. *Andino, E. (2020)*. Tabla comparativa de rendimientos con diferentes materiales y sistemas constructivos.

Elaboración propia.

<b>RENDIMIENTO M. DE OBRA CON DIFERENTES MATERIALES Y SISTEMAS CONSTRUCTIVOS</b>	
<b>Sistema Constructivo</b>	<b>m<sup>2</sup> /cuadrilla/ día</b>
<b>Muro en bloque No. 4</b>	<b>6,72</b>
<b>Muro en ladrillo Prensado</b>	<b>4,70</b>
<b>Muro en bloque de concreto E=0,20</b>	<b>7,14</b>
<b>Muro en ladrillo Recocido</b>	<b>4,30</b>
<b>Muro en Sistema Constructivo en Seco, con placas de yeso</b>	<b>18,50</b>
<b>Muro en Sistema Constructivo en Seco, con placas de Fibrocemento</b>	<b>15,00</b>

Mencionando el desastre ocurrido en el terremoto de Manabí y Esmeraldas del año 2016, se plantea el Plan de Reconstrucción y Reactivación post terremoto 2018, en el que se considera lo siguiente:

“Hábitat y Vivienda, la recuperación del hábitat de las poblaciones constituye un reto para el Gobierno Central en coordinación con los GADs, siendo el objetivo principal alcanzar territorios resilientes y sustentables. La reconstrucción del hábitat debe ser planificada y coherente, considerando la interconexión urbana y rural, respetando sus diferentes dinámicas, para de esta manera contar con asentamientos humanos capaces de responder eficientemente a futuros eventos catastróficos”.

En base a lo mencionado, la reconstrucción de los territorios estará encuadrada en condiciones técnicas adecuadas, utilizando sistemas constructivos sismorresistentes que cumplan con la normativa vigente.

La recuperación del hábitat permitirá la restitución y recuperación del tejido social fragmentado. La reconstrucción se plantea entonces como una oportunidad para adoptar y aplicar la normativa de construcción vigente, promoviendo su conocimiento y aplicación, tanto en proyectos públicos y privados.

El cumplimiento de la Norma Ecuatoriana de Construcción y la aplicación de buenas prácticas constructivas debe ser un compromiso asumido por todos los actores involucrados con el sector de la construcción. (Ecuador, 2017)

## 4.5 NORMATIVA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN

La siguiente información aquí prestada fue obtenida de la norma ecuatoriana de la construcción:

Capítulo 10. NEC\_SE VIVIENDA

Página: 61

Artículo: 6.8

### 6.8. Muros portantes livianos de acero (steel framing)

El diseño de muros portantes de mampostería confinada se hará conforma a la sección 9.

Son los muros portantes basados en el sistema Steel Framing (Sistema de Estructuras Livianas, SEL), construido con perfiles de acero estructural galvanizados doblados en frío. Estos muros deberán diseñarse de acuerdo a los requisitos mínimos establecidos en la norma AISI S200-07 y sus estándares referenciales mostrados a continuación:

- General Provisions
- Floor and Roof system Design
- Wall Stud Design
- Header Design
- Lateral Design
- Truss Design

También se puede usar como referencia el Manual de Ingeniería de Steel Framing del ILAFA.

La Norma Nacional indica que se debe guiar con las normas internacionales de construcción para la aplicación del steel framing, la cual ya tiene muchos años de creación y experiencia en este sistema constructivo, como se analizaba en el apartado de historia.

Siguiendo estos manuales y catálogos se tienen resultados óptimos de construcción. También, al estar acostumbrados a los sistemas tradicionales de construcción, en el Ecuador estos sistemas constructivos tan importantes no se los tomaba en consideración.

En base a la experiencia del terremoto de 2016 en Esmeraldas - Manabí, se dio un giro a la manera de pensar tanto a clientes como constructores, dando amplitud a sistemas de construcción de tecnología avanzada y con gran pensamiento de cuidado por el medio ambiente, y así tratar de combinar la tecnología de punta con la naturaleza que nos rodea y no ser invasores o depredadores de nuestro medio ambiente y de los demás seres vivos que existen en nuestro planeta. (Dark Ecology, 2019)

#### 4.6 DETALLES CONSTRUCTIVOS GENERALES PARA LA VIVIENDA PROGRESIVA

Es importante socializar los detalles constructivos para que sean absorbidos por parte de los constructores e interesados, por lo que se presentan entre estos:

- **La generación de bastidores de pared simple sin vanos;** para su respectiva fabricación, estos son muy importantes ya que serán en su mayoría contruidos por mano de obra calificada, la misma que necesita de planos para no cometer errores en su elaboración; además que ayudan a cuantificar de manera precisa la cantidad de acero, tornillería y placas de forrado y así tener un mejor uso de los recursos.

LISTADO DE CORTE				
	Cantidad	Perfil	Longitud [mm]	Elemento
D	2	FLEJE 30x0.5	2277	HORIZONTAL BRACING
B	3	STUD 100x0.93	2698	MONTANTE
A	1	STUD 100x0.93	2698	MONTANTE
F	1	STUD 100x0.93	2698	MONTANTE
E	1	TRACK 100x0.93	2279	SOLERA DE PANEL
C	1	TRACK 100x0.93	2279	SOLERA DE PANEL

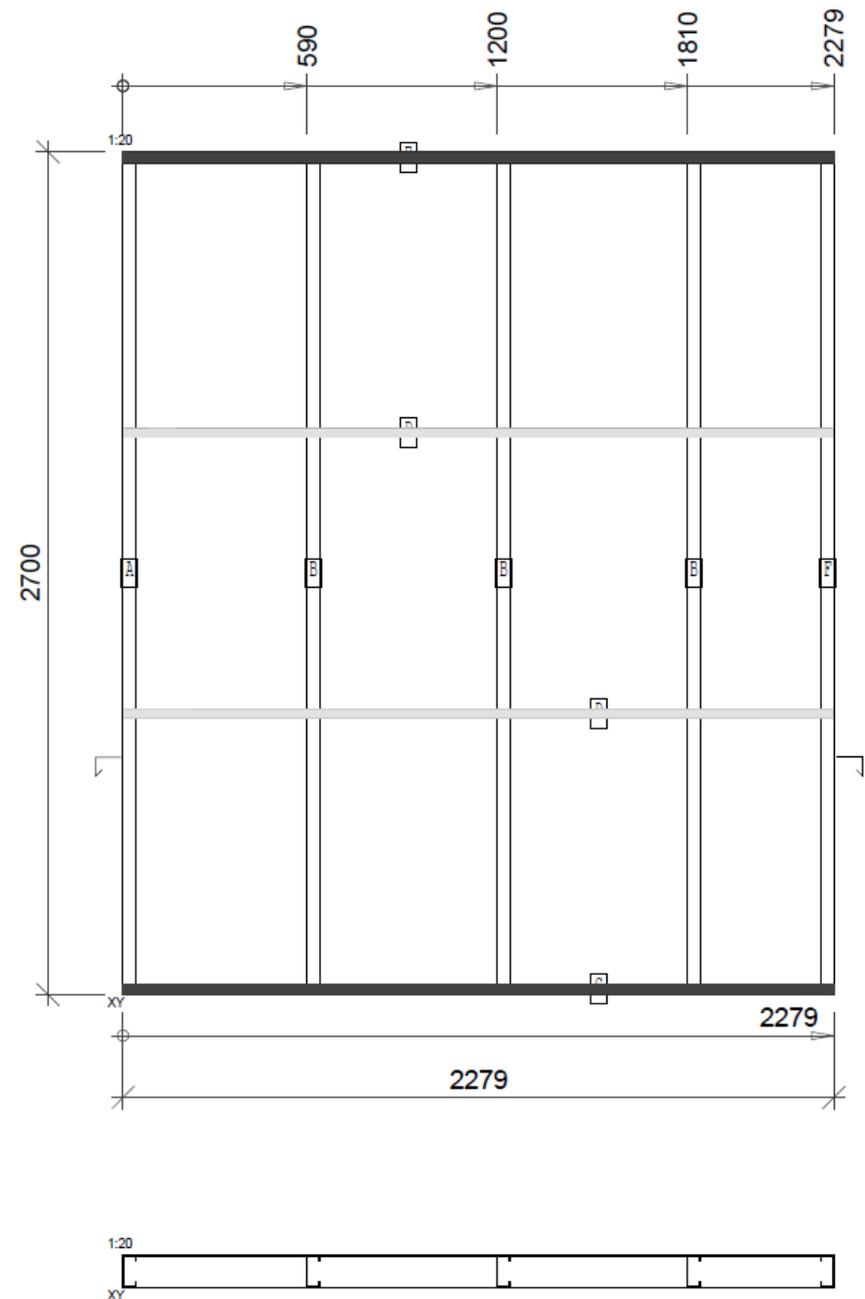
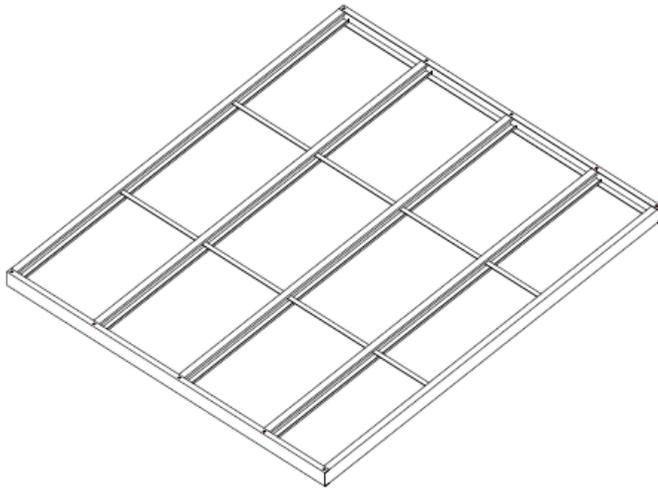


Imagen Nro. 64. *Andino, E. (2020)*. Bastidores de pared simple. Elaboración propia.

- **Construcción de pared con Vanos (puertas y ventanas), con este diseño podemos revisar todas las composiciones y materiales necesarios, además de instruir al instalador con todos los detalles para elaborar de manera correcta el elemento.**

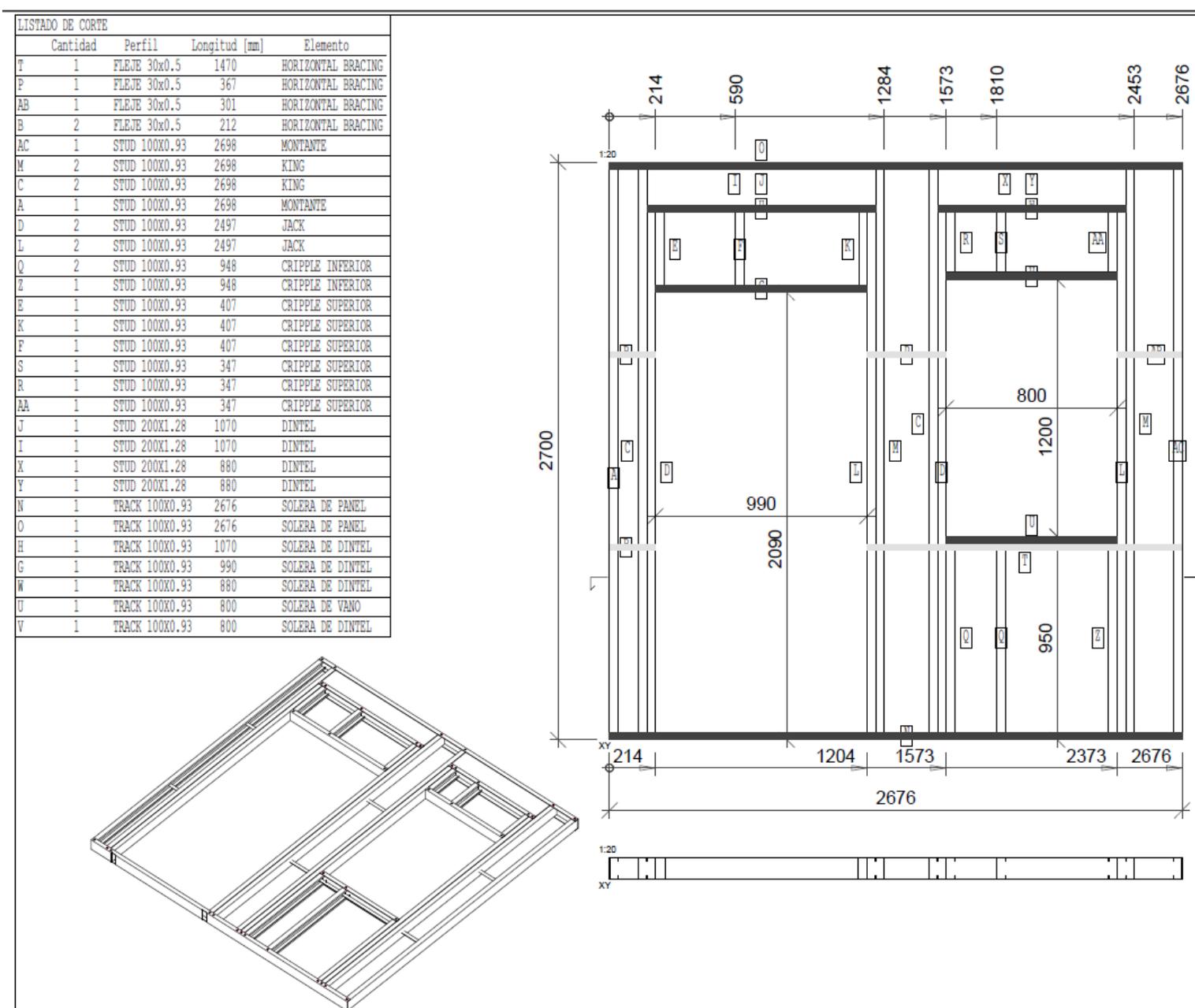


Imagen Nro. 65. *Andino, E. (2020).* Construcción de pared en vanos. Elaboración propia.

- **Detalles de ensamble T y Esquinero;** este detalle es uno de los muchos que no suelen ser bien logrados en la obra por falta de conocimiento o falta de detalle constructivo, y se puede cometer errores de no completar los perfiles necesarios para poder colocar las placas de manera adecuada.

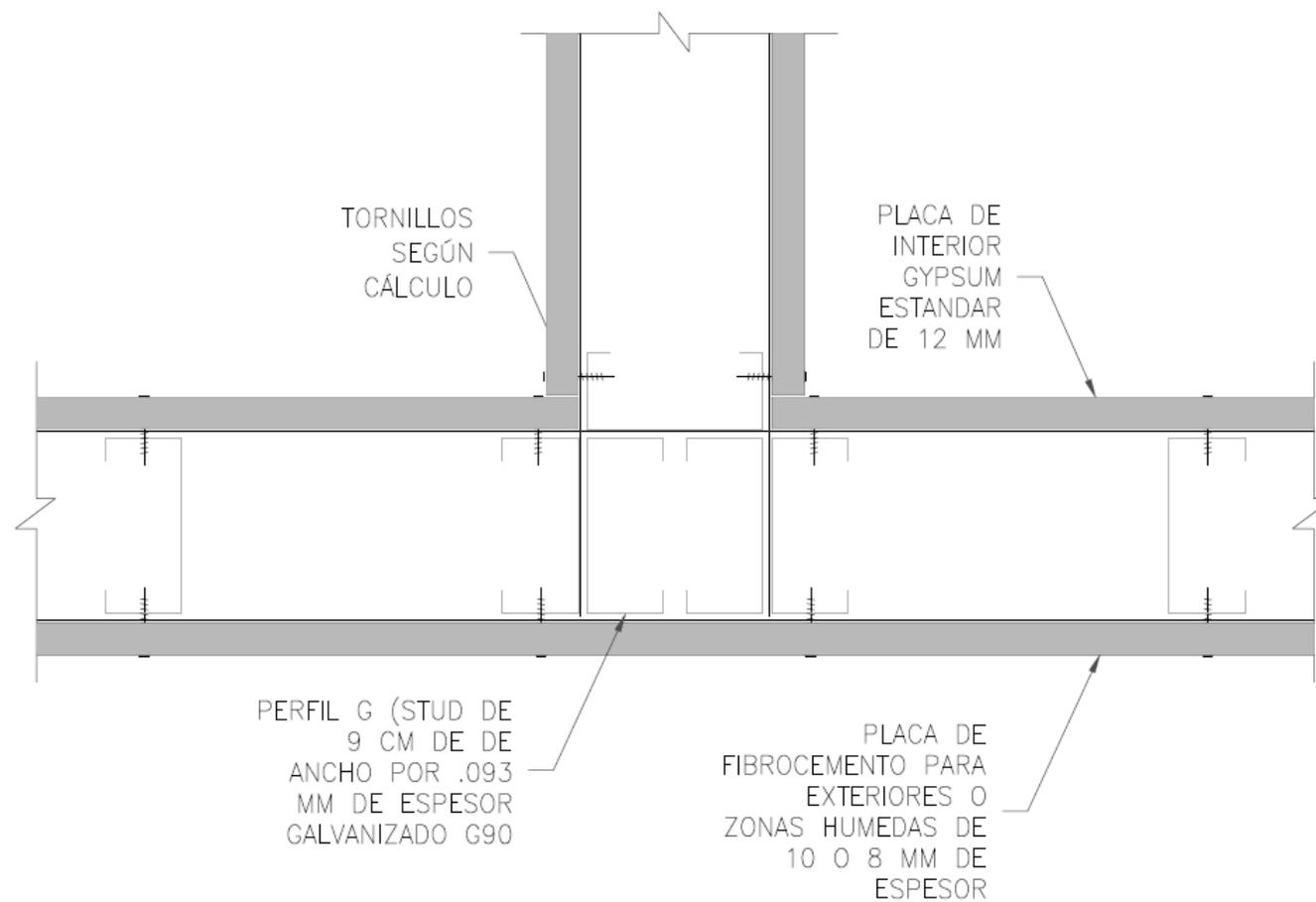


Imagen Nro. 66. *Andino, E. (2020)*. Intersección en T. Elaboración propia.

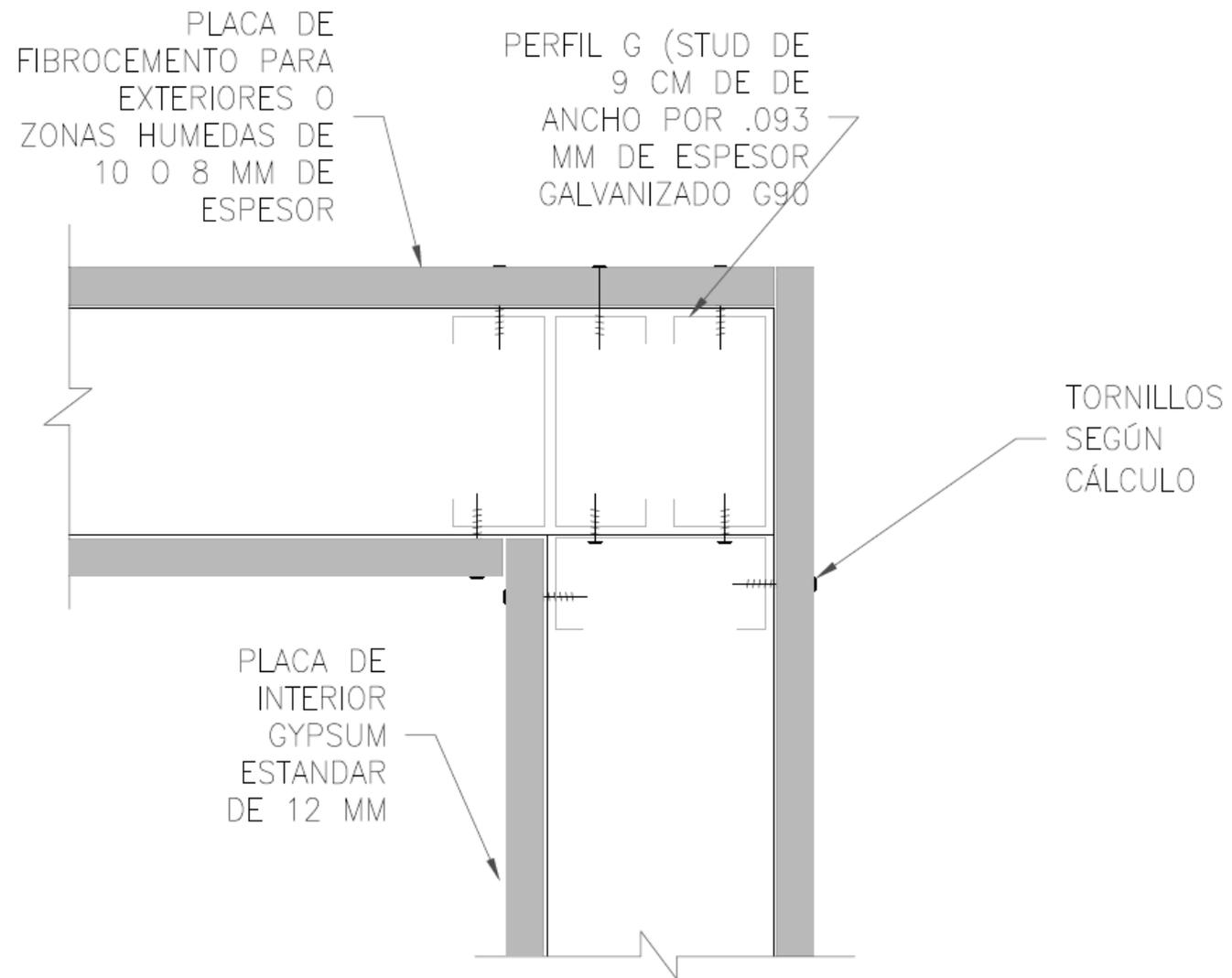


Imagen Nro. 67. *Andino, E. (2020)*. Intersección en esquina. Elaboración propia.

- **El detalle de dinteles de puertas y ventanas:** es muy importante ya que nos dará una buena estabilidad a nuestro vano, además que el acabado que se coloque quedará con mayor precisión y mejor acoplamiento. El no realizarlo debidamente provoca muchas patologías en la construcción liviana.

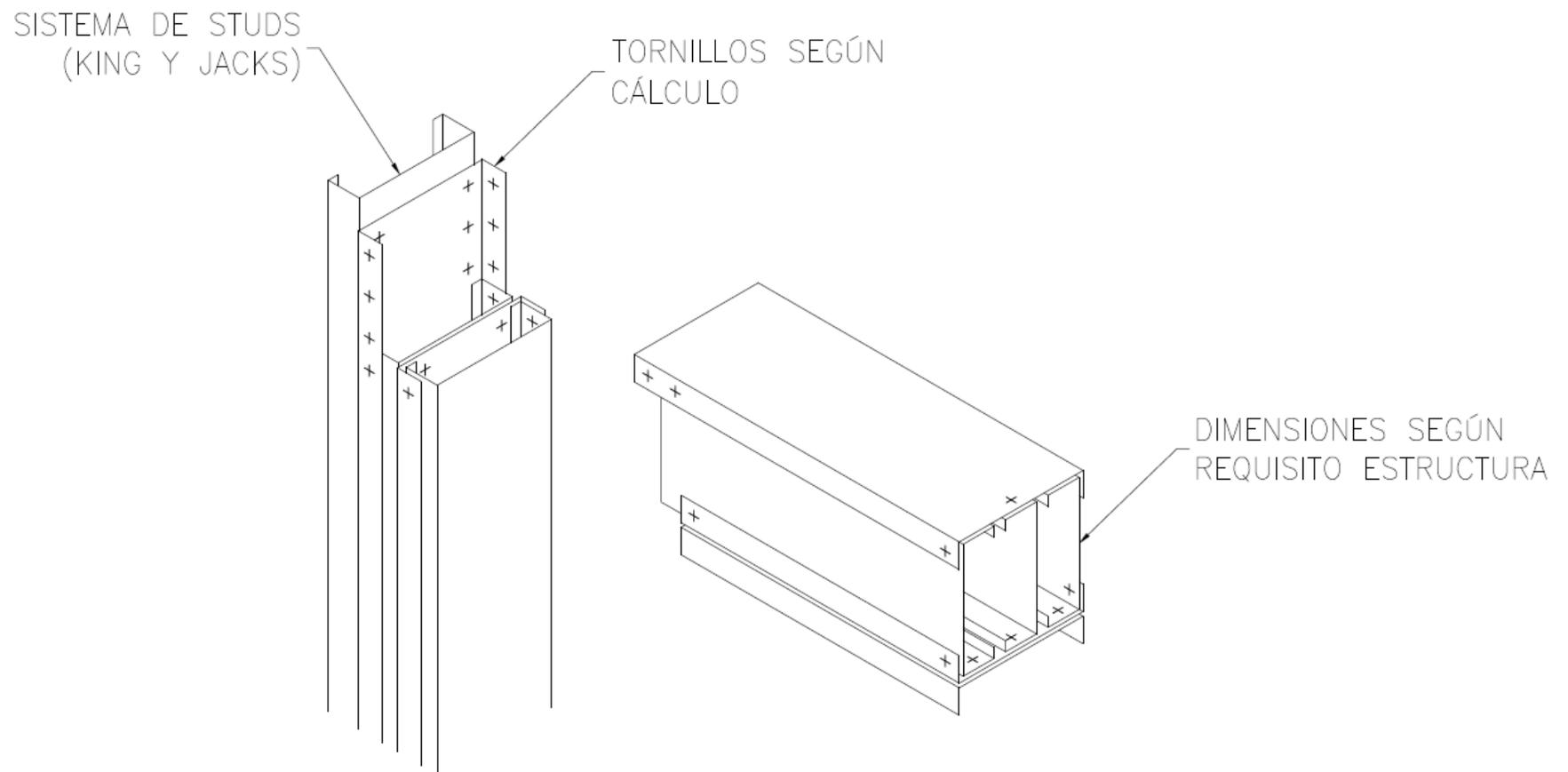


Imagen Nro. 68. *Andino, E. (2020)*. Esquema de dinteles. Elaboración propia.

- **Sistema de studs en I y anclaje estabilizador a losa de hormigón:** el primero ayuda a dar variantes o ayudas estructurales a los perfiles dando rigidez y estabilidad conjuntamente con el anclaje de momento a la losa de hormigón, con esto la pared queda firme contra la estructura portante.

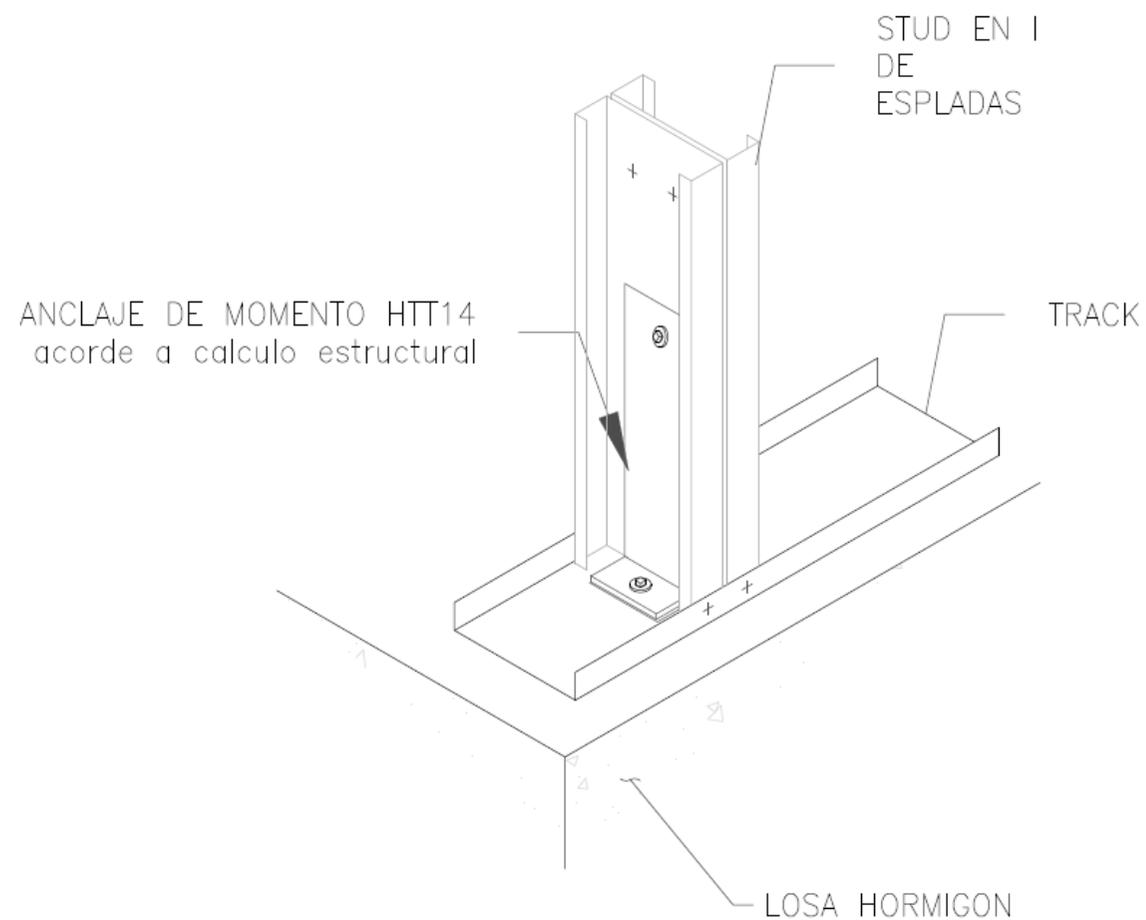


Imagen Nro. 69. *Andino, E. (2020).* Sistema de studs en I (de espaldas) y Anclaje de Momento. Elaboración propia.

#### 4.7 DETALLES CONSTRUCTIVOS ADECUADOS PARA LA VIVIENDA PROGRESIVA Y SU PLANIMETRÍA GENERAL

Se propone un sistema de construcción mixto con estructura principal de acero estructural tipo tubular, losa de steel, panel colaborante reforzada con malla electro soldada de 15 x 15 cm con varilla de 6 mm de espesor, conjuntamente de concreto de 240kg/cm<sup>2</sup> y paredes livianas con perfilera tipo steel framing con tablero de fibrocemento de 10 mm de espesor al exterior y zonas húmedas para complementar en áreas interiores con gypsum estándar de 12 mm de espesor, conjugando sistemas constructivos resistentes, duraderos, con buen resultado de aislamiento térmico-acústico. Además de una gran velocidad de instalación versus los sistemas tradicionales de construcción y un ciclo de vida completo en la construcción dando la posibilidad de reciclar o reutilizar la mayoría de los materiales utilizados.



*Andino, E. (2020). Ciclo de vida de materiales de construcción. Elaboración propia.*

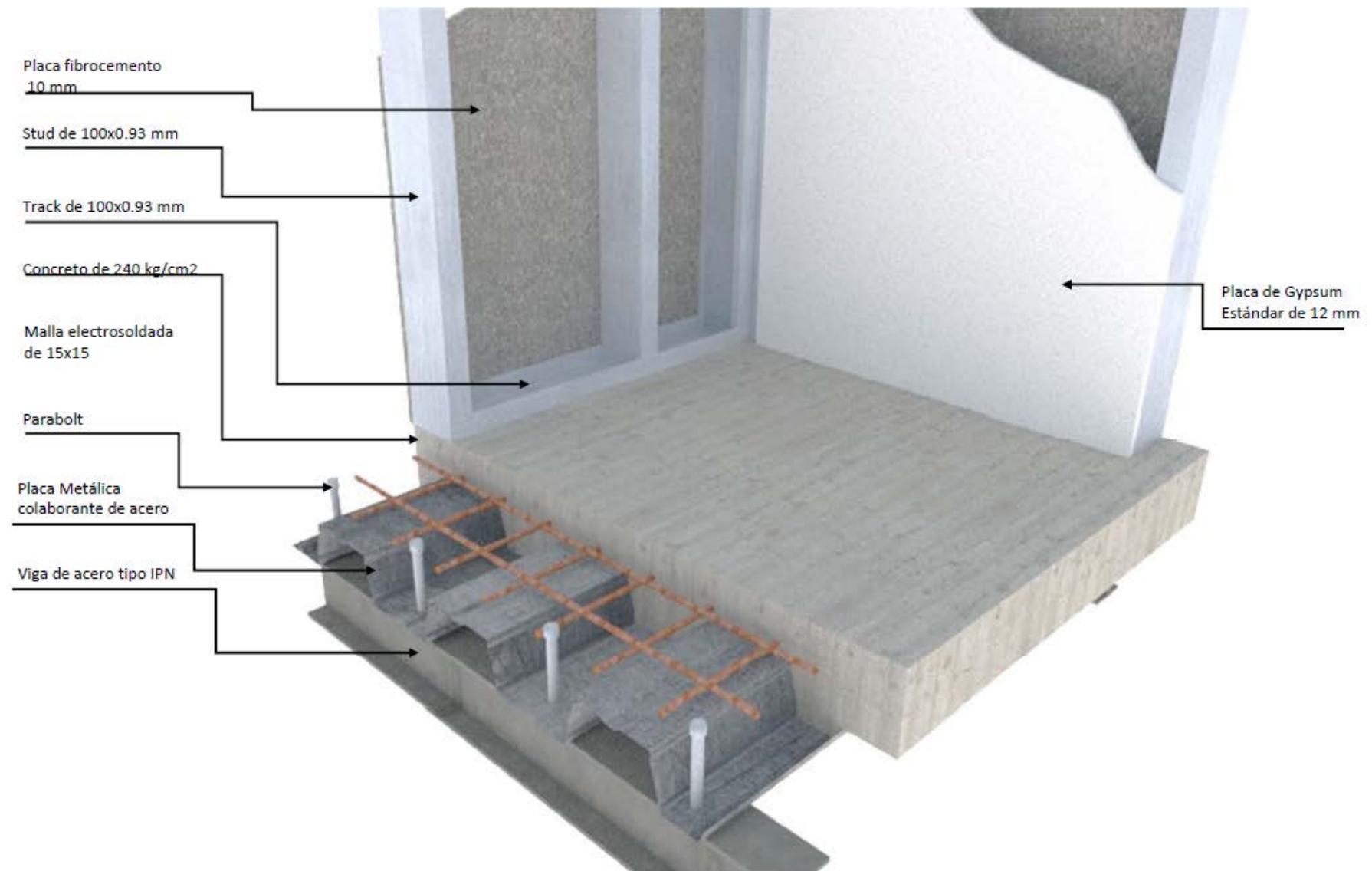


Imagen Nro. 70. *Andino, E. (2020)*. Detalle constructivo. Elaboración propia.

Detalle constructivo típico que incluye estructura portante de acero estructural, losa de hormigón con steel, panel colaborante, y paredes livianas tipo steel framing con placas de yeso y fibrocemento.

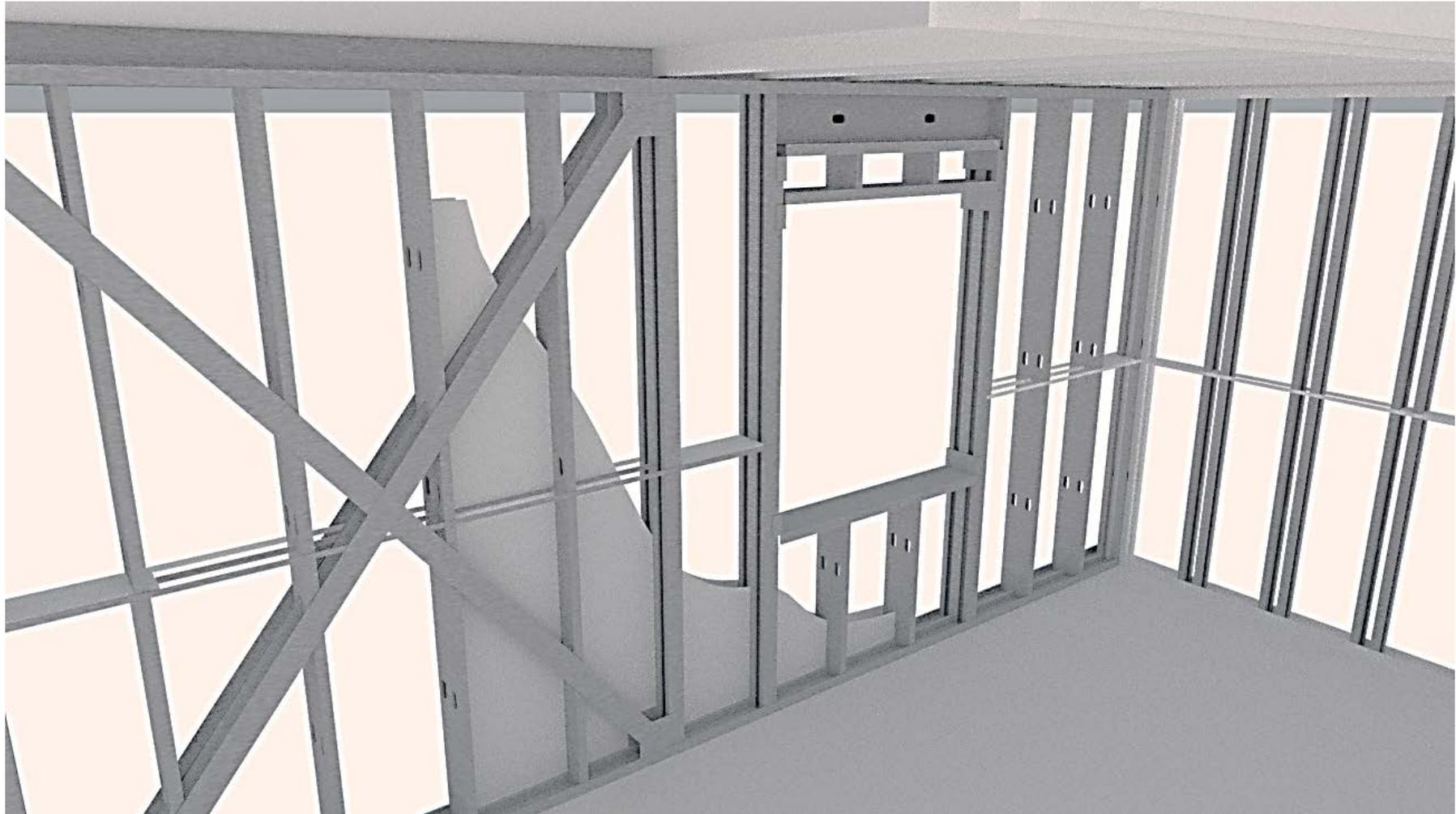


Imagen Nro. 71. *Andino, E. (2020)*. Vista detalle desde el interior. Elaboración propia.

Vista de detalle desde el interior, construcción de paneles tipo steel frame con vano de ventana, reforzado con perfiles combinados y cruz de San Andrés de refuerzo para estabilizar.

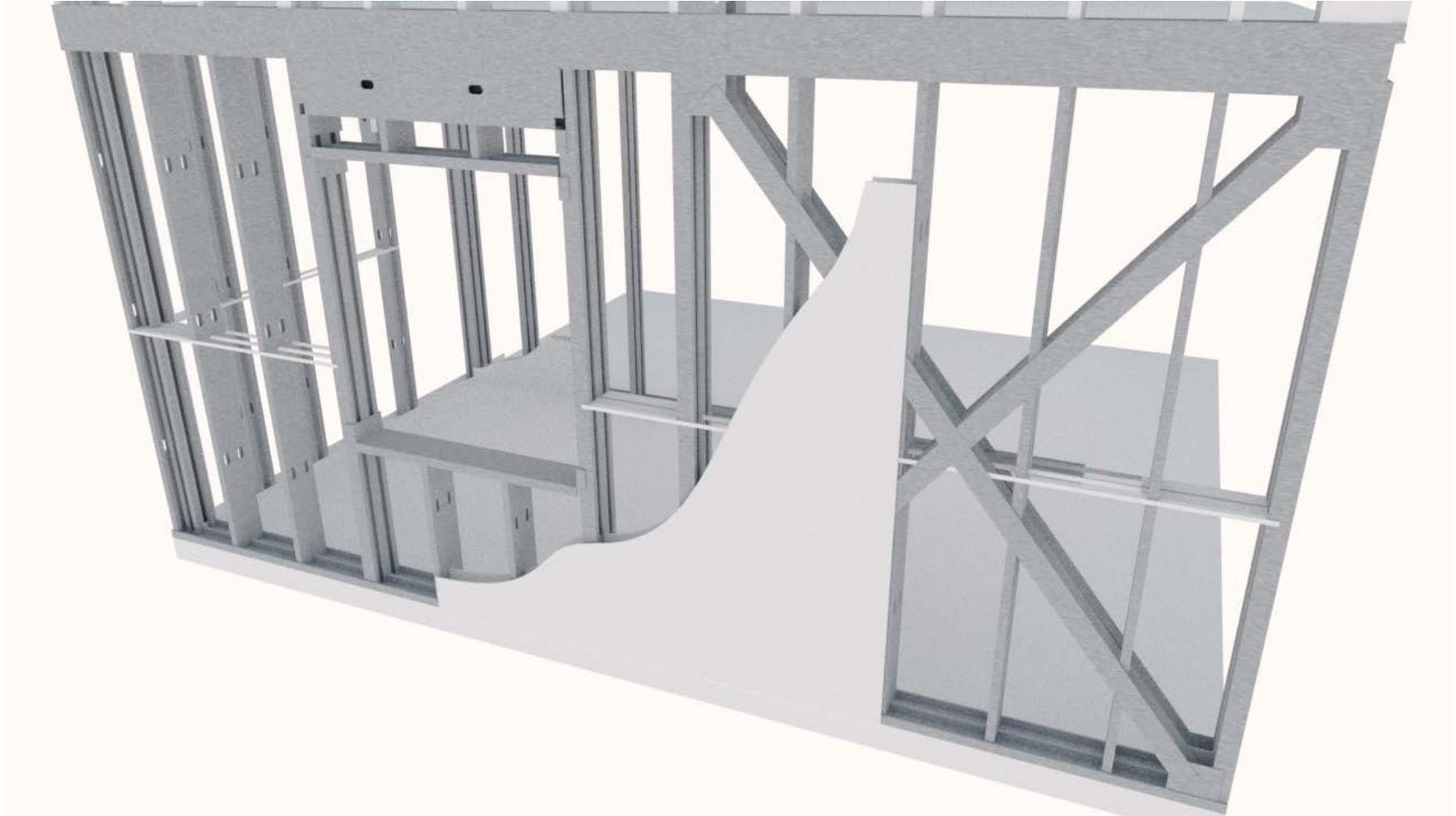


Imagen Nro. 72. *Andino, E. (2020)*. Vista de panel tipo steel framing. Elaboración propia.

Vista de panel tipo steel framing desde el exterior con placa de fibrocemento al exterior, cruz de refuerzo y perfil de refuerzo horizontal.

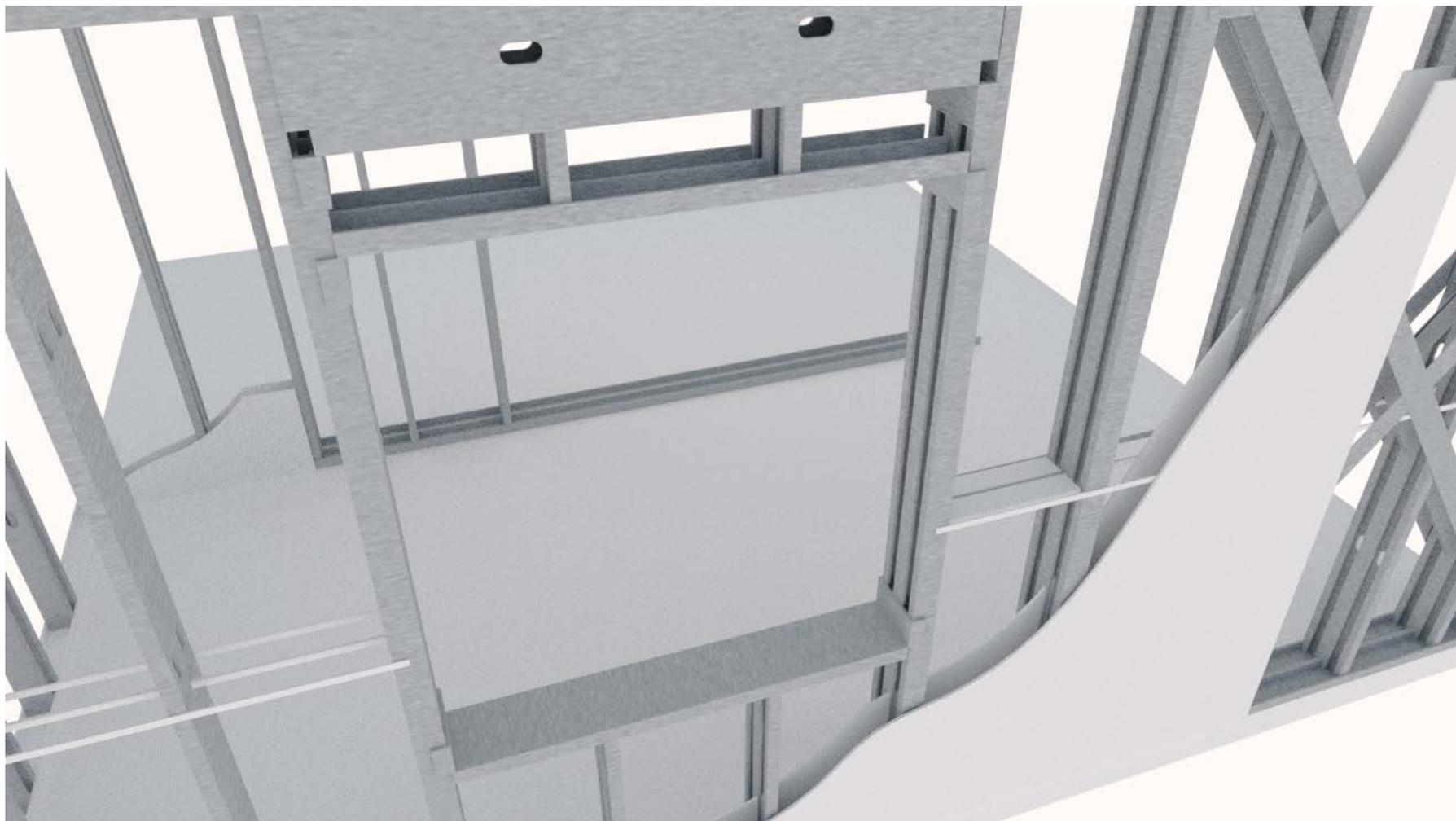


Imagen Nro. 73. *Andino, E. (2020)*. Vista detalle de construcción de ventana. Elaboración propia.

Vista de detalle de construcción de ventana con refuerzo de viga dintel y cortes de acoples de perfiles horizontales a perfiles verticales.



Imagen Nro. 74. *Andino, E. (2020)*. Perspectiva de detalle de construcción típico de unión estructura, losa y paredes.  
Elaboración propia.

#### 4.8 DETALLES DE DISEÑO DE PANELES TIPO STEEL FRAMING PARA EJECUCIÓN EN OBRA

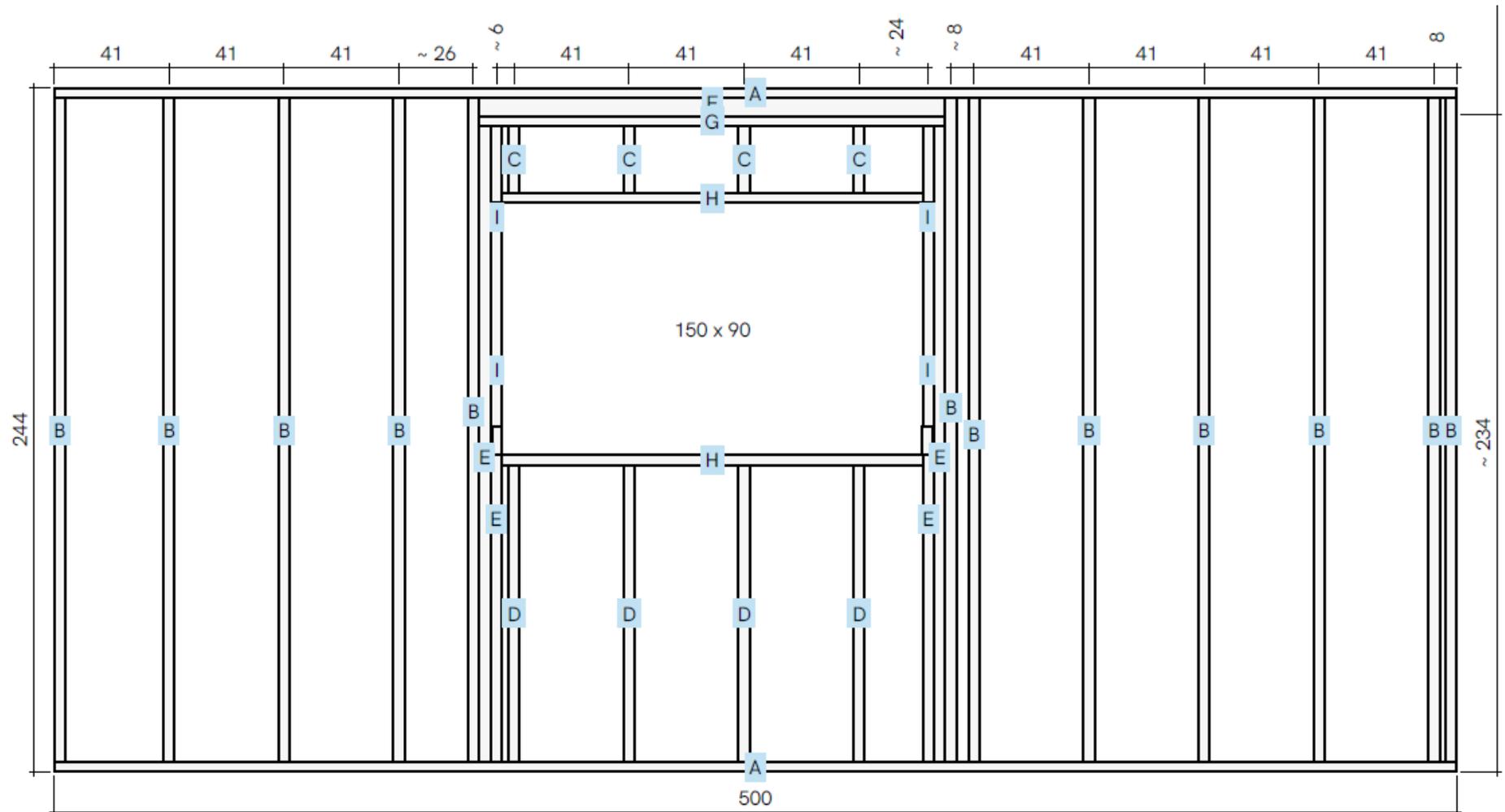


Imagen Nro. 75. *Andino, E. (2020)*. Diseño de paneles típicos para obra en steel frame, para ensamblaje o construcción en obra con detalle de vano de ventana. Elaboración propia.

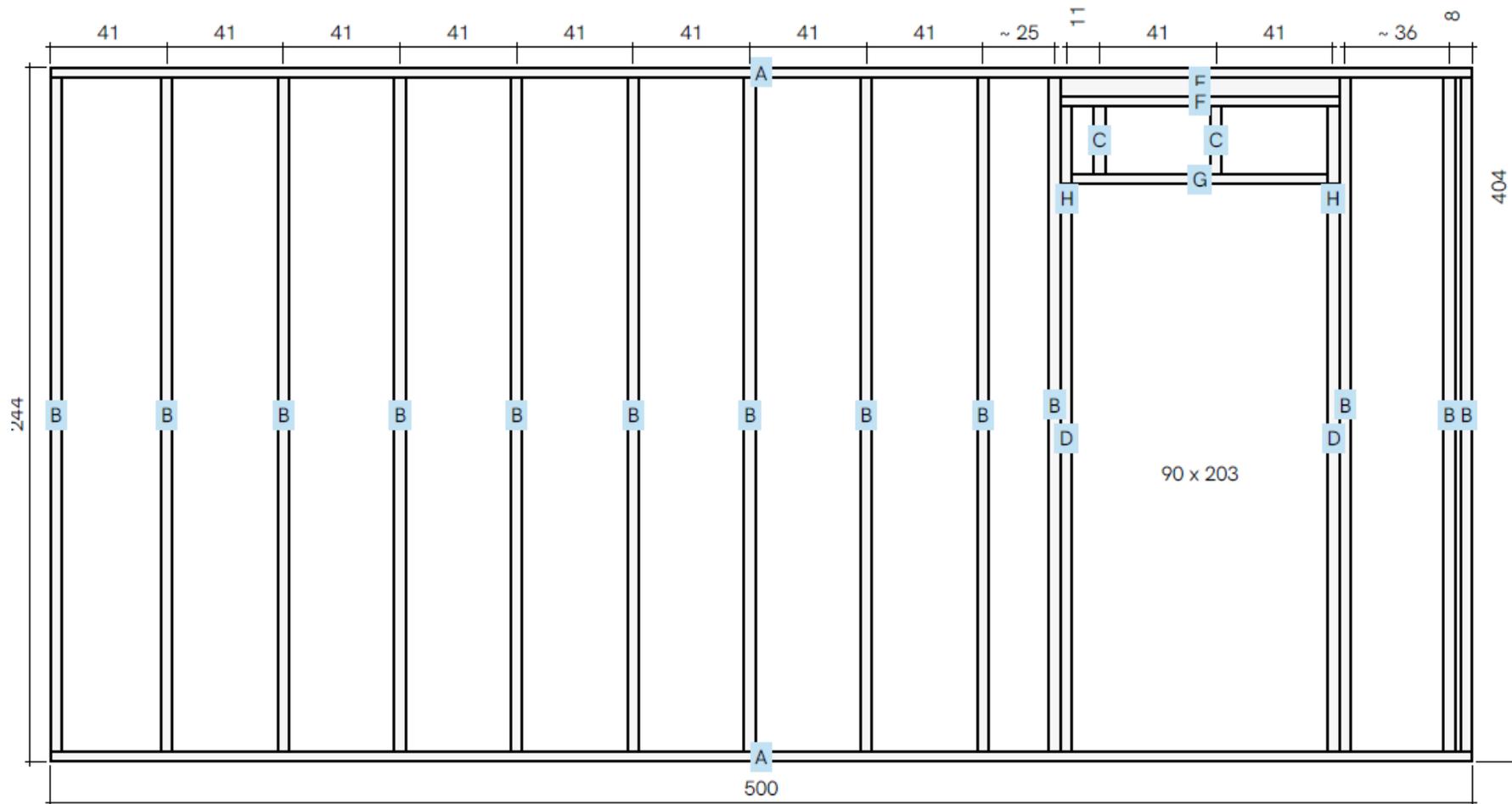


Imagen Nro. 76. *Andino, E. (2020)*. Diseño de paneles típicos para obra en Steel Frame, para ensamblaje o construcción en obra con detalle de vano de puerta. Elaboración propia.

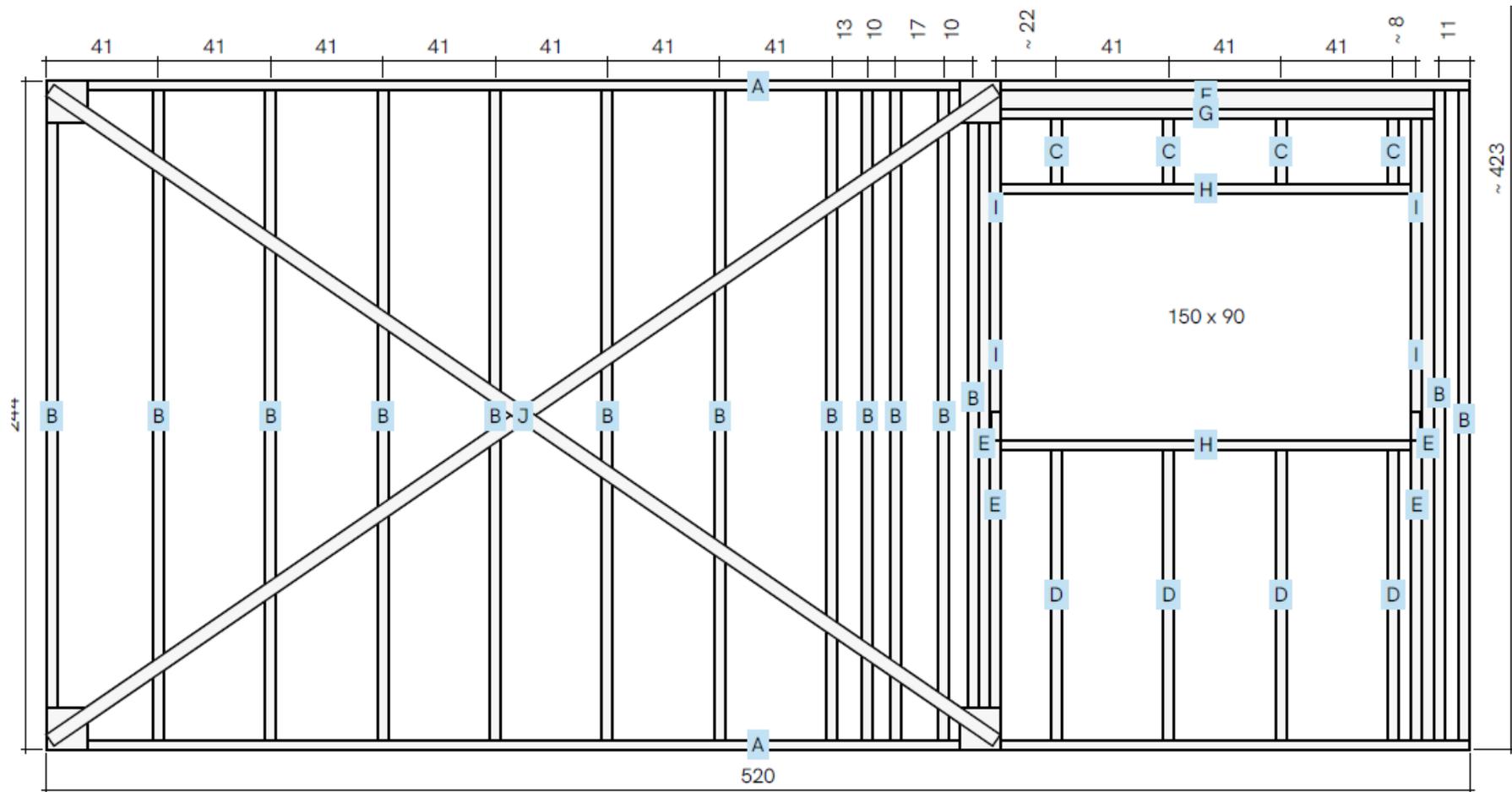


Imagen Nro. 77. *Andino, E. (2020)*. Diseño de paneles típicos para obra en Steel Frame, para ensamblaje o construcción en obra con detalle de vano de ventana y refuerzo con cruz de arriostramiento. Elaboración propia.

#### **4.9 PRECÁLCULO ESTRUCTURAL PARA LA VIVIENDA PROGRESIVA**

Acorde a las propuestas de sistemas constructivos para la vivienda progresiva de los habitantes de Selva Alegre, se realiza el precálculo estructural para esta tipología de vivienda, siendo este un instrumento de análisis que sustenta el uso de paredes livianas en reemplazo de las típicas paredes de bloque con viguetas y columnetas como lo indica la normativa NEC.

Este análisis tiene como objetivo dar a conocer la capacidad estructural de una edificación realizada mediante el método de construcción con acero pesado “acero negro”.

##### **4.9.1 Cargas Consideradas**

Para la propuesta, una edificación de 374 metros cuadrados, se han considerado las siguientes cargas:

- Carga muerta: 270 kg/m<sup>2</sup>
- Carga Viva: 200 kg/m<sup>2</sup>
- Carga sísmica: Masa sísmica estado estático y dinámico
- Factor sísmico: 0.3

#### 4.9.2 Metodología

Se realiza un precálculo estructural para determinar las posibles secciones recomendadas para vigas principales, secundarias y columnas.

Tabla 7. *Andino, E. (2020)*. Precálculo estructural de vigas secundarias. Elaboración propia.

CARGA TOTAL		
P	645.2	KG/M2

CARGA LINEAL		
LARGO	3.6	M
ANCHO	3.6	M
SEPARACION V	1.2	M

W	774.2	KG/M
---	-------	------

MOMENTO MÁXIMO		
Mmax	1254.27	KG-M

MÓDULO PLÁSTICO		
ACERO A	36	KSI
Z	52.17	CM3

<b>RECOMENDADA</b>	<b>IPE 120</b>
--------------------	----------------

H	120
B	64
t	4.4
e	6.3
R	5
AREA (CM2)	13.2
PESO (KG)	10.4

Tabla 8. *Andino, E. (2020)*. Precálculo estructural de vigas principales. Elaboración propia.

<b>CARGA TOTAL</b>		
P	645.2	KG/M2
<b>CARGA LINEAL</b>		
W	2322.7	KG/M

<b>MOMENTO MÁXIMO</b>		
Mmax	2508.5	KG-M

<b>MÓDULO PLÁSTICO</b>		
ACERO A	36	KSI
Z	104.34	CM3

<b>RECOMENDADA</b>	<b>IPE 160</b>
--------------------	----------------

H	160
B	82
t	5
e	7.4
R	7
AREA	20.1
PESO	15.8

Tabla 9. *Andino, E. (2020)*. Precálculo estructural de columnas. Elaboración propia.

<b>FACTORES</b>		
P	645.2	KG/M2
AREA	12.96	M2
# PISOS	4	
F. SISMO	1.3	

<b>AREA</b>	<b>21.78</b>	<b>CM2</b>
-------------	--------------	------------

<b>RECOMENDADA</b>	<b>CUADRADA</b>	<b>200X200X4</b>
--------------------	-----------------	------------------

Para este análisis estructural, se utiliza el software SAP2000 para realizar el análisis estructural. A continuación se detallan los perfiles recomendados según pre-diseño:

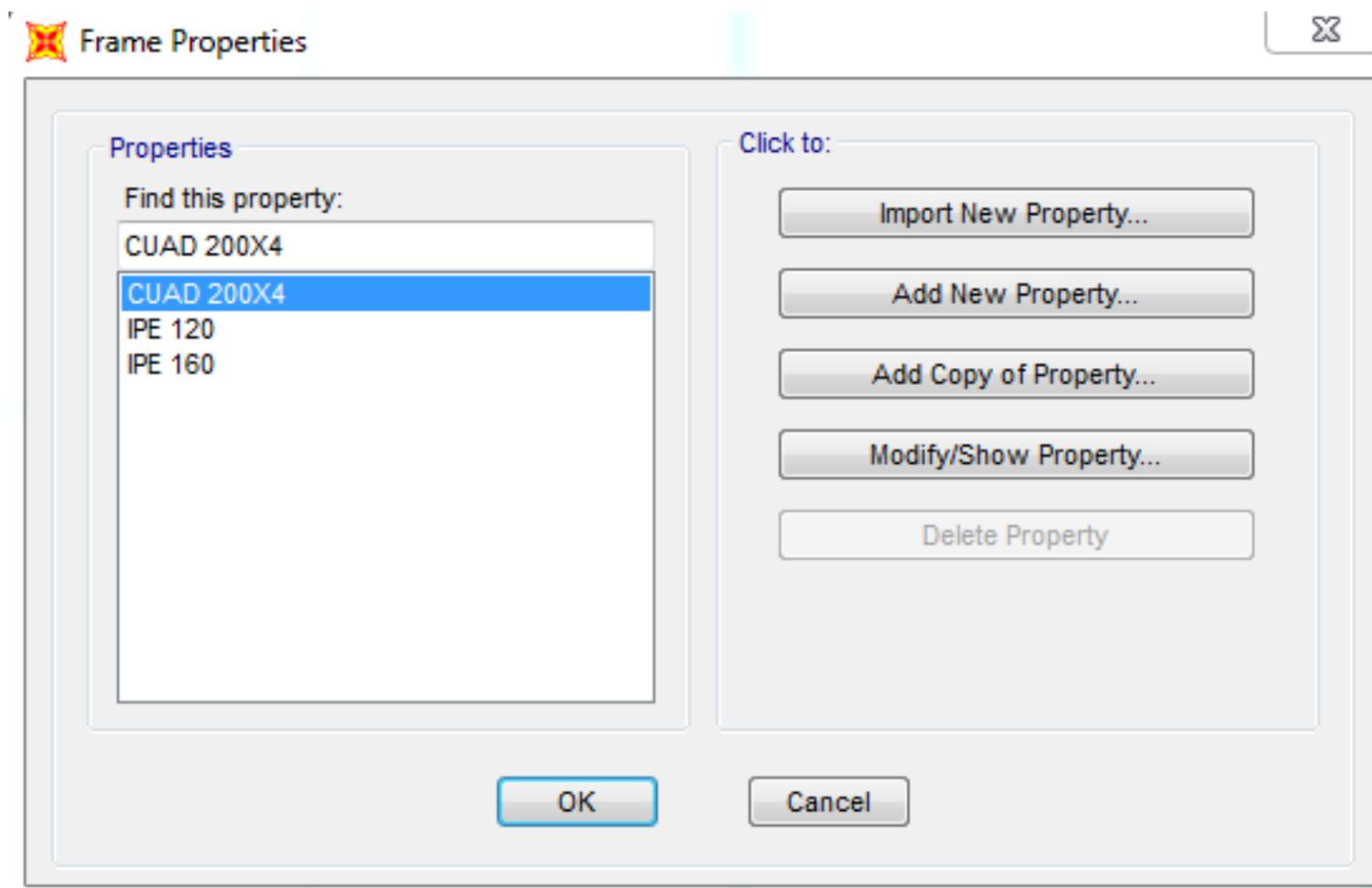


Imagen Nro. 78. *Andino, E. (2020).* Cálculo de pre-diseño con programa SAP 2000.

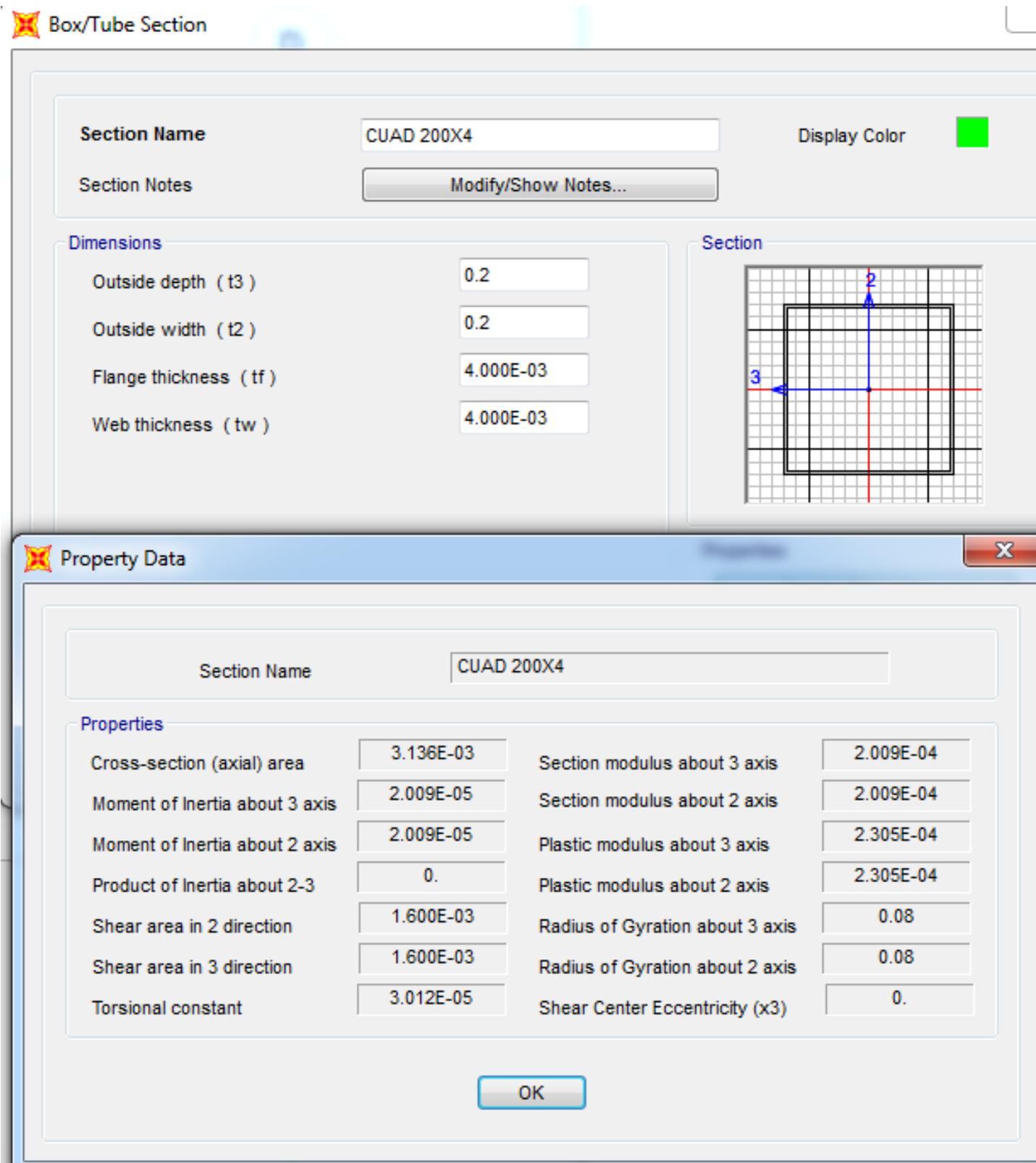


Imagen Nro. 79. Andino, E. (2020). Cálculo de pre-diseño con programa SAP 2000.

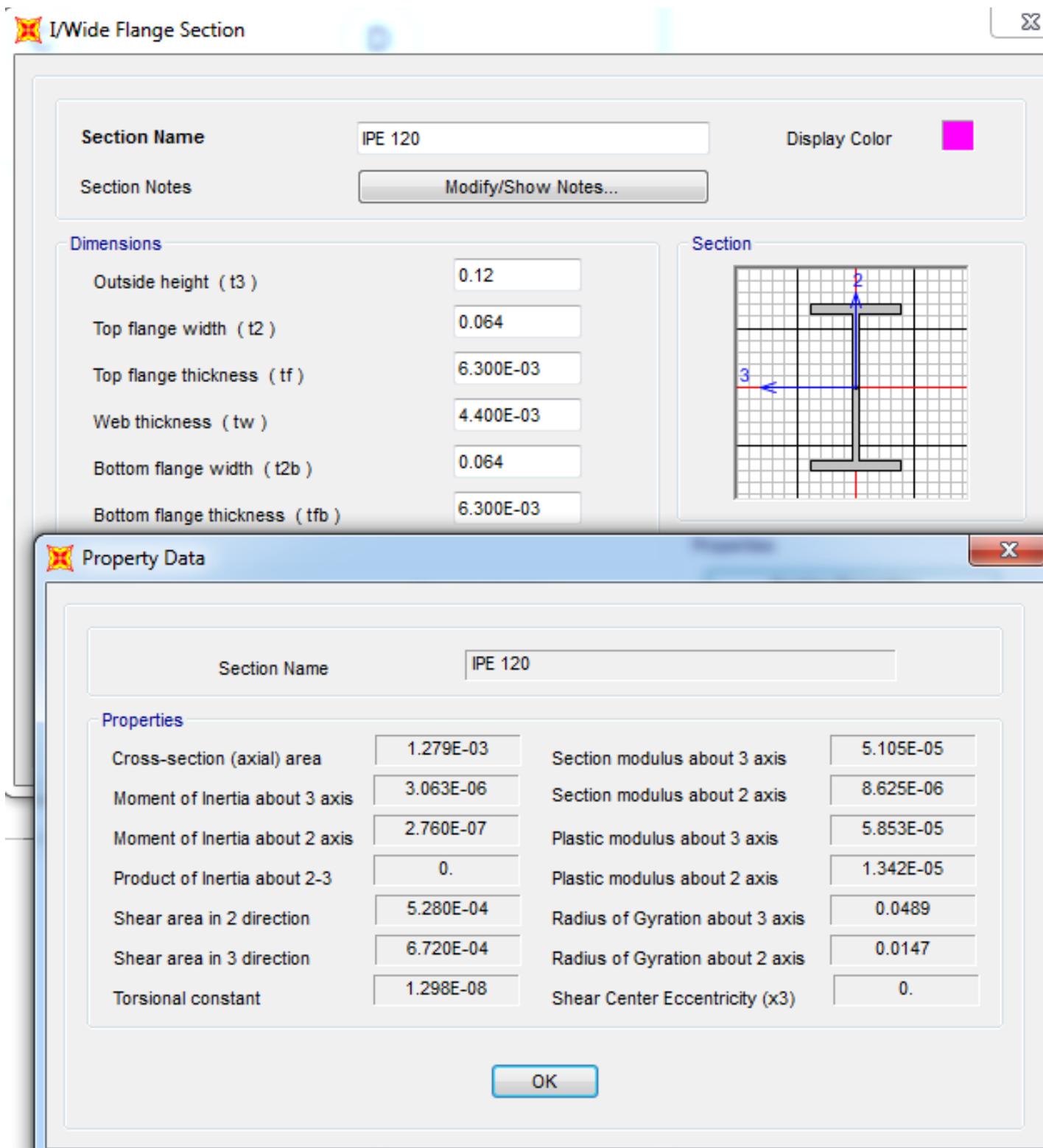


Imagen Nro. 80. Andino, E. (2020). Cálculo de pre-diseño con programa SAP 2000.

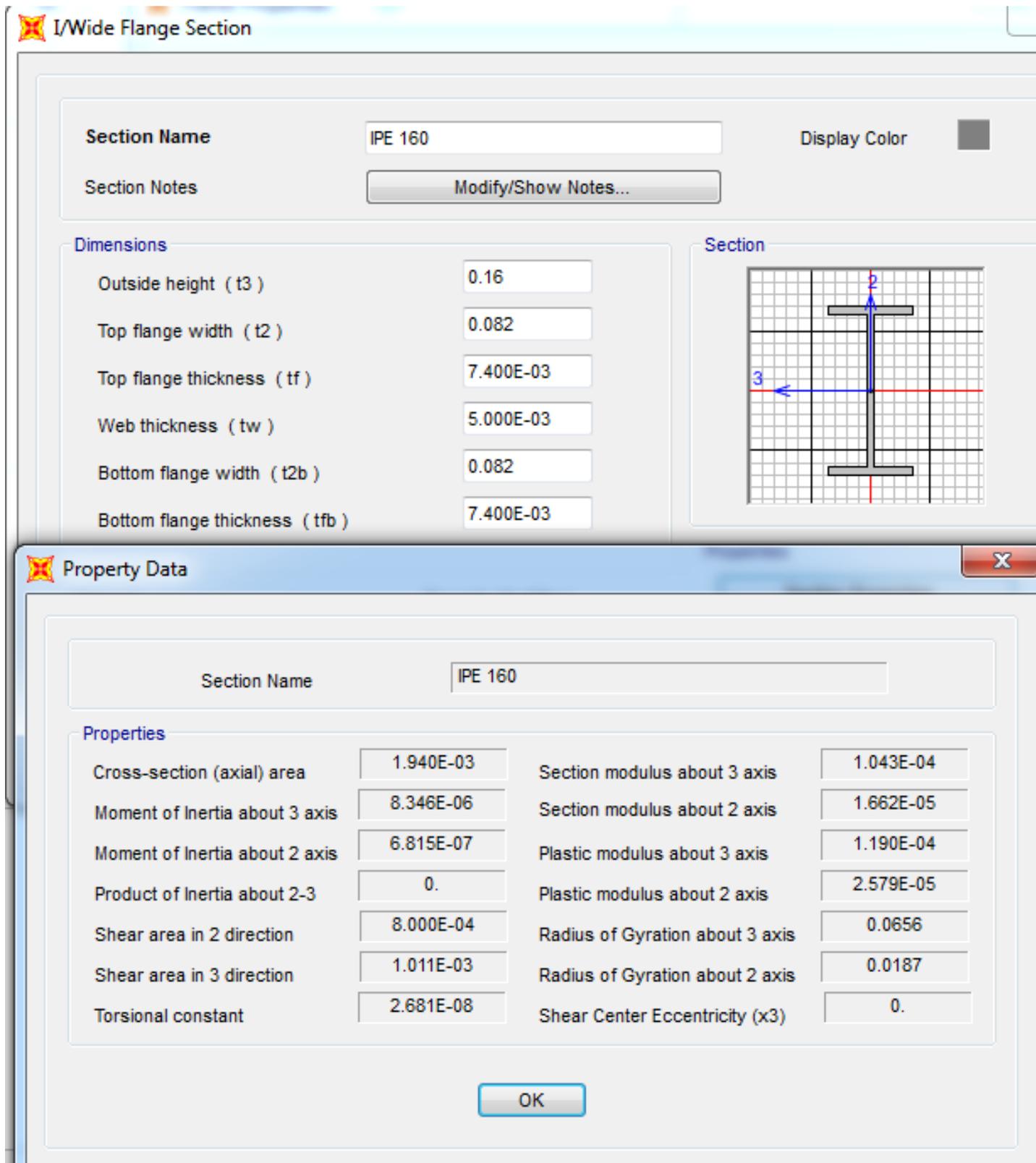


Imagen Nro. 81. *Andino, E. (2020). Cálculo de pre-diseño con programa SAP 2000.*

Las cargas utilizadas fueron las siguientes:

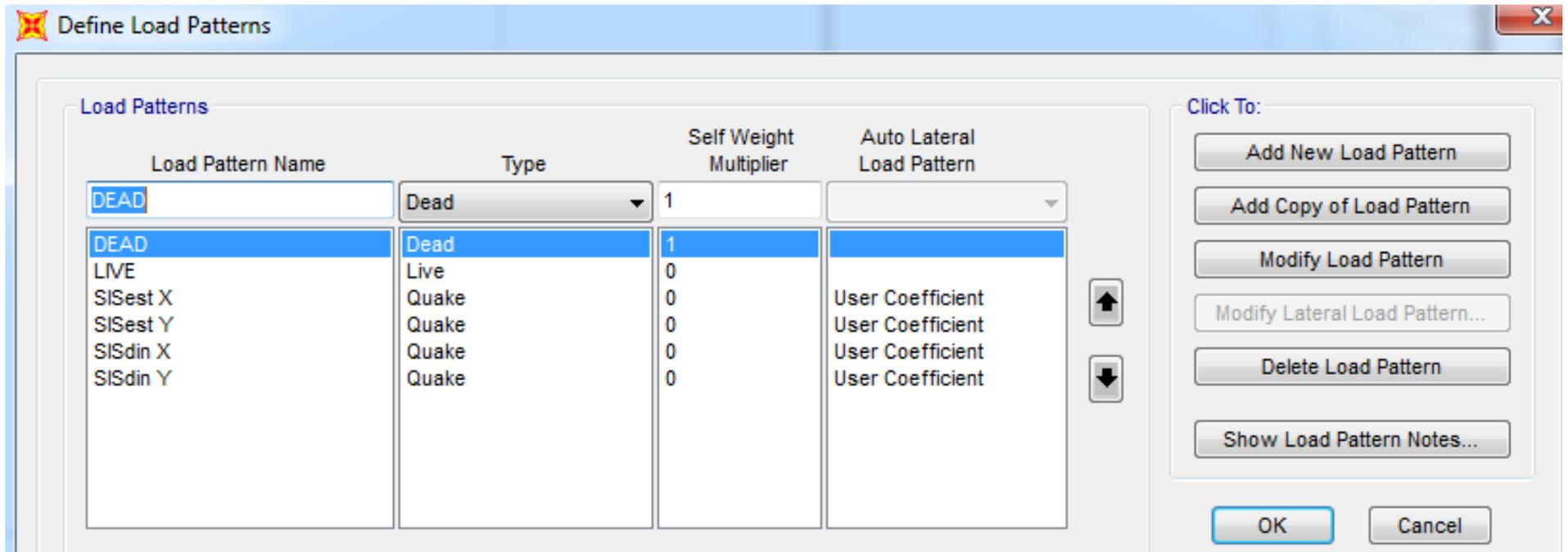


Imagen Nro. 82. *Andino, E. (2020)*. Cargas utilizadas con programa SAP 2000.

Combinaciones de carga según la NEC:

Tabla 10. Andino, E. (2020). Combinaciones de carga según la NEC.

Combinación 1

**1.4 D**

Combinación 2

**1.2 D + 1.6 L + 0.5max[L<sub>r</sub> ; S ; R]**

Combinación 3\*

**1.2 D + 1.6 max[L<sub>r</sub> ; S ; R] + max[L ; 0.5W]**

Combinación 4\*

**1.2 D + 1.0 W + L + 0.5 max[L<sub>r</sub> ; S ; R]**

Combinación 5\*

**1.2 D + 1.0 E + L + 0.2 S**

Combinación 6

**0.9 D + 1.0 W**

Combinación 7

**0.9 D + 1.0 E**

Tabla 11. *Andino, E. (2020)*. Carga de sismo, para la carga de sismo se realiza un espectro de respuesta en base a las características del edificio.

Carga de Sismo			
Parámetro	Valor	Observ.	Referencia
Coficiente $C_t =$	0.072		Sec. 6.3.3.a
Altura Total del Edificio ( $H_n$ )=	11.2	m	Planos Arquitectonicos
Coficiente para Calculo de Periodo ( $a$ )	0.8		Sec. 6.3.3.a
Periodo Natural de Vibracion ( $T_1$ )=	0.50	seg	Sec. 6.3.3.a
Periodo Natural de Vibracion ( $T_{2max}$ )=	0.65		
Factor de Importancia ( $I$ )=	1		Tabla 6, Sec.4.1
Factor de Reduccion de Respuesta ( $R$ )=	8		Tabla 16 /18,Sec.6.3.4
Relación de amplificación espectral ( $\eta$ )=	1.8		Sec.3.3.1
Zona Sísmica =	VI	( muy alta)	Fig. 1, Sec.3.1.1
Factor de Zona ( $Z$ )=	0.5		Tabla 1, Sec.3.1.1
Tipo de Suelo =	C		Tabla 2, Sec.3.2.1
Factor de Sitio ( $F_a$ )=	1.18		Tabla 3, Sec.3.2.2.a
Factor de Sitio ( $F_d$ )=	1.06		Tabla 4, Sec.3.2.2.a
Factor de Comportamiento Inelastico del Suelo ( $F_s$ )=	1.23		Tabla 5, Sec.3.2.2.a
Periodo $T_c =$	0.61		Sec.3.3.1
Factor en el Espectro para Diseño Elástico ( $r$ )=	1.00		Sec.3.3.1
Aceleracion Espectal ( $S_a$ )=	1.06		Sec.3.3.1
Factor de Irregularidad en Planta ( $\phi_p$ )=	0.9		Tabla 13, Sec.5.2.3
Factor de Irregularidad en Elevacion ( $\phi_e$ )=	1		Tabla 14, Sec.5.2.3
% de Carga Muerta para Sismo=	0.1475	%	Sec. 6.3.2
Periodo $T_o$ =	0.11		Sec.3.3.1
Periodo $T_c$ =	0.61		Sec.3.3.1
Factor de Reduccion ( $f$ ) =	0.14		Sec. 6.3.2

Tabla 12. *Andino, E. (2020)*. Espectro elástico de aceleraciones.

<b>Espectro Elástico de Aceleraciones</b>		
<b>Periodo</b>	<b>Acel.</b>	<b>Acel.</b>
<b>T</b>	<b>Sa</b>	<b>a</b>
<b>(seg)</b>	<b>(g)</b>	<b>(m/s<sup>2</sup>)</b>
0.00	1.062	10.418
0.61	1.062	10.418
0.71	0.912	8.946
0.81	0.799	7.839
0.91	0.711	6.975
1.01	0.640	6.283
1.11	0.583	5.716
1.21	0.534	5.242
1.31	0.494	4.841
1.41	0.458	4.498
1.51	0.428	4.199
1.61	0.401	3.938
1.71	0.378	3.707
1.81	0.357	3.502
1.91	0.338	3.319
2.01	0.321	3.153
2.11	0.306	3.004
2.21	0.292	2.868
2.31	0.280	2.744
2.41	0.268	2.630
2.51	0.257	2.525

### 4.9.3 Resultados

Se presentan fotos de los resultados obtenidos:

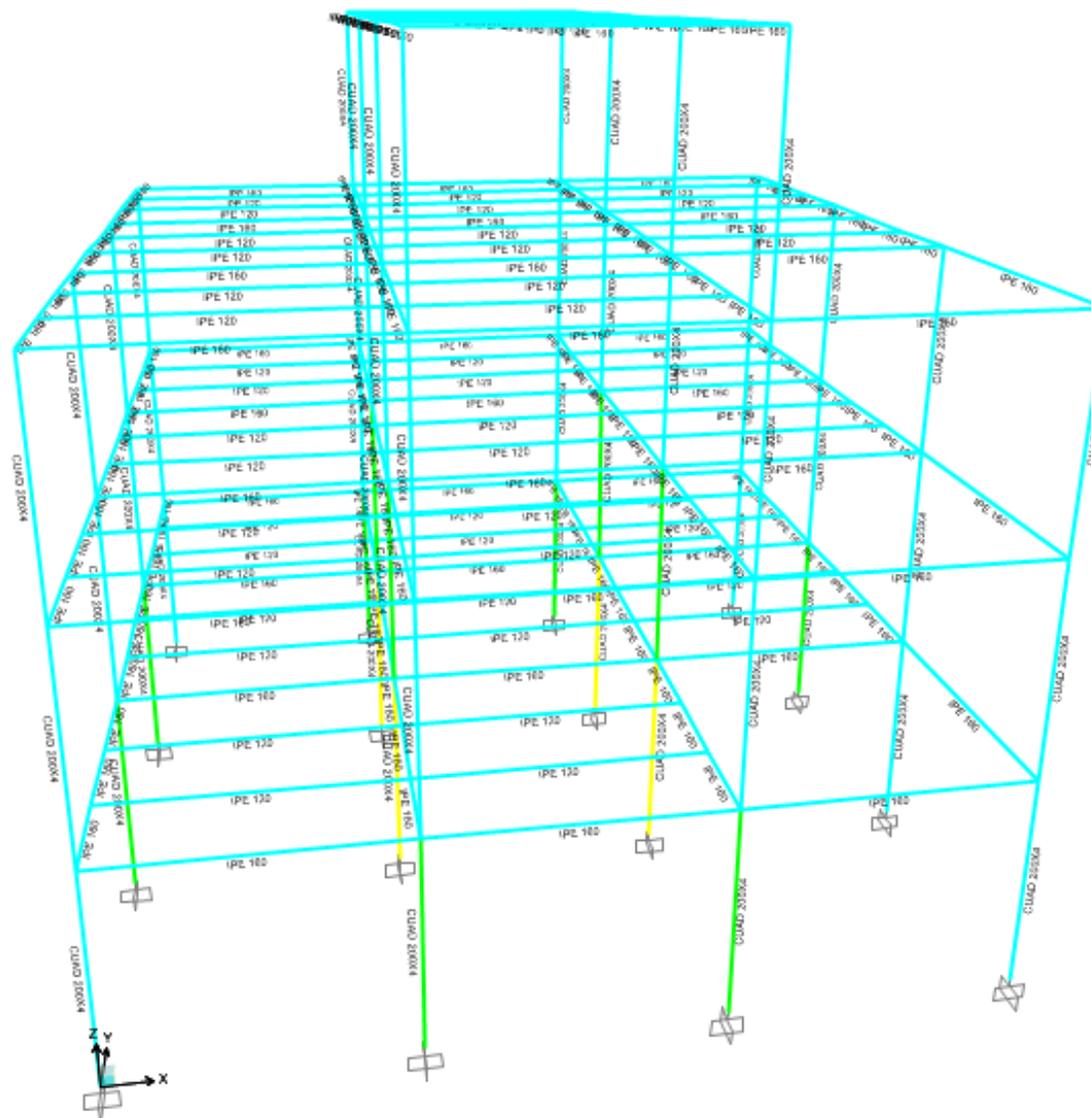


Imagen Nro. 83. *Andino, E. (2020)*. Resultados obtenidos del pre-cálculo estructural.

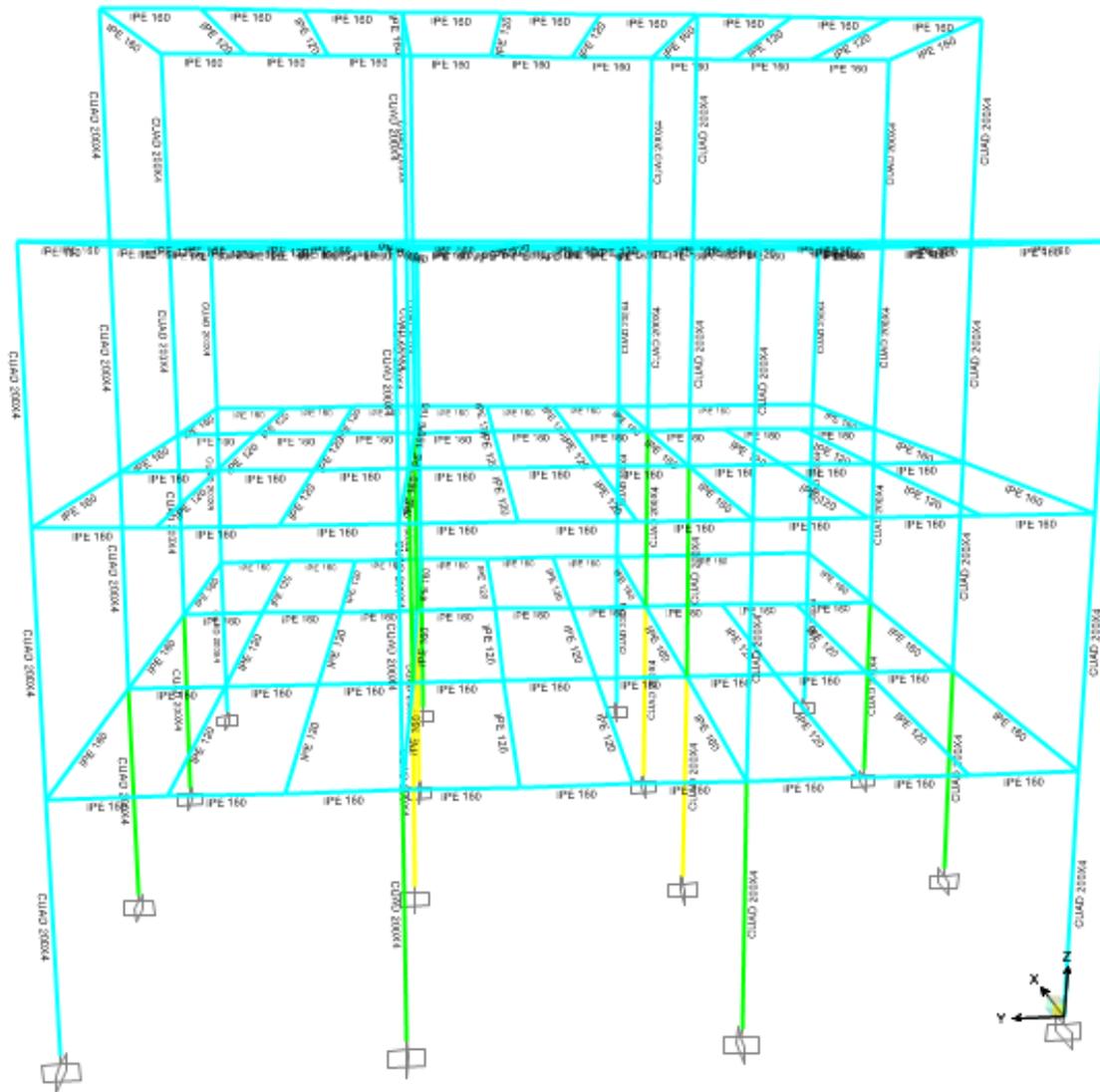


Imagen Nro. 84. *Andino, E. (2020)*. Resultados obtenidos del pre-cálculo estructural.

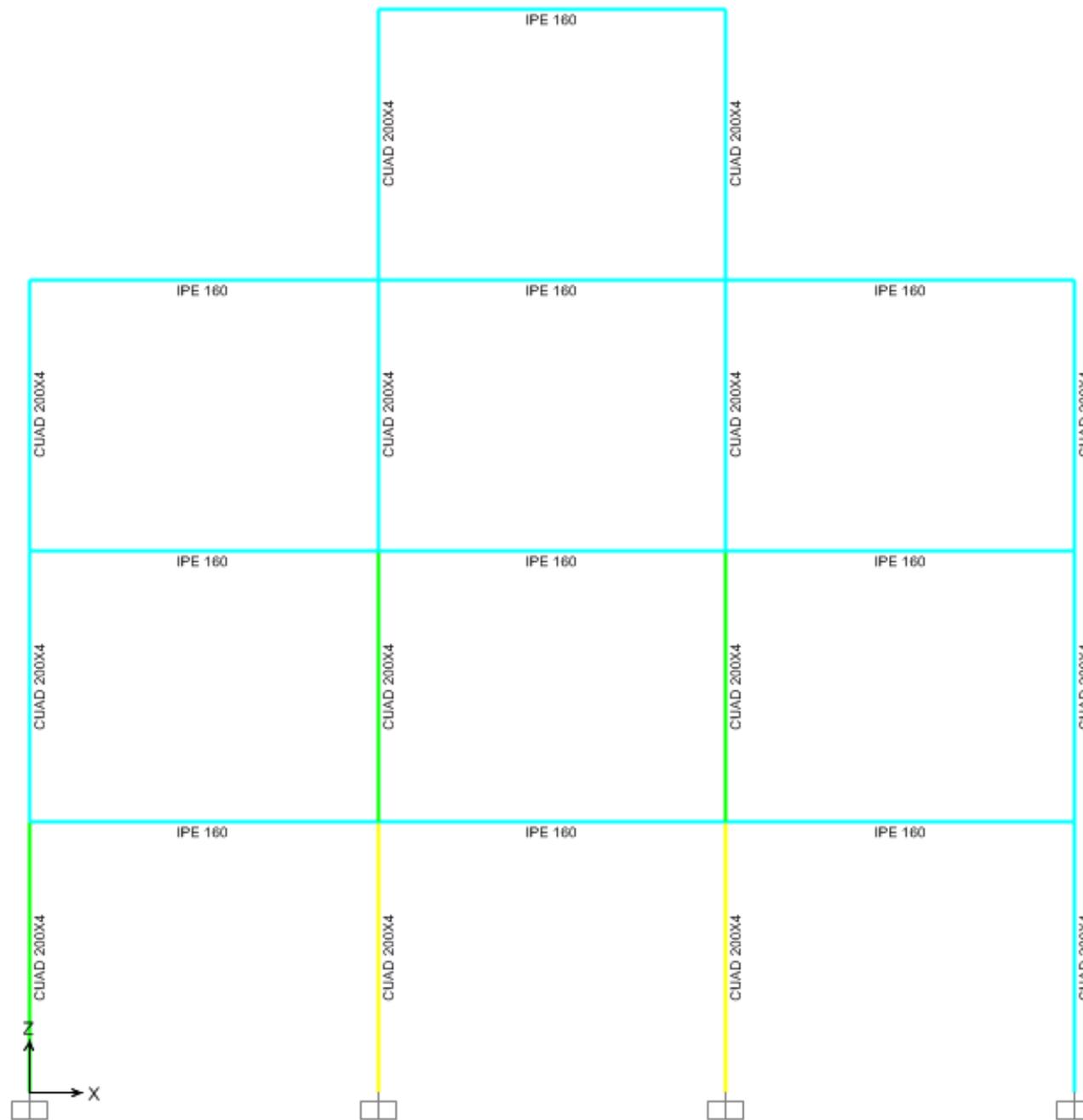


Imagen Nro. 85. *Andino, E. (2020)*. Resultados obtenidos del pre-cálculo estructural.

Se presenta la cuantificación obtenida en el software:

Tabla 13. *Andino, E. (2020)*. Cuantificación de materiales obtenido en el software.

Section	ObjectType	NumPieces	TotalLength	TotalWeight
Text	Text	Unitless	m	Kg
IPE 120	Frame	54	194.4	1951.51
IPE 160	Frame	160	295.2	4494.13
CUAD 200X4	Frame	56	156.8	3859.57
				10305.21

Se presenta la cuantificación de material requerido para paredes:

Tabla 14. *Andino, E. (2020)*. Cuantificación de material requerido para paredes.

DENOMINACIÓN	USO	LONGITUD (M)	CANTIDAD (U)	PESO (KG)
STUD 90X0.75 DW	PARED EXTERNA	2.8	160	416.6
TRACK 90X0.75 DW	PARED EXTERNA	2.44	90	195.4
STUD 90X0.45 DW	PARED INTERNA	2.8	70	109.8
STUD 90X0.45 DW	PARED INTERNA	2.44	35	41.8
			<b>TOTAL</b>	<b>763.7</b>

#### **4.9.4 Conclusiones**

- Los perfiles recomendados cumplen con las solicitaciones mecánicas la edificación de 374 m<sup>2</sup>.
- Debido a las características geométricas de la edificación el sismo no genera un gran impacto en el desenvolvimiento de la estructura.
- Es posible utilizar otras secciones de perfiles, siempre y cuando cumplan con las solicitaciones mínimas de módulo y área.

#### **4.9.5 Recomendaciones de Cimentación**

Para este sistema constructivo se recomienda la siguiente cimentación (las medidas y valores pueden cambiar según el cálculo).

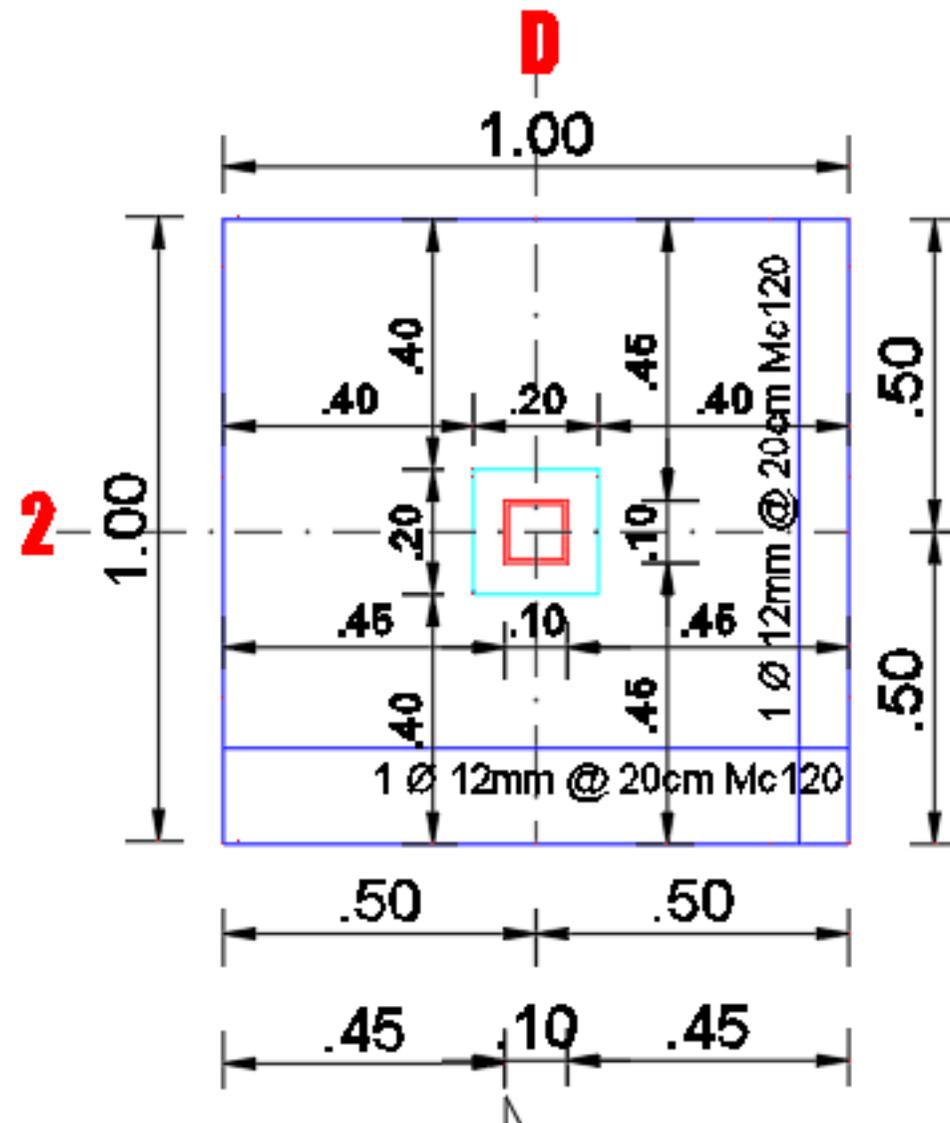


Imagen Nro. 86. *Andino, E. (2020)*. Cimentación recomendada para este sistema.

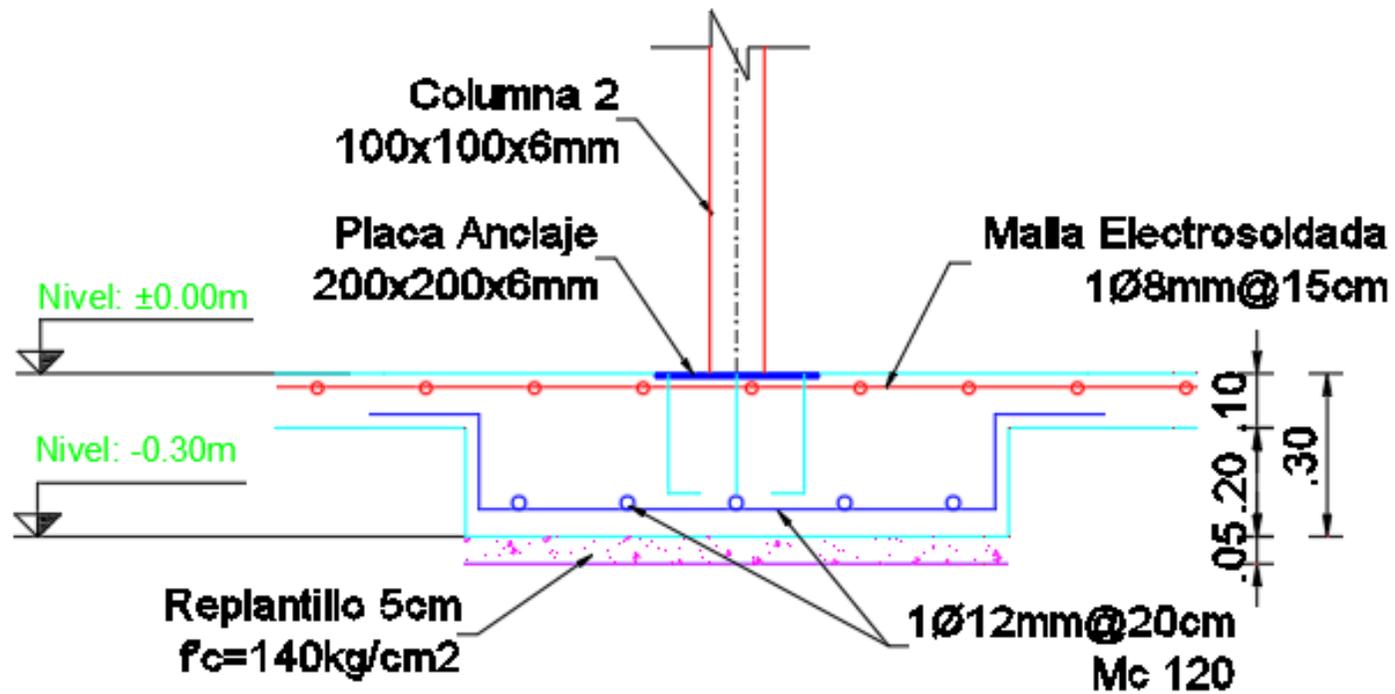
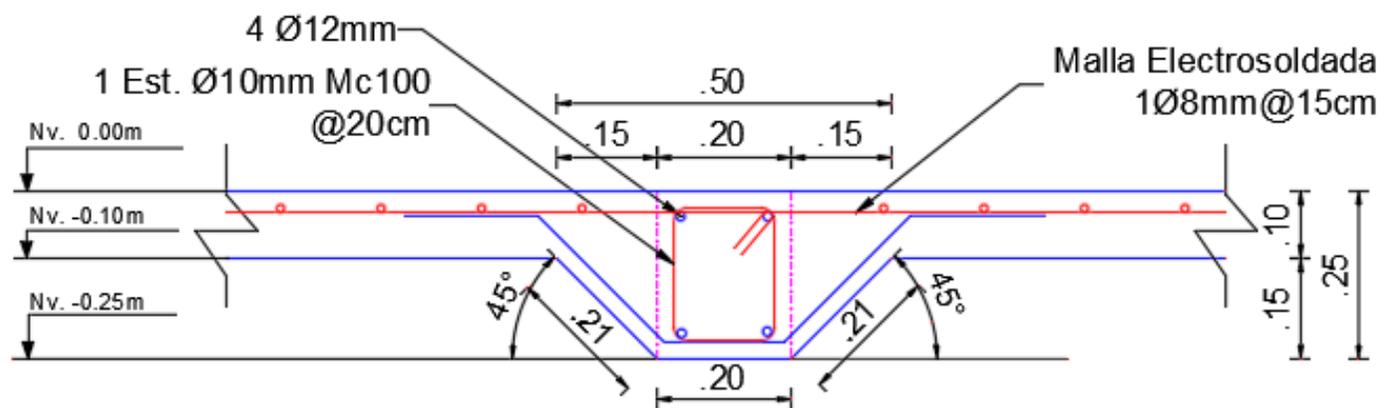


Imagen Nro. 87. Andino, E. (2020). Cimentación recomendada.



## Cadena de Cimentación Central

ESCALA: \_\_\_\_\_ 1:10

Imagen Nro. 88. Andino, E. (2020). Cimentación recomendada.

#### **4.10 ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS DE PAREDES LIVIANAS TIPO STEEL FRAME VERSUS PAREDES DE BLOQUE REFORZADAS CONSTRUIDAS ACORDE A LA NEC**

Se realiza un análisis de precios unitarios comparativo entre mampostería de bloque de 15 cm prensado versus pared liviana de fibrocemento y gypsum a contra cara, siendo la pared tradicional de bloque de 15 cm un elemento bastante pesado para la edificación.

La pared tradicional al constar de bloque de 15 cm, varillas de acero de refuerzo y hormigón en sus columnetas y viguetas para lograr su confinamiento además de su seguridad sísmica, es una mampostería que llega a pesar 180 a 250 kilos por metro cuadrado, lo que nos genera una carga bastante alta a la edificación, además que el costo llega a ser mayor por 16 dólares americanos versus una pared liviana tipo steel Frame.

Mientras que al colocar pared liviana tipo steel Frame, tenemos un peso no mayor a los 35 kilos por metro cuadrado, lo que evidentemente nos ayuda en el sistema de cimentaciones y su costo, también se tiene una ejecución de obra más rápida a la tradicional como ya se había mencionado anteriormente, lo que se traduce a un menor costo de indirectos, sin olvidar la alta resistencia sísmica de este tipo de tabiquería por ser un sistema mecánico que transmite las cargas de una manera eficiente por la tipología de su estructura de acero

Tabla 15. *Andino, E. (2020)*. Tabla comparativa de análisis de precios pared tradicional de bloque con refuerzos. Elaboración propia.

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

NOMBRE DE PROYECTO: VIVIENDA PROGRESIVA Hoja de 4  
 RUBRO: MAMPOSTERIA DE BLOQUE DE 15 PRENSADO UNIDAD: m2  
 DETALLE:

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramienta menor	2.00	0.28	0.56	1.5000	0.84
SUBTOTAL M					0.84
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Peon	1.00	3.18	3.18	1.5000	4.77
Albañil	1.00	3.22	3.22	1.5000	4.83
SUBTOTAL M					9.60
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
CEMENTO	sac	3.00	7.50	22.50	
ARENA	m3	0.10	18.00	1.80	
AGUA	m3	0.05	1.00	0.05	
BLOQUE PRENSADO 15 CM	u	15.00	0.28	4.20	
RIPIO	m3	0.04	18.00	0.72	
TABLA DE ENCOFRADO 0,20M	m	2.00	1.00	2.00	
CLAVOS	kg	0.06	1.25	0.08	
ACERO DE REFUERZO FC=4200KG/CM2	kg	10.00	1.25	12.50	
SUBTOTAL O					43.85
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					54.29
COSTO INDIRECTO					12.49
OTROS INDIRECTOS:					
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					66.78
VALOR OFERTADO:					66.78

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA

SESENTA Y SEIS dolares SETENTA Y OCHO centavos

Tabla 16. *Andino, E. (2020)*. Tabla comparativa de análisis de precios pared tipo steel framing. Elaboración propia.

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

NOMBRE DE PROYECTO: VIVIENDA PROGRESIVA Hoja de 4  
 RUBRO: Pared liviana de fibrocemento mas gypsum a contracara UNIDAD: m2

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Taladro electrico rotacion	1.00	0.44	0.44	0.2000	0.09
Herramienta menor	1.00	0.28	0.28	0.2000	0.06
SIERRA CIRCULAR	1.00	1.10	1.10	0.2000	0.22
Amoladora	1.00	1.25	1.25	0.2000	0.25
SUBTOTAL M					0.62
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL /HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
EST. OCUP. D2: OBRERO ESPECIALIZADO	1.00	3.57	3.57	1.0000	3.57
EST. OCUP. E2: AYUD. (EQUIV. PEÓN)	1.00	3.18	3.18	1.0000	3.18
Maestro de obra	1.00	3.57	3.57	0.5000	1.78
Arquitecto de obra 1	1.00	4.50	4.50	0.5000	2.25
SUBTOTAL M					10.78
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
		A	B	C = A x B	
Gypsum Estandar 12 mm	unidad	0.35	8.00	2.80	
Fibrocemento de 10 mm	unidad	0.35	22.00	7.70	
Empaste para junta de Fibrocemento DR510	saco	0.02	37.00	0.74	
Empaste para fibrocemento DR560 acabado liso	SACO	0.05	30.00	1.50	
Perfil de acero laminado galvanizado 0.93x100mm	m2	1.00	13.50	13.50	
Cinta para fibrocemento de 15 cm x45	rollo	0.10	7.00	0.70	
Cinta para fibrocemento de 25 cm x 45 m	rollo	0.10	9.00	0.90	
Cinta para gypsum de 5 cm x 45 m	rollo	0.05	4.00	0.20	
Empaste de interiores maxiempaste	saco	0.10	9.50	0.95	
TORNILLOS DE INSTALACION GYPSUM GALVANIZADOS	u	15.00	0.02	0.30	
Tomillo para instalacion de fibrocemento	unidad	20.00	0.02	0.40	
Tomillo para estructura liviana cabeza de lenteja	unidad	15.00	0.01	0.15	
SUBTOTAL O					29.84
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	DISTANCIA	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
			A	B	C = A x B
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					41.24
COSTO INDIRECTO					23.00
OTROS INDIRECTOS:					0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO:					64.24
VALOR OFERTADO:					64.24

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA

CINCUENTA dolares SETENTA Y TRES centavos

## 5. BIBLIOGRAFÍA

Argentina, E. (2020). *Placas de Fibrocemento*. Obtenido de En arquitectura, los usos que se le suele dar a las placas de fibrocemento son muy variados.

Beiser, V. (2018). *The World in a Grain, LA HISTORIA DE LA ARENA Y CÓMO TRANSFORMÓ LA CIVILIZACIÓN*. Libros de Riverhead.

Cáceres, C. (2018). *Análisis comparativo y Técnico de un Sistema Tradicional Aporticado y un Sistema Estructural Liviano para la Construcción de Viviendas*. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/14631/Tesis%20corregida.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Constitución. (2008). *Constitución*. Obtenido de [https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4\\_ecu\\_const.pdf](https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf)

Correa, E. (2011). *Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento / Banco Mundial*. Obtenido de Guía de reasentamiento para poblaciones en riesgo de desastre: <http://documents1.worldbank.org/curated/pt/313901468054275998/pdf/653550WP0SPANI0ement0guide00SPANISH.pdf>

Dannemann, R. (s.f.). *Manual de Ingeniería de Steel Framing*. Obtenido de <file:///C:/Users/HOGAR/Downloads/Manual%20de%20Ingenieria%20con%20ISBN.pdf>.

Dark Ecology. (2019). *Dark Ecology*. Obtenido de <https://www.darkecology.net/about>.

Diario El Comercio. (25 de mayo de 2017). Los albergues se cierran tras 13 meses del terremoto. *El Comercio*. Obtenido de <https://www.elcomercio.com/actualidad/albergues-cierre-terremoto-manabi-esmeraldas.html>.

Eco Inteligencia. (2019). *Eco Inteligencia*. Obtenido de <https://www.ecointeligencia.com/2014/11/antropoceno>.

Ecuador, P. R. (2017). Obtenido de <https://www.reconstruyoecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2018/02/Plan-de-Reconstrucci%C3%B3n-y-Reactivaci%C3%B3n-Productiva-post-terremoto.pdf>

- Español, C. e. (13 de abril de 2017). *A un año de la tragedia que sacudió Ecuador: ¿qué ha pasado desde el terremoto?* Obtenido de CNN EN ESPAÑOL: <https://cnnespanol.cnn.com/2017/04/13/a-un-ano-de-la-tragedia-que-sacudio-a-ecuador-que-ha-pasado-desde-el-terremoto>.
- Eternit. (2013). *Manual Técnico del Sistema Constructivo Liviano en Seco*.
- Eternit. (2013). *Manual Técnico Eterboard Sistema de Construcción en Seco*. Bogotá.
- GAD RUMIÑAHUI . (2016). *LINEA DE TIEMPO - RUMIÑAHUI 1938-2016*. Sangolquí.
- Gad Rumiñahui. (2019). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento territorial Cantón Rumiñahui 2012 – 2025 Actualización 2014 - 2019*. Sangolquí, Rumiñahui: Gad Rumiñahui.
- IAEN. (2017). *Posterremoto gestión de riesgos y cooperación intencional: Ecuador*. Quito.
- Instituto Geofísico Escuela Politécnica Nacional. (agosto de 2015). *Instituto Geofísico Escuela Politécnica Nacional*. Obtenido de <https://www.igepn.edu.ec/cotopaxi>.
- J. Monjo Carrió, D. A. (2005). LA EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS CONSTRUCTIVOS EN. 37-54.
- Jeremy Robert, R. D. (2018). Complejidad, incertidumbre y vulnerabilidad: el riesgo asociado al volcán Cotopaxi en el Valle de los Chillos (Quito-Ecuador). *Bulletin de l'Institut français d'études andines*, 1-23.
- Jesica Castro, A. S. (2017). APLICACIÓN DE LA EVALUACIÓN TÉCNICO VISUAL DE LAS ESTRUCTURAS ANTE FENÓMENOS NATURALES EN EL SECTOR BARRIO DE SELVA ALEGRE DESDE LA CALLE RAMÓN GONZALES ARTIGAS HASTA LA INTERSECCIÓN DE LAS CALLES JUAN DE SALINAS Y ANTONIO CHECA. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Mantilla, A. (Septiembre de 2019). *Repensar el Espacio Público, la Feria Libre y el Espacio Comercial como Integrador Social - el Caso de Sangolquí*. Obtenido de <http://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/3607>
- Mantilla, A. A., Duarte, A. A., & Andino, A. E. (2019). *SAN FRANCISCO DE HUARCAY Investigación y Análisis de factores socioeconómicos, y su interacción y afectación en la Arquitectura*. Quito: NA.
- MDMQ. (2015). *ORDENANZA METROPOLITANA #210, Reforma PUOS*. QUITO.

MIDUVI . (2015). *NEC NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCION*. Quito: Dirección de Comunicación Social, MIDUVI.

MUNICIPIO DEL DESTRITO METROPOLITANO DE QUITO. (2003). *Anexo a la ordenanza de zonificación que contiene el Plan de Uso y Ocupación de Suelo*. Quito.

Paredes, G. (2011). *DISEÑO DE UN PLAN ESTRATÉGICO DE MARKETING PARA PROMOCIONAR LA AVENIDA DE LOS VOLCANES, PROVINCIA DE PICHINCHA*. Obtenido de [http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/1653/1/44245\\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/1653/1/44245_1.pdf).

Quinga, M. A. (enero de 2017). Tesis "Uso y ocupación de suelo en zonas de riesgo y su consecuencia jurídica-ambiental en el sector de Selva Alegre cantón Rumiñahui 2015". *"Uso y ocupación de suelo en zonas de riesgo y su consecuencia jurídica-ambiental en el sector de Selva Alegre. cantón Rumiñahui 2015"*. Quito, Pichincha, Ecuador. Obtenido de <http://200.12.169.19/bitstream/25000/9494/1/T-UCE-0013-Ab-46.pdf>.

Riesgos, S. N. (2019). *SNGR*. Obtenido de <http://www.cambioclimatico-regatta.org/index.php/es/instituciones-clave/item/secretaria-nacional-de-gestion-de-riesgos-sngr>.

RUMIÑAHUI, G. (10 de Enero de 2018). Obtenido de [http://www.ruminahui.gob.ec/index.php?option=com\\_content&view=article&id=33:datos-estadisticos&catid=10&Itemid=108&lang=es](http://www.ruminahui.gob.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=33:datos-estadisticos&catid=10&Itemid=108&lang=es).

Rumiñahui, G. A. (2012-2025). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Cantón Rumiñahui 2012 - 2025.

Sabatini. (2016). *La segregación social del espacio en las ciudades de América Latina*. Inter-American Development Bank.

Toribio, Y. M. (13 de Septiembre de 2013). *APLICABILIDAD DEL SISTEMA STEEL-FRAME EN VIVIENDAS ECONÓMICAS, REPÚBLICA DOMINICANA*. Obtenido de [https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/19687/YarissaPerez\\_TFM.pdf?seque](https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/19687/YarissaPerez_TFM.pdf?seque).

Tugallt. (2020). Obtenido de <https://www.tugalt.com.ec/>

Turismo, M. d. (Febrero de 2019). *Ministerio de Turismo*. Obtenido de <https://www.turismo.gob.ec/la-avenida-de-los-volcanes-una-joya-natural-que-late-en-el-centro-del-mundo>.

## ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen Nro. 1. <i>Andino, E (2020)</i> . Foto aérea de afectación de lahares en Cantón Rumiñahui, sector Selva Alegre, reasentamiento de habitantes fuera de área de riesgo. Fuente: GAD Rumiñahui (Gestión de Riesgos).....	19
Imagen Nro. 2. <i>Andino, E (2020)</i> . Desarrollo histórico de trama urbana Sangolquí INEC 2001, Rumiñahui. Fuente: Google Earth 2019. ....	25
Imagen Nro. 3. <i>Andino, E. (2020)</i> . Peligro volcánico cantón Rumiñahui. Fuente: Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional, año 2012. ....	32
Imagen Nro. 4. <i>Andino, E. (2020)</i> . Zona azul, área de influencia de flujos en el cantón Rumiñahui. Fuente: Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Rumiñahui 2012 - 2025; y zona naranja acercamiento área de estudio Selva Alegre. ...	34
Imagen Nro. 5. <i>Andino, E. (2020)</i> . A la izquierda, explosión registrada con una columna de emisión de entre 6-8 km con dirección al NW y SW. Recuperada de redes sociales, tomada desde Alóag al NW del volcán. A la derecha, Imagen Landsat de la explosión (Escobar, R.). Fuente: Instituto Geofísico Escuela Politécnica Nacional. ....	35
Imagen Nro. 6. <i>Andino, E. (2020)</i> . Análisis Red de Actores. Elaboración propia. ....	41
Imagen Nro. 7. <i>Andino, E. (2020)</i> . Propuesta de Reserva Natural por paso de lahares e Identificación del terreno para el reasentamiento. Elaboración propia. ....	46
Imagen Nro. 8. <i>Andino, E. (2020)</i> . Análisis de tipologías y distribución de viviendas actuales del barrio Selva Alegre. Elaboración propia. ....	48
Imagen Nro. 9. <i>Andino, E. (2020)</i> . Esquema de análisis de ingreso y salida vehicular del área delimitada para el estudio. Elaboración propia. ....	49
Imagen Nro. 10. <i>Andino, E. (2020)</i> . Área de estudio, barrio Selva Alegre. Elaboración propia. ....	50
Imagen Nro. 11. <i>Andino, E. (2020)</i> . Análisis de terreno 2 hectáreas para el reasentamiento. Elaboración propia. ....	52
Imagen Nro. 12. <i>Andino, E. (2020)</i> . Ingreso a la Ruta Avenida de los Volcanes. Elaboración propia. ....	53
Imagen Nro. 13. <i>Andino, E. (2020)</i> . Sangolquí atractivo para cantones aledaños por su ingreso a la Ruta Avenida de los Volcanes, paso obligatorio por el Barrio Selva Alegre. Elaboración propia. ....	55

Imagen Nro. 14. <i>Andino, E. (2020)</i> . Mapa Avenida de los Volcanes, ruta Sangolquí - Selva Alegre - Parque Nacional Cotopaxi. Fuente: Jesica Castro 2017.....	56
Imagen Nro. 15. <i>Andino, E. (2020)</i> . Esquemas funcionales, volumétrico. Elaboración propia.....	64
Imagen Nro. 16. <i>Andino, E. (2020)</i> . Esquema de diseño de fachada. Elaboración propia.....	66
Imagen Nro. 17. <i>Andino, E. (2020)</i> . Esquema volumétrico de organización espacial barrial. Elaboración propia.....	67
Imagen Nro. 18. <i>Andino, E. (2020)</i> . Esquema volumétrico de organización espacial barrial de forma transversal. Elaboración propia.....	68
Imagen Nro. 19. <i>Andino, E. (2020)</i> . Esquema volumétrico de organización espacial barrial giro 45 grados. Elaboración propia.....	69
Imagen Nro. 20. <i>Andino, E. (2020)</i> . Esquema de viviendas a un cien por ciento de ocupación espacial y estudio volumétrico inicial. Elaboración propia.....	70
Imagen Nro. 21. <i>Andino, E. (2020)</i> . Organización espacial de la vivienda. Elaboración propia.....	71
Imagen Nro. 22. <i>Andino, E. (2020)</i> . Volumetría de la vivienda. Elaboración propia.....	73
Imagen Nro. 23. <i>Andino, E. (2020)</i> . Maqueta física de estudio. Elaboración propia.....	74
Imagen Nro. 24. <i>Andino, E. (2020)</i> . Maqueta física. Elaboración propia.....	75
Imagen Nro. 25. <i>Andino, E. (2020)</i> . Maqueta física. Elaboración propia.....	76
Imagen Nro. 26. <i>Andino, E. (2020)</i> . Maqueta física. Elaboración propia.....	77
Imagen Nro. 27. <i>Andino, E. (2020)</i> . Análisis de asoleamiento en la implantación general de las viviendas, terreno propuesto y las sombras que proyectan entre sí. Elaboración propia.....	78
Imagen Nro. 28. <i>Andino, E. (2020)</i> . Organización espacial y estructural. Elaboración propia.....	79
Imagen Nro. 29. <i>Andino, E. (2020)</i> . Conjunto de viviendas. Elaboración propia.....	80
Imagen Nro. 30. <i>Andino, E. (2020)</i> . Vista interna del barrio. Elaboración propia.....	81
Imagen Nro. 31. <i>Andino, E. (2020)</i> . Sensaciones de acogida del reasentamiento. Elaboración propia.....	82
Imagen Nro. 32. <i>Andino, E. (2020)</i> . Planta baja comercial. Elaboración propia.....	84
Imagen Nro. 33. <i>Andino, E. (2020)</i> . Planta alta flexible comercial. Elaboración propia.....	86
Imagen Nro. 34. <i>Andino, E. (2020)</i> . Primer piso. Elaboración propia.....	88

Imagen Nro. 35. <i>Andino, E. (2020)</i> . Segundo piso de la vivienda. Elaboración propia.....	90
Imagen Nro. 36. <i>Andino, E. (2020)</i> . Tercer piso. Elaboración propia.....	92
Imagen Nro. 37. <i>Andino, E. (2020)</i> . Elevación norte. Elaboración propia.....	93
Imagen Nro. 38. <i>Andino, E. (2020)</i> . Elevación sur. Elaboración propia.....	94
Imagen Nro. 39. <i>Andino, E. (2020)</i> . Elevación este. Elaboración propia. ....	95
Imagen Nro. 40. <i>Andino, E. (2020)</i> . Elevación oeste. Elaboración propia. ....	96
Imagen Nro. 41. <i>Andino, E. (2020)</i> . Corte transversal. Elaboración propia.....	97
Imagen Nro. 42. <i>Andino, E. (2020)</i> . Perspectiva aérea de la vivienda. Elaboración propia.....	98
Imagen Nro. 43. <i>Andino, E. (2020)</i> . Vista completa axonometría. Elaboración propia. ....	99
Imagen Nro. 44. <i>Andino, E. (2020)</i> . Componentes del diseño. Elaboración propia. ....	100
Imagen Nro. 45. <i>Andino, E. (2020)</i> . Progresión axonométrica planta baja. Elaboración propia.....	101
Imagen Nro. 46. <i>Andino, E. (2020)</i> . Planta alta flexible. Elaboración propia.....	102
Imagen Nro. 47. <i>Andino, E. (2020)</i> . Primer piso. Elaboración propia.....	103
Imagen Nro. 48. <i>Andino, E. (2020)</i> . Segundo piso. Elaboración propia. ....	104
Imagen Nro. 49. <i>Andino, E. (2020)</i> . Tercer piso. Elaboración propia.....	105
Imagen Nro. 50. <i>Andino, E. (2020)</i> . Sección axonométrica 1. Elaboración propia. ....	106
Imagen Nro. 51. <i>Andino, E. (2020)</i> . Sección axonométrica 2. Elaboración propia. ....	107
Imagen Nro. 52. <i>Andino, E. (2020)</i> . Vista aérea del conjunto habitacional. Elaboración propia.....	108
Imagen Nro. 53. <i>Andino, E. (2020)</i> . Perspectiva aérea peatonal circular. Elaboración propia. ....	109
Imagen Nro. 54. <i>Andino, E. (2020)</i> . Perspectiva peatonal. Elaboración propia. ....	110
Imagen Nro. 55. <i>Andino, E. (2020)</i> . Perspectiva movimiento y desarrollo comercial protección del peatón versus el vehículo. Elaboración propia. ....	111
Imagen Nro. 56. <i>Andino, E. (2020)</i> . Perspectiva interior de área de vivienda. Elaboración propia.....	112
Imagen Nro. 57. <i>Andino, E. (2020)</i> . Perspectiva interior de área social. Elaboración propia.....	113
Imagen Nro. 58. <i>Andino, E. (2020)</i> . Primera edificación en sistema constructivo liviano en seco, Stran-Steel. Fuente: Manual Técnico del Sistema Constructivo Liviano en Seco de Eternit 2013. ....	115

Imagen Nro. 59. <i>Andino, E. (2020)</i> . Placas de fibrocemento. Fuente: punto a punto, diario de negocios Argentina. ....	117
Imagen Nro. 60. <i>Andino, E. (2020)</i> . Sistema steel framing. Fuente: Manual de Sistema Constructivo Liviano en Seco, Eternit 2013. ....	120
Imagen Nro. 61. <i>Andino, E. (2020)</i> . Ejemplo de identificación de perfiles conformados en frío y sus aplicaciones.....	122
Imagen Nro. 62. <i>Andino, E. (2020)</i> . Perfilería galvanizada, Proyecto Azuay de Tugalt Ecuatoriana. ....	123
Imagen Nro. 63. <i>Andino, E. (2020)</i> . Viviendas de interés social en steel framing. Fuente: <a href="http://www.iucose.com.uy/espanol/2do-congreso-de-steel-frame-en-san-pablo-14?nid=22">http://www.iucose.com.uy/espanol/2do-congreso-de-steel-frame-en-san-pablo-14?nid=22</a> .....	126
Imagen Nro. 64. <i>Andino, E. (2020)</i> . Bastidores de pared simple. Elaboración propia.....	132
Imagen Nro. 65. <i>Andino, E. (2020)</i> . Construcción de pared en vanos. Elaboración propia.....	133
Imagen Nro. 66. <i>Andino, E. (2020)</i> . Intersección en T. Elaboración propia.....	134
Imagen Nro. 67. <i>Andino, E. (2020)</i> . Intersección en esquina. Elaboración propia. ....	135
Imagen Nro. 68. <i>Andino, E. (2020)</i> . Esquema de dinteles. Elaboración propia. ....	136
Imagen Nro. 69. <i>Andino, E. (2020)</i> . Sistema de studs en I (de espaldas) y Anclaje de Momento. Elaboración propia.....	137
Imagen Nro. 70. <i>Andino, E. (2020)</i> . Detalle constructivo. Elaboración propia. ....	139
Imagen Nro. 71. <i>Andino, E. (2020)</i> . Vista detalle desde el interior. Elaboración propia.....	140
Imagen Nro. 72. <i>Andino, E. (2020)</i> . Vista de panel tipo steel framing. Elaboración propia. ....	141
Imagen Nro. 73. <i>Andino, E. (2020)</i> . Vista detalle de construcción de ventana. Elaboración propia. ....	142
Imagen Nro. 74. <i>Andino, E. (2020)</i> . Perspectiva de detalle de construcción típico de unión estructura, losa y paredes. Elaboración propia. ....	143
Imagen Nro. 75. <i>Andino, E. (2020)</i> . Diseño de paneles típicos para obra en steel frame, para ensamblaje o construcción en obra con detalle de vano de ventana. Elaboración propia. ....	144
Imagen Nro. 76. <i>Andino, E. (2020)</i> . Diseño de paneles típicos para obra en Steel Frame, para ensamblaje o construcción en obra con detalle de vano de puerta. Elaboración propia. ....	145
Imagen Nro. 77. <i>Andino, E. (2020)</i> . Diseño de paneles típicos para obra en Steel Frame, para ensamblaje o construcción en obra con detalle de vano de ventana y refuerzo con cruz de arriostamiento. Elaboración propia.....	146
Imagen Nro. 78. <i>Andino, E. (2020)</i> . Cálculo de pre-diseño con programa SAP 2000.....	152

Imagen Nro. 79. <i>Andino, E. (2020)</i> . Cálculo de pre-diseño con programa SAP 2000.....	153
Imagen Nro. 80. <i>Andino, E. (2020)</i> . Cálculo de pre-diseño con programa SAP 2000.....	154
Imagen Nro. 81. <i>Andino, E. (2020)</i> . Cálculo de pre-diseño con programa SAP 2000.....	155
Imagen Nro. 82. <i>Andino, E. (2020)</i> . Cargas utilizadas con programa SAP 2000.....	156
Imagen Nro. 83. <i>Andino, E. (2020)</i> . Resultados obtenidos del pre-cálculo estructural. ....	160
Imagen Nro. 84. <i>Andino, E. (2020)</i> . Resultados obtenidos del pre-cálculo estructural. ....	161
Imagen Nro. 85. <i>Andino, E. (2020)</i> . Resultados obtenidos del pre-cálculo estructural. ....	162
Imagen Nro. 86. <i>Andino, E. (2020)</i> . Cimentación recomendada para este sistema. ....	165
Imagen Nro. 87. <i>Andino, E. (2020)</i> . Cimentación recomendada.....	166
Imagen Nro. 88. <i>Andino, E. (2020)</i> . Cimentación recomendada.....	166

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Andino, E. (2020)</i> . Densidad Poblacional Sangolquí. Fuente: INEC. Censo de Población y Vivienda 2010. Elaboración propia. ....	26
Tabla 2. <i>Andino, E. (2020)</i> . Población Probablemente Amenazada. Fuente: Secretaria de Gestión de Riesgos (Plan de contingencia ante una posible erupción del volcán Cotopaxi).....	37
Tabla 3. <i>Andino, E. (2020)</i> . Tabla para calificación del evento o situación peligrosa. Fuente: Manual de Comité de Operaciones de Emergencia, COE. ....	38
Tabla 4. <i>Andino, E. (2020)</i> . Tipología de comercio en el barrio Selva Alegre. Elaboración propia. ....	44
Tabla 5. <i>Andino, E. (2020)</i> . Tabla comparativa peso metro cuadrado sistema tradicional versus sistema liviano en seco. Elaboración propia. ....	125
Tabla 6. <i>Andino, E. (2020)</i> . Tabla comparativa de rendimientos con diferentes materiales y sistemas constructivos. Elaboración propia. ....	127
Tabla 7. <i>Andino, E. (2020)</i> . Precálculo estructural de vigas secundarias. Elaboración propia.....	148
Tabla 8. <i>Andino, E. (2020)</i> . Precálculo estructural de vigas principales. Elaboración propia. ....	150
Tabla 9. <i>Andino, E. (2020)</i> . Precálculo estructural de columnas. Elaboración propia.....	151
<i>Tabla 10. Andino, E. (2020)</i> . Combinaciones de carga según la NEC. ....	157
Tabla 11. <i>Andino, E. (2020)</i> . Carga de sismo, para la carga de sismo se realiza un espectro de respuesta en base a las características del edificio.....	158
Tabla 12. <i>Andino, E. (2020)</i> . Espectro elástico de aceleraciones. ....	159
Tabla 13. <i>Andino, E. (2020)</i> . Cuantificación de materiales obtenido en el software. ....	163
Tabla 14. <i>Andino, E. (2020)</i> . Cuantificación de material requerido para paredes.....	163
Tabla 16. <i>Andino, E. (2020)</i> . Tabla comparativa de análisis de precios pared tradicional de bloque con refuerzos. Elaboración propia. ....	168
Tabla 17. <i>Andino, E. (2020)</i> . Tabla comparativa de análisis de precios pared tipo steel framing. Elaboración propia.....	169