



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA  
DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
INSTITUTO DE POSTGRADO**

**TÍTULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

PLAN DE DESARROLLO INMOBILIARIO PARA UN PROYECTO DE  
USO MIXTO EN ESTRUCTURA METALICA, CIUDAD DE TULCAN

**AUTOR**

Ing. Cotacachi Enríquez José Mauricio

**TRABAJO DE TITULACIÓN EN MODALIDAD DE  
INFORME DE INVESTIGACIÓN**

Previo a la obtención del grado académico en  
**MAGÍSTER EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN  
GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN**

**TUTOR**

PhD. Contreras Vásquez Luis

**La Libertad, Ecuador**

**2026**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA  
DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
INSTITUTO DE POSTGRADO**

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

---

**PhD Roxana Álvarez Acosta  
COORDINADORA (E) DEL  
PROGRAMA**

---

**PhD. Contreras Vásquez Luis  
TUTOR**

---

**PhD. Guerrero Bejarano María  
DOCENTE ESPECIALISTA**

---

**PhD. Garces Vargas Juan  
DOCENTE ESPECIALISTA**

---

**Ab. María Rivera González, Mgtr.  
SECRETARIA GENERAL  
UPSE**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA  
DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
INSTITUTO DE POSTGRADO**

**CERTIFICACIÓN**

Certifico que luego de haber dirigido científica y técnicamente el desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por el cual apruebo en todas sus partes el presente trabajo de titulación que fue realizado en su totalidad por ING. JOSÉ MAURICIO COTACACHI ENRÍQUEZ, como requerimiento para la obtención del título de Magíster en Ingeniería Civil con mención en Gestión de la Construcción.

**TUTOR**

---

**PhD. Contreras Vásquez Luis**

**10 días del mes de abril del año 2026**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA  
DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
INSTITUTO DE POSTGRADO  
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

**Yo, JOSÉ MAURICIO COTACACHI ENRÍQUEZ**

**DECLARO QUE:**

El trabajo de Titulación, “PLAN DE DESARROLLO INMOBILIARIO PARA UN PROYECTO DE USO MIXTO EN ESTRUCTURA METÁLICA, CIUDAD DE TULCÁN “previo a la obtención del título en Magíster en Ingeniería Civil Mención en Gestión de la Construcción, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

La Libertad, a los 10 días del mes de abril del año 2026

**EL AUTOR**

---

**Ing. José Mauricio Cotacachi Enríquez**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA  
DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
INSTITUTO DE POSTGRADO  
CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO**

Certifico que después de revisar el documento final del trabajo de titulación denominado “PLAN DE DESARROLLO INMOBILIARIO PARA UN PROYECTO DE USO MIXTO EN ESTRUCTURA METALICA, CIUDAD DE TULCAN”, presentado por el estudiante, ING. JOSÉ MAURICIO COTACACHI ENRÍQUEZ fue enviado al Sistema Antiplagio COMPILATIO, presentando un porcentaje de similitud correspondiente al 4%, por lo que se aprueba el trabajo para que continúe con el proceso de titulación.



Certificado de análisis  
Compilatio Magister+ | UPSE-ECU

PROYECTO TESIS (1)

ID : a784814fcf249fa99ed4ed428b207a1f58bf0e6a



4%

Textos sospechosos

Nombre del fichero : PROYECTO TESIS (1).txt  
Tamaño del archivo original : 6,52 MB  
Número de palabras : 17.648  
Número de caracteres : 132986

Depositante : LUIS FELIPE CONTRERAS VASQUEZ  
Fecha de depósito : 10 de abril de 2026  
Tipo de carga : interface  
fecha de fin de análisis : 10 de abril de 2026

**TUTOR**

---

**PhD. Contreras Vásquez Luis**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA  
DE SANTA ELENA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA  
INSTITUTO DE POSTGRADO  
AUTORIZACIÓN**

**Yo, ING. JOSÉ MAURICIO COTACACHI ENRÍQUEZ**

Autorizo a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, para que haga de este trabajo de titulación o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de informe de investigación con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este artículo académico dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor

La Libertad, a los 10 días del mes de abril del año 2026

**EL AUTOR**

---

**Ing. José Mauricio Cotacachi Enríquez**

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer ante todo a Dios por darme la fortaleza, la sabiduría para guiar mi camino personal y académico.

A mi familia, especialmente a mi esposa la cual ha sido un pilar fundamental. A mis hijos por ser los motivadores constantes para lograr este sueño.

A la institución que me acogió y me dio las herramientas necesarias para mi crecimiento académico y la experiencia de nuevos conocimientos.

Finalmente, a todas las personas que de alguna manera aportaron a la culminación de este proyecto.

*José Mauricio, Cotacachi Enríquez*

## **DEDICATORIA**

A Dios por guiarme siempre por el camino para finalizar esta Maestría.

A mi esposa Cecilia por su apoyo constante e incondicional.

A mis hijos Ariana y Jair que siempre han sido la razón y el motor para inspirarme a lograr todos mis objetivos en la vida.

A mis padres, particularmente a mi madre y abuelita que desde el cielo continúan guiando mi camino. Su ejemplo de valentía, amor y perseverancia viven en mí.

*José Mauricio, Cotacachi Enríquez*

# ÍNDICE GENERAL

TÍTULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN.....	I
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN.....	II
CERTIFICACIÓN.....	III
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD.....	IV
DECLARO QUE: .....	IV
CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO .....	V
AUTORIZACIÓN .....	VI
AGRADECIMIENTO .....	VII
DEDICATORIA .....	VIII
ÍNDICE GENERAL .....	IX
ÍNDICE DE TABLAS .....	XI
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XII
RESUMEN .....	XIV
ABSTRACT.....	XV
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	9
1.1. Revisión de literatura .....	9
1.2. Desarrollo teórico y conceptual .....	10
1.2.1 Proyecto Inmobiliario.....	11
1.2.2 Terreno de análisis .....	12
1.2.3 Análisis del mercado .....	13
1.2.4 Aplicación de la estructura metálica en proyectos inmobiliarios sostenibles .....	15
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA .....	20
2.1. Contexto de la investigación .....	20
2.2. Diseño y alcance de la investigación .....	22
2.3. Tipo y métodos de investigación.....	22

2.4. Población y muestra .....	22
2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	24
2.6. Procesamiento de la evaluación: Validez y confiabilidad de los instrumentos aplicados para el levantamiento de información. ....	24
CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	29
CONCLUSIONES .....	85
RECOMENDACIONES.....	87
REFERENCIAS.....	89

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Distancia de retiros .....	19
Tabla 2 Forma de presentación de planos .....	19
Tabla 3 Fortalezas del plan de desarrollo inmobiliario.....	30
Tabla 4 Oportunidades del plan de desarrollo inmobiliario .....	31
Tabla 5 Dificultades del plan de desarrollo inmobiliario .....	31
Tabla 6 Amenazas del plan de desarrollo inmobiliario .....	32
Tabla 7 Comparación de estructura metálica vs hormigón armado.....	40
Tabla 8 Comparación de BIM vs tradicionales .....	40
Tabla 9 Cuantificación de cantidades de materiales en Revit .....	62
Tabla 10 Costos directos para la ejecución del proyecto.....	65
Tabla 11 Costos indirectos para la ejecución del proyecto.....	68
Tabla 12 Propiedades del terreno y del edificio .....	70
Tabla 13 Análisis de costos y áreas del proyecto .....	70
Tabla 14 Programación arquitectónica del proyecto .....	71
Tabla 15 Información de ventas .....	72
Tabla 16 Términos de préstamo para realizar el proyecto .....	72
Tabla 17 Resumen del préstamo .....	73
Tabla 18 Términos de préstamo para realizar el proyecto .....	74
Tabla 19 Flujo de caja estático del proyecto.....	75
Tabla 20 Apalancamiento del proyecto.....	77
Tabla 21 Cálculo del VAN.....	79
Tabla 22 Cálculo del TIR.....	79
Tabla 23 Cálculo de la utilidad y rentabilidad.....	79

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación geográfica. (TULCAN).....	20
Figura 2 Ubicación geográfica. (TERRENO).....	21
Figura 3 Perfil del encuestado .....	33
Figura 4 Ocupacion.....	33
Figura 5 Reside actualmente en la provincia del carchi?.....	33
Figura 6 Cuenta con vehiculo propio?.....	34
Figura 7 Tipo de vivienda que actualmente habita .....	34
Figura 8 Tiempo de desplazamiento desde su vivienda hasta la universidad.....	34
Figura 9 Que unidad habitacional le interesaria dentro del proyecto de uso mixto.....	35
Figura 10 Que tan atractivo le resulta vivir en un proyecto de uso mixto .....	35
Figura 11 Que servicios considera indispensables dentro del proyecto de uso mixto....	35
Figura 12 Que tan importante es para usted que el proyecto se ubique cerca a la universidad?.....	36
Figura 13 Cuales son los factores mas im[portantes al elegir una vivienda en el sector de la universidad? .....	36
Figura 14 Estaria dispuesto a adquirir una vivienda dentro de este proyecto inmobiliario?.....	36
Figura 15 Cuanto estaria dispuesto a pagar por el arriendo mensual de una vivienda ...	37
¿Figura 16 Cuanto estaría dispuesto a pagar por la compra de un departamento de entre 50 y 60m <sup>2</sup> ubicado cerca de la universidad?.....	37
Figura 17 Que modalidad de financiamiento considera más viable?.....	37
Figura 18 Antes de esta encuesta, conocía usted los sistemas constructivos en estructura metalica?.....	38

Figura 19 Desde su percepción, que tipo de sistema estructural considera mas adecuados para un proyecto inmobiliario de uso mixto en la ciudad de Tulcán? .....	38
Figura 20 Estaría dispuesto a adquirir una vivienda en un edificio con estructura metálica , siempre que cumpla con las normas de seguridad y confort?.....	38
Figura 21 Implantación y acotación del terreno.....	43
Figura 22 Fachada frontal del edificio .....	44
Figura 23 Planta Arquitectónica N+0,00 .....	45
Figura 24 Planta Arquitectónica Tipo N+3,06; N+6,12 .....	46
Figura 25 Planta Instalaciones de agua potable N+0,00.....	47
Figura 26 Planta Instalaciones de agua potable Tipo N+3,06; N+6,12. ....	48
Figura 27 Planta Instalaciones Sanitarias N+0,00 .....	49
Figura 28 Planta Instalaciones Sanitarias Tipo N+3,06; N+6,12 .....	50
Figura 29 Planta Instalaciones Eléctricas N+0,00 .....	51
Figura 30 Planta Instalaciones Eléctricas Tipo N+3,06; N+6,12.....	52
Figura 31 Modelado 3D en Revit .....	53
Figura 32 Modelado en 3D edificación .....	55
Figura 33 Modelado en Etabs de primera losa tipo N+3,06 .....	56
Figura 34 Tabla de modos de vibración:.....	57
Figura 35 Cálculo de derivas máximas de piso: deriva x (sismo x). ....	57
Figura 36 Cálculo de derivas máximas de piso: deriva x (sismo y) .....	58
Figura 37 Diseño - Acero estructural columnas metálicas compuestas.....	59
Figura 38 <i>Diseño - Acero estructural de la estructura metálica</i> .....	61
Figura 39 <i>Cronograma de Edificio de Uso Mixto</i> .....	67

## RESUMEN

Este estudio propone un Plan de Desarrollo Inmobiliario para un proyecto de uso mixto con estructura metálica en Tulcán, Ecuador, esto debido a la falta de edificaciones modernas en la zona, el objetivo es introducir soluciones sostenibles mediante el uso del sistema constructivo en estructura metálica.

La investigación emplea un enfoque mixto y analítico-explicativo, utilizando encuestas a usuarios y entrevistas a expertos. El diseño técnico se determinó por las normas nacionales como la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-15) y estándares internacionales (AISC-360), evaluando también la viabilidad financiera mediante indicadores de rentabilidad.

El resultado es un modelo replicable que optimiza el diseño urbano, impulsa la industria de la construcción local y asegura beneficios sociales, técnicos y económicos bajo criterios de sostenibilidad en ciudades de nivel medio.

**Palabras claves:** Desarrollo inmobiliario de uso mixto, estructura metálica, sostenibilidad y metodología BIM:

## ABSTRACT

This study proposes a Real Estate Development Plan for a mixed-use project with a steel structure in Tulcán, Ecuador. Given the lack of modern buildings in the area, the objective is to introduce sustainable solutions through the use of steel-frame construction systems and Building Information Modeling (BIM) methodology.

The research employs a mixed-methods, analytical-explanatory approach, utilizing user surveys and expert interviews. To ensure data reliability, Cronbach's alpha coefficient and data triangulation were applied. The technical design was determined by national standards such as the Ecuadorian Construction Standard (NEC-15) and international standards (AISC-360), and financial viability was also evaluated using profitability indicators.

The result is a replicable model that optimizes urban design, boosts the local construction industry, and ensures social, technical, and economic benefits under sustainability criteria in mid-sized cities.

**Keywords:** Mixed-use real estate development, steel structure, sustainability, BIM methodology

# INTRODUCCIÓN

El rápido crecimiento urbano en ciudades latinoamericanas y en los centros urbanos ecuatorianos ha incrementado la presión sobre el suelo y sobre la infraestructura, sobre todo en áreas consolidadas. Ante el poco suelo disponible y la expansión desordenada, los edificios de uso mixto aparecen como una alternativa. Esta tipología de uso mixto integra funciones residenciales, comerciales y de servicios; además optimizan el uso del suelo. Los edificios de uso mixto impulsan la actividad urbana y económica. Según, (Geyer, 2023; Mac-lean, 2020; Martínez Gil, 2021).

El uso mixto ayuda a crear ciudades que ocupan menos espacio y que reduce los desplazamientos. Estas construcciones fortalecen la economía de la comunidad mejorando la infraestructura que ya existe. En Ecuador, las políticas del MIDUVI impulsan modelos de densificación con modelos de crecimiento urbano que cuidan el medio ambiente, lo que refuerza la pertinencia del desarrollo inmobiliario de uso mixto dentro del contexto nacional (Cuji et al., 2025; Murillo Delgado et al., 2023).

En Tulcán, el desarrollo urbano tiene una planificación que no cambia mucho y tiene edificios que sirven para una función poco diversificada con sistemas tradicionales. La planificación no permite que se construyan más edificios cerca, lo que ha derivado un bajo aprovechamiento de uso del suelo en ese sector y limitada reactivación económica. La presencia de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi (UPEC) genera que personas busquen vivienda para los estudiantes y para el personal académico. Los datos registran aproximadamente 6.349 estudiantes de pregrado y 235 de posgrado. El entorno de la Universidad se vuelve un sector para proyectos inmobiliarios de uso mixto.

Desde la perspectiva de la Ingeniería Civil, el diseño de edificaciones complejas en Ecuador presenta retos debido a su considerable riesgo sísmico, lo que requiere un análisis estructural detallado y estándares de diseño que aseguren resistencia a sismos. En este marco, las estructuras metálicas son notables por su ductilidad y favorable relación entre resistencia y peso, siempre que se asegure su desempeño sísmico a través de un adecuado enfoque en su concepción y adherencia a la normativa (Katsimpini, 2024; NEC, 2015; Robalino et al., 2020).

Los estudios internacionales y los estudios nacionales dicen que las estructuras de acero tienen ventajas sobre los sistemas tradicionales en edificios de varios pisos y de uso mixto. Las estructuras de acero muestran buen desempeño y son útiles.

Los estudios lo confirman. Además, el acero ayuda a la sostenibilidad, reduce el ciclo de vida del edificio y es compatible con los sistemas constructivos industrializados y los sistemas constructivos modulares (Broniewicz & Broniewicz, 2020; Kim et al., 2020; Parracho et al., 2025; Shim & Kim, 2022).

Las investigaciones recientes muestran que el acero tiene potencial para la sostenibilidad ambiental, para reducir el ciclo de vida del edificio y para ser compatible con sistemas constructivos industrializados y modulares. El acero resulta muy pertinente en proyectos de desarrollo inmobiliario contemporáneo (Broniewicz & Broniewicz, 2020; Parracho et al., 2025). En el ámbito académico ecuatoriano, trabajos de titulación han proyectado el diseño sismorresistente de edificaciones metálicas para distintos usos, demostrando la aplicabilidad técnica y normativa del acero estructural bajo la NEC (Cedeño & Coello, 2024; Pazmiño & Pazmiño, 2022).

El desarrollo de proyectos inmobiliarios de uso mixto requiere un análisis integral de viabilidad técnica y económica, ya que diversos estudios evidencian su capacidad para optimizar el uso del suelo y generar retornos atractivos mediante una adecuada combinación de uso y análisis del mercado (Álvarez & Crovetto, 2022; Mac-lean, 2020). Asimismo, el BIM es una herramienta clave para mejorar la calidad del diseño, optimizar costos y fortalecer la sostenibilidad y viabilidad de los proyectos (Romero Hallo & Muñoz, 2025).

El estudio de, (Álvarez & Crovetto, 2022), analizó un edificio de uso mixto en la zona financiera de San Isidro con un enfoque propositivo orientado a maximizar la rentabilidad del terreno mediante la definición del modelo de negocio y la combinación óptima de usos. En el análisis del mercado de oficinas, de comercio y de vivienda, el estudio mostró una utilidad neta de USD 6'439.109 y una rentabilidad anual del 15,48 %. El estudio concluyó que el proyecto es atractivo. El plan se vuelve más atractivo cuando el terreno aporta la sociedad. El terreno mejora los indicadores del proyecto, como el VAN y el TIR.

En el ámbito nacional, el trabajo de (Romero & Muñoz, 2025). “Integración de la metodología BIM en el desarrollo del proyecto Edificio de uso mixto” se destaca. El estudio es propositivo y descriptivo. El objetivo del estudio es aplicar la metodología BIM para analizar una alternativa eficiente. La publicación usa modelos BIM, realiza simulaciones, vincula los modelos al cronograma y al presupuesto, y evalúa la alternativa.

Además, el BIM potencia el trabajo colaborativo, anticipa los problemas, reduce los costos y mejora la eficiencia ambiental.

A nivel local el estudio de, (Flores, 2024). comparó el uso de perfiles laminados en caliente y perfiles conformados en frío en el diseño de una nave industrial en Tulcán, desde un enfoque aplicado y descriptivo. Los resultados indican que los perfiles en caliente presentan mejores condiciones económicas y constructivas, con una reducción aproximada del 30 % en los costos frente a los perfiles conformados en frío. Por lo que el autor concluye que esta alternativa en caliente brinda una ventaja del 30% en costos constructivos.

El desarrollo inmobiliario en Tulcán se ve limitado por la planificación urbana poco diversa, por el predominio de los sistemas constructivos tradicionales y por la escasa presencia de los edificios de uso mixto. La falta de diversidad produce baja densificación, produce uso ineficiente del suelo y produce limitada reactivación económica. La situación restringe el crecimiento urbano ordenado y sostenible en la ciudad.

En la ciudad de Tulcán, el uso de las estructuras metálicas y de la metodología BIM es escasa, aunque las estructuras metálicas y la metodología BIM ayudan a ahorrar tiempo, economizar dinero y cuidar el medio ambiente. Además, no hay estudios que muestren si los edificios mixtos de acero pueden construirse sin problemas, sin gastar mucho y sin dañar. Esa falta de estudios hace que los profesionales no usen las estructuras metálicas ni la metodología BIM. Por eso se necesita el plan de desarrollo de inmuebles que incluya la tecnología, la protección del medio ambiente y la posibilidad de pagar, y que sirva como el modelo que se pueda copiar para los proyectos de desarrollo urbano de hoy.

Esta investigación sigue al ODS 11. Propone un modelo de desarrollo inmobiliario de uso combinado, utilizando una estructura metálica y aplicando la metodología BIM. Este modelo facilita la creación de poblaciones en Tulcán que sean sostenibles, eficientes y duraderos. También ayuda al ODS 7, al ODS 9 y al ODS 13 con prácticas constructivas sostenibles, con innovación tecnológica, con eficiencia energética y con reducción del impacto ambiental del sector de la construcción.

Este proyecto propone un plan inmobiliario de uso mixto. El plan se basa en las estructuras metálicas y en la herramienta BIM para mejorar el diseño y la construcción. La tesis usará un enfoque de datos sin experimentos. El estudio hará análisis de

construcción, modelará en BIM y una evaluación financiera para ver si el proyecto es viable. También revisará las variables de eficiencia de la construcción, la sostenibilidad y la rentabilidad económica y buscará los criterios que permitan crear una propuesta técnica completa y bien sustentada.

En el ámbito social, el desarrollo de proyectos de bienes raíces que combinan usos en las zonas con demanda de vivienda, como el entorno de la UPEC, ayuda a atender las necesidades de la oferta en habitabilidad. El desarrollo contribuye a dinamizar la economía mediante las actividades de comercio y de servicios. (Álvarez & Crovetto, 2022; Mac-lean, 2020). Además, la alineación con los objetivos de desarrollo sostenible refuerza el aporte a la gente para promover ciudades que aceptan a todos y que pueden recuperar el entorno construido. (Cuji et al., 2025).

En el ámbito profesional el trabajo integra el enfoque estructural con variables urbanas, inmobiliarias y económicas, lo cual resulta fundamental para el ejercicio profesional contemporáneo, donde el ingeniero civil debe actuar como articulador entre la seguridad estructural, la eficiencia constructiva y la viabilidad financiera del proyecto, (Dayan et al., 2020; Kim et al., 2020; Shim & Kim, 2022). Esta visión integral permite reducir riesgos técnicos y económicos, optimizar recursos y mejorar la calidad global del producto inmobiliario.

En el ámbito científico, la investigación contribuye al fortalecimiento del conocimiento aplicado en ingeniería estructural y desarrollo urbano sostenible, particularmente en contextos sísmicos de América Latina. El estudio amplía el cuerpo de investigaciones sobre el comportamiento estructural de edificaciones metálicas en zonas de alta sismicidad, complementando estudios previos sobre desplazamientos entre pisos, ductilidad y respuesta sísmica de estructuras de acero, (Katsimpini, 2024; Robalino et al., 2020).

El trabajo busca presentar una propuesta técnica y económica que sirva como referencia para desarrollar proyectos inmobiliarios más eficientes y sostenibles en Tulcán. La investigación incluye los objetivos, la problemática, la hipótesis y las preguntas de investigación. Se divide en tres capítulos: (I) Marco teórico con conceptos de inmobiliarias; (II) Metodología donde se describen los métodos y los procedimientos; (III) Resultados, conclusiones y recomendaciones.

## **Planteamiento de la investigación (Fundamentación de la investigación)**

El crecimiento urbano y los cambios socioeconómicos en ciudades intermedias de Ecuador han incrementado la demanda de proyectos que optimicen el uso del suelo y mejoren la funcionalidad urbana. En este contexto, los desarrollos de uso mixto se consolidan como una alternativa eficiente al integrar funciones residenciales, comerciales y de servicios, promoviendo la densificación y la vitalidad urbana. (Geyer, 2023; Martínez Gil, 2021; Murillo Delgado et al., 2023)

En América Latina y en Ecuador, los edificios de uso mixto se desarrollan poco y tienen muchos retos técnicos y normativos, sobre todo en zonas con alta amenaza sísmica. La ciudad de Tulcán necesita estrategias constructivas que aseguren la seguridad y la resiliencia estructural de los edificios de uso intensivo. (Katsimpini, 2024; NEC, 2015)

Las estructuras metálicas ofrecen resistencia, flexibilidad, peso bajo y se comportan bien en sismos, y pueden disipar energía cuando se diseñan según normas técnicas, (Cedeño & Coello, 2024; Robalino et al., 2020). Pero el uso de las estructuras metálicas aquí es limitado. Los estudios que adaptan esas normas a la normativa ecuatoriana actual son pocos, y los que consideran la NEC-SE-AC son aún menos.

Los proyectos que combinan usos requieren que el análisis incluya los factores de la estructura, de la urbanización, de la economía y del medio ambiente. La falta de una planificación puede producir ineficiencia, sobre costo y sostenibilidad, (Kim et al., 2020; Shim & Kim, 2022). En ciudades como Tulcán, donde la universidad y el comercio presentan dinámicas, la necesidad aumenta. La escasez aumenta porque los modelos de desarrollo inmobiliario son requeridos con enfoque en la técnica y con fundamento en el contexto de la ciudad, (Álvarez & Crovetto, 2022; Mac-lean, 2020).

Desde la sostenibilidad en el medio ambiente la construcción tiene que reducir su impacto y alinearse con los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Los estudios indican que el acero para estructuras ofrece ventajas en reciclabilidad, en reducción de residuos y en eficiencia en la construcción cuando los diseñadores incorporan el acero para estructuras en diseños que respetan la sostenibilidad, (Broniewicz & Broniewicz, 2020; Parracho et al., 2025). En Ecuador todavía los investigadores no hacen estudios que combinen la estructura de metal, el uso combinado y la sostenibilidad.

Por otro lado, la inclusión de herramientas digitales como el Building Information Modeling (BIM) ha demostrado mejorar la coordinación interdisciplinaria, optimizar el diseño estructural y reducir inconsistencias durante la fase constructiva, particularmente en edificios complejos y de alta exigencia sísmica, (Romero & Muñoz, 2025). Pese a ello, su aplicación en proyectos inmobiliarios de uso mixto con estructura metálica en ciudades intermedias del país sigue siendo limitada y poco documentada a nivel académico.

Hay una falta de investigación en la forma de crear planes de desarrollo inmobiliario para los edificios de uso mixto con estructura metálica. Los planes deben incluir la normativa sismorresistente, la planificación urbana, la sostenibilidad y el análisis inmobiliario que se ajuste a la realidad socioeconómica de Tulcán. Esa falta de investigación impide a los profesionales tomar las decisiones técnicas bien fundamentadas y replicar los modelos eficientes y seguros. Por eso la investigación debe definir los lineamientos técnicos, los lineamientos normativos y los lineamientos urbanos que sirvan al contexto ecuatoriano.

## **Formulación del problema de investigación**

¿Cómo se puede crear el plan de desarrollo inmobiliario que incluya las estructuras metálicas y que sirva para construir los edificios de uso mixto sostenibles, eficientes y rentables en la ciudad de Tulcán?

### **Objetivo General:**

Diseñar un plan de desarrollo inmobiliario para un proyecto de uso mixto en estructura metálica, Ciudad-Tulcán

### **Objetivos Específicos:**

**OE.1** Analizar la situación actual de estudio de mercado mediante encuestas para identificar las limitaciones y oportunidades para el desarrollo de proyectos inmobiliarios de uso mixto.

**OE.2** Diseño de estudios arquitectónicos e ingenierías del proyecto inmobiliario de uso mixto. Aplicando las normas nacionales: NORMAS DE ARQUITECTURA Y URBANISMO, NEC-2015 (NEC-SE-A, NEC-SE-DS, NEC-SE-CM) y las normas internacionales: AISC 360, AISC 341, AWS D1.1, ASTM, ASCE 7, ACI-318-25.

**OE.3** Analizar la viabilidad económica, a través de un análisis financiero que permitirá la factibilidad para la ejecución y operación del proyecto.

### **Planteamiento hipotético**

#### Hipótesis general

El objetivo es formular un plan de desarrollo inmobiliario que incluya el uso de estructuras metálicas. El plan inmobiliario se construirá en un sistema de estructuras metálicas para crear edificaciones de uso mixto. Las cuales deberán contar con sostenibilidad, eficiencia y viabilidad económica en la ciudad de Tulcán. El proyecto impulsará el crecimiento urbano de una manera ordenada, fomentando la innovación en la construcción de la comunidad.

**HE.1** Analizar el estudio de mercado para identificar las limitaciones y oportunidades para el desarrollo de proyectos inmobiliarios de uso mixto.

**HE.2** Diseñar el modelo de plan de desarrollo inmobiliario usando estructuras metálicas y la metodología BIM, Revit. El modelo debe incluir criterios de funcionalidad espacial, estética arquitectónica, sostenibilidad, eficiencia energética y viabilidad económica.

**HE.3** El uso de estructura metálica mejora la viabilidad económica del proyecto al disminuir costos operativos y aumentar la rentabilidad en la ejecución y la operación del desarrollo inmobiliario.

# CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

La selección del sistema constructivo en proyectos inmobiliarios de uso mixto constituye un factor determinante del desempeño integral del proyecto, siendo la estructura metálica una alternativa altamente eficiente. Este sistema, como variable independiente, optimiza la industrialización, el uso de materiales y la velocidad de ejecución, mejorando la precisión y eficiencia constructiva (Broniewicz y Broniewicz, 2020; Shim y Kim, 2022). En términos económicos, reduce desperdicios y costos indirectos, incrementando la eficiencia de la inversión (Katsimpini, 2024; Robalino et al., 2020), mientras que la prefabricación y el montaje aceleran los tiempos de obra, permitiendo una entrada anticipada al mercado y una mayor rentabilidad reflejada en indicadores como el VAN y la TIR (Álvarez y Crovetto, 2022; Gómez, 2025; Zohourian et al., 2025). Adicionalmente, su alta reciclabilidad y menor impacto ambiental fortalecen la sostenibilidad del proyecto (Lu et al., 2025; Parracho et al., 2025). En conjunto, la estructura metálica se posiciona como una alternativa superior frente a los sistemas tradicionales, al optimizar el desempeño técnico, económico y ambiental del desarrollo inmobiliario.

## 1.1. Revisión de literatura

Como tal, esta investigación respalda la teoría del desarrollo inmobiliario que incluye vivienda, comercio y servicio. La vivienda, el comercio y el servicio están entrelazados en el desarrollo inmobiliario. El objetivo es utilizar el suelo urbano y generar crecimiento de manera ordenada y sostenible. Esta investigación toma en cuenta algunas ciudades como Tulcán (Geyer, 2023; Mac-lean, 2020). De esta manera, se adopta la densificación urbana controlada y la modernización de la infraestructura. El método mejora los estándares de vida de las personas. Este enfoque mejora la economía local (Cuji et al., 2025; Moorhead et al., 2024). Esto lleva a un contexto en el que las estructuras metálicas se convierten en los sistemas de construcción eficientes bien conocidos. Geométricamente, las estructuras metálicas tienen las ventajas de resistencia sísmica, rápida implementación, flexibilidad arquitectónica, así como durabilidad. Estos atributos hacen que las estructuras metálicas sean adecuadas para áreas sísmicas (Cedeño & Coello, 2024; Katsimpini, 2024). Se ha informado en estudios que los sistemas estructurales a nivel industrial pueden optimizar el proceso de construcción y aumentar la eficiencia del

proyecto (Broniewicz & Broniewicz, 2020; Shim & Kim, 2022). El trasfondo teórico también incorporará una revisión de los estándares de literatura nacional e internacional en diseño y construcción. Los estándares ayudan a crear directrices para garantizar que la seguridad estructural y la calidad técnica de los edificios se aseguren a lo largo de su ciclo de vida. En el caso de contextos sísmicos, el cumplimiento de la norma es fundamental para reducir riesgos y asegurar el rendimiento estructural (Robalino et al., 2020). Por último, cubrimos los conceptos básicos de la viabilidad económica y financiera de los desarrollos inmobiliarios. Evaluamos características como el Valor Presente Neto (VPN) o la Tasa Interna de Retorno (TIR). Los indicadores son útiles para evaluar la rentabilidad y sostenibilidad del proyecto a largo plazo. Todos los indicadores coinciden con lo establecido por (Álvarez & Crovetto, 2022; Gómez, 2025). Estos enfoques se combinan para crear la base del plan inmobiliario. El plan inmobiliario considera las condiciones en Tulcán como una ubicación que actualmente es característica de la ciudad, que es su propiedad.

## **1.2. Desarrollo teórico y conceptual**

El estudio de (Gómez, 2025), evaluó la viabilidad técnica, económica y financiera de un proyecto inmobiliario con el sistema Light Steel Framing en el cantón Santa Elena. Esta investigación aplicó un enfoque no experimental y realizó el análisis de mercado, el análisis técnico y el análisis financiero del proyecto. El estudio mostró el VAN de USD 3'280.783,34 y el TIR del 32,80 % para el proyecto. El VAN y el TIR superaron los parámetros que se habían puesto y el estudio confirmó la factibilidad económica y la seguridad para los inversionistas. Este proyecto incluye el diseño y desarrollo del plan inmobiliario que responda a las demandas locales y que además optimice los recursos disponibles y el cumplimiento a las normas vigentes.

El autor ofrece un marco teórico que justifica la mezcla de usos como estrategia para diversificar ingresos y reducir exposición al ciclo inmobiliario, fortaleciendo la viabilidad financiera. técnica y urbanísticamente, el enfoque mixto optimiza la sinergia entre funciones (movilidad, servicios, instalaciones), disminuyendo necesidades de infraestructura aislada y sus costos (Geyer, 2023). El autor destaca que la flexibilidad programática permite adaptar espacios según demanda, actuando como opción real que incrementa el valor del proyecto. La praxis mostrada reduce tasas de vacancia y mejora

flujos de caja a través de múltiples fuentes de ingreso y estrategias de gestión activa. En resumen, la mezcla de usos es una herramienta para mejorar robustez técnica y financiera.

### **1.2.1 Proyecto Inmobiliario**

Los proyectos inmobiliarios incluyen actividades para mejorar las condiciones de vida de los residentes, considerando cómo estas funciones de vida se ajustan a las características físicas, sociales y económicas del entorno en el que se desarrollan. Su planificación tiene como objetivo no solo satisfacer las necesidades de vivienda, sino también integrarse de manera más armoniosa en el paisaje urbano, y juega un papel en la planificación territorial y el desarrollo urbano sostenible (Geyer, 2023; Mac-lean, 2020). De manera similar, estos proyectos tienden a enfocarse en áreas con diferentes poblaciones y a proporcionar soluciones habitacionales adaptadas para diferentes segmentos demográficos, manteniendo la calidad en la forma de construcción (Álvarez & Crovetto, 2022; Morano et al., 2024), de modo que el producto inmobiliario necesita ajustarse a las condiciones del mercado y al entorno urbano del lugar circundante.

Según el estudio (Cabrera & Moscoso, 2025), integra análisis de mercado, técnico y financiero para demostrar la factibilidad de un proyecto inmobiliario mediante proyecciones de demanda, costos de construcción y escenarios económicos. Los autores destacan que la planificación estratégica reduce riesgos de inversión y mejora la toma de decisiones financieras. Se demuestra que el proyecto es viable mediante indicadores como VAN positivo y TIR superior al costo de oportunidad del capital. La incorporación de preventas y segmentación del mercado fortalece la liquidez y reduce la exposición financiera. El análisis técnico se basa en la capacidad de la empresa para ejecutar construcción eficiente y competitiva. En conjunto, la articulación entre análisis técnico y económico consolida la factibilidad del desarrollo inmobiliario.

El análisis financiero revela que proyectos inmobiliarios son altamente rentables cuando existe demanda creciente y adecuada segmentación. Se emplean indicadores como VAN y TIR para demostrar viabilidad económica sólida, superando la tasa mínima de retorno. La combinación de preventas, inversiones mixtas y créditos comerciales mejora la estructura financiera del proyecto y disminuye la necesidad de capital propio (Contreras, 2014). En el componente técnico, la ubicación estratégica simplifica la dotación de servicios y reduce costos de infraestructura. La evaluación costo–beneficio

evidencia que la alta plusvalía del sector compensa riesgos de inversión. En conjunto, el estudio valida la factibilidad técnica y financiera del negocio inmobiliario.

Los autores (Álvarez & Crovetto, 2022), demuestran que los edificios de uso mixto en zonas consolidadas optimizan la ocupación del suelo mediante una distribución funcional eficiente, lo que mejora la factibilidad técnica del proyecto. Desde el punto de vista económico, señalan que la diversificación de usos (comercial, residencial, oficinas) reduce el riesgo de vacancia y genera múltiples flujos de ingreso. La densificación bien planificada incrementa el valor del suelo y apalanca la plusvalía del proyecto. Asimismo, la concentración de servicios y accesibilidad disminuye costos operativos por infraestructura urbana existente. La viabilidad financiera se refuerza mediante modelos de ingreso escalonados y estrategias de preventa en zonas de alta demanda inmobiliaria. El estudio sostiene que los proyectos mixtos elevan el rendimiento global y la sostenibilidad económica del desarrollo urbano.

En este trabajo, recopilamos investigaciones que sugieren que la sostenibilidad es un factor clave en el espacio inmobiliario contemporáneo (De Paola et al., 2021). Según la investigación de mercado, los proyectos sostenibles son mucho más atractivos para un mercado objetivo de usuarios finales, inversores y entidades financieras. Desde el punto de vista de este proyecto en Tulcán, el uso mixto y la estructura metálica están en consonancia con estas tendencias y, en cierto sentido, apoyan la demanda potencial y la competitividad en el desarrollo de dicho proyecto.

### **1.2.2 Terreno de análisis**

Los proyectos inmobiliarios tienen como objetivo mejorar la vida de la población con la provisión de espacios que responden a las características del entorno donde se desarrollan. La planificación de los proyectos inmobiliarios busca satisfacer las necesidades de vivienda y también integrar los proyectos inmobiliarios a el contexto urbano. Los proyectos inmobiliarios contribuyen a el ordenamiento territorial. Los proyectos inmobiliarios también aportan a el desarrollo de la ciudad que perdura (Geyer, 2023; Mac-lean, 2020). Aquí tienes la información del usuario:

Los proyectos ofrecen soluciones para la población. Los proyectos aseguran calidad en el diseño, la construcción y la habitabilidad de las edificaciones. (Álvarez & Crovetto 2022; Morano et al. 2024) dicen que el producto de vivienda debe adecuarse al mercado y al entorno de la ciudad.

### 1.2.3 Análisis del mercado

El análisis del desarrollo inmobiliario muestra que la viabilidad del proyecto depende de una evaluación de mercado, de una segmentación de la demanda y de una gestión de riesgos. La viabilidad del proyecto se fortalece cuando la evaluación de mercado, la segmentación de la demanda y la gestión de riesgos reducen la incertidumbre y mejoran la toma de decisiones de inversión (Álvarez & Crovetto, 2022; Morano et al., 2024). En los contextos sísmicos, la seguridad estructural es fundamental para que el mercado acepte el proyecto. La seguridad estructural influye en la confianza del mercado y en la valoración del activo. La flexibilidad estructural y la posibilidad de ejecutar el proyecto por fases son claves para que la seguridad estructural se ajuste a cambios en la demanda. (Cedeño & Coello, 2024; Shim & Kim, 2022).

El concepto de uso mixto y la densificación urbana consolidan su papel como estrategias para mejorar la rentabilidad y la sostenibilidad de los desarrollos inmobiliarios. El concepto de uso mixto y la densificación urbana permiten una utilización del suelo, una diversificación de los ingresos y una eficiencia en la dinámica urbana. (Cuji et al., 2025; Geyer, 2023; Mac-lean, 2020) plantean el uso mixto y la densificación urbana como estrategias.

Este estudio explora cómo un desarrollador inmobiliario decide si un proyecto es viable y las tasas de retorno requeridas por el mercado (tasas de obstáculo) basadas en el riesgo, la ubicación y el tipo de activo se utilizan para guiar la evaluación (Moorhead et al., 2024). Utilizando análisis de mercado, este trabajo muestra que los proyectos de uso mixto en ciudades intermedias necesitan segmentar adecuadamente la demanda para lograr tasas competitivas. De esta manera, en el contexto actual de la ciudad, se pueden definir una absorción razonable del mercado y precios potenciales de venta o alquiler a nivel socioeconómico local.

Según investigaciones previas de (Morano et al., 2024), el mercado inmobiliario responde favorablemente a proyectos que promueven el valor del activo mediante mejoras técnicas y funcionales. En términos de análisis de mercado, es evidente que la percepción de calidad y eficiencia de la propiedad determina la rapidez con la que se comercializa la propiedad. Este enfoque, aplicado al caso a estudiar puede utilizarse para reforzar la inclusión de criterios técnicos y de construcción, incluidas las estructuras metálicas, como diferenciadores en comparación directa con la oferta actual.

En este estudio examina cómo la respuesta sísmica de los edificios influye indirectamente en la percepción de seguridad por parte del mercado inmobiliario. Como indica el análisis de mercado, los usuarios y desarrolladores en zonas sísmicas prefieren soluciones estructurales confiables que minimicen futuros peligros (Yang et al., 2024). Teniendo esto en cuenta, se puede concluir que, para una ciudad ubicada en una región sísmica, este enfoque permite una mayor aceptación en el mercado de edificios metálicos diseñados bajo criterios técnicos avanzados.

Al analizar el mercado (Park et al., 2025), la investigación determina que la flexibilidad en el desarrollo inmobiliario mejora la respuesta a la incertidumbre de los clientes. Además, se ha demostrado que los proyectos por fases se adaptan a la tasa de absorción y a los cambios en la demanda. Esta estrategia funciona bien en el sector a plantear, ya que el mercado inmobiliario es limitado y, por lo tanto, la oferta de proyectos de uso mixto puede ajustarse según la respuesta progresiva del mercado.

Los sistemas de construcción industrializada en el estudio conducen a tiempos de ejecución reducidos que impactan en la introducción muy temprana del producto en el mercado. Según el análisis de mercado, los tiempos de entrega más cortos ofrecen una gran ventaja sobre todos los proyectos (Zohourian et al., 2025). En el sector a implantar, la estructura metálica apoya la rápida provisión de bienes raíces al mercado, minimizando el peligro de saturación y mejorando la rotación de activos.

La investigación de (Bonoli et al., 2021), descubre que el mercado inmobiliario está teniendo en cuenta los indicadores del ciclo de vida en la fijación de precios de los proyectos. La investigación de mercado indica que los edificios que requieren menores niveles de mantenimiento y operación tienen mayor aceptación y estabilidad. El desarrollo de uso mixto en Tulcán también presenta una opción para incorporar estructuras metálicas como una alternativa que mejora el posicionamiento del proyecto en comparación con las ofertas inmobiliarias convencionales.

(Mac-lean, 2020), el trabajo argumenta que la verticalización y mixtura de usos incrementan el rendimiento del suelo por metro cuadrado útil, mejorando indicadores de rentabilidad inmobiliaria. Técnica y urbanísticamente, propone soluciones de densificación que aprovechan infraestructura existente, reduciendo costos de extensión urbana. La diversificación de usos disminuye riesgos de ciclos sectoriales y estabiliza flujos de ingresos, lo que se traduce en mejor TIR esperada. Asimismo, enfatiza que la

planificación óptima del uso mixto y la flexibilidad programática son determinantes para maximizar valor y minimizar vacancia. En conclusión, el uso mixto es una estrategia probada para mejorar la viabilidad técnico-económica del desarrollo urbano.

#### **1.2.4 Aplicación de la estructura metálica en proyectos inmobiliarios sostenibles**

En general, las estructuras metálicas se han convertido en una de las alternativas más eficientes en la construcción dentro de la industria inmobiliaria debido a sus propiedades de ligereza, alta resistencia y versatilidad, que les permiten optimizar los procesos de construcción y acortar drásticamente la duración de la ejecución (Broniewicz & Broniewicz, 2020; Katsimpini, 2024). Estas características influyen directamente en la disminución de los costos totales del proyecto, especialmente los costos indirectos, lo que ayuda a aumentar la rentabilidad y el valor de mercado de la propiedad (Robalino et al., 2020; Zohourian et al., 2025). Además de lo anterior, con respecto a contextos sísmicos, la estructura metálica se considera una solución técnicamente segura y confiable, debido a su ductilidad y capacidad de disipación de energía, lo que la hace menos propensa a los peligros sísmicos; (Cedeño & Coello, 2024; Shim & Kim, 2022). En este contexto, los sistemas estructurales metálicos optimizados juegan un papel estratégico en las estrategias para el desarrollo sostenible y rentable de proyectos inmobiliarios, alineándose con lo que (Lu et al., 2025; Parracho et al., 2025) enfatizaron respecto a su contribución a la eficiencia material, reciclabilidad y reducción del impacto ambiental.

Los autores señalan que las estructuras de acero presentan un comportamiento técnico favorable por su ligereza, resistencia y versatilidad arquitectónica, lo que reduce tiempos de construcción y costos indirectos. La eficiencia energética de los sistemas de acero contribuye a menores costos operacionales en el largo plazo, mejorando la viabilidad económica. Su reciclabilidad y bajo impacto ambiental permiten acceder a certificaciones o incentivos de sostenibilidad que mejoran la valoración del activo (Broniewicz & Broniewicz, 2020). Asimismo, los sistemas industrializados de acero presentan menor variabilidad de costos frente a métodos convencionales, aumentando la predictibilidad financiera. Estas características hacen que los edificios de acero, especialmente en usos comerciales u oficinas, se consideren inversiones financieramente competitivas y sostenibles.

Esta referencia se relaciona con la investigación realizada por (Cedeño & Coello, 2024), para enfatizar la importante observación de que las estructuras metálicas tienen

considerables ventajas técnicas durante el comportamiento sísmico. Algunos beneficios están relacionados con la ductilidad, su capacidad disponible de disipación de energía y una buena relación peso-resistencia. Además, estos componentes reducen la carga sísmica y representan una opción de solución estructural más económica que las más pesadas. Minimizar el consumo de acero y al mismo tiempo mantener la seguridad permite un diseño eficiente y beneficios económicos. Las tipologías metálicas también son útiles en términos de ahorro de tiempo e impacto positivo en los flujos de efectivo del proyecto. Cuando se entregan debido a cargas sísmicas, el riesgo estructural se minimiza y se mejora el ciclo de vida del activo inmobiliario. Finalmente, en resumen, la propuesta es concurrente con los criterios técnicos y financieros para sistemas de acero de proyectos integrados de uso mixto.

La investigación destaca que los proyectos urbanos deben alinearse con criterios de eficiencia energética y sostenibilidad, lo cual incide directamente en la viabilidad técnica y económica. Los autores muestran que edificaciones eficientes reducen costos operativos y aumentan su valor financiero en mercados emergentes. La planificación urbana integrada disminuye costes de infraestructura y transporte, favoreciendo ciclos financieros más estables. La descarbonización se vincula a incentivos y normativas que pueden beneficiar económicamente a proyectos sostenibles (Cuji et al., 2025). Además, la estructura de usos mixtos reduce desplazamientos y mejora el rendimiento socioeconómico del desarrollo. Estos factores fortalecen la viabilidad integral del proyecto inmobiliario en contextos latinoamericanos.

Este nuevo artículo de (Lu et al., 2025), proporciona un resumen actualizado de la investigación de vanguardia sobre edificios sostenibles, centrándose en tendencias como la eficiencia energética, materiales reciclables y estrategias de diseño bajo criterios de sostenibilidad integral. Para los desarrolladores inmobiliarios, el análisis bibliométrico implica la importancia de las estructuras metálicas integradas con estándares sostenibles a través de su reciclabilidad, eficiencia en la construcción y posibilidades de cumplir con certificaciones ambientales. Este proceso sirve como base para seleccionar acero para el proyecto de uso mixto en Tulcán, ya que es una opción competitiva y valorada en el mercado, especialmente en un mercado que se expresa en términos verdes con procedimientos verdes y medidas de comportamiento sostenible.

La investigación de (Obando, 2021), muestra que los avances en estructuras metálicas responden a una creciente demanda del mercado por edificaciones eficientes y versátiles. El mercado valora espacios amplios, reducidos tiempos de obra y mayor calidad de acabados, atributos facilitados por el acero. Se identifica tendencia hacia construcciones industrializadas por su predictibilidad y menores molestias urbanas. Además, el usuario final percibe mayor durabilidad y mejor mantenimiento a largo plazo. Esto incrementa el valor comercial y facilita la comercialización del producto. Así, el acero se posiciona como alternativa competitiva en mercados con presión de plazos y calidad.

El estudio explora la aplicación de sistemas de control de vibraciones con fines estructurales en edificios de acero para reducir el impacto ambiental de la construcción, especialmente la huella de carbono. Aquí, mediante la aplicación del Método de Analogía de Fuerzas mientras se implementan amortiguadores de masa pasivos y activos, se reduce efectivamente la respuesta estructural a la carga dinámica del viento. Al optimizar la estructura, se reduce la cantidad de acero utilizado para construir el edificio y, por lo tanto, en la etapa previa al uso del edificio, las emisiones de CO<sub>2</sub> pueden reducirse hasta en un 20% (Patlán et al., 2025). El estudio concluye que el control estructural sofisticado hace posibles obras estructurales más sostenibles.

### **1.2.5 BIM**

La metodología BIM (Building Information Modeling) en el contexto de proyectos de construcción metálica ha sido considerada un mecanismo importante para mejorar la gestión general de la construcción, facilitando la coordinación interdisciplinaria y la detección temprana de interferencias con respecto a la reducción de errores en el sitio (Avendaño et al., 2022; Romero & Muñoz, 2025). Tal enfoque integra las fases de diseño, fabricación y ensamblaje, lo que resulta en una planificación de proyectos más eficiente y proporciona más control sobre el tiempo de ejecución y el costo, como se ha visto en varios estudios relacionados con la construcción digital (Shim & Kim, 2022; Zohourian et al., 2025). De hecho, en este contexto, el BIM ha emergido como una herramienta estratégica en proyectos inmobiliarios contemporáneos que conduce a un aumento de la eficiencia en las operaciones, una disminución en el retrabajo y un sector más competitivo, promoviendo una gestión del proceso de construcción más sostenible y habilitada tecnológicamente (Lu et al., 2025; Parracho et al., 2025).

Según (Avendaño et al., 2022), analizan que la aplicación del BIM en proyectos estructurales metálicos mejora la coordinación interdisciplinaria, reduce errores constructivos y mejora tiempos y costos. Destacan además que la aplicación de BIM en este tipo de obras, permite una mayor combinación entre diseño, fabricación y montaje, lo cual identifican capacitación técnica y estandarización para su ejecución general. La adopción de estructuras metálicas responde a la respuesta de alta sismicidad en la zona a investigar, como también un factor de aceleración de la obra, reducir costos, y proponer una mejor alternativa eficiente constructiva en el sector inmobiliario.

### **1.2.6 Normativa**

La aprobación y revisión de planos establece que la Dirección de Planeamiento Territorial del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Tulcán (GADM-Tulcán) es la entidad responsable de verificar que tanto el proyecto arquitectónico como las ingenierías complementarias cumplan con las normativas urbanísticas y técnicas vigentes. Para la validación de la documentación, se requiere la firma del propietario o su representante legal, así como la de los profesionales responsables del diseño, de acuerdo con la especialidad correspondiente, garantizando la responsabilidad técnica del proyecto GADM-Tulcán, Ordenanza vigente; (MIDUVI, 2015).

En relación con la presentación de planos, el artículo 46 establece las características técnicas que deben cumplir las láminas, incluyendo formatos, escalas y contenido gráfico, en concordancia con las disposiciones del Instituto Ecuatoriano de Normalización — Instituto Ecuatoriano de Normalización —, cuyas normas regulan los formatos y especificaciones para documentación técnica en el país (INEN, normas técnicas vigentes). Estas disposiciones aseguran la estandarización y correcta interpretación de la información gráfica en los procesos de revisión y aprobación.

Por otra parte, los retiros constituyen las distancias mínimas obligatorias entre las edificaciones y los límites del terreno, comprendiendo los frentes, laterales y parte posterior. Su finalidad es garantizar un adecuado ordenamiento territorial, así como mejorar las condiciones de ventilación e iluminación natural, y preservar la seguridad y funcionalidad de las edificaciones (MIDUVI, 2015); (GADM-Tulcán, Ordenanza vigente). En el cantón Tulcán, estos parámetros están definidos por ordenanzas municipales específicas que regulan el uso y ocupación del suelo, estableciendo

dimensiones mínimas que deben ser respetadas en el diseño urbano y arquitectónico del proyecto. A continuación, se incluye una tabla con los retiros mínimos:

**Tabla 1**

*Distancia de retiros*

Retiro	Distancia (m)
Frontal	5
Lateral	3
Posterior	3

*Fuente: (GADM-TULCAN, 2025)*

En el artículo 48, se trazan los criterios para la presentación de los planos requeridos por el GADM-TULCAN para realizar su y aprobación. Este artículo subraya el valor de entregar un plano que abarque un área con un radio superior a 300 metros, donde se debe señalar la ubicación del proyecto, así como las referencias de las vías principales, plazas adyacentes dentro de este sector. Además, se exige la inclusión de la implantación que contemple las dimensiones angulares, los retiros y el total del área del terreno. Los detalles específicos que deben ser incorporados están en la tabla 2.

**Tabla 2**

*Forma de presentación de planos*

Detalle	Especificaciones
Área Del Terreno	1632 m2
Área PB Permitido	1305,6m2 aprox.
COS PB	80%
COS TOTAL	240%

*Fuente: (GADM-TULCAN, 2025)*

## CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

### 2.1. Contexto de la investigación

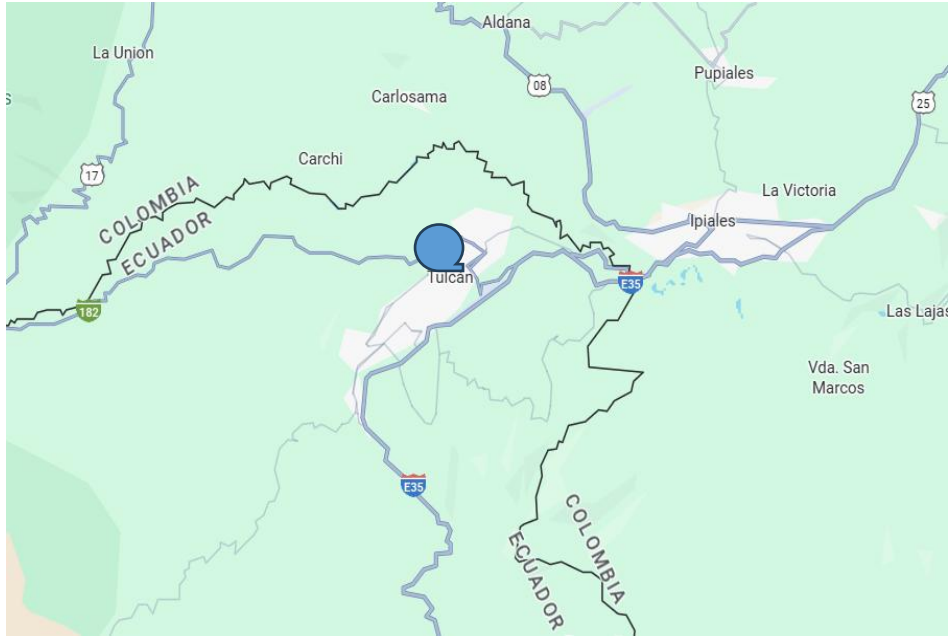
El presente proyecto se desarrolló en la ciudad de Tulcán, provincia del Carchi, ubicada al norte del Ecuador, en un sector estratégico donde se propone la implementación de un plan de desarrollo inmobiliario de uso mixto. El enfoque principal consistió en establecer un prototipo de edificación multipropósito, sostenible y replicable en contextos similares, contribuyendo a modelos contemporáneos de crecimiento urbano caracterizados por su adaptabilidad funcional y generación de valor económico (Geyer, 2023; Mac-lean, 2020).

La selección del área de implantación, localizada en la zona sur de la ciudad, responde a criterios de localización estratégica, considerando la proximidad a equipamientos urbanos relevantes como instituciones de educación superior, centros comerciales, servicios de seguridad y espacios públicos, lo cual incrementa la atraktividad y viabilidad del proyecto. En este sentido, la cercanía a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi (**UPEC**) y a la Universidad Regional Autónoma de los Andes (**UNIANDES**), así como a infraestructuras urbanas como el ECU 911 y el Bulevar de la Juventud, fortalece el potencial de demanda del proyecto, en concordancia con lo planteado por (Moorhead et al. 2024), quienes destacan la influencia de la accesibilidad y el entorno urbano en la valorización inmobiliaria.

Adicionalmente, la disponibilidad de vías de acceso asfaltadas y su conexión con ejes principales de movilidad urbana favorecen la accesibilidad y funcionalidad del proyecto, aspectos fundamentales en el desarrollo inmobiliario moderno, tal como lo señalan (Álvarez & Crovetto, 2022; Morano et al., 2024), quienes destacan la importancia de la conectividad y localización en la competitividad y sostenibilidad de los proyectos urbanos.

#### **Figura 1**

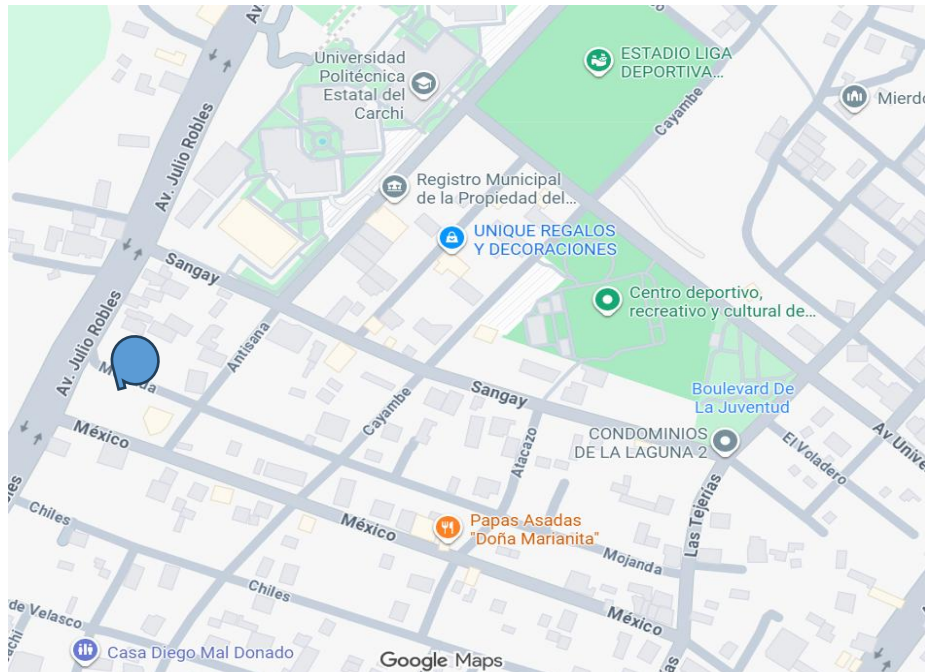
*Ubicación geográfica. (TULCAN)*



*Nota: Tomado de Google Maps.*

## **Figura 2**

*Ubicación geográfica. (TERRENO)*



*Nota: Tomado de Google Maps.*

## **2.2. Diseño y alcance de la investigación**

Diseño: Según lo citado por (Agudelo et al., 2008), "La investigación no experimental es aquella que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, es investigación donde no hacemos variar intencionalmente las variables independientes. Lo que hacemos en la investigación no experimental es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos. "

En este contexto el presente estudio adopta un enfoque cuantitativo con diseño no experimental; es decir se observará, analizará y propondrá soluciones con base al entorno urbano, técnico y económico existente.

Alcances: analítico-explicativo ya que se estudian factores técnicos y económicos para explicar su factibilidad y ventajas del modelo propuesto.

## **2.3. Tipo y métodos de investigación**

De acuerdo con lo citado por (Hernández et al., 2014), el enfoque mixto "integra los procesos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio, con el propósito de obtener una comprensión más completa del fenómeno investigado". Por lo tanto, la presente investigación acoge un enfoque mixto, ya que integra elementos cuantitativos y cualitativos en el análisis de la viabilidad y desarrollo del proyecto inmobiliario:

Tipo de investigación: Mixto (Cuantitativo, Cualitativo) análisis descriptivo urbano y evaluación técnica-financiera

Métodos de investigación: Inductivo, Deductivo, Hipotético-Deductivo, Histórico, Analítico y Sintético.

## **2.4. Población y muestra**

Con base a (Ventura, 2017), "La población es un conjunto de elementos que contienen ciertas características que se pretenden estudiar ". La urbe de estudio está conformada por los actores y elementos directamente conexos con el desarrollo urbano e inmobiliario en la ciudad, los cuales incurren en la planificación, diseño y ejecución de proyectos de uso mixto con estructura metálica.

El área de estudio se delimito en la ciudad de Tulcán, provincia del Carchi, que corresponde a un sector estratégico de expansión urbana asociado al crecimiento del equipamiento universitario de la ciudad, donde se concentra una demanda potencial de

servicios residenciales y comerciales vinculados a la población académica. En este contexto, se aplicó una encuesta dirigida a estudiantes universitarios, docentes, comerciantes y residentes del sector, con el propósito de identificar las necesidades habitacionales, comerciales y de servicios existentes en la zona, así como evaluar el nivel de aceptación y factibilidad del proyecto inmobiliario propuesto. La selección de estos grupos poblacionales responde a su relación directa con la dinámica urbana y la demanda potencial del proyecto, considerando que la propuesta corresponde a una tipología de residencia universitaria de uso mixto, orientada a satisfacer las necesidades del entorno universitario y contribuir al desarrollo urbano del sector.

En función de las características del sector y de la población vinculada al entorno universitario y comercial, se determinó la necesidad de aplicar encuestas dirigidas a estudiantes, residentes y comerciantes del área de influencia del proyecto, con el propósito de identificar las necesidades habitacionales, percepciones y nivel de aceptación de la propuesta inmobiliaria. Para garantizar la representatividad estadística de la información recopilada, el tamaño de la muestra se calculó mediante la fórmula estadística para poblaciones finitas, considerando la población específica del sector de estudio, un nivel de confianza establecido y un margen de error aceptable.

La aplicación de esta metodología permitió obtener una muestra representativa de la población objetivo, garantizando la confiabilidad y validez de los resultados obtenidos en el análisis de mercado para el desarrollo del proyecto inmobiliario de uso mixto en la ciudad de Tulcán.

El tamaño de la muestra se lo calculo aplicando la siguiente formula estadística:

$$n = \frac{z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{e^2(N - 1) + z^2 \cdot p \cdot q}$$

Donde:

n= Tamaño de la muestra

N= Tamaño de la población

p= 0,5 posibilidad de responder correctamente

q= 0,5 posibilidad de responder no correctamente

Z= 1.645 Nivel de confianza

e= 0,055 Margen de error permitido

n= 140

**Población:** la población para nuestra investigación será: i) Instituciones públicas (dirección de planificación urbana, dirección de obras públicas); ii) Sector privado (empresas constructoras, promotores inmobiliarios, ingenieros arquitectos); iii) Usuarios potenciales (estudiantes, residentes, comerciantes y propietarios interesados en proyectos de uso mixto)

**Muestra:** muestreo según (Hernández et al., 2014), “en los estudios aplicados y de desarrollo de proyectos, el muestreo no probabilístico es apropiado cuando se requiere la opinión o análisis de informantes clave con conocimiento directo del fenómeno estudiado”.

## 2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Según (Caro, 2021), "Las técnicas de recolección de datos son mecanismos e instrumentos que se utilizan para reunir y medir información de forma organizada y con un objetivo específico. Usualmente se usan en investigación científica y empresarial, estadística y marketing".

Cada uno de estos métodos recopila información de distinto tipo. Por lo tanto, es muy necesario conocer sus particularidades y tener claros los objetivos que permitan recoger la información apropiada.

Estas técnicas de recopilación de datos se clasifican en: cualitativas, cuantitativas y mixtas. Ante este contexto la técnica a utilizar es la técnica mixta (cualitativa y cuantitativa) porque se integran ya sea el análisis técnico(cuantitativo) con la aprobación experta y contextual (cualitativa).

**Técnica cualitativa:** técnicos, autoridades, promotores inmobiliarios.

**Técnica cuantitativa:** virtuales usuarios y residentes del sector.

## 2.6. Procesamiento de la evaluación: Validez y confiabilidad de los instrumentos aplicados para el levantamiento de información.

La validez de contenido del instrumento se basará en el juicio de expertos de un grupo de tres a cinco profesionales relacionados a la ingeniería, arquitectura, economía y gestión de la construcción. Ellos evaluarán la adecuación, inteligibilidad y consistencia

de los ítems preparados para asegurar que reflejen de la mejor manera las variables bajo estudio (Bernal, 2016; Hernández-Sampieri et al., 2014). La fiabilidad del instrumento se establecerá mediante un procedimiento diferenciado basado en el enfoque metodológico. Para la parte cuantitativa, para establecer la consistencia interna del cuestionario, se realizará un estudio piloto con una muestra de 10 a 15 sujetos que presenten características de la población objetivo, y se calculará el coeficiente Alfa de Cronbach (Cronbach, 1951; Hernández-Sampieri et al., 2014). Sin embargo, bajo el diseño cualitativo, la credibilidad de los datos se garantizará mediante la revisión por pares, la triangulación de fuentes y la comparación de resultados con el objetivo de minimizar sesgos y aumentar la credibilidad de la información (Denzin, 1978; Flick, 2015). Además, se utilizará un registro sistemático a través de la grabación y transcripción de entrevistas, con el fin de preservar la trazabilidad, la coherencia y de acuerdo con la veracidad de los datos recopilados. Al coordinar los enfoques metodológicos utilizados en este proyecto, se considera que los instrumentos de recolección de datos obtenidos son válidos, fiables y apropiados para llevar a cabo el análisis técnico, económico y sostenible del proyecto inmobiliario propuesto en la ciudad de Tulcán.

### **2.6.1 Metodología del OE.1.- Análisis de la situación actual de estudio de mercado mediante encuestas para identificar las limitaciones y oportunidades para el desarrollo de proyectos inmobiliarios de uso mixto.**

El análisis del mercado inmobiliario fue desarrollado mediante un enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo y diseño no experimental, con el propósito de obtener datos objetivos directamente de los usuarios potenciales del proyecto, sin manipular las variables de estudio, permitiendo así identificar patrones de comportamiento, necesidades y percepciones del mercado local (Bernal, 2016; Hernández-Sampieri et al., 2014). Este enfoque metodológico resulta adecuado para estudios de carácter diagnóstico, en los cuales se busca describir fenómenos en su contexto natural y fundamentar la toma de decisiones en base a evidencia empírica.

El instrumento de recolección de datos, basado en encuestas estructuradas, permitió obtener información confiable sobre la situación actual del mercado inmobiliario en la ciudad, facilitando la identificación de limitaciones y oportunidades para el desarrollo de proyectos de uso mixto. En este sentido, diversos estudios destacan que el análisis de mercado constituye un elemento clave para la viabilidad de proyectos

inmobiliarios, ya que permite alinear la oferta con las condiciones reales de la demanda (Álvarez y Crovetto, 2022; Morano et al., 2024).

Asimismo, la aplicación de este método garantiza que la propuesta final responda de manera adecuada a las necesidades del entorno urbano y del mercado objetivo, fortaleciendo la pertinencia del proyecto. Los resultados permiten determinar características preferidas por los usuarios, tales como dimensiones, diseño arquitectónico y materiales constructivos, lo cual constituye una base fundamental para el desarrollo de una propuesta arquitectónica funcional y adaptada al contexto, en concordancia con lo planteado por (Cabrera & Moscoso, 2025), quienes destacan la importancia de la segmentación y caracterización del usuario en el diseño de proyectos inmobiliarios.

**2.6.2 Metodología del OE.2.- Diseño de estudios arquitectónicos e ingenierías del proyecto inmobiliario de uso mixto. Aplicando las normas nacionales: NORMAS DE ARQUITECTURA Y URBANISMO, NEC-2015 (NEC-SE-A, NEC-SE-DS, NEC-SE-CM) y las normas internacionales: AISC 360, AISC 341, AWS D1.1, ASTM, ASCE 7, ACI-318-25.**

El diseño del proyecto inmobiliario de uso mixto se desarrolló bajo una metodología proyectual y técnica de carácter no experimental, integrando criterios normativos, análisis estructural y herramientas digitales como BIM, con el propósito de garantizar la seguridad, funcionalidad, sostenibilidad y viabilidad técnica del proyecto. Este enfoque metodológico es ampliamente utilizado en el desarrollo de proyectos de ingeniería y arquitectura, ya que permite abordar el diseño desde una perspectiva integral, articulando variables técnicas y constructivas en un entorno controlado sin manipulación de variables (Bernal, 2016; Hernández-Sampieri et al., 2014).

La aplicación de esta metodología permitió asegurar que el diseño arquitectónico y de ingenierías cumpla con los requisitos establecidos en normativas nacionales e internacionales, especialmente en contextos sísmicos, donde la seguridad estructural es un factor determinante en la concepción del proyecto. En este sentido, diversos estudios destacan que la integración de criterios normativos y análisis estructural avanzado es fundamental para garantizar el desempeño adecuado de edificaciones en zonas de alta sismicidad (Cedeño & Coello, 2024; Shim & Kim, 2022).

Una vez obtenida la base de datos del estudio de mercado, se procedió al desarrollo del diseño arquitectónico mediante herramientas digitales como AutoCAD y Revit, lo

cual permitió generar un modelo detallado que integra criterios de funcionalidad, distribución espacial y estética del proyecto. Posteriormente, a partir de este modelo, se realizó el diseño estructural utilizando software especializado como ETABS, considerando parámetros técnicos relacionados con cargas, comportamiento sísmico y estabilidad global de la edificación, en concordancia con lo señalado por (Katsimpini, 2024; Robalino et al., 2020), quienes destacan la importancia del modelamiento estructural en la validación técnica de proyectos inmobiliarios.

Adicionalmente, la incorporación de la metodología BIM permitió integrar las etapas de diseño arquitectónico y estructural en un modelo digital coordinado, facilitando la detección de interferencias, optimización de recursos y mejora en la planificación del proyecto, lo cual coincide con lo expuesto por (Avendaño et al., 2022; Romero Hallo & Muñoz, 2025), quienes resaltan el impacto de BIM en la eficiencia y calidad de los procesos constructivos.

### **2.6.3 Metodología del OE.3.- Análisis de la viabilidad económica, a través de un análisis financiero que permitirá la factibilidad para la ejecución y operación del proyecto.**

Finalmente, se evaluaron la factibilidad económica del proyecto mediante un análisis financiero, considerando costos de inversión, costos operativos, ingresos proyectados y horizonte de evaluación.

Se aplicaron indicadores financieros como Valor Actual Neto (VAN):

• **Fórmula:**

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+r)^t} - C_0$$

**Donde:**

- VAN: Valor Actual Neto.
- Ft: Flujo de caja neto en el periodo t (diferencia entre ingresos y egresos anuales).
- r: Tasa de descuento, o la tasa mínima de retorno que se requiere.
- t: Duración del periodo, normalmente expresada en años.
- n: Total de periodos del proyecto.
- C0: Inversión inicial, típicamente ocurrida en t=0.

Tasa Interna de Retorno (TIR):

• **Fórmula:**

$$0 = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1 + TIR)^t} - C_0$$

**Donde:**

- TIR = Tasa Interna de Retorno
- Ft = Flujo de caja neto en el período t
- t = Intervalo de tiempo (usualmente en años)
- n = Cantidad total de períodos
- C0 = Capital inicial

## CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El capítulo presenta los resultados asociados con el proyecto de desarrollo inmobiliario de uso mixto. Se realizó un estudio de mercado con la ayuda de encuestas para solicitar los posibles compradores e investigar cómo sería su demanda en cuanto a tipos de habitabilidad, servicios y comercial. Según los datos, se prepararon los diseños arquitectónicos, eléctricos, sanitarios y de agua potable en AutoCAD – REVIT, garantizando que los diseños de instalaciones cumplan con las normas y las especificaciones técnicas. Luego, se realizaron los cálculos estructurales utilizando ETABS, arrojando los resultados como dimensiones de las diferentes secciones de los elementos estructurales y la cantidad necesaria de acero, comprobando que la estructura cumpliera con los diferentes criterios que exige la norma NEC-15, en cuanto a resistencia de materiales, modos de vibración, derivas de piso, columna fuerte-viga débil.

Todos esos datos se introdujeron directamente en el modelo BIM en Revit para ofrecer una cuantificación efectiva de materiales del proyecto. Para determinar que el proyecto era rentable implicó calcular los costos directos de las obras y el cronograma, así como los costos indirectos. También se incluyó un análisis de un posible financiamiento de préstamos necesario para la ejecución. Finalmente, se calculó el ingreso mensual por la venta de suites, locales comerciales y espacios coworking, se realizaron los flujos de caja para evaluar la viabilidad financiera a largo plazo mediante la sostenibilidad financiera, y se discutió el apalancamiento obtenido como parte de la estrategia de financiamiento.

### **3.1 Resultados del OE.1.- Análisis de la situación actual de estudio de mercado mediante encuestas para identificar las limitaciones y oportunidades para el desarrollo de proyectos inmobiliarios de uso mixto.**

El análisis de respuesta del estudio de mercado, realizado sobre la base de los usuarios potenciales, confirma que Tulcán posee una demanda latente de desarrollos inmobiliarios de uso mixto, especialmente en las cercanías de las instalaciones estratégicas de la ciudad, como universidades, centros comerciales y las principales vías de acceso. La mayoría de los encuestados pertenecen a grupos demográficos de alto funcionamiento económico, como estudiantes, profesores, personas involucradas en el comercio y los servicios, de ahí la necesidad de viviendas flexibles con instalaciones comerciales y de servicios. Se mostró una alta preferencia por unidades (como suites o

apartamentos de tamaño medio) y locales comerciales que fueran fácilmente accesibles, seguros y cercanos al transporte público accesible. En cuanto a su capacidad de pago, los resultados indican que hay una actitud favorable hacia el financiamiento, ya sea crédito, cuotas mensuales económicas o una combinación de ambos, como el alquiler con opción a compra. Esta actividad de mercado es una demostración evidente de una gran oportunidad de unidades inmobiliarias que combinan propósitos ofreciendo una amplia diversificación de ingresos y mitigan el riesgo de vacantes. Actualmente, hay un enfoque en edificios de un solo uso, sistemas de construcción tradicionales, limitaciones, para limitar la innovación, la densificación urbana y la eficiencia de recursos en el uso del suelo de la oferta inmobiliaria actual en Tulcán. En este sentido, los resultados del estudio de mercado apoyan la relevancia de los proyectos propuestos y enfatizan la necesidad de abrir modelos de desarrollo inmobiliario de uso mixto como una opción viable y competitiva en el contexto local.

### **3.1.1 Análisis FODA**

#### **Tabla 3**

##### *Fortalezas del Plan de Desarrollo Inmobiliario*

---

#### **FORTALEZAS**

---

1. Rapidez constructiva de la estructura metálica: lo que permite reducir plazos de ejecución y costos indirectos del proyecto.
  2. Alta capacidad sismorresistente: adecuada para la normativa ecuatoriana y la ubicación geográfica de Tulcán.
  3. Flexibilidad arquitectónica: que facilita la integración de usos mixtos (vivienda, comercio y servicios) en un mismo edificio.
  4. Optimización del espacio útil: gracias a secciones estructurales más esbeltas en comparación con el hormigón armado.
  5. Posibilidad de crecimiento o ampliación futura: característica clave en proyectos inmobiliarios de uso mixto.
  6. Imagen urbana moderna: que contribuye a la revalorización del sector y mejora la percepción del proyecto ante potenciales inversionistas y usuarios
-

**Tabla 4**

*Oportunidades del Plan de Desarrollo Inmobiliario*

---

**OPORTUNIDADES**

---

1. Demanda habitacional creciente en zonas cercanas a la Universidad: impulsada por estudiantes, docentes y personal administrativo.
  2. Escasez de proyectos de uso mixto en Tulcán: lo que posiciona al proyecto como una alternativa innovadora en el mercado local.
  3. Tendencia hacia la densificación urbana: promovida por políticas de ordenamiento territorial.
  4. Interés creciente por sistemas constructivos eficientes y sostenibles: como la estructura metálica.
  5. Acceso a financiamiento hipotecario y programas de vivienda: que pueden facilitar la comercialización del proyecto.
  6. Revalorización del suelo urbano en sectores estratégicos: lo que incrementa la rentabilidad a mediano y largo plazo.
- 

**Tabla 5**

*Debilidades del Plan de Desarrollo Inmobiliario*

---

**DEBILIDADES**

---

1. Limitado conocimiento del mercado local sobre estructuras metálicas: lo que puede generar resistencia inicial del usuario.
  2. Mayor costo inicial de la estructura metálica: frente a sistemas tradicionales en hormigón armado.
  3. Dependencia de mano de obra especializada: escasa en el contexto local.
  4. Necesidad de protección anticorrosiva: debido a las condiciones climáticas de Tulcán.
  5. Falta de antecedentes locales similares: que dificulta la comparación directa de costos y beneficios.
  6. Requerimientos técnicos más estrictos en diseño y montaje: que demandan planificación detallada.
-

**Tabla 6**

*Amenazas del Plan de Desarrollo Inmobiliario*

---

<b>AMENAZAS</b>
1. Variación de precios del acero en el mercado: que puede afectar el presupuesto del proyecto.
2. Preferencia tradicional por construcciones en hormigón armado: arraigada en la cultura constructiva local.
3. Restricciones normativas municipales: que pueden limitar altura, uso del suelo o densidad.
4. Inestabilidad económica: que reduce la capacidad de inversión y compra del mercado objetivo.
5. Competencia de proyectos inmobiliarios convencionales: con menor costo inicial.
6. Riesgo de retrasos por factores externos: como disponibilidad de materiales o permisos administrativos.

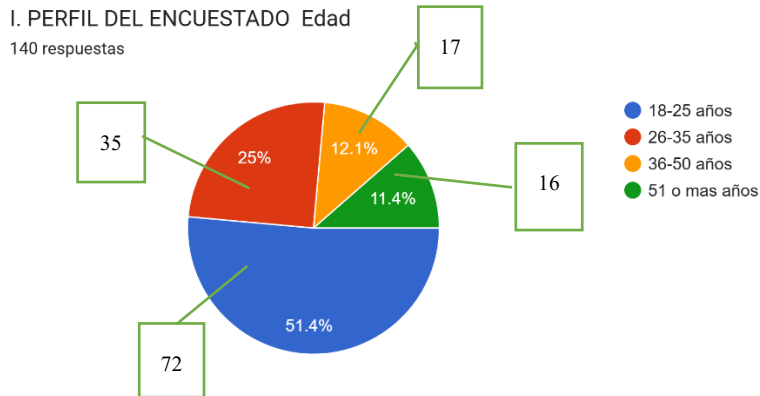
---

El análisis FODA evidencia que el proyecto inmobiliario de uso mixto en estructura metálica presenta importantes fortalezas y oportunidades que pueden ser aprovechadas mediante una adecuada planificación técnica y estratégica. No obstante, también se identifican debilidades y amenazas que requieren ser gestionadas para garantizar la viabilidad y sostenibilidad del proyecto en la ciudad de Tulcán.

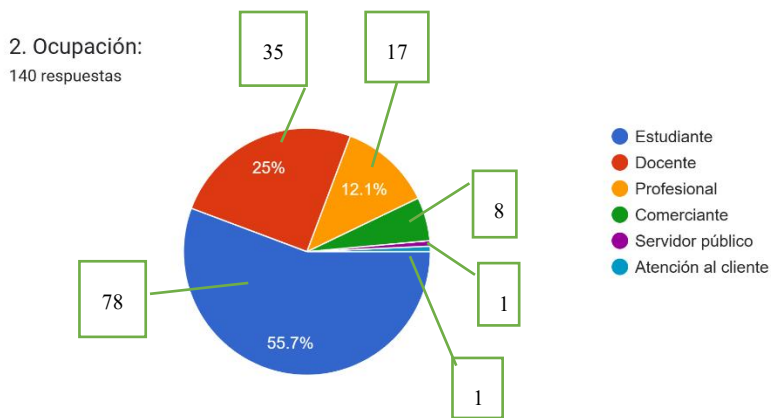
El sector de la encuesta se realizó en la Universidad UNIANDES, en la cual participaron estudiantes, docentes, y moradores, así como también personas que se dedican al comercio en el sector que se pretende a implantar el proyecto con una participación total de 140 personas.

El propósito principal de la encuesta fue obtener información sobre las preferencias de los estudiantes, docentes y comerciantes respecto a la demanda de departamentos con uno, dos dormitorios, suites y locales comerciales respectivamente, su disposición a adquirir una propiedad y su capacidad económica para financiar la compra de un bien inmueble. Las averiguaciones fueron delineadas con preguntas tanto cerradas como abiertas, accediendo a recopilar datos cuantitativos y cualitativos.

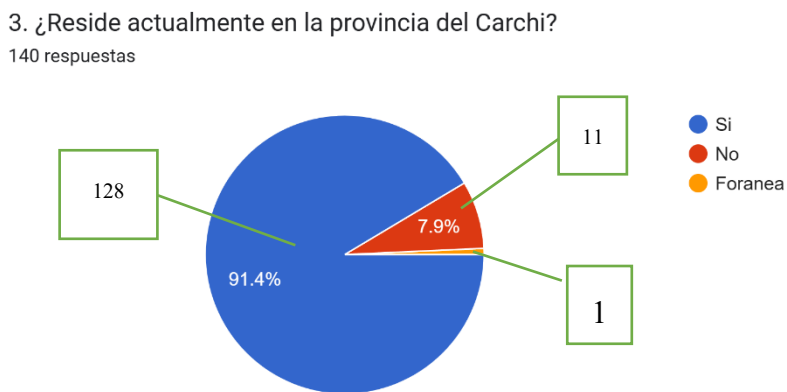
**Figura 3**



**Figura 4**



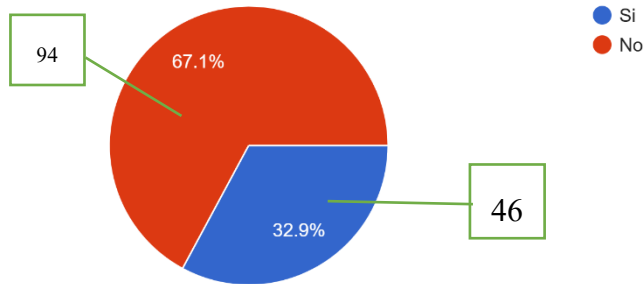
**Figura 5**



**Figura 6**

4. ¿Cuenta con vehículo propio?

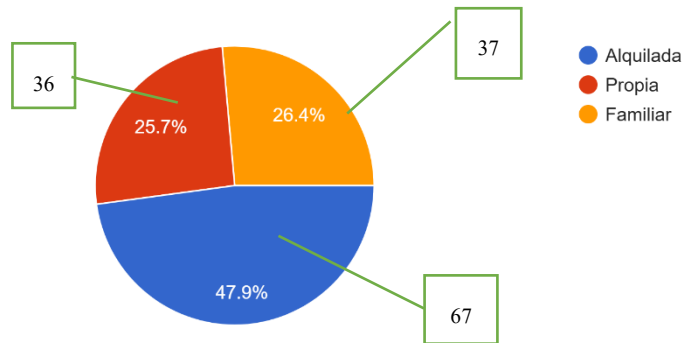
140 respuestas



**Figura 7**

II. SITUACIÓN Y DEMANDA HABITACIONAL 5. Tipo de vivienda que actualmente habita:

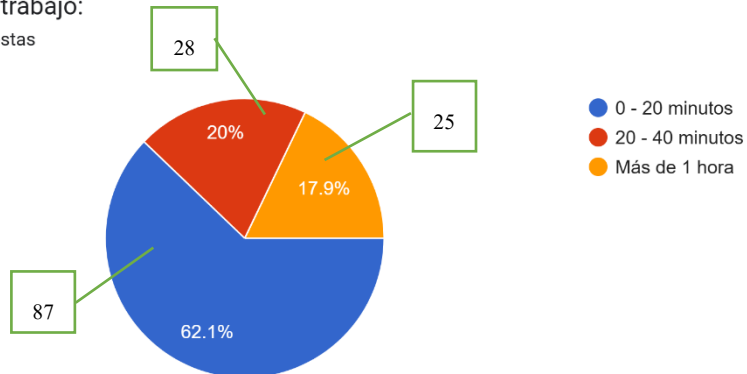
140 respuestas



**Figura 8**

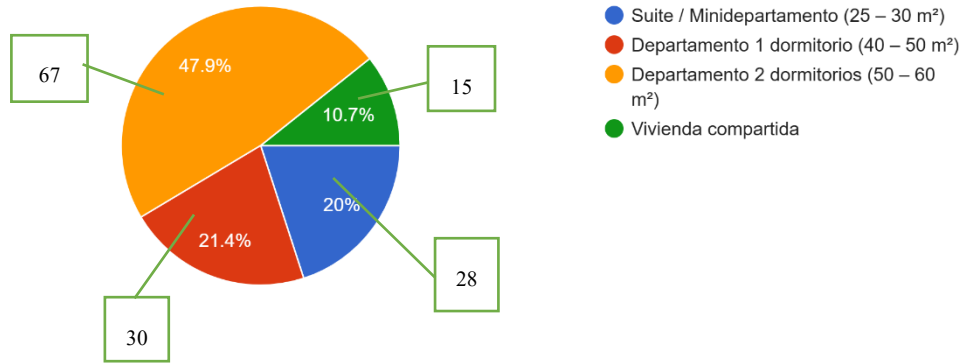
6. Tiempo de desplazamiento desde su vivienda hasta la Universidad o su lugar habitual de estudio/trabajo:

140 respuestas



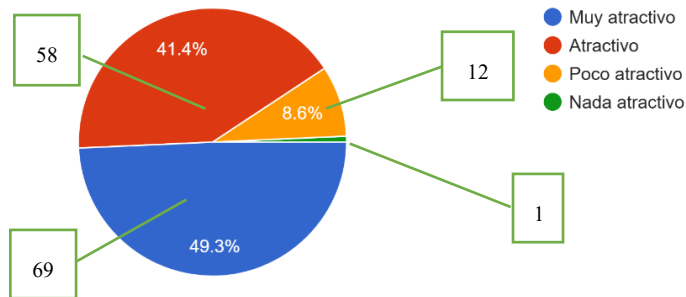
**Figura 9**

7. ¿Qué tipo de unidad habitacional le interesaría dentro de un proyecto inmobiliario de uso mixto?  
140 respuestas



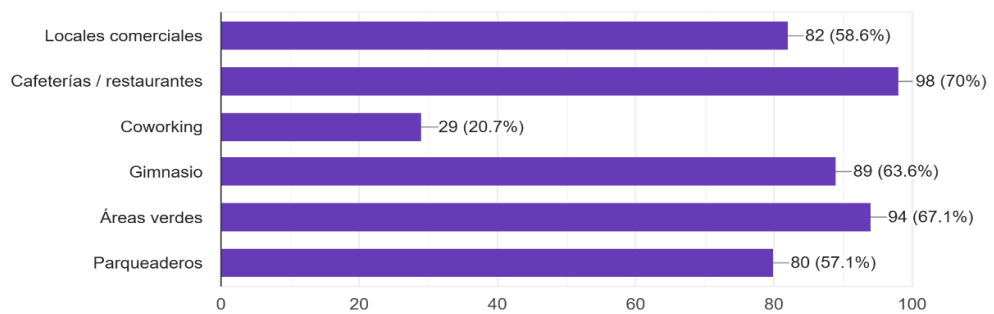
**Figura 10**

III. USO MIXTO Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 8. ¿Qué tan atractivo le resulta vivir en un proyecto que integre vivienda, comercio y servicios en un mismo edificio?  
140 respuestas



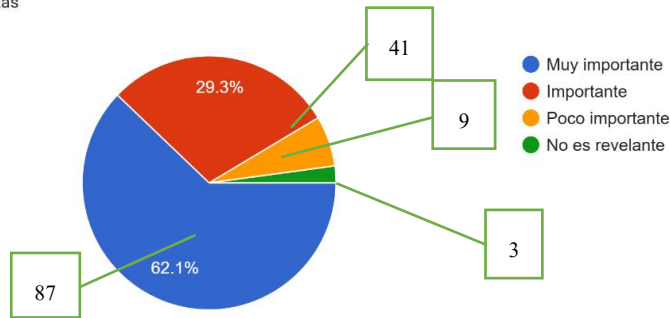
**Figura 11**

9. ¿Qué servicios considera indispensables dentro de un proyecto de uso mixto? (Puede seleccionar más de una opción)  
140 respuestas



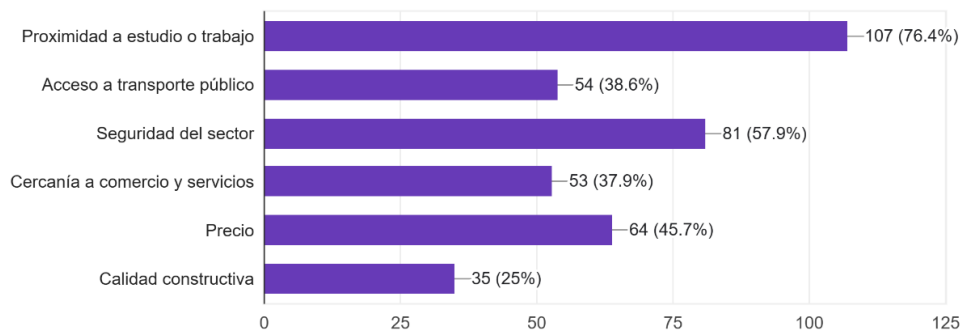
**Figura 12**

10. ¿Qué tan importante es para usted que el proyecto se ubique cerca de la Universidad?  
140 respuestas



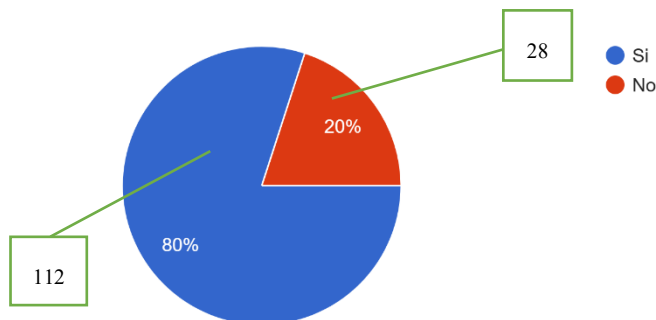
**Figura 13**

11. ¿Cuáles son los factores más importantes al elegir una vivienda en el sector de la Universidad? (Puede seleccionar hasta tres opciones)  
140 respuestas



**Figura 14**

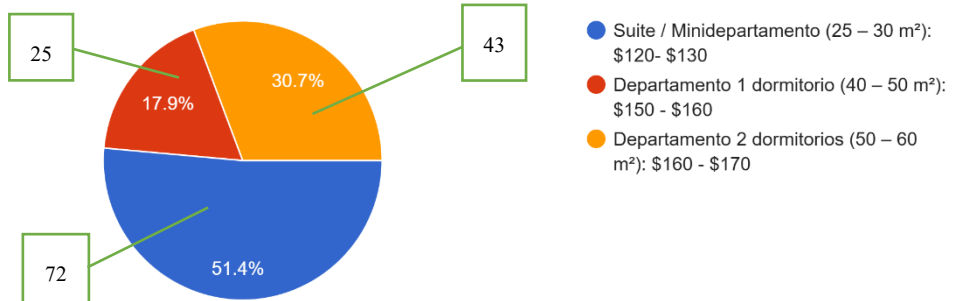
IV. VIABILIDAD ECONÓMICA DEL PROYECTO 12. ¿Estaría dispuesto(a) a adquirir una vivienda dentro de este proyecto inmobiliario?  
140 respuestas



**Figura 15**

13. ¿Cuánto estaría dispuesto(a) a pagar por el arriendo mensual de una vivienda?

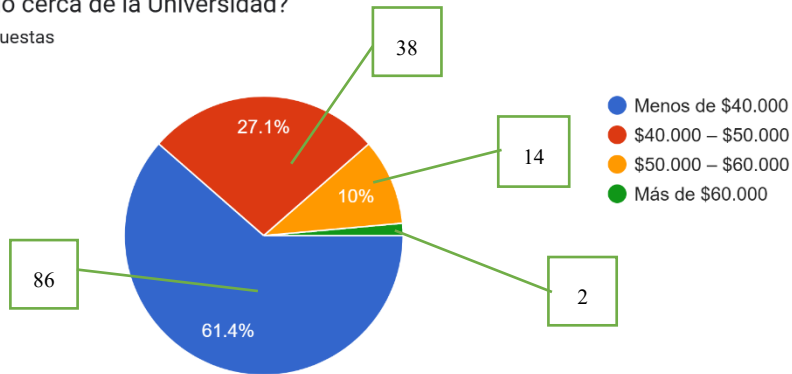
140 respuestas



**Figura 16**

14. ¿Cuánto estaría dispuesto(a) a pagar por la compra de un departamento de entre 50 y 60 m², ubicado cerca de la Universidad?

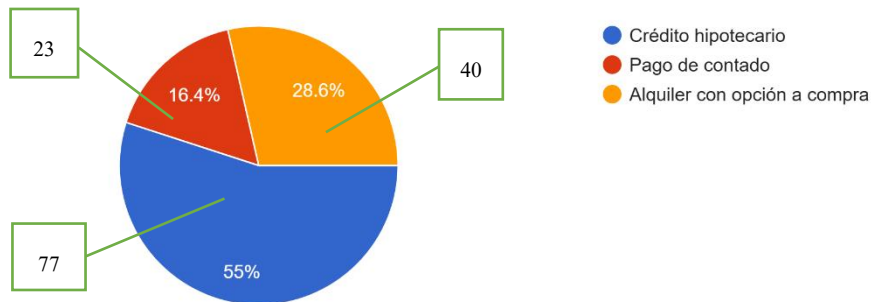
140 respuestas



**Figura 17**

15. ¿Qué modalidad de financiamiento considera más viable?

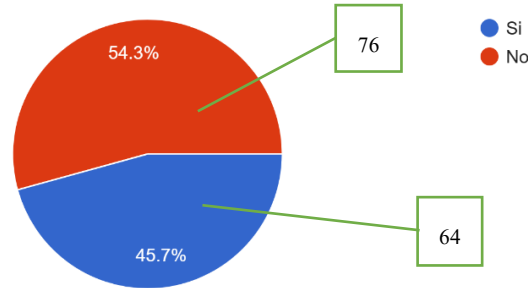
140 respuestas



**Figura 18**

V. SISTEMA ESTRUCTURAL DEL PROYECTO 16. Antes de esta encuesta, ¿conocía usted los sistemas constructivos en estructura metálica?

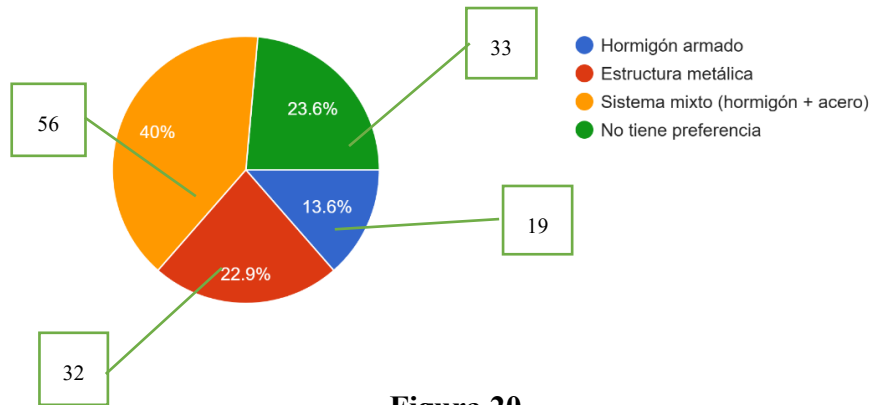
140 respuestas



**Figura 19**

17. Desde su percepción, ¿qué tipo de sistema estructural considera más adecuado para un proyecto inmobiliario de uso mixto en la ciudad de Tulcán?

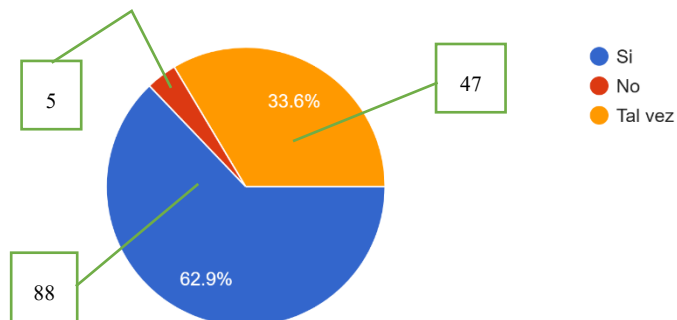
140 respuestas



**Figura 20**

18. ¿Estaría dispuesto(a) a adquirir una vivienda en un edificio con estructura metálica, siempre que cumpla con las normas de seguridad y confort?

140 respuestas



Se evalúa que la mayoría de los encuestados tienen una ocupación de estudiantes con el 55,70%, en segundo lugar, están los docentes con un 25%, en tercer lugar, están los profesionales con ramas distintas con un 12,1%; los comerciantes con 5,7%, y servidores públicos- atención al cliente con 0,7%.

Un punto importante que ayudó en las encuestas fue conocer el tipo de unidad habitacional que estarían interesados dentro de un proyecto inmobiliario mixto y poder conocer sus necesidades y proceder con el diseño final, obteniendo los siguientes resultados: en primer lugar, está el departamento de 2 dormitorios (50-60m<sup>2</sup>) con 47.9%, en segundo lugar, el de 1 dormitorios(40-50m<sup>2</sup>) con 21.4 %, en tercer lugar, está la suite (25-30m<sup>2</sup>) con 20.0 %, y en cuarto lugar se encuentra el de vivienda compartida con 10,7%.

Otro punto importante a considerar en la encuesta es lo atractivo que les resulta vivir en un proyecto que integre vivienda, comercio y servicios en un mismo edificio, obteniendo los siguientes resultados: en primer lugar, está considerado muy atractivo con 49.3%, en segundo lugar, está considerado atractivo con 41.4%, en tercer lugar, está considerado poco atractivo con 8.6% y en cuarto lugar esta nada atractivo con 0.7%.

Una decisión importante para satisfacer los requerimientos de los encuestados y en el diseño para realizar el proyecto fue saber cuáles son los servicios indispensables para el proyecto de uso mixto y cada encuestado selecciono con más de una opción: en primer lugar, seleccionaron indispensables a las cafeterías/restaurantes (70%), segunda opción fue las áreas verdes (67.10%), en tercer lugar, está considerado gimnasio (63.60%), cuarto lugar los locales comerciales (58.60%) y en quinto lugar están los parqueaderos con (57.10%) y en sexto lugar el coworking (20.70%).

Otro punto importante a valorizar en la encuesta es conocer si es trascendental que el proyecto este ubicado cerca de la universidad, obteniendo los siguientes resultados: en primer lugar, está muy importante con 62.1%, en segundo lugar, está importante con 29.3%, en tercer lugar, está poco importante con 6.4% y en cuarto lugar esta nada atractivo con 2.1%.

También una de las preguntas esenciales fue saber si estarían dispuestos a adquirir una vivienda dentro de este proyecto inmobiliario, obteniendo las siguientes encuestas: primer lugar, está SI con 80.0%, en segundo lugar, está NO con 20.0%.

Una de las decisiones clave fue establecer un rango de precios para los departamentos entre valores: menos de \$40,000; opción preferida por el 61.40% de los encuestados.

Otra decisión que llevó a conocer para asegurar el diseño fue las preferencias y necesidades de los futuros habitantes en el proyecto, como es saber si estarían dispuestos a adquirir una vivienda o departamento en un edificio en estructura metálica siempre que cumpla las normas y el confort; obteniendo los siguientes datos: primer lugar, está SI con 62.9%, en segundo lugar, está Talvez con 33.60% y en tercer lugar NO con 3.6%.

**Tabla 7**

*Comparación estructura metálica- hormigón armado*

---

**ESTRUCTURA METÁLICA vs HORMIGÓN ARMADO**

---

1. Menor peso → reduce cargas sísmicas (metálica) vs mayor peso (hormigón)
2. Mejor desempeño sísmico → alta ductilidad y disipación de energía
3. Construcción más rápida → prefabricación vs procesos lentos (encofrado y curado)
4. Menores costos indirectos → menor tiempo de obra
5. Mayor precisión → fabricación industrial vs variabilidad en obra
6. Más sostenible → material reciclable y menor impacto ambiental
7. Mayor flexibilidad → luces amplias y menos columnas

La estructura metálica es más viable en zonas sísmicas, reduce tiempos de ejecución y mejora la rentabilidad del proyecto.

---

**Tabla 8**

*Comparación BIM-tradicional*

---

**BIM vs MÉTODO TRADICIONAL**

---

1. Coordinación integrada → modelo único vs información fragmentada
2. Detección temprana de errores → menos retrabajos y costos
3. Control de costos preciso → en tiempo real
4. Planificación avanzada → 4D (tiempo) y 5D (costos)
5. Cambios ágiles → rápidos y coordinados
6. Mayor productividad → optimización de recursos
7. Gestión integral → todo el ciclo de vida del proyecto

---

---

## BIM vs MÉTODO TRADICIONAL

---

El BIM mejora la eficiencia, reduce errores y optimiza costos, incrementando la viabilidad técnica y económica del proyecto.

---

**3.2 Resultados del OE.2.- Diseño de estudios arquitectónicos e ingenierías del proyecto inmobiliario de uso mixto. Aplicando las normas nacionales: NORMAS DE ARQUITECTURA Y URBANISMO, NEC-2015 (NEC-SE-A, NEC-SE-DS, NEC-SE-CM) y las normas internacionales: AISC 360, AISC 341, AWS D1.1, ASTM, ASCE 7, ACI-318-25.**

Se concibió con éxito una propuesta técnica extensa para un proyecto inmobiliario de uso mixto en términos de: funcionalidad, seguridad estructural, sostenibilidad y normativas vigentes a través de la evolución de estudios arquitectónicos y de ingenierías. El diseño arquitectónico se preparó basado en los parámetros urbanos del GADM–Tulcán, incluyendo retiros, COS, CUS y área máxima de construcción para hacer el proyecto legal y urbanísticamente viable. Las áreas residenciales, los locales comerciales y los espacios de servicio están todos integrados, lo que permite una distribución optimizada del espacio y la relación entre los diferentes usos. Esta disposición es un resultado directo de los hallazgos del estudio de mercado y permite una correspondencia coherente entre las demandas extraídas y el diseño arquitectónico en sí utilizando el programa AUTOCAD. Estructuralmente, el sistema de estructura metálica está diseñado para cumplir con los estándares de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-2015) y los internacionales (AISC 360, ASCE 7) para resistencia, estabilidad, desplazamientos de piso y comportamiento sísmico. Los datos de rendimiento se analizaron en software especializado (ETABS), y los resultados indicaron que el edificio puede satisfacer los criterios de rendimiento estructural para zonas sísmicamente peligrosas, incluyendo Tulcán. La implementación de la metodología BIM facilitó la coordinación de los componentes de diseño arquitectónico, estructural y de instalaciones en un único modelo digital, lo que a su vez permitió una cuantificación precisa de materiales, detección de interferencias y optimización del proceso de construcción. Estos hallazgos apoyan que la combinación de estructura metálica tiene un impacto positivo en

la eficiencia técnica del proyecto, el riesgo de construcción y la sostenibilidad del desarrollo inmobiliario.

En la siguiente ilustración se presenta, en primer lugar, la implantación de la edificación del proyecto inmobiliario de uso mixto, indicando su distribución en el terreno en cuanto a retiros, todo esto en base a la línea de fábrica.

Figura 21

Implantación y acotación del terreno

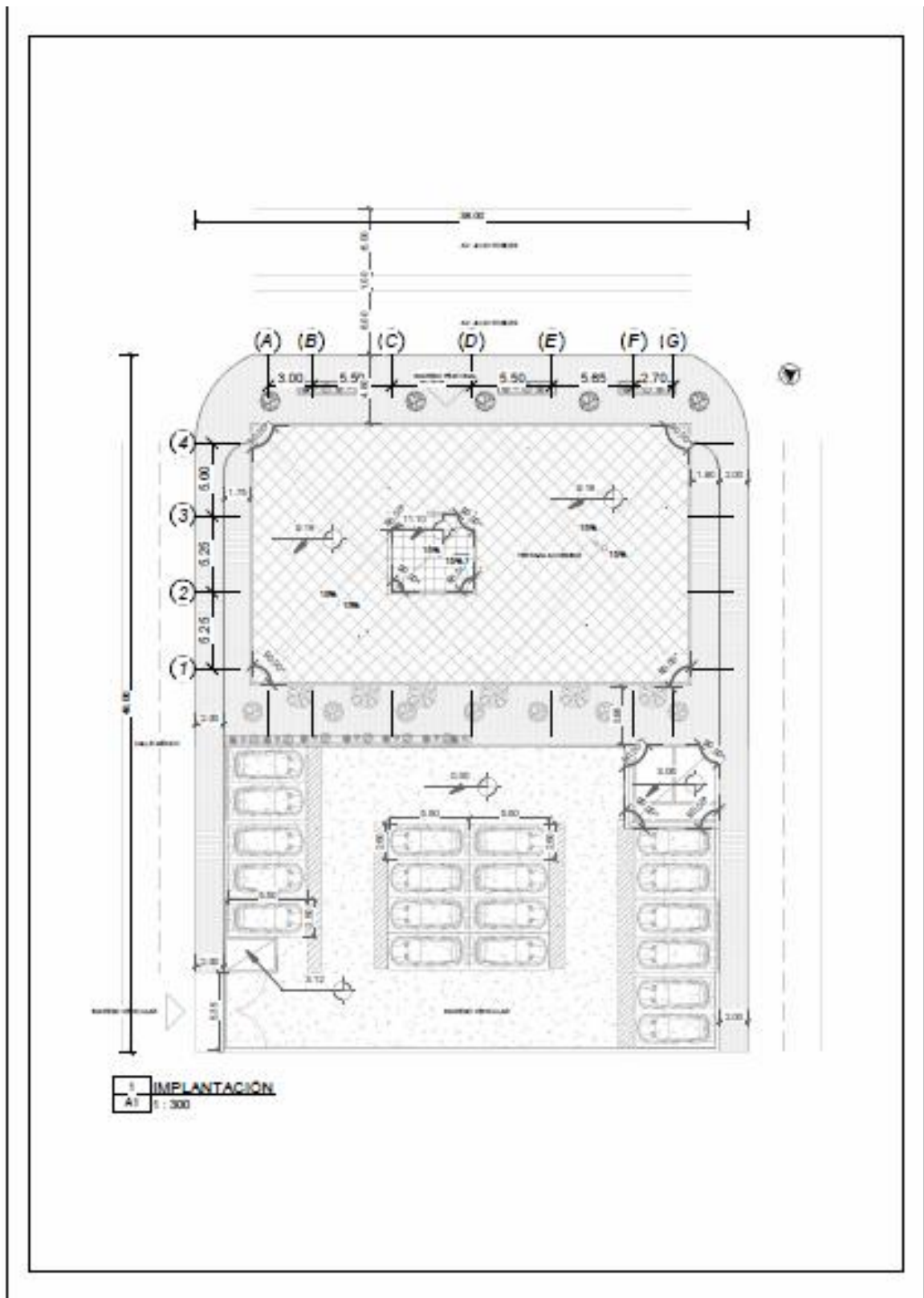


Figura 22

Fachada frontal del edificio



Figura 23

Planta Arquitectónica N+0,00

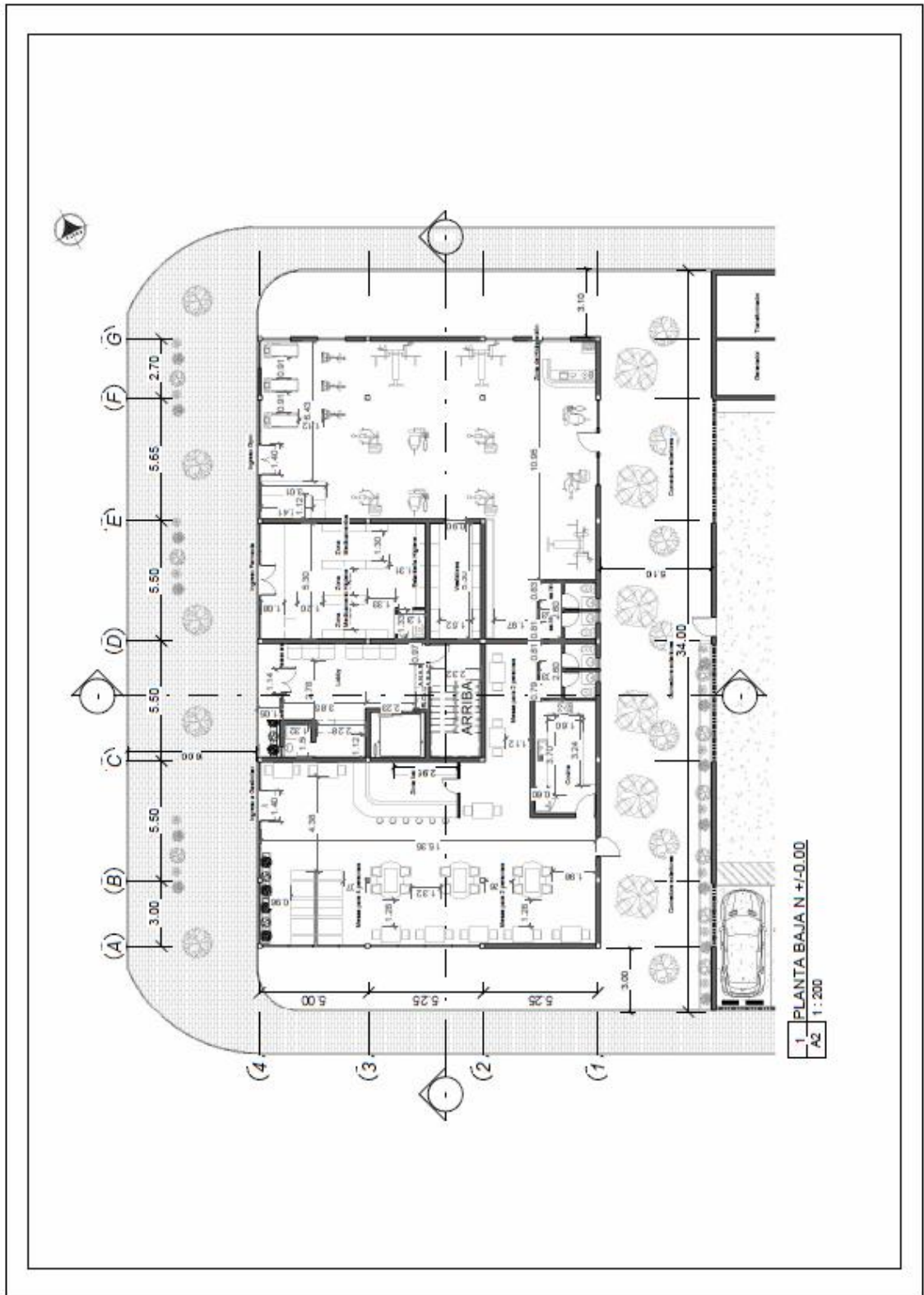




Figura 25

Planta Instalaciones de agua potable N+0,00

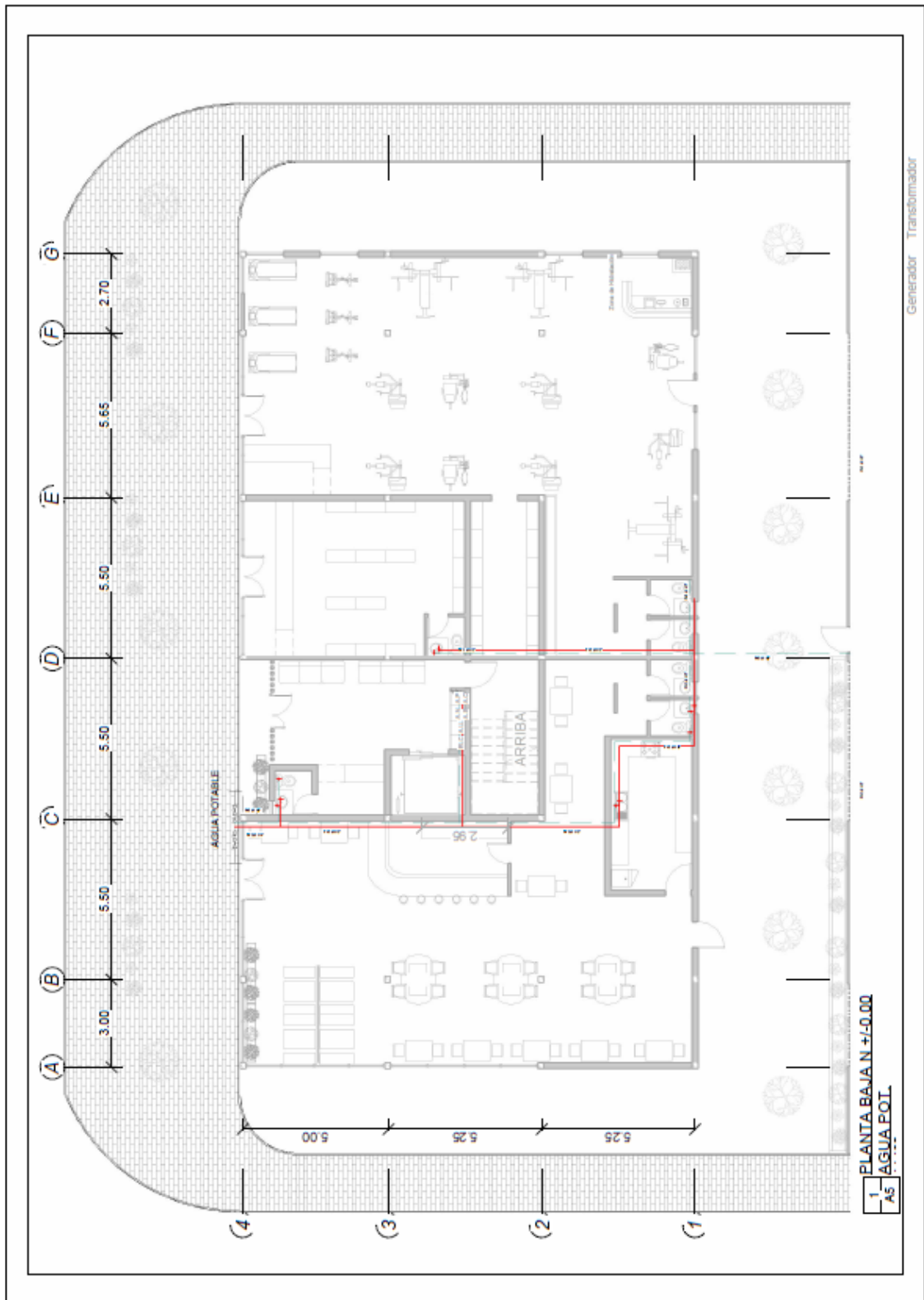


Figura 26

Planta Instalaciones de agua potable Tipo N+3,06; N+6,12



**Figura 27**

*Planta Instalaciones Sanitarias N+0,00*

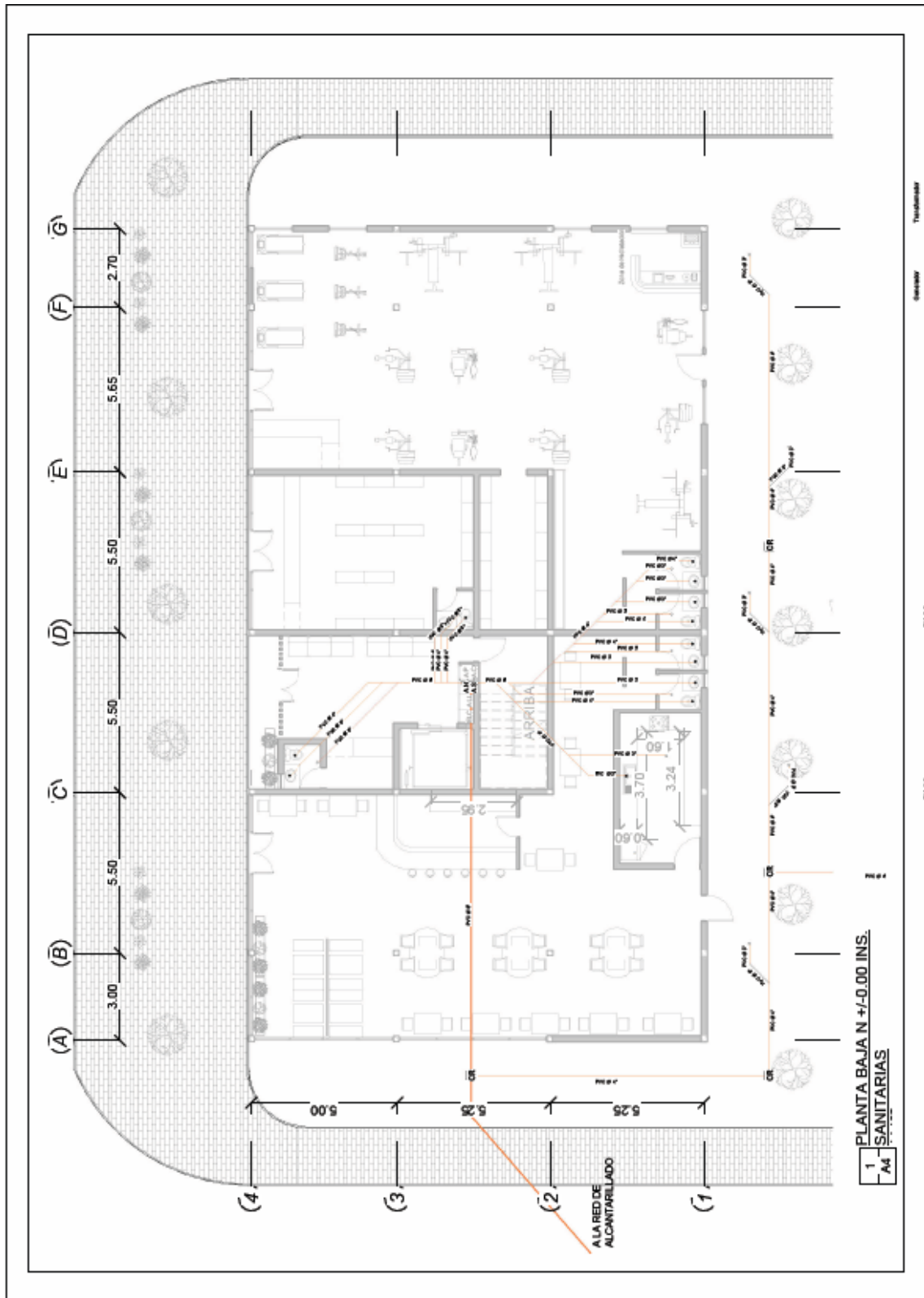


Figura 28

Planta Instalaciones Sanitarias Tipo N+3,06; N+6,12

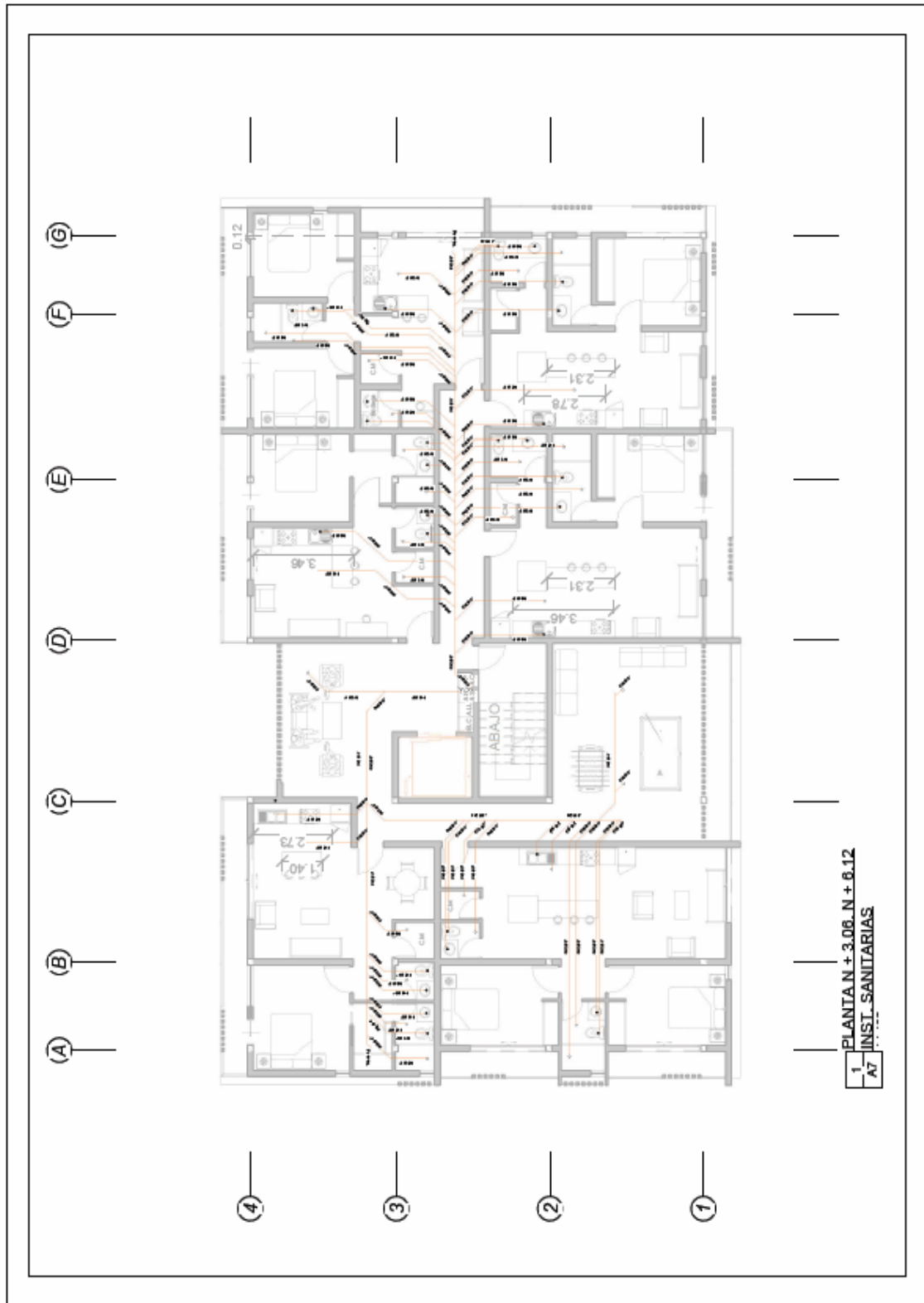
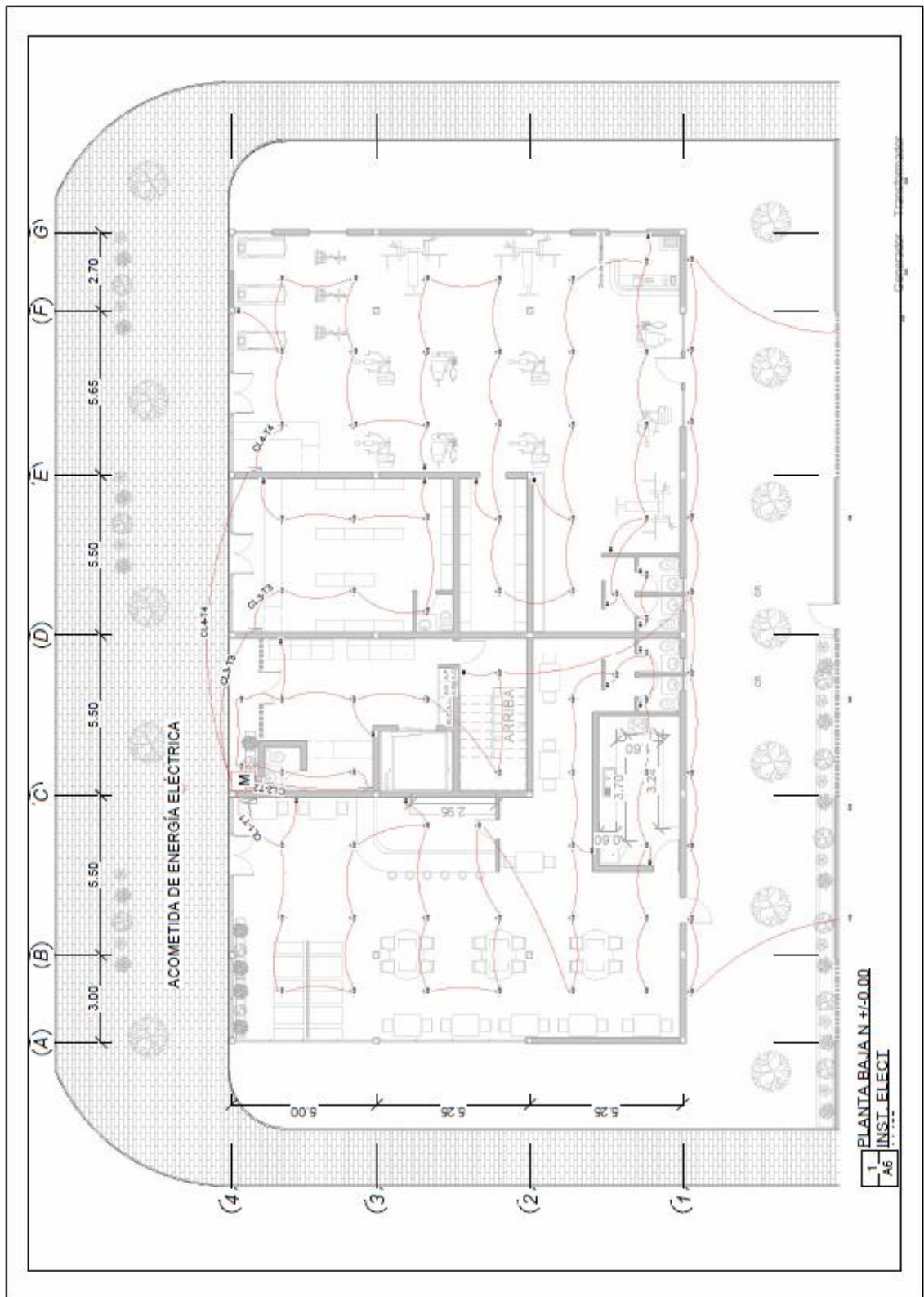


Figura 29

Planta Instalaciones Eléctricas N+0,00



**Figura 30**

*Planta Instalaciones Eléctricas Tipo N+3,06; N+6,12*



**Figura 31**

*Modelado 3D en Revit*



A continuación, se procedió a realizar el análisis y diseño de la estructura metálica con la ayuda del programa ETABS, previo a esto se realizó un predimensionamiento de los elementos estructurales para posteriormente modelar en ETABS y aplicar las normas NEC-2015, AISC 360, que se encuentran vigentes.

### **3.2.1 Descripción del Proyecto Estructural.**

El edificio presenta las siguientes características:

- La estructura principal está constituida por un sistema de pórticos espaciales dúctiles limitados, para que el edificio sea capaz de tomar las fuerzas horizontales de forma segura y confiable.
- Las columnas están diseñadas con tubos cuadrados compuestos de 300x300x8mm.
- Las losas están conformadas por una loseta de hormigón simple con un espesor de 10cm, apoyadas en vigas metálicas principales tipo I de 300x125x10,8x16,2mm y vigas metálicas secundarias de 200x90x11,3x7,5mm.
- Por lo tanto, al realizar el análisis y diseño con el modelamiento arrojó valores que cumplen con los criterios que exige la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-2015) la cual se detalla posteriormente.
- En cuanto a la cimentación, esta consiste en plintos aislados de diferente sección de hormigón armado y plintos combinados con espesores de diferente espesor respectivamente, los refuerzos van entre  $\varnothing 14\text{mm}@20\text{cm}$  a  $\varnothing 16@20\text{cm}$ , capaces de resistir flexiones y punzonamiento, arriostradas horizontalmente mediante cadenas de amarre que sirven de soporte de las columnas.

En la siguiente figura 32 se da a conocer por color asignado a cada elemento e interpretar el tipo las características del diseño tanto de columnas, vigas principales, secundarias, loseta de hormigón simple y diagonales.

**Figura 32**

*Modelado en 3D edificación*

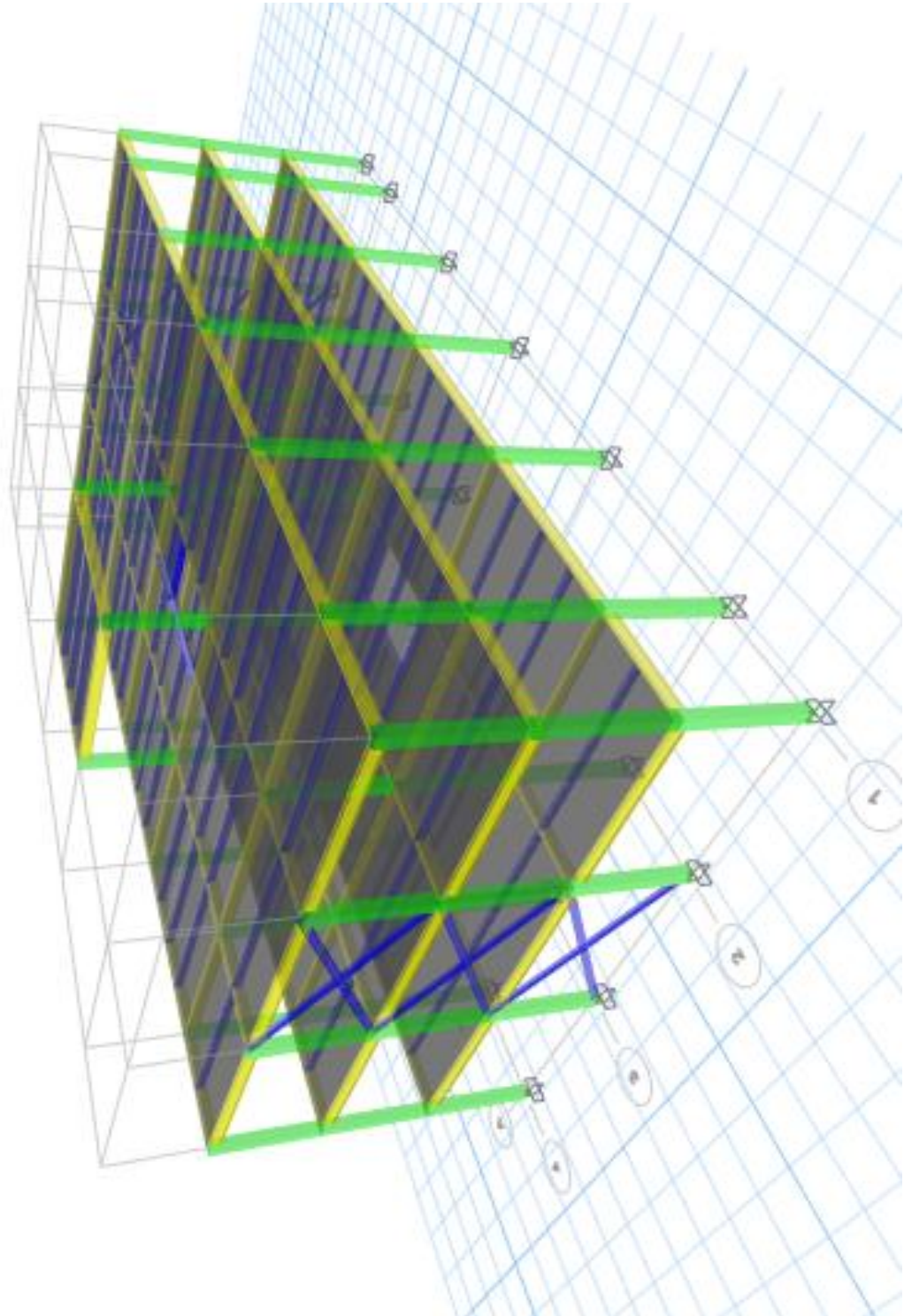
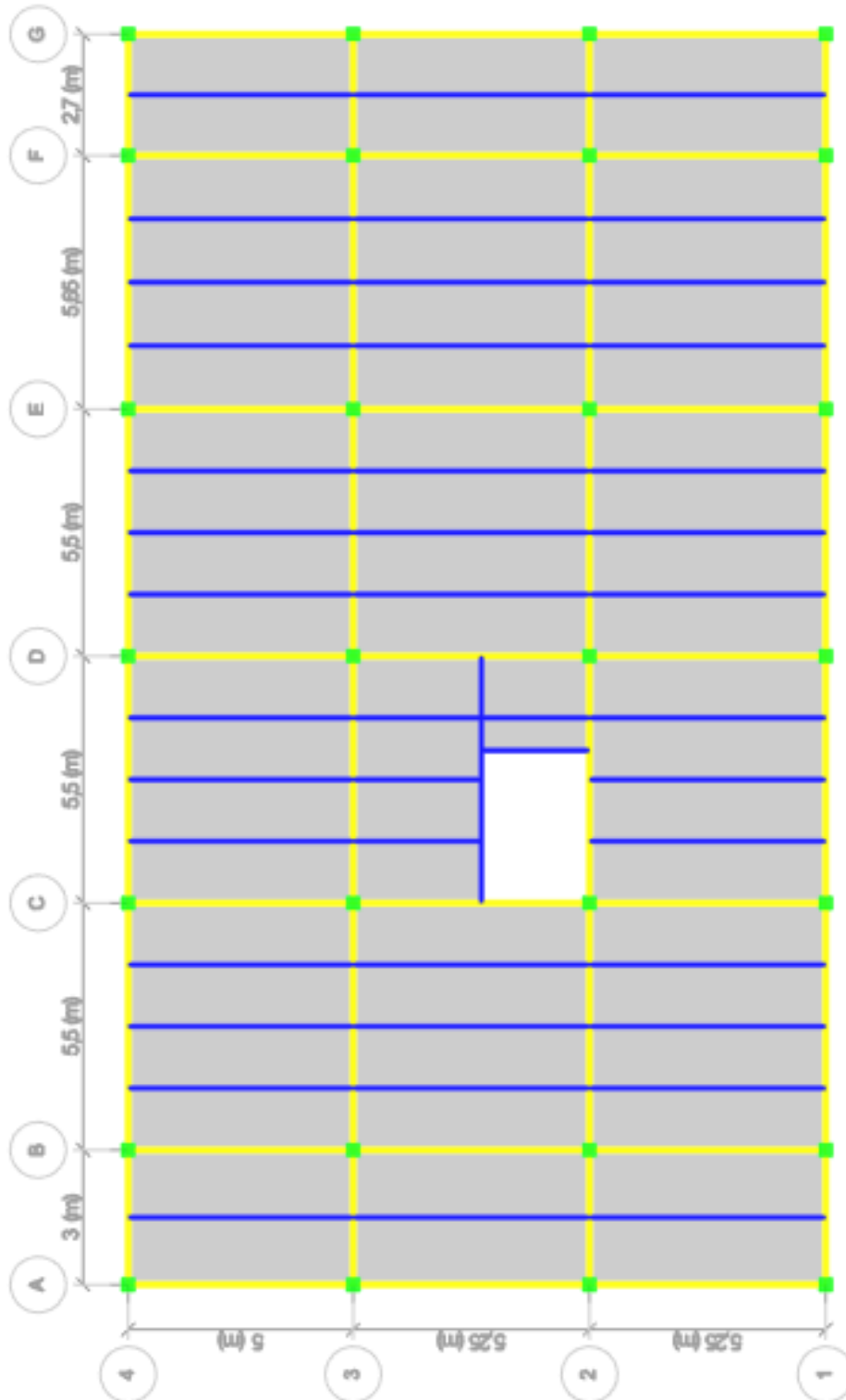


Figura 33

Modelado en Etabs de primera losa tipo N+3,06



Como se puede observar en la siguiente figura 34 los resultados de la tabla **modal participating mass ratios** los dos primeros modos de vibración no sufren torsión y son de traslación, y el modo 3 es torsional con lo cual verificamos que la configuración estructural es correcta cumpliendo con lo que recomienda la NEC-2015.

**Figura 34**

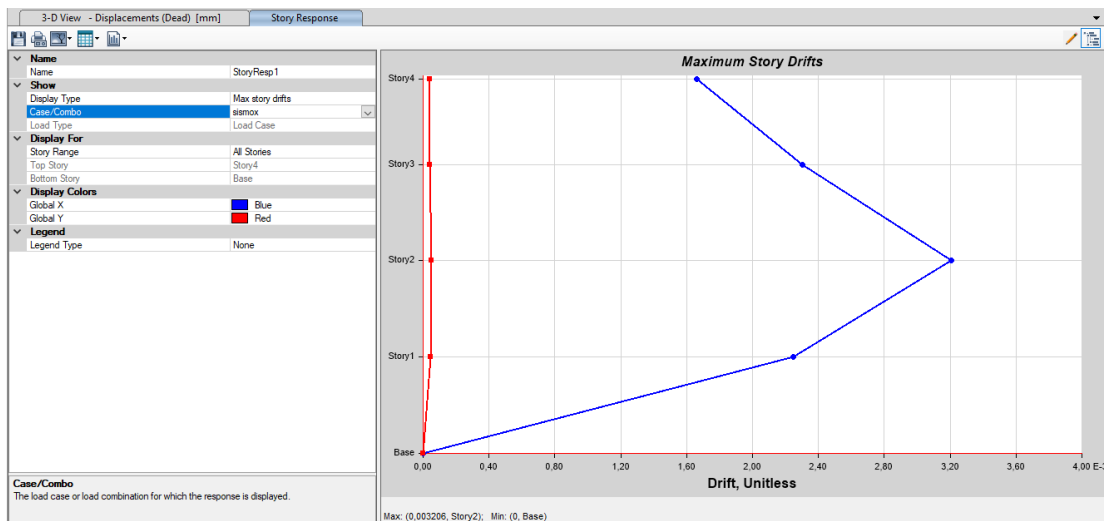
*Tabla de modos de vibración:*

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Modal	1	0,624	0,8352	0	0	0,8352	0	0	0	0,1901	0	0	0,1901	0
Modal	2	0,354	0	0,839	0	0,8352	0,839	0	0,1863	0	0,0012	0,1863	0,1901	0,0012
Modal	3	0,249	0	0,0026	0	0,8352	0,8415	0	0,0008	5,294E-06	0,8528	0,1871	0,1901	0,854

TABLE: Modal Participating Mass Ratios														
Case	Mode	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ			
		sec												
Modal	1	0,624	0,8352	0	0	0,8352	0	0	0	0,1901	0	0,1901	0%	OK
Modal	2	0,354	0	0,839	0	0,8352	0,839	0	0,1863	0	0,0012	0,1875	1%	OK
Modal	3	0,249	0	0,0026	0	0,8352	0,8415	0	0,0008	0,000005294	0,8528	0,85360529	100%	OK

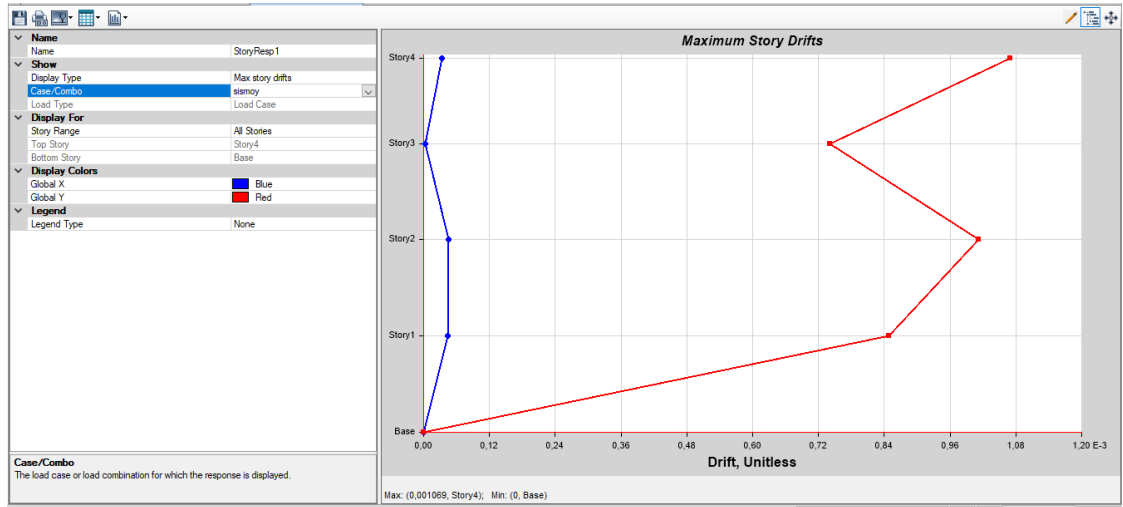
**Figura 35**

*Cálculo de derivas máximas de piso: deriva x (sismo x)*



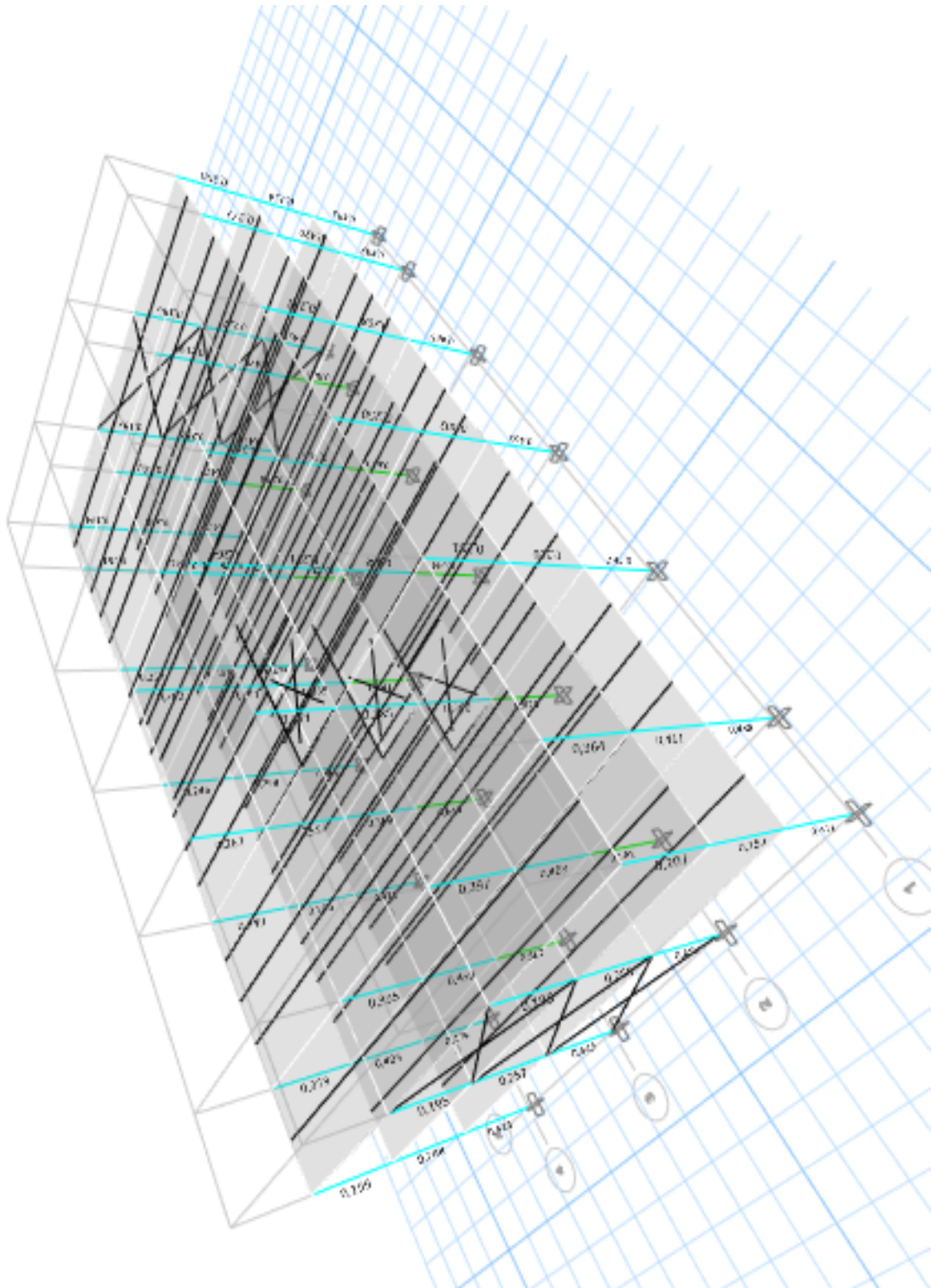
**Figura 36**

*Cálculo de derivas máximas de piso: deriva x (sismo y)*



**Figura 37**

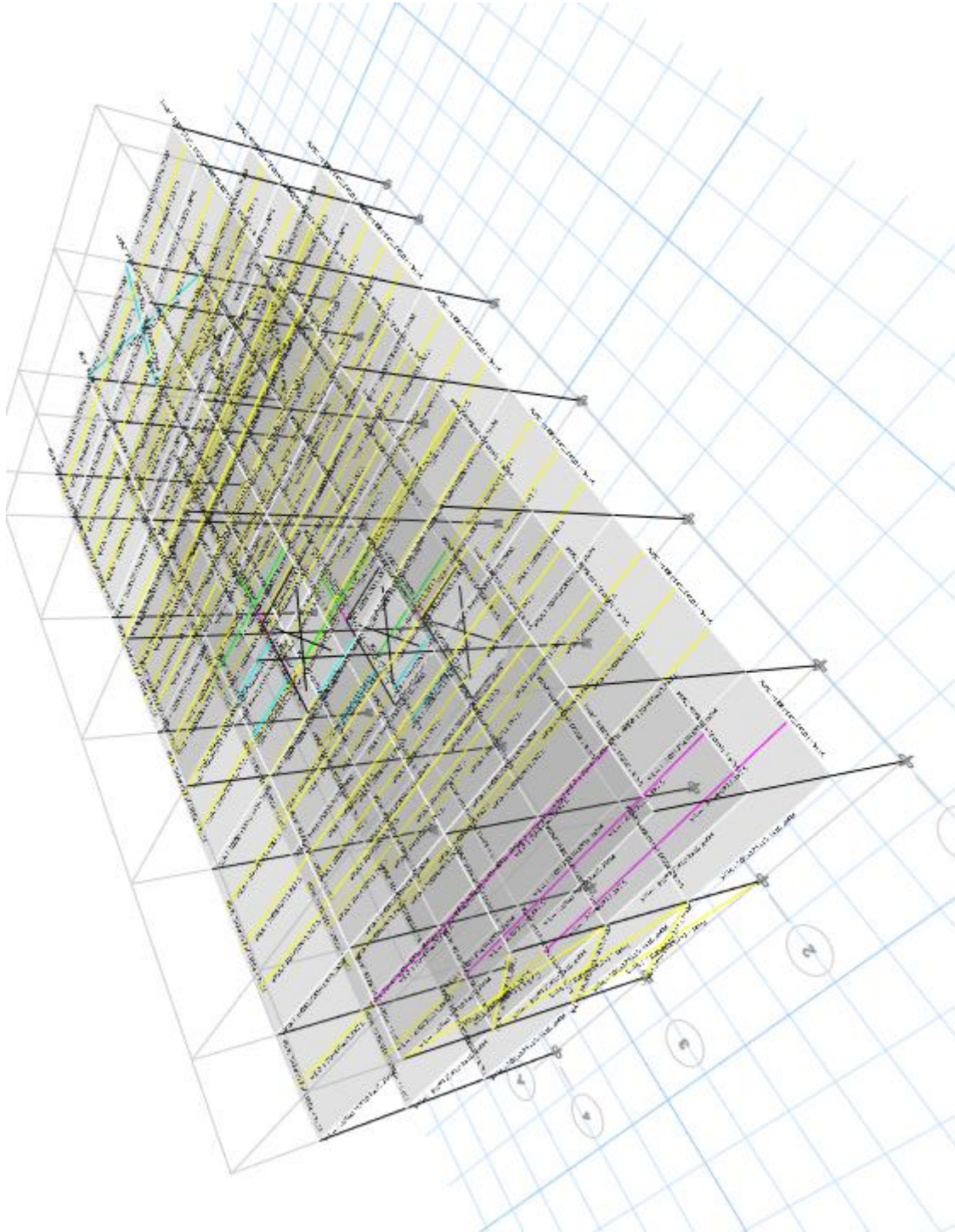
*Diseño - Acero estructural columnas metálicas compuestas*



En ETABS, se realizó un análisis estructural y se identificó a partir del proceso de análisis la relación entre la demanda (carga) y la capacidad de resistencia (fuerza axial y flexión) de los elementos. Basado en colores, puede darte fácilmente la idea de qué parte de la estructura está a punto de fallar o qué sección está dentro de los límites de diseño requeridos para vigas y columnas, de acuerdo con las cargas y combinaciones de carga definidas en el proyecto, asegurando estabilidad y resistencia contra las demandas aplicadas. Los resultados obtenidos asegurarán que el acero estructural cumpla con los requisitos de diseño y las normativas vigentes, proporcionando la capacidad estructural adecuada para las vigas metálicas.

**Figura 38**

*Diseño - Acero estructural de la estructura metálica*



Posteriormente, se presenta la tabla de la cuantificación de materiales obtenidos del modelado en Revit para el proyecto del edificio de uso mixto. Aquí se detalla las cantidades de materiales a utilizar en obra, asignados en diferentes categorías como preliminares; cimientos; estructura; mampostería y revestimiento; acabados; instalaciones hidro-sanitarias; instalaciones eléctricas; carpintería; metal, madera y mesón; adicionales/obras exteriores; imprevistos. Los datos proyectan los cálculos realizados en base a los elementos modelados.

**Tabla 9**

*Cuantificación de cantidades de materiales en Revit*

<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION</b>	<b>U</b>	<b>CANT.</b>
<b>1</b>	<b>PRELIMINARES</b>		
1.1	Limpieza y Desbroce Del Terreno	M2	700.00
1.2	Replanteo y Nivelación Con Equipo Topográfico	M2	445.00
1.3	Excavación A Maquina En Plintos Y Cimientos	M3	321.00
1.4	Desalojo Con Volqueta Cargado Manual	M3	137.00
1.5	Relleno Suelo Natural Compactado	M3	205.00
1.6	Relleno Granular Compactado	M3	57.00
<b>2</b>	<b>CIMIENTOS</b>		
2.1	Replanteo H. Simple F'c = 140 Kg/Cm2	M3	13.50
2.2	Acero De Refuerzo	Kg	7088.00
2.3	Hormigón S. Plintos F'c=240kg/Cm2.	M3	73.60
2.4	Horm. Simple Columnas F'c= 240kg/Cm2+Encofrado	M3	7.70
2.5	Cimientos De Piedra	M3	35.70
2.6	Horm. Simple Cadenas F'c=210kg/Cm2+Encofrado	M3	13.40
2.7	Contrapiso H. Simple F'c=180kg/Cm2 E = 20cm	M2	445.00
<b>3</b>	<b>ESTRUCTURA</b>		
3.1	Estructura Metálica	Kg	103255.00
3.2	Malla Electrosoldada 10mm (15x15)	M2	1324.00
3.3	Hormigón Simple 210 Kg/Cm2 + Encofrado	M3	132.40
3.4	Masillado De Pisos	M2	1324.00
<b>4</b>	<b>MAMPOSTERÍA Y REVESTIMIENTO</b>		
4.1	Pared Bloque 20 Cm	M2	2185.00

ITEM	DESCRIPCION	U	CANT.
4.2	Dinteles De Hormigón Simple (0,10x0,15x1,20)	M1	100.00
4.3	Enlucido Vertical Paleteado Interior Y Exterior	M2	4250.00
4.4	Muro Cortina- Vidrio Templado 10mm	M2	96.90
<b>5</b>	<b>ACABADOS</b>		
5.1	Instalación De Porcelanato Para Piso (0,60mx0,60m)	M2	997.99
5.2	Cerámica En Paredes De Baños, Cocinas, Cuarto/ Maquinas	M2	106.39
5.3	Empaste Interior Y Exterior	M2	4130.00
5.4	Pintura Látex Paredes Internas	M2	2065.00
5.5	Pintura De Caucho Paredes Externas	M2	2065.00
5.6	Cielo Raso Gypsum	M2	1004.53
5.7	Barredera	M1	912.70
<b>6</b>	<b>INSTALACIONES HIDRO-SANITARIAS</b>		
6.1	Acometida De Agua Potable	M1	79.82
6.2	Acometida De Agua Caliente	M1	79.82
6.3	Instalación De Tubería De 6" Aa.Ss.	M1	93.42
6.4	Instalación De Tubería De 4" Aa.Ss.	M1	219.19
6.5	Instalación De Tubería De 2" Aa.Ss.	M1	9.90
6.6	Instalación De Tubería De 1/2" AA.PP.	M1	215.10
6.7	Caja De Revisión 60*60*60 Cm	U	7.00
6.8	Puntos De Aa.Ss. 4"	Pto	30.00
6.9	Puntos De AA.SS. 2"	Pto	35.00
6.10	Puntos De AA.PP. 1/2"	Pto	78.00
6.11	Bajantes Y Desfogues De Aa.Ss. 4"	M1	93.42
6.12	Instalación De Llaves De Control En Baños Y Fregaderos	U	41.00
6.13	Inodoro	U	30.00
6.14	Lavabo	U	30.00
6.15	Duchas	U	12.00
6.16	Instalación De Fregadero Doble Para Cocina	U	17.00
6.17	Instalación De Llave Para Mesón De Cocina	U	18.00
<b>7</b>	<b>INSTALACIONES ELÉCTRICAS</b>		
7.1	Acometida Eléctrica y Paneles de Breakers (Interno Principal)	U	18.00
7.2	Varilla De Cobre 1/2" 1.50m	U	5.00
7.3	Punto De Tomacorriente Doble 110v	U	70.00

ITEM	DESCRIPCION	U	CANT.
7.4	Punto De Iluminación	U	304.00
7.5	Timbre	Pto	16.00
7.6	Portero Eléctrico	Pto	2.00
<b>8</b>	<b>CARPINTERÍA, METAL, MADERA Y MESÓN</b>		
8.1	Muebles Bajos De Cocina	M1	45.34
8.2	Muebles Altos De Cocina	M1	48.34
8.3	Closets	M2	15.42
8.4	Cerraduras	U	148.00
8.5	Puertas Interiores, Marcos, Tapamarco 0,90	U	69.00
8.6	Puertas Interiores, Marcos, Tapamarco 0,70	U	79.00
8.7	Puerta Posterior, Marco, Tapamarco	U	1.00
8.8	Puerta Principal, Marco, Tapamarco	U	4.00
8.9	Ventana de Aluminio y Vidrio	M2	205.70
8.10	Ventana de Aluminio y Vidrio 2,55*2,57 Corredera	M2	6.55
8.11	Rejas De Protección Metálica	M2	102.28
8.12	Pasamano En Tubo De Acero Inoxidable H=90cm	M1	365.53
8.13	Puerta De Hierro	M2	1.00
8.14	Puerta De Garaje	M2	10.00
8.15	Mesón De Hormigón Armado	M1	30.80
8.16	Porcelanato En Mesón	M2	18.48
<b>9</b>	<b>ADICIONALES / OBRAS EXTERIORES</b>		
9.1	Impermeabilización (Pisos, Losas)	M2	521.09
9.2	Acera H.S. F'c=180 Kg/Cm <sup>2</sup> E=7 Cm	M2	384.40
9.3	Adoquín Color E= 6cm 400 Kg/Cm <sup>2</sup>	M2	698.88
9.4	Cerramiento	M1	104.85
9.5	Limpieza De Obra	M2	700.00

### **3.3 Resultados del OE.3.- Análisis de la viabilidad económica, a través de un análisis financiero que permitirá la factibilidad para la ejecución y operación del proyecto.**

El análisis económico y financiero del proyecto permitió evaluar su potencial viabilidad para la implementación y operación de este, considerando los costos de inversión, costos operativos, ingresos proyectados y escenarios de financiamiento. Según la cuantificación de los materiales recopilados del modelo Revit y el cronograma, se

estimaron los costos directos e indirectos del proyecto. Los ingresos del desarrollo inmobiliario se pronosticaron con base a la comercialización de departamentos, locales comerciales y espacios de coworking con respecto a los precios y la disposición de pago identificados en el estudio de mercado. De acuerdo con estos flujos de caja, se utilizaron indicadores financieros como el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR). Basado en los resultados presentados anteriormente, el proyecto tiene un VAN positivo y una TIR superior a la tasa mínima aceptable de retorno, un fuerte indicador de que su rentabilidad y atractivo para los inversores es alto. Además, contar con una estructura metálica permitió tiempos de ejecución más cortos y disminuyó los costos indirectos, lo que llevó a un beneficio general del proyecto más favorable. Finalmente, desde una perspectiva financiera, los resultados indicaron que tanto el desarrollo inmobiliario de uso mixto como el modelo de inversión financiera planificado son técnicamente muy factibles y económicamente viables para que se desarrolle, ya que tienen el potencial de ser un ejemplo para otras ciudades en el país.

**Tabla 10**

*Costos directos para la ejecución del proyecto*

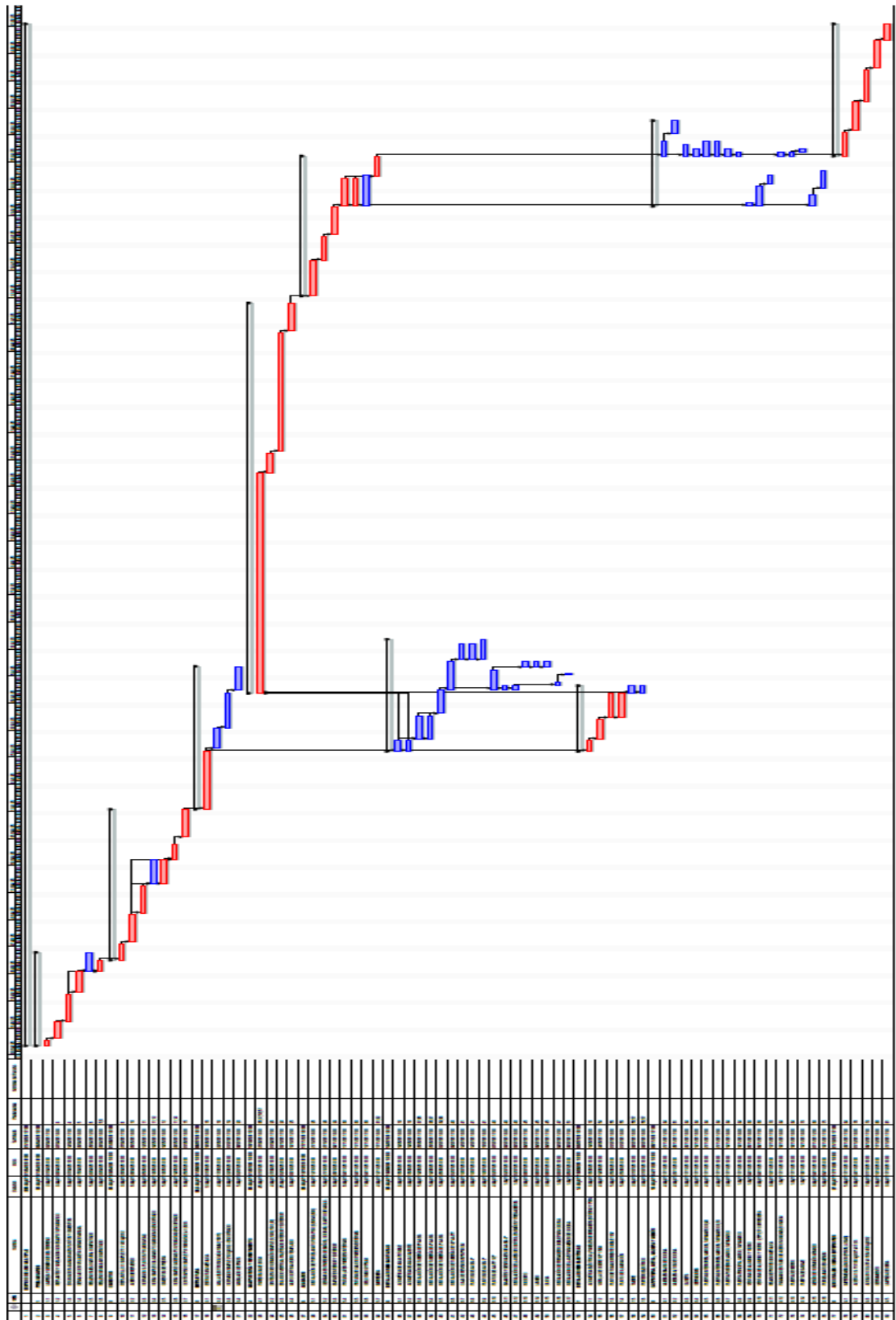
<b>No</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
1	Preliminares	\$8,751,09
2	Cimientos	\$40,645.35
3	Estructura	\$384,936.65
4	Mampostería y Revestimiento	\$94,881.46
5	Acabados	\$87,362.64
6	Inst. Hidro-Sanitarias	\$23,487.65
7	Inst. Eléctricas	\$17,750.34
8	Carpintería, Metal, Madera y Mesón	\$95,583.36
9	Adicionales/Obras Exteriores	\$41,301.57
	<b>TOTAL</b>	<b>\$794,700,11</b>

El cronograma del proyecto de construcción desarrollado en Microsoft Project se basa en la cuantificación exacta de materiales previamente automatizada con Revit, asegurando una planificación eficiente y detallada. Este plan, que dura 208 días en total, comienza el 1 de abril de 2026 y finalizará el 21 de diciembre de 2026. Por ejemplo, cada

tarea de un proyecto puede ser rastreada desde el principio hasta el final por su propia fecha de inicio y finalización, con una vista precisa hacia las tareas. Además, el cronograma se divide en diferentes fases de trabajo según las obras, las tareas resumidas agrupan actividades relacionadas, lo que facilita la organización y supervisión de cómo se lleva a cabo el proyecto de manera efectiva y coherente según sus objetivos.

Figura 39

Cronograma de Edificio de Uso Mixto



Los costos indirectos de este proyecto comprenden los costos esenciales relacionados con el proyecto que no son realmente físicos, pero son vitales para tener en tu proyecto. Estos cubren la planificación (incluyendo costos de diseño, estudios técnicos y análisis estructural), ejecución (costos relacionados con la implementación y supervisión del proyecto), honorarios e impuestos que cubren pagos obligatorios como permisos de construcción e impuestos municipales, costos de comercialización como promoción, publicidad y gestión de ventas, y contingencias, que son provisiones para posibles costos imprevistos durante la gestión del proyecto.

**Tabla 11**

*Costos indirectos para la ejecución del proyecto*

<b>COSTOS INDIRECTOS</b>		
<b>PLANIFICACIÓN</b>		
Estudio De Mercado	0.15%	\$1,031.35
Levantamiento Topográfico	0.04%	\$275.00
Diseño Arquitectónico	0.64%	\$4,416.00
Elaboración De Presupuestos	0.32%	\$2,208.00
Diseño Hidrosanitario	0.43%	\$2,944.00
Diseño Electrónico	0.21%	\$1,472.00
Diseño Eléctrico	0.43%	\$2,944.00
Sistema Contra-Incendios	0.21%	\$1,472.00
Estudio De Suelos	0.54%	\$3,680.00
Diseño Estructural	0.43%	\$2,944.00
<b>EJECUCIÓN</b>		
Honorarios Residente De Obra	1.22%	\$8,400.00
Honorarios Supervisor De Obra	1.83%	\$12,600.00
Honorarios Gerencia De Proyecto	4.71%	\$32,400.00
Honorarios De Fiduciaria (Fiscaliz.)	2.00%	\$13,751.00
Mantenimiento De Inmuebles	1.00%	\$6,785.00
Guardianía	0.61%	\$4,200.00
Gastos de Oficina y Administración	0.79%	\$5,400.00

---

**TASAS E IMPUESTOS**

Aprobación de Bomberos	0.25%	\$1,718.75
Permiso de Construcción	0.30%	\$2,062.69
Póliza Fondo de Garantía	1.00%	\$6,875.65
Impuestos Prediales	1.00%	\$6,875.65
Acometida Agua Potable	0.30%	\$2,062.69
Acometida Eléctrica	0.30%	\$2, 062.69
Acometida Telefónica	0.25%	\$1,718,91

---

**COMERCIALIZACIÓN**

Comisión de Ventas (3% de Precio)	3.00%	\$38,542,00
Publicidad	1.00%	\$6,875.65

---

**IMPREVISTOS**

Imprevistos	5.00%	\$34,378.24
-------------	-------	-------------

---

Total= \$210,186.38

---

Las características principales del proyecto, como las opciones de acabado al final de la unidad destinadas a las viviendas, el área total del terreno, las dimensiones del frente y la parte trasera, y los retiros, incluidos el frontal, lateral y trasero que reflejan las regulaciones de planificación urbana, se resumen en la tabla. También se proporciona el número total de viviendas proyectadas, el número de pisos de cada unidad y los valores del COS (Coeficiente de Ocupación del Suelo), que se relaciona con el piso en la planta baja y para el proyecto en su conjunto. Luego, se presenta el área construida en la planta baja (PB) y el área total construida en general: esto ofrece una visión general del alcance del proyecto.

**Tabla 12***Propiedades del terreno y del edificio*

<b>CARACTERISTICAS</b>		
FRENTE	34	M
FONDO	48	M
RETIRO FRONTAL	5	M
RETIRO LATERALES	3	M
RETIRO POSTERIOR	3	M
NUMERO PISOS PERMITIDOS	3	U
COS PB	80	%
AREA DEL TERRENO	1632	M2
COS TOTAL	240	%
AREA PB PERMITIDO	1305.60	M2
AREA TOTAL PERMITIDA	3916.80	M2

En este informe se presenta un desglose de algunos de los elementos importantes relevantes a los costos y áreas del proyecto, resumidos en la tabla a continuación. Esto significa que el área total de construcción del proyecto es de 1,472.00m<sup>2</sup>. Además, los costos directos totales se muestran en 687,564.79 USD y el costo directo por metro cuadrado es de 467.09 USD. Los costos indirectos representan un 30.57%, lo que equivale a 210,186.38 USD. El precio de adquisición del terreno de este sector también se calcula como 100 USD/m<sup>2</sup> (lo que significa que el costo total del terreno para el desarrollo del proyecto asciende a 163,200 USD). El costo total es igual a 1,060,951.18 USD.

**Tabla 13***Análisis de costos y áreas del proyecto*

<b>ANALISIS DE COSTOS Y AREAS</b>		
Área Total a Construir (Área Bruta)	1472.00	M2
Costos Directos /M2	\$467.09	M2
Costos Directos Totales	\$687,564.79	USD
Costos Indirectos	30.57	%
Costos Indirectos Totales	\$210,186.38	USD
Terreno Costo /M2	\$100,00	M2

<b>ANALISIS DE COSTOS Y AREAS</b>		
Costo Terreno	\$163,200.00	USD
Costos Totales (Egresos Totales)	\$1,060,951.18	USD

Este párrafo presenta un análisis detallado de los aspectos fundamentales del proyecto arquitectónico y financiero. Se incluyen el área del terreno y el área total construida del proyecto, con un precio de venta estimado de 800,00USD por metro cuadrado de construcción. Los ingresos generados por la venta de parqueaderos, departamentos, suites, locales comerciales y áreas sociales alcanzan un total de 1,289,400 USD. Además, la utilidad generada es de 228,448.82 USD, mientras que la rentabilidad es del 21.53%.

**Tabla 14**

*Programación arquitectónica del proyecto*

<b>PROGRAMA ARQUITECTONICO</b>		
Área del Terreno	1632,00	M2
Precio/M2	\$ 100.00	USD
Ingresos Totales (Ventas)	\$ 1,289,400	USD
Utilidad	\$ 228,448.82	USD
Rentabilidad	21.53%	

El proyecto establece un precio de venta por departamento de 64,600,00 USD y por local comercial de 128,333,33 USD dado por el estudio de mercado realizado, con un esquema de pago estructurado en diversas etapas. La adquisición de la vivienda comienza con una reserva del 5% del valor total, seguida de un pago inicial del 25%, el cual se distribuye en cuotas mensuales durante un periodo de 8 meses. El 70% restante del valor de la vivienda será financiado a través de un préstamo bancario, que se pagará después de dos meses de haber finalizado el pago de la entrada. El tiempo estimado para la construcción es de 8 meses, y el plazo total de ventas se extiende a 18 meses. Se espera

que la venta de las viviendas se realice a una velocidad de 1 unidades por mes, con el inicio de las ventas programado para el primer mes del proyecto.

**Tabla 15**

*Información de ventas*

<b>VENTAS</b>	
Precios de venta departamentos:	64,600,00 USD
Precios de venta locales comer.:	128,333,33 USD
Reserva	5%
Entrada	25%
Cuotas	7 Meses
Préstamo Banco	70%
Tiempo de construcción	8 Meses
Velocidad de ventas	1 por Mes
Plazo de ventas	18 Meses
Mes inicial de ventas	Mes 1

Para llevar a cabo el proyecto, se ha previsto la obtención de un préstamo mediante el Banco Pichincha, por un monto de 782,371.15 USD. Este préstamo tiene una tasa nominal de interés del 7.75% anual, con un plazo total de 2 años para su amortización. El periodo de gracia es de 1 año, lo que permite no realizar pagos durante este tiempo y brinda mayor flexibilidad financiera en la etapa inicial. La amortización del préstamo será cada 90 días, distribuidos en 4 periodos a lo largo del plazo acordado.

**Tabla 16**

*Términos de préstamo para realizar el proyecto*

<b>CONDICIONES DEL PRESTAMO</b>	
Monto:	782,371,15 USD
Tasa Nominal:	7,75%

---

**CONDICIONES DEL PRESTAMO**

---

Plazo:	2 años
Gracia:	1 año
Amortización cada	90 días
Numero de periodos	4

---

El préstamo de 782,371.15 USD se organiza en pagos trimestrales a lo largo de un período de 2 años, lo que suma un total de 8 pagos. Durante los primeros 4 trimestres, únicamente se abona el interés, que equivale a 15,604.70 USD cada trimestre. A partir del quinto trimestre, se inicia la amortización del capital con pagos trimestrales de 195,592.79 USD. Con la reducción del saldo del préstamo, el interés se ajusta y disminuye conforme se realizan los pagos del capital. Al finalizar el período, el saldo restante de 195,592.79 USD se liquida en el último pago, alcanzando un total acumulado de 883,801.70 USD, que abarca tanto el capital como los intereses.

**Tabla 17**

*Resumen de/ préstamo*

---

<b>TRIMESTRAL</b>	<b>SALDO</b>	<b>INTERES</b>	<b>CAPITAL</b>	<b>DIVIDIENDO</b>
0	\$782,371,15			
1	\$782,371,15	\$15,604.70	\$-	\$15,604.70
2	\$782,371,15	\$15,604.70	\$-	\$15,604.70
3	\$782,371,15	\$15,604.70	\$-	\$15,604.70
4	\$782,371,15	\$15,604.70	\$-	\$15,604.70
5	\$586,778.36	\$15,604.70	\$195,592.79	\$211,197.49
6	\$391,185.57	\$11,703.53	\$195,592.79	\$207,296.31
7	\$195,592.79	\$7,802.55	\$195,592.79	\$203,395.14
8	\$-	\$3,901.18	\$195,592.79	\$199,493.96
<b>TOTAL</b>		\$101,430.56	\$782,371.15	\$883,801.70

---

El flujo de ingresos mensuales muestra un crecimiento sostenido que comienza con montos moderados, acumulando 43,951.07 USD (3.41%) en los primeros cinco meses. En el mes 8, se observa un mejor aumento, alcanzando \$138,890.47 (10.77%), debido a un aumento en las cuotas pagadas por los compradores. En el mes 11, destaca un ingreso excepcional de 478,962.86 (37.15%), correspondiente al pago del préstamo bancario realizado por 7 compradores de departamentos y pagos de entrada de otros 4 clientes; a partir del mes 12 los ingresos se mantienen constantes y se completa con los pagos de los locales comerciales llegando al total proyectado de \$1,289,400.00 (100%).

**Tabla 18**

*Términos de préstamo para realizar el proyecto*

MES	INGRESOS		PORCENTAJE	
	PARCIALES	ACUMULADOS	PARCIAL	ACUMULADO
1	\$3,230.00	\$3,230.00	0.25%	0.25%
2	\$5,537.14	\$8,767.14	0.43%	0.68%
3	\$8,228.81	\$16,995.95	0.64%	1.32%
4	\$11,458.81	\$28,454.76	0.89%	2.21%
5	\$15,496.31	\$43,951.07	1.20%	3.41%
6	\$20,879.64	\$64,830.71	1.62%	5.03%
7	\$28,954.64	\$93,785.36	2.25%	7.27%
8	\$45,104.64	\$138,890.00	3.50%	10.77%
9	\$5,537.14	\$144,427.14	0.43%	11.20%
10	\$7,844.29	\$152,271.43	0.61%	11.81%
11	\$326,691.43	\$478,962.86	25.34%	37.15%
12	\$12,843.10	\$491,805.95	1.00%	38.14%
13	\$16,073.10	\$507,879.05	1.25%	39.39%
14	\$20,110.60	\$527,989.64	1.56%	40.95%
15	\$28,680.60	\$556,670.24	2.22%	43.17%

MES	INGRESOS		PORCENTAJE	
	PARCIALES	ACUMULADOS	PARCIAL	ACUMULADO
16	\$87,635.12	\$644,305.36	6.80%	49.97%
17	\$149,494.64	\$793,800.00	11.59%	61.56%
18	\$495,600.00	\$1,289,400.00	38.44%	100.00%
Total =	\$1,289,400,00		100.00%	

El flujo de caja estático del proyecto presenta un desglose detallado de los ingresos parciales mensuales, los egresos operacionales, el saldo mensual y el saldo acumulado durante la ejecución y comercialización del proyecto. Al inicio, el proyecto refleja un saldo negativo debido a los egresos iniciales significativos para la ejecución de obras. Sin embargo, a medida que avanzan las ventas, los ingresos comienzan a equilibrar y superar los costos operativos. En el mes 9, gracias a la consolidación de ingresos por ventas con el pago de préstamos de algunos clientes se comienza a estabilizar, el saldo acumulado registra un cambio positivo, alcanzando un superávit. Este crecimiento de manera gradual en los dos últimos meses el flujo de caja se estabiliza, y el proyecto culmina con una utilidad final de \$228,308.82.

**Tabla 19**

*Flujo de caja estático del proyecto*

MES	INGRESOS	EGRESOS	SALDO	
	PARCIALES	OPERACIONALES	MENSUAL	ACUMULADO
0	\$-	\$209,963.55	\$-209,963.55	\$-209,963.55
1	\$3,230.00	\$101,175.13	\$-97,945.13	\$-307,908.68
2	\$5,537.14	\$101,244.34	\$-95,707.20	\$-403,615.88
3	\$8,228.81	\$101,325.09	\$-93,096.28	\$-496,712.16
4	\$11,458.81	\$101,421.99	\$-89,963.18	\$-586,675.34
5	\$15,496.31	\$101,543.12	\$-86,046.81	\$-672,722.15
6	\$20,879.64	\$101,704.62	\$-80,824.97	\$-753,547.12

MES	INGRESOS	EGRESOS	SALDO	
	PARCIALES	OPERACIONALES	MENSUAL	ACUMULADO
7	\$28,954.64	\$101,946.87	\$-72,992.22	\$-826,539.35
8	\$45,104.64	\$102,431.37	\$-57,326.72	\$-883,866.07
9	\$5,537.14	\$548.09	\$4,989.05	\$-878,877.02
10	\$7,844.29	\$617.31	\$7,226.98	\$-871,650.05
11	\$326,691.43	\$10,182.72	\$316,508.71	\$-555,141.34
12	\$12,843.10	\$767.27	\$12,075.82	\$-543,065.52
13	\$16,073.10	\$864.17	\$15,208.92	\$-527,856.60
14	\$20,110.60	\$985.30	\$19,125.30	\$-508,731.30
15	\$28,680.60	\$1,242.40	\$27,438.20	\$-481,293.10
16	\$87,635.12	\$3,011.03	\$84,624.09	\$-396,669.02
17	\$149,494.64	\$4,866.82	\$144,627.82	\$-252,041.19
18	\$495,600.00	\$15,249.98	\$480,350.02	\$228,308.82
	\$1,289,400.00	\$1,061,091.18	\$228,308.82	

El apalancamiento financiero derivado del préstamo bancario de \$782,371.15 permitió equilibrar los flujos de caja y evitar saldos acumulados negativos durante los primeros meses del proyecto. Este préstamo se incluyó como ingreso inicial en el mes 0 y también se reflejó en los egresos operativos mediante pagos programados que culminaron en el mes 24. A pesar de los déficits mensuales iniciales, el saldo acumulado se estabilizó en el mes 11 con un ingreso extraordinario de \$326,691.43, proveniente de 11 compradores que realizaron pagos significativos, elevando el saldo acumulado a \$180,415.70. En los meses siguientes, los ingresos y egresos se mantuvieron equilibrados, permitiendo cubrir el total del préstamo sin complicaciones. Al final del periodo, la ganancia neta ascendió a \$126,878.27.

**Tabla 20***Apalancamiento del proyecto*

MES	INGRESOS	EGRESOS	SALDO	
	PARCIALES	OPERACIONALES	MENSUAL	ACUMULADO
0	\$782,371.15	\$295,909.15	\$486,462.00	\$486,462.00
1	\$3,230.00	\$15,229.53	\$-11,999.53	\$474,462.47
2	\$5,537.14	\$101,244.34	\$-95,707.20	\$378,755.27
3	\$8,228.81	\$116,929.79	\$-108,700.98	\$270,054.29
4	\$11,458.81	\$101,421.99	\$-89,963.18	\$180,091.10
5	\$15,496.31	\$101,543.12	\$-86,046.81	\$94,044.30
6	\$20,879.64	\$117,309.32	\$-96,429.68	\$-2,385.38
7	\$28,954.64	\$101,946.87	\$-72,992.22	\$-75,377.60
8	\$45,104.64	\$102,431.37	\$-57,326.72	\$-132,704.33
9	\$5,537.14	\$16,152.80	\$-10,615.65	\$-143,319.98
10	\$7,844.29	\$617.31	\$7,226.98	\$-136,093.00
11	\$326,691.43	\$10,182.72	\$316,508.71	\$180,415.70
12	\$12,843.10	\$16,371.97	\$-3,528.88	\$176,886.82
13	\$16,073.10	\$864.17	\$15,208.92	\$192,095.74
14	\$20,110.60	\$985.30	\$19,125.30	\$211,221.04
15	\$28,680.60	\$212,439.89	\$-183,759.29	\$27,461.75
16	\$87,635.12	\$3,011.03	\$84,624.09	\$112,085.84
17	\$149,494.64	\$4,866.82	\$144,627.82	\$256,713.66
18	\$495,600.00	\$222,546.29	\$273,053.71	\$529,767.37
19	\$-	\$-	\$-	\$529,767.37
20	\$-	\$-	\$-	\$529,767.37

MES	INGRESOS		EGRESOS		SALDO	
	PARCIALES	OPERACIONALES	MENSUAL	ACUMULADO		
21	\$-		\$203,395.14		\$-203,395.14	\$326,372.23
22	\$-		\$-		\$-	\$326,372.23
23	\$-		\$-		\$-	\$326,372.23
24	\$-		\$199,493.96		\$-199,493.96	\$126,878.27
TOTAL	\$2,071,771.15				\$126,878.27	

El tiempo total de construcción del proyecto es de 8 meses, mientras que se estima un plazo de 18 meses para terminar de cobrar el precio de venta de las casas, lo que asegura una recuperación eficiente del capital invertido.

El análisis financiero del proyecto refleja resultados altamente positivos que confirman su rentabilidad y viabilidad. Inicialmente, la tasa de interés real calculada de 0.71% demuestra condiciones favorables para la inversión. En este escenario, el Valor Actual Neto (VAN) alcanza \$140,075.24, lo que indica un flujo de efectivo considerablemente superior a la inversión inicial. Asimismo, la utilidad neta estimada asciende a \$126,878.27, con una rentabilidad del 10,91% y un margen del 10%, lo que respalda el atractivo financiero del proyecto.

Para financiar parte del proyecto, se gestionó un préstamo de \$782,371.15 que forma parte de la estrategia de apalancamiento financiero, aplicando la misma tasa de interés real del 0.71%. Es importante mencionar que el plazo para la amortización completa del préstamo está proyectado en 24 meses, lo que evidencia una gestión financiera sólida y planificada.

Estos resultados financieros destacan la solidez y viabilidad del proyecto, ya que tanto en su análisis inicial como en el escenario con apalancamiento se obtienen beneficios claros y sostenibles.

• **Fórmula:**

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+r)^t} - C_0$$

**Tabla 21***Cálculo del VAN*

---

**CALCULO DEL VAN**

---

TASA DE DESCUENTO MENSUAL = 0,71%

FLUJO DE CAJA NETO = -\$359,583.73

C0= \$486,462.00

VAN= \$140,075.24

---

• **Fórmula:**

$$0 = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1 + TIR)^t} - C_0$$

**Tabla 22***Cálculo del TIR*

---

**CALCULO DEL TIR**

---

FLUJO DE CAJA NETO = \$126,878.27

TIR MENSUAL= 1,06%

TIR ANUAL= 13,60%

---

**Tabla 23***Cálculo de la Utilidad y Rentabilidad*

---

**CALCULO DE LA UTILIDAD Y RENTABILIDAD**

---

INGRESOS PARCIALES = \$2,071,771.15

EGRESOS PARCIALES= \$1,944,892.88

**UTILIDAD (INGRESOS- EGRESOS) = \$126,878.27**

TERRENO= \$163,200.00

COSTOS DIRECTOS= \$ 687,564.79

COSTOS INDIRECTOS= \$210,326.38

---

---

## CALCULO DE LA UTILIDAD Y RENTABILIDAD

---

GASTOS FINANCIEROS= \$101,430.56

**RENTABILIDAD(UTILIDAD/EGRESOS) = 10,91%**

VENTAS= \$1,289,400.00

AREA TOTAL DE CONSTRUCCION= 1472M2

**COSTO/M2=\$875,95**

---

### 3.4 Discusión de Resultados

Este capítulo analiza los resultados del plan de desarrollo inmobiliario de uso mixto con estructura metálica en la ciudad de Tulcán. El plan de desarrollo inmobiliario se compara con la literatura científica revisada. Los resultados del plan de desarrollo inmobiliario se evalúan para ver si coinciden con los objetivos y con las hipótesis planteadas. La discusión se organiza según los objetivos específicos de la investigación que incluye los aspectos de mercado, técnicos, constructivos y financieros.

#### 3.4.1 Análisis de mercado (OE.1).

Según el resultado del estudio de mercado, hay una fuerte demanda de proyectos inmobiliarios de uso mixto en Tulcán, especialmente cerca de universidades o áreas comerciales de la ciudad. Los encuestados están dispuestos a comprar una vivienda dentro del proyecto; el 80 por ciento dice que lo haría. Además, más del 90% dice que tales desarrollos son atractivos o muy atractivos. Estos datos validan el modelo propuesto. Estos resultados coinciden con los de (Álvarez & Crovetto, 2022; Mac-lean, 2020). Según los autores, los desarrollos de uso mixto promueven una alta ocupación del suelo urbano y diversifican los ingresos al reducir la posibilidad de disponibilidad. Según (Geyer, 2023), la diversificación funcional permite construir mejor la sostenibilidad financiera del proyecto. Esta investigación muestra la aceptación del mercado objetivo que refleja la estabilidad financiera de este proyecto. Según los segmentos de mercado, las unidades de vivienda de tamaño mediano, por ejemplo, apartamentos de dos dormitorios entre 50m<sup>2</sup> y 60m<sup>2</sup>, son preferidas por los residentes. La preferencia es consistente con lo que sugieren (Cabrera & Moscoso, 2025); añaden que para que este proyecto sea viable se deben adaptar las unidades de vivienda de acuerdo con las condiciones socioeconómicas

del mercado. Además, la mayoría de la muestra está compuesta por estudiantes y profesores. La composición resalta la importancia de proyectos flexibles, con servicios complementarios y cerca de centros educativos. La ubicación es considerada un factor muy importante por más del 90% de los encuestados. El resultado corrobora lo que describen (Moorhead et al., 2024), señalan que la ubicación juega un papel en la viabilidad de los bienes raíces. La absorción del mercado y la valoración de activos se ven afectadas por la ubicación. La investigación proporciona evidencia empírica del comportamiento del mercado en esta ciudad intermedia ecuatoriana. Este estudio hace una contribución importante porque la mayoría de investigaciones similares se concentran en grandes centros urbanos.

#### **3.4.2 Aceptación del sistema constructivo (estructura metálica).**

La aceptación del sistema estructural propuesto es uno de los hallazgos más relevantes del estudio. Como se refleja en los resultados, el 62.9% de los encuestados estaría dispuesto a comprar una vivienda en un edificio con estructura metálica, mientras que el 33.6% expresa indecisión, lo que demuestra una barrera cultural o falta de conocimiento respecto a este sistema de construcción. Técnicamente hablando, estos resultados están en consonancia con la literatura especializada que enfatiza los beneficios de la construcción metálica, en cuanto a resistencia sísmica, ductilidad y eficiencia estructural (Katsimpini, 2024; Robalino et al., 2020). De manera similar, análisis como los de (Broniewicz & Broniewicz, 2020), también sugieren que dicho sistema es beneficioso para reducir el tiempo de construcción, optimizar recursos y aumentar la sostenibilidad de la construcción. Al mismo tiempo, este documento ofrece un factor diferenciador al demostrar, a pesar de todos sus beneficios técnicos, que existe un grado de incertidumbre en el mercado local, el cual no ha sido investigado extensamente en investigaciones previas. Este hallazgo es de particular importancia porque hay una necesidad creciente de estrategias de difusión, capacitación y demostración técnica para promover la aceptación del sistema de construcción en situaciones donde se utilizan métodos convencionales como el concreto reforzado. La investigación no solo verifica que el sistema metálico debería ser técnicamente viable, sino que también identifica un desafío social y cultural que debe ser enfrentado para asegurar la comercialización del proyecto.

### **3.4.3 Diseño técnico y estructural (OE.2)**

Un diseño de proyecto basado en estándares nacionales (NEC-15) e internacionales (AISC, ASCE, AWS) aseguró el cumplimiento de los criterios de seguridad estructural, particularmente en el contexto de una alta amenaza sísmica, como en Ecuador. Los resultados del modelado estructural indican que el diseño satisface parámetros fundamentales, incluyendo desplazamientos máximos de piso, modos de vibración y criterios de diseño sismorresistente. Estos hallazgos están en concordancia con el argumento de (Cedeño & Coello, 2024), donde se afirma que las estructuras metálicas son efectivas para disipar la energía sísmica y reducir las fuerzas actuantes debido al reducido peso propio. Asimismo, (Shim & Kim, 2022) sostiene que los sistemas estructurales industrializados permiten una mayor precisión en el diseño y ejecución, lo que reduce significativamente las incertidumbres de construcción. En cuanto a la comparación entre el sistema metálico y el concreto reforzado, los hallazgos mostrados en este estudio verifican que el sistema metálico es muy superior en velocidad de construcción, reducción de costos indirectos y flexibilidad arquitectónica. Estos últimos resultados concuerdan con los reportados por (Zohourian et al., 2025), quienes señalaron que los sistemas industrializados también permiten un acceso más rápido al mercado, lo que puede resultar en un aumento de la rentabilidad del proyecto. En general, el diseño técnico desarrollado indica que la estructura metálica propuesta (como sistema regulador y estructural) no solo es viable, sino que también promueve la optimización de toda la aplicación del proyecto.

### **3.4.4 Aplicación de la metodología BIM**

Al utilizar la metodología BIM en el desarrollo del proyecto, tanto en el elemento arquitectónico, el estructural y la instalación se integraron en un único modelo digital, allanando el camino para la coordinación interdisciplinaria y la detección temprana de interferencias. Los hallazgos demuestran avances dramáticos en la planificación, gestión de costos y prácticas de implementación de proyectos según (Avendaño et al., 2022; Romero Hallo & Muñoz, 2025). Como señalaron ellos, BIM reduce errores durante la construcción mientras ahorra tiempo y mejora la calidad del diseño. Además de eso, la combinación de BIM, así como los sistemas estructurales metálicos es una combinación eficiente, permitiendo una coordinación más precisa entre prefabricación, transporte y montaje. Esto es significativo para el estudio, ya que en obras nacionales todavía hay

relativamente pocas experiencias documentadas en el uso conjunto de estas tecnologías en casos inmobiliarios de uso mixto. En este sentido, el estudio muestra que el uso de tecnologías digitales es vital para mejorar la competitividad y sostenibilidad de los proyectos inmobiliarios en entornos en desarrollo.

### **3.4.5 Análisis financiero y viabilidad económica (OE.3)**

El VAN, el TIR y otros indicadores del análisis financiero del proyecto demuestran la viabilidad económica del mismo. Un VAN positivo y una TIR superior a la tasa de descuento indican que el proyecto es rentable y atractivo para los inversores. Estos hallazgos coinciden con estudios como los de (Contreras, 2014; Gómez, 2025), que también indican que los rendimientos económicos del desarrollo inmobiliario dependen en gran medida de la calidad de la planificación técnica, la segmentación del mercado y la estructuración financiera. Uno de los principales elementos discernidos en este estudio es el efecto del sistema de construcción en la rentabilidad del proyecto. La reducción en los tiempos de ejecución de la estructura metálica permite una comercialización más rápida y aumenta la rotación de capital con un impacto directo en las cifras financieras. Este resultado apoya la hipótesis específica HE.3, indicando que el uso de estructuras metálicas hace que el proyecto sea más viable económicamente. Además, la diversificación de ingresos que aportan los proyectos de uso mixto es beneficiosa para estabilizar los flujos de caja y mitigar el riesgo financiero, como afirman (Álvarez & Crovetto, 2022). Combinados, estos elementos refuerzan aún más la viabilidad económica del proyecto en el entorno estudiado.

### **3.4.6 Enfoque de sostenibilidad**

En el área de sostenibilidad, el proyecto incluye aspectos de eficiencia en la utilización de materiales, reducción de residuos y optimización energética, todos los cuales se benefician de las estructuras metálicas. Los hallazgos actuales son consistentes con los de (Lu et al., 2025; Parracho et al., 2025), quienes afirman que el acero estructural es un material altamente reciclable compatible con estrategias de construcción sostenible. Asimismo, (Cuji et al., 2025), destacan que la integración de criterios ambientales en el desarrollo urbano aumenta tanto la viabilidad económica como la aceptación en el mercado. El esquema de uso mixto mejora aún más la sostenibilidad urbana mediante la reducción de viajes, la optimización del uso del suelo y la densificación controlada. El

proyecto también apoya los Objetivos de Desarrollo Sostenible, y en particular, el ODS 11: Ciudades y Comunidades Sostenibles.

Como resultado, los hallazgos de esta investigación encajan bien con el lenguaje científico. Los hallazgos confirman que los proyectos inmobiliarios de uso mixto con estructuras metálicas son técnica, económica y ambientalmente viables.

El estudio ofrece innovaciones y diferencias, de las cuales las siguientes son notables:

- Validamos el mercado en la ciudad de Tulcán que es una ciudad intermedia en el Ecuador.

- Identificamos barreras culturales; la aceptación de los sistemas de construcción metálica es difícil.

- Integramos BIM con la estructura metálica para que la estructura metálica optimice el proyecto.

- El análisis muestra cómo el sistema de construcción afecta la rentabilidad financiera.

Las contribuciones consolidan el modelo de desarrollo inmobiliario que puede ser replicado. El modelo de desarrollo inmobiliario se adapta a contextos similares y sigue tendencias de sostenibilidad, eficiencia y competitividad en la construcción.

## CONCLUSIONES

La construcción del Plan de Desarrollo Inmobiliario para un proyecto de uso mixto de construcción metálica en la ciudad de Tulcán demostró que los edificios de uso mixto serían técnica, normativa y económicamente viables para este tipo de proyectos, siempre que se adhieran a la sostenibilidad, efectividad constructiva y rendimiento económico. La recomendación sirve como una conexión adecuada con el análisis de mercado, el diseño arquitectónico-estructural y la evaluación de la viabilidad financiera, y también es un modelo que puede repetirse ampliamente en ciudades intermedias como Ecuador; que experimentan eventos sísmicos similares y tienen necesidades urbanas insatisfechas.

**Satisfacción de las preferencias del mercado en relación con OE.1:** Realizar encuestas para estudiar el estado del mercado actual y analizar las limitaciones y oportunidades del desarrollo de proyectos inmobiliarios de uso mixto. Se obtuvo algunos indicios de la demanda potencial de proyectos inmobiliarios avanzados en Tulcán, donde hay una necesidad insatisfecha de edificios de uso mixto, que armonicen vivienda, comercio y servicios. Los resultados de las encuestas sugieren el interés por comprar y financiar, especialmente en precios de compra bajos y medios y utilizando las facilidades de pago y fuertes preferencias por proyectos cercanos a características urbanas estratégicas como universidades, comercio y vías arteriales. Además, el principal factor limitante señalado fue la falta de nuevos proyectos y un enfoque en prácticas de construcción convencionales, proporcionando el potencial para introducir soluciones estructurales metálicas como una herramienta competitiva en el mercado local.

**Optimización del diseño y cuantificación de cantidades de materiales mediante Revit en relación con OE.2:** El diseño de los estudios arquitectónicos y de ingeniería del proyecto inmobiliario de uso mixto se realizó en AutoCAD, ETABS y Revit de acuerdo con los referentes nacionales e internacionales en términos de estructura y diseño. Según el diseño de los estudios arquitectónicos y de ingenierías, se ha desarrollado la estructura metálica de acuerdo con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-2015) y códigos internacionales, particularmente AISC, ASCE, AWS, y Normas de Arquitectura y Urbanismo, se cumplió con los criterios de diseño estructural, sísmico y de funcionalidad arquitectónica de edificios de uso mixto en la zona de mayor peligro sísmico y se demuestra que garantiza la seguridad estructural, y la funcionalidad arquitectónica para un estándar máximo para los edificios de propósito

mixto con alto nivel de amenaza sísmica. Se utilizó también la metodología BIM para lograr la interdisciplinariedad, la detección de interferencias y la optimización de las cantidades de trabajo para ayudar a que el diseño sea más eficiente, preciso y sostenible, lo cual es consistente con los requisitos urbanos y tecnológicos en la ciudad de Tulcán.

**Rentabilidad y Viabilidad Financiera del Proyecto en relación con OE.3:**

Utilizar una investigación financiera para determinar la viabilidad económica del proyecto. El análisis de estados financieros basado en el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) mostró que el proyecto es económicamente atractivo y financieramente viable. La combinación de usos (residencial, comercial) junto con los intervalos de ejecución más cortos y los costos generales minimizados del sistema de construcción metálica aumentan la rentabilidad general del proyecto. Estos hallazgos reafirman que la propuesta es técnicamente viable y también ofrece una fuerte alternativa a los inversores y/o desarrolladores comerciales, prefiriendo el crecimiento urbano planificado y sostenible de la ciudad.

El escenario inicial también mostró que el proyecto era rentable en un 22% según un análisis financiero, demostrando cuán rentable es la inversión. Aunque se ve una disminución de la rentabilidad utilizando apalancamiento financiero, con un retorno ajustado del 10.61%, este proyecto sigue siendo factible y rentable. Además de eso, el VAN es positivo, lo que indica su solidez financiera y capacidad de generación de ingresos, todos los ingresos se recaudan dentro de los 24 meses.

## RECOMENDACIONES

Se sugiere que el Plan de Desarrollo Inmobiliario propuesto para edificios de uso mixto con estructuras metálicas sea considerado como el modelo de referencia para planificar futuros proyectos inmobiliarios en Tulcán y otras ciudades intermedias de Ecuador, ya que es técnica y económicamente viable y sostenible. Este tipo de desarrollo debe ser promovido por instituciones públicas, desarrolladores inmobiliarios y profesionales del sector de la construcción como un concepto para realizar un uso óptimo del suelo en los centros urbanos; densificación ordenada y estímulo del desarrollo económico.

**Comprobación Continuo de Preferencias del Mercado:** Se alienta a los desarrolladores de propiedades y municipio a realizar actualizaciones periódicas de los estudios de mercado, teniendo en cuenta las dinámicas demográficas, la demanda de vivienda y la evolución socioeconómica del entorno urbano, particularmente en barrios con un componente educativo y comercial, con un enfoque en indicadores específicos de desarrollo. Las opciones de comercialización flexibles que se pueden utilizar incluyen, entre otras, financiamiento progresivo, modo de alquiler con opción a compra y segmentación basada en unidades para una mayor absorción del mercado y minimizar el riesgo de viviendas vacantes en proyectos de uso mixto.

**Implementación de Estructuras Metálicas y del BIM, REVIT para Proyectos a Futuro:** Se recomienda la práctica de estructuras metálicas para edificios de uso mixto que se sitúan en áreas de riesgo por impacto sísmico, como en Tulcán, debido a su buen desempeño estructural, su ductilidad y la reducción de cargas sísmicas. Se aconseja además que los diseños arquitectónicos y de ingeniería continúen desarrollándose en estricto cumplimiento con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-2015) y normas internacionales complementarias para la protección de la seguridad y durabilidad de los edificios. Se sugiere un enfoque similar que fortalezca la implementación de la metodología BIM al inicio del proceso del proyecto, ya que puede ayudar en la coordinación armonizada de los diversos expertos, reducir errores de construcción, mejorar la eficiencia de costos y tiempos de ejecución.

**Uso de Apalancamiento Financiero:** Se sugiere que los futuros proyectos inmobiliarios de uso mixto incluyan una evaluación financiera completa teniendo en cuenta diversas estrategias de inversión, financiamiento y comercialización para

prepararse ante los riesgos económicos y generar rentabilidad del proyecto. Se debe investigar una opción de financiamiento mixto, alianzas publico privadas o incentivos de la ciudad, para fortalecer la viabilidad económica, especialmente en escenarios con requisitos de sostenibilidad o en relación con la conservación de energía que contribuyan al valor a largo plazo de la propiedad inmobiliaria.

## REFERENCIAS

La lista de referencias al final del documento proporciona la información necesaria para identificar y recuperar cada obra citada en el texto. Elija las referencias con criterio e incluya sólo los trabajos que haya utilizado en la investigación y preparación de su trabajo. Las publicaciones de la APA y otras editoriales e instituciones que utilizan el Estilo de la APA 7 generalmente requieren listas de referencias, no bibliografías.

- Agudelo, G., Aignerren, M., & Ruiz, J. (2008). *DISEÑOS DE INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL Y NO-EXPERIMENTAL*.
- ALVAREZ, R., & CROVETTO, G. (2022). *EDIFICIO DE USO MIXTO EN LA ZONA FINANCIERA DE SAN ISIDRO*.
- Avendaño, J. I., Zlatanova, S., Domingo, A., Pérez, P., & Correa, C. (2022). Utilization of BIM in Steel Building Projects: A Systematic Literature Review. *Buildings*, 12(6). <https://doi.org/10.3390/buildings12060713>
- Bonoli, A., Zanni, S., & Serrano, F. (2021). Sustainability in building and construction within the framework of circular cities and european new green deal. The contribution of concrete recycling. *Sustainability (Switzerland)*, 13(4), 1–16. <https://doi.org/10.3390/su13042139>
- Broniewicz, F., & Broniewicz, M. (2020). Sustainability of steel office buildings. *Energies*, 13(14), 1–16. <https://doi.org/10.3390/en13143723>
- Cabrera Bermeo, E. P., & Moscoso Serrano, M. X. (2025). *Análisis de factibilidad y plan de negocios para la inversión privada en un proyecto inmobiliario dentro de la empresa PC Construcciones Cía. Ltda.* [Universidad de Cuenca]. <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/16005>
- Caro, L. (2021). *Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos*.
- Cedeño Defaz Britney Silvana, & Coello Arias Daniel Josafat. (2024). *Diseño sismo-resistente de edificio metálico de 4 pisos, para uso oficinas - residencial en la ciudad de Manta*. 1–258. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/65920>

- Contreras, V. (2014). *PLAN DE NEGOCIOS PARA PROYECTO INMOBILIARIO EN EL CANTON GENERAL VILLAMIL PLAYAS*.
- Cuji, C., Tipán, L., Dazzini, M., & Guaman-Pozo, J. (2025). Integrated Analysis of Urban Planning, Energy, and Decarbonization Through a Systematic and Multivariate Approach, Identifying Research Trends in Sustainability in Latin America. *Sustainability (Switzerland)*, *17*(11), 1–18.  
<https://doi.org/10.3390/su17115215>
- Dayan, B., Zapata, A., Asesora, H., Carla, A., & Acuña, M. R. (2020). “*La envolvente arquitectónica para una edificación de uso mixto.*”
- De Paola, P., Tajani, F., & Locurcio, M. (2021). *Sustainable Real Estate Management, Assessment and Innovations*. <https://doi.org/10.3390/su13094676>
- Flores, V. (2024). *Análisis comparativo del diseño de una nave industrial, empleando perfiles laminados en caliente versus perfiles conformados en frío, en la ciudad de Tulcán-Carchi-Ecuador* [Universidad Central del Ecuador].  
<https://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/33614>
- Geyer, H. (2023). *The Theory and Praxis of Mixed Use Development*.  
<https://ssrn.com/abstract=4481432>
- Gomez, R. (2025). *PLAN DE NEGOCIO PARA PROYECTO INMOBILIARIO CON SISTEMA STEEL FRAME EN EL CANTÓN SANTA ELENA*. UPSE.
- Hernández, R., Fernández, C., Baptista, M., Méndez, S., & Mendoza Christian. (2014). *METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION*. UNIVERSIDAD DE CELAYA.
- Katsimpini, P. S. (2024). Seismic Response of Vertical Hybrid Concrete/Steel Frames Considering Soil–Structure Interaction. *Buildings*, *14*(4).  
<https://doi.org/10.3390/buildings14040972>
- Kim, J., Seo, D., & Chung, Y. S. (2020). An integrated methodological analysis for the highest best use of big data-based real estate development. *Sustainability (Switzerland)*, *12*(3), 1–17. <https://doi.org/10.3390/su12031144>
- Lu, Y., Zhang, Y., Huang, Z., Cheng, B., Wang, C., Sun, Y., Zhang, H., & Li, J. (2025). A Literature Review of Sustainable Building Research: Bibliometric Analysis from 2015–2025. *Buildings*, *15*(19), 2–30. <https://doi.org/10.3390/buildings15193609>

- MAC-LEAN, M. (2020). *edificio-de-uso-mixto-como-alternativa-de-rendimiento-de-suelo*. UNIVERSIDAD DE CHILE.
- Martínez Gil, J. P. (2021). El uso mixto de suelo y la edificación vertical en el área metropolitana de Guadalajara, México. *Derecho Global. Estudios sobre Derecho y Justicia*, 8(22), 115–139. <https://doi.org/10.32870/dgedj.v8i22.392>
- Moorhead, M., Armitage, L., & Skitmore, M. (2024). Real Estate Development Feasibility and Hurdle Rate Selection. *Buildings*, 14(4), 1–21. <https://doi.org/10.3390/buildings14041045>
- Morano, P., Tajani, F., Di Liddo, F., & Amoruso, P. (2024). A Feasibility Analysis of Energy Retrofit Initiatives Aimed at the Existing Property Assets Decarbonisation. *Sustainability (Switzerland)*, 16(8), 2–19. <https://doi.org/10.3390/su16083204>
- Murillo Delgado, C. J., Calderon Munoz, A. C., Icaza Valencia, H. J., & Sanchez Bazantes, L. C. (2023). El desarrollo urbano sostenible en América Latina. *Universidad Ciencia y Tecnología*, 27(119), 116–126. <https://doi.org/10.47460/uct.v27i119.713>
- NEC. (2015). *ESTRUCTURAS DE ACERO*.
- Obando, A. (2021). *DISEÑO DE VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL DE ALTA DENSIDAD Y USO MIXTO, EN EL SECTOR LA “Y”, QUITO, 2020*. <https://repositorio.uti.edu.ec/items/cac52b0b-7817-46b8-8bff-6b7a5f920a2b#:~:text=Obando%20Reinoso%2C%20A,Tesis%20de%20grado%5D.%20Quito>
- Park, J. K., Lee, J. B., Ahn, Y. M., & Yoo, G. Y. (2025). A Case Study on Multi-Real-Option-Integrated STO-PF Models for Strengthening Capital Structures in Real Estate Development. *Buildings*, 15(2), 2–32. <https://doi.org/10.3390/buildings15020216>
- Parracho, D. F. R., Nour El-Din, M., Esmaeili, I., Freitas, S. S., Rodrigues, L., Poças Martins, J., Corvacho, H., Delgado, J. M. P. Q., & Guimarães, A. S. (2025). Modular Construction in the Digital Age: A Systematic Review on Smart and Sustainable Innovations. In *Buildings* (Vol. 15, Number 5, p. 47). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/buildings15050765>

- Patlán, C., Hernández, H., & Pérez, D. (2025). The Reduction of Embodied Carbon in Steel Structures Through the Implementation of Control Systems. *Buildings*, 15(3), 2–28. <https://doi.org/10.3390/buildings15030482>
- PAZMIÑO CEVALLOS DAVID PAUL, & PAZMIÑO CEVALLOS DIEGO XAVIER. (2022). *DISEÑO SISMO RESISTENTE DE UNA ESTRUCTURA METÁLICA PARA UNA VIVIENDA DE DOS PLANTAS CON UN ÁREA DE CONSTRUCCIÓN DE 125 m<sup>2</sup> UBICADA EN LA PROVINCIA DE PICHINCHA SEGÚN NORMA NEC-15*.  
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/23434/1/UPS%20-%20TTS1020.pdf>
- Robalino, A. F., Zaruma, S. R., & Sánchez, T. A. (2020). *Study of story drift limits in steel buildings subjected to seismic forces*.  
<https://files.ssrcweb.org/proceedings/2020/25RobalinoetalSSRC2020.pdf>
- Romero Hallo, P., & Munoz, E. (2025). *Integración de la metodología BIM en el desarrollo del proyecto Edificio de uso mixto NOVAHABITAT, ROL LIDER ARQUITECTURA*. UNIVERSIDAD INTERNACIONAL.
- Shim, H., & Kim, J. (2022). Determinants of the Economic and Financial Feasibility of Real Estate Development Projects: A Comparative Analysis between Public and Private Development Projects in South Korea. *Sustainability (Switzerland)*, 14(4), 1–15. <https://doi.org/10.3390/su14042135>
- Ventura, J. (2017). Population or sample? A necessary difference. In *Revista Cubana de Salud Pública* (Vol. 43, Number 3). <http://scielo.sld.cu>
- Yang, K., Cai, P., Zhang, Z., Hou, Q., Zheng, R., Hao, B., & Wang, B. (2024). Effects of Soil–Structure Interaction on the Seismic Response of RC Frame–Shear Wall Building Structures Under Far-Field Long-Period Ground Motions. *Buildings*, 14(12), 2–26. <https://doi.org/10.3390/buildings14123796>
- Zohourian, M., Pamidimukkala, A., Kermanshachi, S., & Almaskati, D. (2025). Modular Construction: A Comprehensive Review. *Buildings*, 15(12), 2–21. <https://doi.org/10.3390/buildings15122020>

# ANEXOS

## Anexo 1: Modelo

### ENCUESTA PARA EL ANÁLISIS DE LA DEMANDA

“Plan de Desarrollo Inmobiliario para un Proyecto de Uso Mixto en Estructura Metálica, Ciudad de Tulcán”.

#### I. PERFIL DEL ENCUESTADO

##### 1. Edad:

\_\_\_\_\_ años

##### 2. Ocupación:

Estudiante

Docente

Profesional

Comerciante

Otro: \_\_\_\_\_

##### 3. ¿Reside actualmente en la provincia del Carchi?

Sí

No → Provincia: \_\_\_\_\_

##### 4. ¿Cuenta con vehículo propio?

Sí

No

#### II. SITUACIÓN Y DEMANDA HABITACIONAL

##### 5. Tipo de vivienda que actualmente habita:

Alquilada

Propia

Familiar

##### 6. Tiempo de desplazamiento desde su vivienda hasta la Universidad o su lugar habitual de estudio/trabajo:

0 – 20 minutos

20 – 40 minutos

Más de 1 hora

**7. ¿Qué tipo de unidad habitacional le interesaría dentro de un proyecto inmobiliario de uso mixto?**

Suite / Minidepartamento (25 – 30 m<sup>2</sup>)

Departamento 1 dormitorio (40 – 50 m<sup>2</sup>)

Departamento 2 dormitorios (50 – 60 m<sup>2</sup>)

Vivienda compartida

**III. USO MIXTO Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO**

**8. ¿Qué tan atractivo le resulta vivir en un proyecto que integre vivienda, comercio y servicios en un mismo edificio?**

Muy atractivo

Atractivo

Poco atractivo

Nada atractivo

**9. ¿Qué servicios considera indispensables dentro de un proyecto de uso mixto?**

(Puede seleccionar más de una opción)

Locales comerciales

Cafeterías / restaurantes

Coworking

Gimnasio

Áreas verdes

Parqueaderos

**10. ¿Qué tan importante es para usted que el proyecto se ubique cerca de la Universidad?**

Muy importante

Importante

Poco importante

No es relevante

**11. ¿Cuáles son los factores más importantes al elegir una vivienda en el sector de la Universidad?**

(Puede seleccionar hasta tres opciones)

- Proximidad a estudio o trabajo
- Acceso a transporte público
- Seguridad del sector
- Cercanía a comercio y servicios
- Precio
- Calidad constructiva

**IV. VIABILIDAD ECONÓMICA DEL PROYECTO**

**12. ¿Estaría dispuesto(a) a adquirir una vivienda dentro de este proyecto inmobiliario?**

- Sí
- No

**13. ¿Cuánto estaría dispuesto(a) a pagar por el arriendo mensual de una vivienda?**

- Suite / Minidepartamento (25 – 30 m<sup>2</sup>):  
 \$120  \$130
- Departamento 1 dormitorio (40 – 50 m<sup>2</sup>):  
 \$150  \$160
- Departamento 2 dormitorios (50 – 60 m<sup>2</sup>):  
 \$160  \$170

**14. ¿Cuánto estaría dispuesto(a) a pagar por la compra de un departamento de entre 50 y 60 m<sup>2</sup>, ubicado cerca de la Universidad?**

- Menos de \$40.000
- \$40.000 – \$50.000
- \$50.000 – \$60.000
- Más de \$60.000

**15. ¿Qué modalidad de financiamiento considera más viable?**

- Crédito hipotecario

- Pago de contado
- Alquiler con opción a compra

## **V. SISTEMA ESTRUCTURAL DEL PROYECTO**

**16. Antes de esta encuesta, ¿conocía usted los sistemas constructivos en estructura metálica?**

- Sí
- No

**17. Desde su percepción, ¿qué tipo de sistema estructural considera más adecuado para un proyecto inmobiliario de uso mixto en la ciudad de Tulcán?**

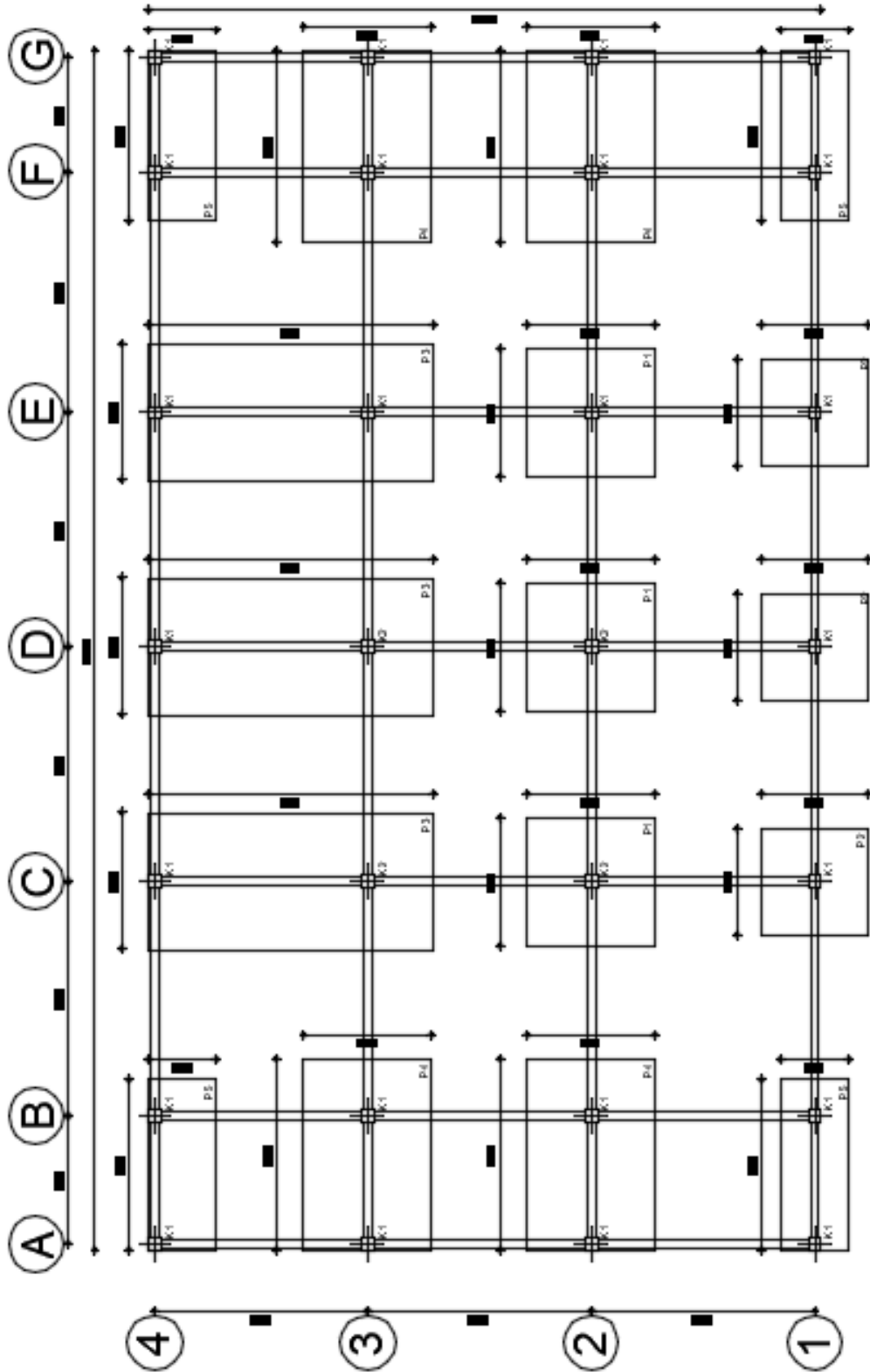
- Hormigón armado
- Estructura metálica
- Sistema mixto (hormigón + acero)
- No tiene preferencia

**18. ¿Estaría dispuesto(a) a adquirir una vivienda en un edificio con estructura metálica, siempre que cumpla con las normas de seguridad y confort?**

- Sí
- No
- Tal vez

Anexo 2: Modelo

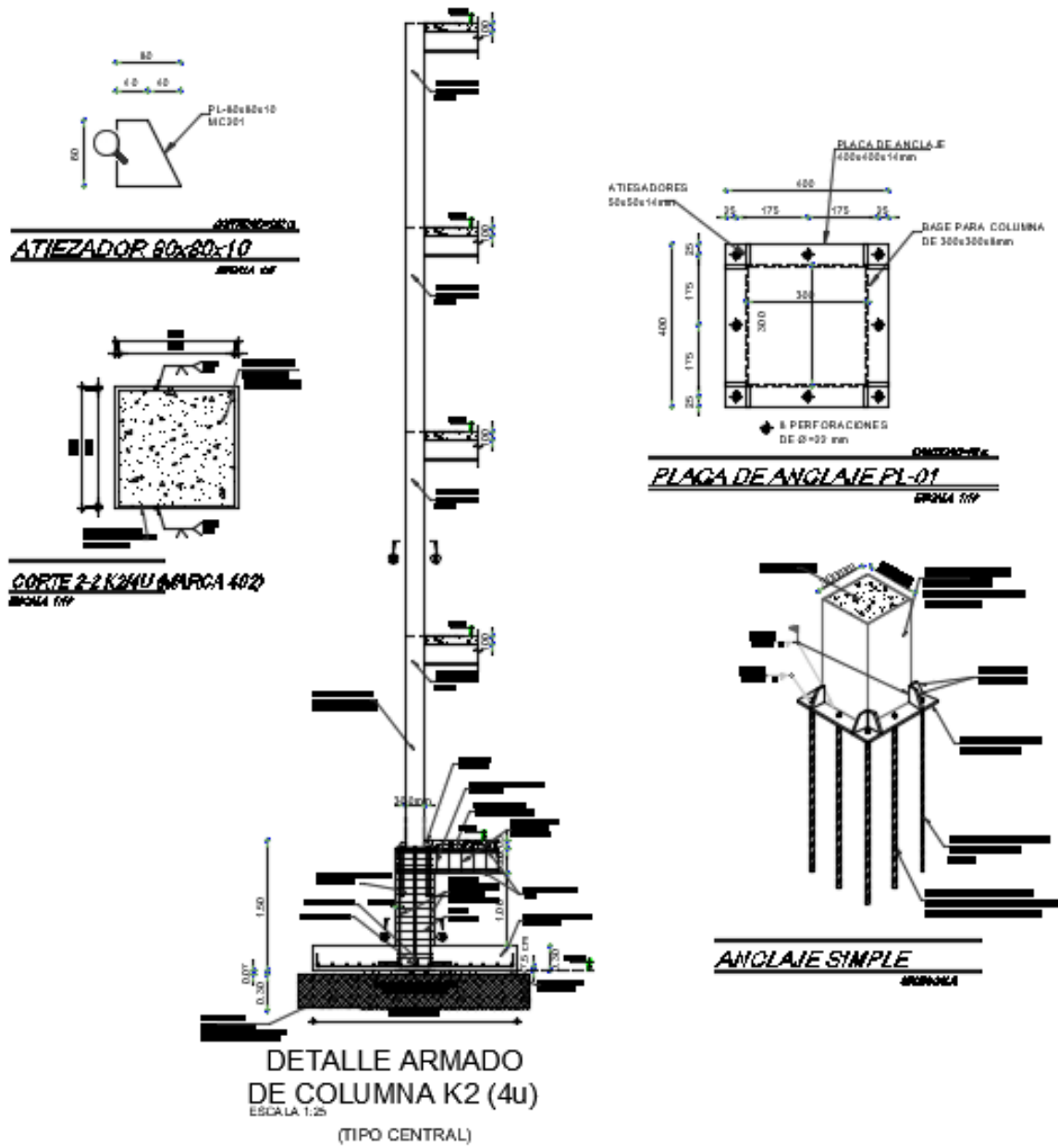
PLANTA DE CIMENTACION



PLANTA DE CIMENTACION  
ESCALA 1:25

# Anexo 3: Modelo

## DETALLES DE COLUMNA



Anexo 4: Modelo

PLANTA DE LOSA N+3.06, N+6.12, N+9.18

