

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAAGUAZÚ  
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD**



## **PROYECTO FINAL DE GRADO**

### **TÍTULO**

“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA UTILIZACIÓN DEL SISTEMA  
STEEL FRAMING Y EL SISTEMA CONVENCIONAL PARA LA  
CONSTRUCCIÓN DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL CON 3 NIVELES EN  
CORONEL OVIEDO EN EL AÑO 2024”

### **AUTORES**

LEA MARICELA ORTIZ SOTO  
MARÍA JOSEFINA GIMÉNEZ BENÍTEZ

**TUTOR:** PROF. ING. ROBERTO ROSA CHÁVEZ AYALA  
**CO TUTOR:** ING. ESTEBAN ARNALDO PENAYO PORTILLO

**CORONEL OVIEDO, JUNIO DE 2024**



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

## PÁGINA DE APROBACIÓN

Trabajo de fin de grado para la obtención del Título de Ingeniero Electricista, aprobado en representación de la Facultad Ciencias y Tecnología de la Universidad Nacional de Caaguazú, por el Tribunal Examinador constituido por los siguientes profesores y con la siguiente nota final:

CALIFICACIÓN FINAL: \_\_\_\_\_

ACTA N°: \_\_\_\_\_

FECHA: \_\_\_\_\_

-----  
Prof. Ing.

-----  
Prof. Ing.

-----  
Prof. Ing.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CAAGUAZÚ**  
Sede Coronel Oviedo  
*Creada por Ley N° 3198 del 4 de mayo de 2007.*  
**FACULTAD DE CIENCIAS y TECNOLOGÍAS – F.C. y T.**  
Coronel Oviedo – Paraguay



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

## **DEDICATORIA**



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

## **DEDICATORIA**

A **Dios**, mi guía y mi fortaleza, por su infinita misericordia, por iluminar mi camino y sostener mi mano en cada paso de este viaje llamado vida.

A **mis padres, mis hermanos** y mi **Tía Amada** cuyo amor inquebrantable y constante sacrificio han sido el cimiento sobre el cual he construido mis sueños. Por brindarme apoyo y aliento incondicional en los momentos de incertidumbre.

A mi ahijada **Danna Victoria** por brindarme su cariño, ternura y amor incondicional.

A mi novio **Gabriel**, por ser luz en mi vida, brindarme su apoyo y siempre impulsarme a ser mejor.

**Josefina Giménez**



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

## **AGRADECIMIENTOS**

A **Dios**, por ser nuestro guía constante, iluminando cada paso de nuestro camino académico.

A **nuestros padres y familiares**, por su amor incondicional, apoyo y aliento constante.

A **nuestros docentes**, por su enseñanza e invaluable orientación, este logro es fruto de la fe, el sacrificio y la enseñanza que cada uno ha aportado a nuestra vida.

Al **Ing. Roberto Chávez**, nuestro tutor principal, al cotutor **Ing. Esteban Penayo** y al **Ing. Marcos Flores** por su invaluable ayuda y orientación durante todo el proceso de elaboración de este trabajo. Su guía experta y dedicada nos permitió no solo avanzar en nuestro proyecto, sino también aprender y crecer significativamente en el proceso.

A la empresa **LOGOS S.R.L.**, en especial al **Ing. César López Bosio** por su contribución y dedicado interés en nuestro proyecto. Su aporte fue de gran valor para su desarrollo.



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

## **RESUMEN**

El presente proyecto de fin de grado analiza comparativamente los sistemas constructivos Steel Framing y el convencional, aplicados a un edificio residencial de tres niveles en Coronel Oviedo, Paraguay. El Steel Framing, conocido por su rapidez en construcción y menor mantenimiento, utiliza perfiles de acero galvanizado, ofreciendo una alternativa viable frente al método tradicional, robusto, pero más lento y costoso.

El estudio tiene como objetivo principal comparar ambos sistemas en términos de costos, tiempos de construcción y eficiencia. Se llevó a cabo un análisis detallado de materiales, técnicas y costos, revelando que el Steel Framing reduce significativamente el tiempo de construcción en un 45.3 %, lo que permite una rápida entrada al mercado inmobiliario y genera ganancias más tempranas. A pesar de que el método convencional resulta ser un 12.5 % más económico en términos absolutos, el Steel Framing ofrece ventajas significativas en términos de economía de tiempo y costos operativos.

El estudio espera fomentar el conocimiento y adopción del Steel Framing en Paraguay, promoviendo prácticas constructivas avanzadas y sostenibles entre los profesionales de la construcción y futuros ingenieros.

### **PALABRAS CLAVE:**

- Steel Framing.
- Convencional.
- Análisis.
- Acero
- Galvanizado.
- Laminado.
- Conformado.
- Elastomérico.
- Stickbuilding.



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

## **ABSTRACT**

The present final degree project comparatively analyzes the Steel Framing and conventional construction systems, applied to a three-story residential building in Coronel Oviedo, Paraguay. Steel Framing that is known for its fast construction and lower maintenance, uses galvanized steel profiles, offering a viable alternative to the traditional method, which is robust but slower and more expensive.

The main objective of the study is to compare both systems in terms of costs, construction times, and efficiency. A detailed analysis of materials, techniques, and costs was conducted, revealing that Steel Framing significantly reduces construction time by 45.3 %, allowing for a quick entry into the real estate market and generating earlier earnings. Although the conventional method turns out to be 12.5 % cheaper in absolute terms, Steel Framing offers significant advantages in terms of time economy and operational costs.

The study aims to promote the knowledge and adoption of Steel Framing in Paraguay, encouraging advanced and sustainable construction practices among construction professionals and future engineers.

Keywords:

- Steel Framing
- Conventional
- Analysis
- Steel
- Galvanized
- Laminated
- Shaped
- Elastomeric
- Stickbuilding



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

## ÍNDICE

<b>CAPÍTULO I .....</b>	<b>1</b>
<b>ASPECTOS GENERALES .....</b>	<b>1</b>
1.1 INTRODUCCIÓN .....	1
1.2 ANTECEDENTES .....	2
1.3 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	3
1.4 JUSTIFICACIÓN .....	4
1.5 OBJETIVOS .....	5
1.5.1 OBJETIVOS GENERALES .....	5
1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	5
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>6</b>
2.1 METODOLOGÍA .....	6
2.2 INGENIERÍA DEL PROYECTO .....	7
2.2.1 Ubicación del terreno .....	7
2.2.2 Características del edificio elegido .....	7
2.2.2.1 Descripción .....	7
2.2.2.2 Estudio topográfico .....	8
2.2.2.3 Software de cálculo .....	8
2.3 INGENIERÍA DEL DISEÑO .....	8
2.3.1 Estructura del steel framing .....	8
2.3.1.1 Características de los materiales a ser utilizados .....	8
a. Cimentación .....	8
b. Estructura .....	8
c. Paneles .....	9
d. Vigas Dintel .....	9
e. Rigidizadores .....	9
f. Aislación en paneles y revestimientos .....	9
g. Caras interiores .....	10
h. Caras exteriores .....	10
i. Entrepiso .....	10
j. Estructura de techo .....	10
k. Cubierta .....	10
l. Tornillos .....	10
m. Dimensionamiento, cálculo, verificaciones .....	10
2.3.2 Estructura en hormigón armado convencional .....	11
2.3.2.1 Características de los materiales a ser utilizados .....	11
2.3.2.1.1 Losas .....	11
2.3.2.1.2 Vigas .....	11
2.3.2.1.3 Pilares .....	11
2.3.2.1.4 Cimentación .....	11
2.3.2.1.5 Cerramiento .....	11
2.3.2.1.6 Cobertura .....	11
2.2.4 Consideraciones para el cálculo de ambos métodos .....	11



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>12</b>
<b>RESULTADOS Y ANÁLISIS .....</b>	<b>12</b>
3.1 PRESUPUESTOS .....	12
3.1.1 Steel Framing.....	12
3.1.1.1 Factores que influyen en el costo de los componentes .....	13
3.1.1.2 Proceso de construcción .....	13
3.1.1.3 PLAZO DE OBRA.....	16
3.1.2 Estructura de hormigón convencional .....	17
3.2 ANÁLISIS COMPARATIVO .....	18
3.3 CRONOGRAMAS .....	20
3.4 Analisis del cronograma ENTRE el STEEL FRAMing Y CONVENCIONAL. ....	21
3.4.1 Factores que influyen en el tiempo de construcción .....	22
3.5 ANÁLISIS FINANCIERO .....	22
3.6 CONCLUSIONES FINALES .....	23
3.7 RECOMENDACIONES .....	24
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>25</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>25</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>26</b>
<b>MEMORIA DE CALCULO SISTEMA CONVENCIONAL.....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
<b>MEMORIA DE CÁLCULO STEEL FRAMING.....</b>	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1. Ubicación del terreno – Ruta 2 Mariscal José Félix Estigarribia – Km. 127,5.....</b>	<b>7</b>
<b>Figura 2. Esquema del proceso constructivos Steel Framing. ....</b>	<b>13</b>
<b>Figura 3. Comparativa de costo entre el Steel Framing y el sistema Convencional.....</b>	<b>19</b>
<b>Figura 4. Diferencias de precios finales.....</b>	<b>19</b>
<b>Figura 5. Gráfico comparativo .....</b>	<b>21</b>
<b>Figura 6. Gráfico de diferencias de días.....</b>	<b>21</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1. Presupuesto Steel Framing.....</b>	<b>8</b>
<b>Tabla 2. Presupuesto Steel Framing.....</b>	<b>12</b>
<b>Tabla 3. Presupuesto Sistema Convencional.....</b>	<b>17</b>
<b>Tabla 4. Tabla de resumen Steel Framing.....</b>	<b>18</b>
<b>Tabla 5. Tabla de resumen Sistema Convencional.....</b>	<b>18</b>
<b>Tabla 6. Cronograma del sistema convencional .....</b>	<b>20</b>
<b>Tabla 7. Cronograma del steel framing. ....</b>	<b>20</b>



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CAAGUAZÚ**  
Sede Coronel Oviedo  
*Creada por Ley N° 3198 del 4 de mayo de 2007.*  
**FACULTAD DE CIENCIAS y TECNOLOGÍAS – F.C. y T.**  
Coronel Oviedo – Paraguay



**MISIÓN:** Formar profesionales excelentes con conocimientos científicos y tecnológicos, competentes, con sentidos crítico, ético y responsabilidad Social.

**VISIÓN:** Ser una Facultad líder, con excelencia en la formación de profesionales que contribuya al desarrollo del País.

---

## **CAPÍTULO I**

### ***ASPECTOS GENERALES***

#### ***1.1 INTRODUCCIÓN***

En el ámbito de la construcción moderna, la selección de los métodos y materiales adecuados es crucial para asegurar la eficiencia, sostenibilidad y economía de los proyectos. Este trabajo se centra en el análisis comparativo de dos sistemas constructivos: el Steel Framing y el sistema convencional, aplicado a la construcción de un edificio residencial de tres niveles en Coronel Oviedo, Paraguay.

El Steel Framing es una técnica que ha ganado popularidad en diversas partes del mundo debido a sus múltiples ventajas, tales como la rapidez en la construcción y su menor impacto en mantenimiento. Este método utiliza perfiles de acero galvanizado para formar la estructura del edificio, proporcionando una alternativa viable y competitiva frente a los métodos tradicionales.

Por otro lado, el sistema convencional sigue siendo el más utilizado en Paraguay. Este método, aunque robusto y bien conocido, presenta desafíos en términos de tiempos de construcción y costos asociados.

Este proyecto de fin de grado tiene como objetivo principal comparar ambos sistemas en términos de costos, tiempos de construcción y eficiencia. Se busca proporcionar una visión integral que permita a los profesionales del sector y a la comunidad en general, tomar decisiones informadas sobre la elección del método constructivo más adecuado para sus necesidades específicas.

A través de este análisis, se espera demostrar que el Steel Framing puede ser una opción más conveniente para el desarrollo urbano en Coronel Oviedo. Además, se pretende fomentar el conocimiento y la adopción de este sistema entre los profesionales de la construcción y los futuros ingenieros.

El estudio incluye una revisión detallada de los materiales y técnicas utilizados en ambos sistemas, un análisis comparativo de costos y tiempos de ejecución. Con esto, se aspira a ofrecer una contribución significativa al campo de la ingeniería civil y a la promoción de prácticas constructivas más avanzadas en la región.

## ***1.2 ANTECEDENTES***

Como primer antecedente, se encuentra la tesis Lenin Daza [1], quien propone la siguiente investigación: Análisis comparativo de la construcción con drywall con la construcción tradicional en edificaciones del parque industrial Villa El Salvador- lima-2018. Tuvo como objetivo determinar las ventajas constructivas entre la construcción con el sistema tradicional y el sistema drywall en viviendas de Villa El Salvador, 2018.

El autor indica que luego de procesar la información recogida en ambos procesos constructivos, existen diferencias significativas entre la construcción con el sistema tradicional y el sistema con Steel framing en viviendas de Villa El Salvador, así lo demuestran los registros de costos y de tiempo en cada actividad de construcción, en donde las ventajas son favorables para la construcción con dicho sistema.

La tesis de Salvador Meza y Fátima Diez [2], quienes realizan el “Análisis y comparación del cálculo estructural de un edificio construido con hormigón armado convencional y construido con el método Steel framing”, Asunción, 2018.

Proponen que el avance de las tecnologías permite que hoy en día existan sistemas constructivos que cumplen los requerimientos cada vez mayores de calidad, reducción de plazos y ahorro de costos en la ejecución de las estructuras. En este trabajo se destaca la gran cantidad de ventajas que existen en este tipo de construcción sobre otros.

La tesis de Fong Chan [3], en su investigación titulado “Sistema constructivo “Steel Framing” (Entramado de acero de bajo espesor) y su utilización en climas tropicales” tuvo como objetivo evaluar el comportamiento general que este sistema estructural tiene en climas húmedos cálidos.

El autor señala que, al analizar el comportamiento de las estructuras que conforman el sistema constructivo Steel Framing, se pueden aplicar en las edificaciones en climas húmedos cálidos, donde la temperatura exterior y humedad relativa es elevada frente a una temperatura interior climatizada mecánicamente de manera permanente.

### ***1.3 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA***

Con el paso de los tiempos en el Paraguay fue evolucionando la técnica de construcción de edificaciones desde la arcilla hasta el ladrillo de hoy en día.

En la actualidad la evolución de la construcción se encuentra en pleno auge, el contratante desea obtener una edificación cómoda, sofisticada y que la misma tenga un presupuesto mínimo.

El sistema constructivo convencional no siempre es favorable para el medio ambiente. Aparte de la misma existe otro tipo de técnica llamada Steel framing, la cual busca que la construcción llegue a ser más rápida y ágil, sumado a otros, sus beneficios como su amabilidad con el medio ambiente al utilizar productos biodegradables y la afable aislación térmica y acústica.

Debido a la escasez de conocimiento sobre el Steel framing en Coronel Oviedo, la ciudadanía opta por una construcción convencional, por lo cual dejan de lado la posibilidad del ahorro tanto en costos económicos como en tiempo de ejecución.

Dicho sistema es un avance normal que va a llegar, como ya está sucediendo en gran parte del mundo, ya que debemos cuidar el medioambiente y el consumo energético que se da en las casas, en donde se utilizan materiales que no cumplen con los requisitos de ahorro de la energía, y también de aislación térmica y acústica, como lo tienen los materiales que empleamos en la construcción en seco.

### ***1.4 JUSTIFICACIÓN***

A nivel metodológico, el estudio comparativo entre materiales y propiedades relacionadas con el Steel framing y el convencional tiene el propósito de dar a conocer una propuesta más conveniente para mejorar la condición de las edificaciones.

A nivel práctico, se busca brindar alternativas que beneficien a la población para mejorar el diseño y la construcción, así como el confort y la sostenibilidad de realizar construcciones con sistemas modernos no convencionales, esto permite desarrollar nuevas alternativas para mitigar los impactos ambientales.

Así mismo mostrar a la sociedad la aplicación del sistema Steel framing y los materiales que favorecen al desarrollo urbano sostenible y confortable como propuesta de aislamiento termoacústico para mejorar la habitabilidad en edificaciones en la ciudad de Coronel Oviedo.

Del mismo modo ofrecer información de calidad para el conocimiento y toma de decisión de profesionales y de la sociedad a través de un método alternativo o complementario que permita obtener mejores resultados con relación al sistema convencional.

## ***1.5 OBJETIVOS***

### **1.5.1 OBJETIVOS GENERALES.**

- Analizar las características comparativas y viabilidad del sistema de construcción en Steel Framing en comparación con el método convencional para la edificación de un inmueble residencial de tres niveles.

### **1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- Describir las características estructurales del sistema convencional y el sistema Steel framing.
- Analizar comparativamente los costos generales de una construcción convencional y la construcción con el sistema Steel framing.
- Analizar las ventajas del sistema de construcción Steel framing.
- Describir el cómputo métrico y presupuesto de la obra final.

## **CAPÍTULO II**

### **2.1 METODOLOGÍA**

- Fijación de Objetivos:

Identificación y definición de los objetivos del proyecto

- Investigación del Tema:

Realización de una investigación exhaustiva sobre el sistema constructivo steel framing, sus características, ventajas, desventajas y aplicaciones.

- Ubicación en Terreno para Muestra Real del Suelo:

Selección de un terreno apropiado para realizar muestras reales del suelo, con la finalidad de obtener datos geotécnicos precisos.

- Estudio Geotécnico:

Realización de un estudio geotécnico exhaustivo en el terreno seleccionado para obtener datos precisos sobre las características del suelo y su comportamiento ante cargas estructurales.

- Diseño del Proyecto:

Diseño del proyecto teniendo en cuenta los resultados de la investigación y los datos obtenidos del estudio del suelo, así como el diseño estructural y arquitectónico de acuerdo con los requisitos del proyecto y las normativas aplicables.

- Elaboración de Cálculos:

Elaboración los cálculos estructurales necesarios para ambos sistemas constructivos y también se verificó los resultados de los cálculos mediante comprobaciones pertinentes

- Elaboración de Cómputo y Presupuesto:

Ejecución del cómputo métrico y el presupuesto de materiales y mano de obra para cada sistema constructivo, basándose en los resultados de los cálculos y en los precios de mercado vigentes.

- Elaboración del Cronograma de Trabajo:

Confeción de un cronograma detallado de actividades para la ejecución del proyecto, considerando los tiempos de construcción estimados para cada sistema.

- Comparativas y Análisis:

Elaboración de las comparativas financieras y de tiempo de ejecución entre los dos sistemas constructivos, utilizando los datos obtenidos del cómputo y el cronograma de trabajo.

Y el análisis de los resultados obtenidos y evaluar las ventajas y desventajas de cada sistema en términos económicos y de eficiencia constructiva.

- Conclusiones y Recomendaciones:

Extracción de las conclusiones basadas en el análisis comparativo realizado y en los objetivos del proyecto y la formulación recomendaciones basadas en las conclusiones obtenidas, que orienten la toma de decisiones futuras respecto a la selección del sistema constructivo más adecuado para proyectos similares.

# ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA UTILIZACIÓN DEL SISTEMA STEEL FRAMING Y EL SISTEMA CONVENCIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL CON 3 NIVELES EN CORONEL OVIEDO EN EL AÑO 2024

## 2.2 INGENIERÍA DEL PROYECTO

### 2.2.1 Ubicación del terreno

Se encuentra implantada sobre la Ruta 2 Mariscal José Félix Estigarribia – Km. 127,5, de la ciudad de Coronel Oviedo, departamento de Caaguazú, de la Región Oriental de la República del Paraguay.

*Figura 1. Ubicación del terreno – Ruta 2 Mariscal José Félix Estigarribia – Km. 127,5*



*Fuente: Estudio geotécnico.*

### 2.2.2 Características del edificio elegido

#### 2.2.2.1 Descripción

Se diseñó una estructura propia para el análisis, compuesta por tres niveles: planta baja y dos plantas tipo destinadas a departamentos.

La superficie de la planta baja es de 524.15 m<sup>2</sup>; mientras que cada planta tipo tiene una superficie de 511.10 m<sup>2</sup>, con una dimensión frontal de 22 metros y una profundidad de 23.82m. La altura total del edificio es de 11.98 metros.

Además, el edificio incluye una escalera de hormigón y una losa técnica que alberga un tanque de agua superior.

- Superficie construida: 1546.35 m<sup>2</sup>
- Cantidad de departamentos por planta: 4 unidades
- Disposiciones: Dos dormitorios, un estar-comedor, dos baños, una cocina y un lavadero.

# ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA UTILIZACIÓN DEL SISTEMA STEEL FRAMING Y EL SISTEMA CONVENCIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL CON 3 NIVELES EN CORONEL OVIEDO EN EL AÑO 2024

## 2.2.2.2 Estudio topográfico

El estudio geotécnico se realizó llevando a cabo dos perforaciones a percusión con ensayos de penetración S.P.T. Se registraron suelos arcillosos con diferentes niveles de dureza y suelos impenetrables a la percusión. Dando como resultado una profundidad de cimentación de

## 2.2.2.3 Software de cálculo

El software que hemos utilizado para el cálculo de la estructura ha sido desarrollado por la empresa brasileña CYPECAD.

## 2.3 INGENIERÍA DEL DISEÑO

### 2.3.1 Estructura del steel framing

#### 2.3.1.1 Características de los materiales a ser utilizados

##### a. Cimentación

- ❖ Para la cimentación se utilizó pilotes; de 30cm de diámetro y 6 metros de longitud, complementados con vigas de equilibrio. Estas con una resistencia de 25 Mpa de H° y 500 Mpa de acero. Los detalles de dichos pilotes se anexan en los detalles constructivos

##### b. Estructura

*Tabla 1. Presupuesto Steel Framing.*

ELEMENTO	DESCRIPCION	GRADO
PILARES	W 360 X 79,0	A572 Gr50
VIGAS PRIMARIAS	W 410X 46,1	A572 Gr50
VIGAS SECUNDARIAS	W 310 X 44,5	A572 Gr50
VIGAS ESCALERA	W 200 X 19,3	A572 Gr50
PILARES TUBO	C 300x150x25x3, Doble en cajón soldado	A36
CONTRAVIGA	C 250x80x25x4, Doble en cajón soldado	A36
VIGAS TUBO	C 250x80x25x3, Doble en cajón soldado	A36
VIGAS TUBO	C 180x70x20x3, Doble en cajón soldado	A36
CORREAS	C 140x50x20x2	A36
ESCALONES	C 300x60x25x3	A36
BASTIDOR ESCALERA	U 2500x60x6.35	A36

*Fuente: Elaboración propia.*

- Pilares: se utilizarán perfiles IPN de grado A572 Gr50 de acero conformado W 360x79,0.
- Pilares tubo: se utilizarán perfiles de acero laminado de grado A36 C 300x150x25x3.
- Vigas primarias: se utilizarán perfiles de acero conformado de grado A572 Gr50 W 410x46.1.

## ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA UTILIZACIÓN DEL SISTEMA STEEL FRAMING Y EL SISTEMA CONVENCIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL CON 3 NIVELES EN CORONEL OVIEDO EN EL AÑO 2024

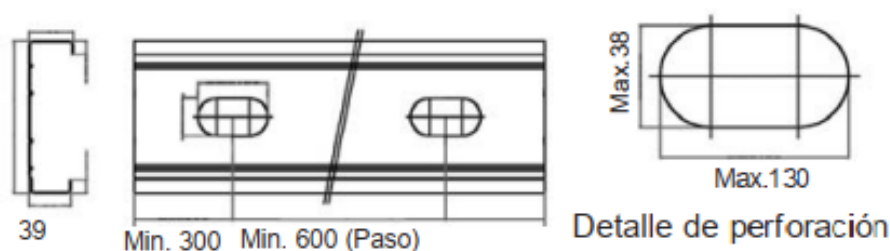
- Vigas secundarias: se utilizarán perfiles de acero conformado de grado A572 Gr50 W 310x44.5
- Vigas escalera: se utilizarán perfiles de acero conformado de grado A572 Gr50 W 200x19.3.
- Escalones: se utilizarán perfiles de acero laminado de grado A36 C 300x60x25x3.
- Bastidor escalera: se utilizarán perfiles de acero laminado de grado A36 U 250x60x6.35.

### c. Paneles

- Guías inferior y superior: (solera) se utilizarán perfiles de acero galvanizado liviano conformado en frío U de dimensiones 70mm E 0.40 3.00m para paredes exteriores y 70mm E 0.40 2.60m para paredes interiores.
- Montantes: se utilizarán perfiles de acero galvanizado liviano conformado en frío C de dimensiones 69mm E 0.40 3.00m para paredes exteriores y 69mm E 0.40 2.60m para paredes interiores.

Estos paneles cuentan con orificios para el paso de las instalaciones las cuales van en el alma de los perfiles con el siguiente diseño:

*Figura 1. Detalle de perforación de montantes*



*Fuente: Elaboración Alacero*

### d. Vigas Dintel

Se utilizarán perfiles de acero galvanizado liviano conformado en frío 2C unidos por el ala formando un tubo de dimensiones 69mm E 0.40 3.00m.

Aunque podría darse varios diseños, se basa en la unión de 2 perfiles C que van conectadas por piezas que van atornilladas en los extremos a perfiles U.

### e. Rigidizadores

Se aplicarán como refuerzos placas de yeso revestida y reforzada con fibra de vidrio que servirán como soporte evitando así el pandeo de la estructura de acero.

### f. Aislación en paneles y revestimientos

Dentro de los paneles, se aplicará aislamiento utilizando lana de vidrio de 50mm de espesor y densidad de 0.05KN/m<sup>2</sup>. Esta lana de vidrio está diseñada específicamente para sistemas en seco y para mejorar la absorción de sonido en los espacios interiores. Así también en las paredes exteriores se aplicará una barrera de agua y vapor typar de 2.74x45.72m, estas se colocan con las impresiones por fuera y siempre dejando un solape de 15 a 30 cm para dar una mejor protección.

# ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA UTILIZACIÓN DEL SISTEMA STEEL FRAMING Y EL SISTEMA CONVENCIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL CON 3 NIVELES EN CORONEL OVIEDO EN EL AÑO 2024

---

Se realizan fijaciones horizontales de un máximo de 30cm y fijaciones verticales de un máximo de 60cm. El proceso es las aberturas se debe cortar en forma de x y se doblan hacia el interior y se fijan con grapas.

## **g. Caras interiores**

Se implementará un aislamiento y como cubierta protectora se aplicarán láminas de yeso de 10mm de grosor en toda la extensión del panel, con dimensiones de 1.20x2.40m y una densidad de 0,18KN/m<sup>2</sup>. Para asegurar uniones herméticas, se utilizará cinta de papel con un rendimiento de 1,65ml/m<sup>2</sup> y masilla con un rendimiento de 1.00kgf/m<sup>2</sup>.

## **h. Caras exteriores**

Utilizaremos placas de cemento de espesor 10mm y dimensiones 1220x2440mm, con una densidad de 1.277kg/m<sup>3</sup>. Estos paneles serán protegidos por una barrera contra agua y viento, asegurada con cinta adhesiva impermeable.

## **i. Entrepiso**

Para la estructura en retícula, se emplearán perfiles cuadrados de acero conformado de 2"x2", dispuestos a intervalos de 41cm. Para la losa seca, se utilizarán paneles de OSB de 18mm con dimensiones de 1.22x2.44m y una densidad de 0,12KN/m<sup>2</sup>. Estos paneles serán la base sobre la cual se instalarán piezas de aislamiento de agua y vapor.

## **j. Estructura de techo**

Está compuesta por vigas tubo de C 250x80x25x3, doble cajón soldado y C 180x70x20x3, doble cajón soldado; contravigas de C 250x80x25x4, doble cajón soldado; correas C 140x50x20x2.

## **k. Cubierta**

Chapa termoacústica con poliestireno de 4cm, chapa de acero galvanizado n° 27.

## **l. Tornillos**

- Tornillo 1 (Tornillo de cabeza plana): de dimensión D8x3/4" (4,2mmx3/4"). Se utilizará en las uniones de montantes con las guías inferiores y superiores.
- Tornillo 2 (Tornillo de cabeza de trompeta): de dimensión D6x1" (3,5mmx1"). Se utilizará en la colocación de placas de yeso, separados cada 25cm en el medio y cada 15cm en las uniones de placa. El consumo del mismo es de 15/m<sup>2</sup>.
- Tornillo con alas: de dimensión D8x1 1/4" (4,2mmx32mm). Se utilizará en la colocación de las placas OSB. El consumo del mismo es de 20/m<sup>2</sup>.

❖ Todos los perfiles cumplen con los requisitos de la Norma IRAM U 500 – 205

## **m. Dimensionamiento, cálculo, verificaciones.**

Todos los detalles constructivos de dimensionamiento, cálculo, verificación van detallados en la memoria de cálculo.

# ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA UTILIZACIÓN DEL SISTEMA STEEL FRAMING Y EL SISTEMA CONVENCIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL CON 3 NIVELES EN CORONEL OVIEDO EN EL AÑO 2024

---

## 2.3.2 Estructura en hormigón armado convencional

La estructura se conforma con componentes verticales y componentes horizontales. Los componentes verticales abarcan los pilares y las escaleras del edificio, mientras que los componentes horizontales comprenden las losas, vigas y cimentaciones.

### 2.3.2.1 Características de los materiales a ser utilizados

Todos los elementos estructurales tienen una resistencia de 25 Mpa de H° y 500 Mpa de acero.

#### 2.3.2.1.1 Losas

La estructura está compuesta principalmente por 56 losas en cada planta tipo y tres losas en la parte superior, una de las cuales sirve como base para el tanque de agua. Todas las losas tienen un grosor de 12 cm. Los detalles específicos de las losas se adjuntan en este documento en la sección de detalles constructivos.

#### 2.3.2.1.2 Vigas

En la planta baja, las vigas de cimentación tienen dimensiones 20x45cm. En las plantas tipo 1 y 2, hay 33 vigas con dimensiones 20x45cm. En el nivel de soporte del techo, hay 22 vigas con una dimensión de 20x35cm. Todos los detalles y dimensiones de las vigas de los diferentes niveles se adjuntan en este documento en la sección de detalles constructivos.

#### 2.3.2.1.3 Pilares

Para el edificio en estudio fueron adoptados 25 pilares, el cálculo estructural ha determinado tres dimensiones de pilares: 20x35 cm, 25x30 cm y 25x35 cm. Los detalles de estos pilares, así como su ubicación específica, se encuentran adjuntos en este documento en la sección de detalles constructivos.

#### 2.3.2.1.4 Cimentación

Para la cimentación utilizamos pilotes; de 30cm de diámetro y 6 metros de longitud. Los detalles de dichos pilotes se anexan en los detalles constructivos.

#### 2.3.2.1.5 Cerramiento

Empleamos albañilería tradicional con ladrillos estándar y juntas de mortero. Los muros exteriores y las divisiones entre unidades habitacionales tienen un espesor de mampostería de 20 cm, mientras que los cerramientos internos tienen un grosor de 15 cm. Las paredes interiores están revocadas, mientras que en las exteriores se aplicó una capa impermeabilizante y revoque liso con tratamiento hidrófugo.

#### 2.3.2.1.6 Cobertura

Optamos por utilizar la misma cubierta en ambos métodos constructivos. Se dimensionan los perfiles respetando siempre las dimensiones estándar disponibles en el mercado paraguayo.

## 2.2.4 Consideraciones para el cálculo de ambos métodos

Las cargas consideradas para el cálculo del sistema convencional y el Steel framing se detallan en la memoria de cálculo de los respectivos métodos de construcción.

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA UTILIZACIÓN DEL SISTEMA STEEL FRAMING Y EL SISTEMA CONVENCIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL CON 3 NIVELES EN CORONEL OVIEDO EN EL AÑO 2024**

**CAPÍTULO III  
RESULTADOS Y ANÁLISIS  
3.1 PRESUPUESTOS**

**3.1.1 Steel Framing**

El presupuesto para la propuesta utilizando el método Steel Framing ha sido preparado considerando los costos actuales de los materiales y la mano de obra que son comunes en la industria de la construcción en nuestro país.

*Tabla 2. Presupuesto Steel Framing.*

COMPUTO METRICO Y PRESUPUESTO					
OBRA:	EDIFICIO DE DEPARTAMENTOS - PROPUESTA STEEL FRAMING				
Item	Rubro	Unid	Cant	P. Unit	P. Total
<b>1 TRABAJOS PRELIMINARES</b>					
1.1	Limpieza del terreno	m2	1093.00	\$ 4.000	\$ 4.372.000
1.2	Vallado de obra	ml	213.10	\$ 103.240	\$ 22.206.924
1.3	Casilla de obrador	m2	23.00	\$ 198.000	\$ 4.950.000
1.4	Replanteo y marcación	m2	523.60	\$ 3.000	\$ 1.570.800
1.5	Cartel de obra	gl	1.00	\$ 430.000	\$ 430.000
<b>2 CIMENTACIÓN</b>					
2.1	Pilotes de Fundación	ml	168.00	\$ 410.027	\$ 68.884.536
2.2	Vigas de equilibrio	m3	26.93	\$ 3.194.450	\$ 86.036.122
2.3	Encepados	m3	60.22	\$ 2.037.344	\$ 123.899.127
2.4	Vigas de Fundacion	m3	34.73	\$ 3.194.450	\$ 110.943.249
<b>3 ESTRUCTURAS METÁLICAS</b>					
<b>3.1 ESCALERA</b>					
3.1.1	W 200 X 19.3	un de 12ml	3.00	\$ 2.710.299	\$ 8.130.897
3.1.2	C 300x60x25x3	un de 6ml	8.00	\$ 630.600	\$ 5.044.800
3.1.3	U 250x60x6.35	un de 6ml	3.00	\$ 1.211.900	\$ 6.059.300
<b>3.2 PILARES</b>					
3.2.1	W 360 X 79.0	un de 12ml	20.00	\$ 7.161.930	\$ 143.238.600
3.2.2	C 300x150x25x3, Doble en cajón soldado	un de 6ml	12.00	\$ 1.681.800	\$ 20.181.600
<b>3.3 VIGAS</b>					
3.3.1	W 410X 46,1	un de 12ml	40.00	\$ 6.473.823	\$ 258.952.920
3.3.2	W 310 X 44,5	un de 12ml	18.00	\$ 6.248.143	\$ 112.484.574
3.3.3	M. O montaje de estructura de acero	gl	1.00	\$ 23.000.000	\$ 23.000.000
<b>4 PERFILES DE ACERO</b>					
<b>4.1 SOLERAS</b>					
4.1.1	En paredes exteriores	m2	490.28	\$ 16.334	\$ 8.008.219
4.1.2	En paredes interiores	m2	1163.38	\$ 6.430	\$ 7.518.009
<b>4.2 MONTANTES</b>					
4.2.1	En paredes exteriores	m2	490.28	\$ 19.667	\$ 9.642.319
4.2.2	En paredes interiores	m2	1163.38	\$ 7.083	\$ 8.235.823
<b>4.3 TORNILLOS</b>					
4.3.1	Tornillo T1	un	36938.99	\$ 83	\$ 3.141.514
4.3.2	Tornillo T2	un	33438.49	\$ 6	\$ 332.631
4.3.3	Tornillo con alas	un	339.17	\$ 20	\$ 11.183
<b>5 MUROS</b>					
<b>5.1 CERRAMIENTOS</b>					
5.1.1	Placas de yeso 9,5mm	m2	1743.70	\$ 27.000	\$ 47.133.933
5.1.2	Placas de yeso 12,5mm	m2	767.91	\$ 27.269	\$ 20.940.360
5.1.3	Placas verdes 12,5mm	m2	623.12	\$ 39.393	\$ 24.672.439
5.1.4	Placa de cemento	m2	339.17	\$ 80.623	\$ 45.082.100
<b>5.2 REVOQUES</b>					
5.2.1	Revoque interior de pared con masilla	m2	3136.73	\$ 3.136	\$ 9.900.296
5.3	M. O montaje de estructura de acero	m2	1633.86	\$ 90.000	\$ 149.027.400
<b>6 TERMINACIONES</b>					
<b>6.1 ENTREPISOS</b>					
6.1.1	Losa seca	m2	998.98	\$ 138.063	\$ 137.903.394
6.1.2	Piso de porcelanato	m2	998.98	\$ 147.846	\$ 147.694.842
6.1.3	Zócalo de PVC	ml	460.91	\$ 36.000	\$ 25.810.736
<b>6.2 REVESTIMIENTOS</b>					
6.2.1	Azulejo cerámico 15x15 en baños	m2	368.26	\$ 107.300	\$ 39.514.298
<b>7 AISLACION</b>					
<b>7.1 AISLACION EN MUROS EXTERIORES</b>					
7.1.1	Barrera de vapor y agua + malla de fibra de vidrio	m2	339.17	\$ 16.297	\$ 9.112.821
<b>7.2 AISLACION EN ZONAS HUMEDAS</b>					
7.2.1	Barrera de vapor y agua + malla de fibra de vidrio	m2	782.36	\$ 30.208	\$ 39.280.330
<b>7.3 AISLACION EN MUROS</b>					
7.3.1	Lana de fibra de vidrio 50mm	m2	1633.86	\$ 32.686	\$ 54.123.440
<b>8 ESTRUCTURA DE TECHO</b>					
8.1	C 250x80x25x4, Doble en cajón soldado	un de 6 ml	44.00	\$ 136.000	\$ 6.884.000
8.2	C 250x80x25x3, Doble en cajón soldado	un de 6 ml	36.00	\$ 1.121.000	\$ 40.356.000
8.3	C 180x70x20x3, Doble en cajón soldado	un de 6 ml	30.00	\$ 840.800	\$ 25.224.000
8.4	Correa 140X50X20X2	un de 6 ml	77.00	\$ 240.900	\$ 18.549.300
<b>8.5 Chapa termoacustica con relleno de poliuretano de 30mm.</b>					
8.5	Chapa superior e inferior trapezoidal galvanume de 0,43mm	m2	472.35	\$ 210.393	\$ 99.380.078
8.6	Canaleta externa de chapa Galvanizada nro. 18 desarrollo 0,70m	ml	174.23	\$ 140.000	\$ 24.392.200
<b>SUB TOTAL</b>					<b>\$ 2.024.277.337</b>
<b>COSTO INDIRECTOS DE OBRA+UTILIDAD</b>					<b>\$ 303.641.630.30</b>
<b>TOTAL</b>					<b>\$ 2.327.919.167.17</b>
<b>Costo por m2</b>					<b>\$ 1.505.428.37</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

# ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA UTILIZACIÓN DEL SISTEMA STEEL FRAMING Y EL SISTEMA CONVENCIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL CON 3 NIVELES EN CORONEL OVIEDO EN EL AÑO 2024

## 3.1.1.1 Factores que influyen en el costo de los componentes

**Cargas:** En el caso específico del edificio de Steel Framing de tres niveles, las cargas resultantes son bastante significativas, especialmente debido a la altura del techo y su exposición al viento.

**Perfiles de Acero Galvanizado:** Dado que en el mercado paraguayo los perfiles disponibles tienen un espesor máximo de 0,95 cm, será necesario importar perfiles con espesores superiores o contratar servicios de doblado en frío de chapas galvanizadas. Este proceso implica un costo adicional considerable debido a la escasez de proveedores y la complejidad del trabajo.

**Mano de Obra Especializada:** La disponibilidad de mano de obra calificada es otro factor que afecta el costo de los elementos estructurales. Debido a la especialización requerida para este tipo de construcción, la mano de obra capacitada es escasa y probablemente demande salarios más altos.

**Cerramiento:** La selección del tipo de cerramiento también influye en el costo total, ya que existen diversas opciones de placas de cerramiento disponibles en el mercado, cuyos costos varían según la calidad y las especificaciones del proyecto.

**Cimentación:** La cimentación elegida para el sistema Steel Framing consiste en pilotes de hormigón armado y vigas de cimentación debajo de los paneles. Sin embargo, existen otras alternativas constructivas como la zapata corrida de hormigón que podrían ser consideradas, cada una con sus implicaciones específicas en cuanto a costos y eficiencia estructural.

## 3.1.1.2 Proceso de construcción

El montaje del sistema sigue la siguiente secuencia.

*Figura 2. Esquema del proceso constructivos Steel Framing.*



*Fuente: Adaptado de Alacero*

# ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA UTILIZACIÓN DEL SISTEMA STEEL FRAMING Y EL SISTEMA CONVENCIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL CON 3 NIVELES EN CORONEL OVIEDO EN EL AÑO 2024

---

## **a) Preparativos Iniciales**

Se inicia con la preparación del sitio, incluyendo la instalación de un perímetro de alambre, la provisión de energía y agua, la limpieza y nivelación del terreno, la remoción del suelo natural según el estudio de suelo, la colocación de suelo seleccionado y su compactación. También un obrador para almacenar materiales y placas utilizadas en la obra.

## **b) Replanteo de la Cimentación**

Se localiza la posición de las vigas de cimentación que irán debajo de los paneles. Se procede a su replanteo y simultáneamente se estará preparando las armaduras de las vigas y losas.

El replanteo implica trasladar al terreno las representaciones gráficas presentes en los planos del proyecto.

Se establecen ejes de replanteo para referencia en toda la obra, incluyendo la ubicación de vigas y paneles. Se realiza un vallado perimetral para atar los hilos de referencia según las medidas del plano. Se procede al encofrado de las vigas y cabezales de los pilotes, verificando niveles y excavando adecuadamente. Se coloca armadura en vigas y pilotes para el posterior hormigonado. Se replantean instalaciones y se procede al vaciado del hormigón, asegurándose de cumplir con las resistencias exigidas.

Posteriormente, se coloca un contrapiso de cascotes y una carpeta de mortero en la planta baja, sobre la cual se apoyan los paneles, requiriendo precisión para evitar deficiencias en la estructura durante el montaje.

## **c) Preparación del Montaje de Paneles:**

La fase de montaje en el lugar, conocida como "stickbuilding", implica la colocación de las soleras correspondientes seguidas de los montantes, asegurando siempre la alineación adecuada.

Incluso durante la ejecución en el lugar, es posible organizar las tareas para mejorar la eficiencia: Por ejemplo, los cortes repetitivos, como los de los montantes para la altura del cielorraso, pueden solicitarse pre-cortados en la fábrica de perfiles. Una vez en el sitio, después de clasificar los perfiles según su uso (paneles, vigas de entrepiso, etc.), un único trabajador se encarga de cortar los perfiles según lo indicado en la planilla de cortes, y así la seguridad aumenta ya que no todos los trabajadores tienen permitido realizar los cortes.

Un recurso útil durante el montaje de los paneles es crear un "calibrador de longitud": Se toma un montante ligeramente más largo que la medida de la altura del cielorraso y se le fijan transversalmente dos piezas de Perfil U en cada extremo, dejando libre la medida final del panel, por ejemplo, 2,62 metros. Antes de fijar el calibrador, se desliza a lo largo del panel para corregir posibles separaciones entre montantes y soleras, asegurando que la medida final sea la correcta.

Cuando se realiza un proyecto personalizado para una vivienda, los costos operativos del montaje en taller son más altos que los del "stickbuilding", pero se sacrifica una de las ventajas potenciales del sistema en términos de repetición de tareas y rapidez de montaje.

## **d) Proceso de Montaje de la Estructura:**

A medida que se ensamblan los paneles, se les asigna una identificación con fibra indeleble y se les aplica una capa de barrera contra la humedad en todas las soleras que entrarán en contacto con la carpeta de cemento. Esta barrera puede ser una membrana asfáltica o una banda elástica autoadhesiva.

## ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA UTILIZACIÓN DEL SISTEMA STEEL FRAMING Y EL SISTEMA CONVENCIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL CON 3 NIVELES EN CORONEL OVIEDO EN EL AÑO 2024

---

Se lleva a cabo el replanteo de la ubicación de todos los paneles exteriores e interiores sobre la carpeta de nivelación, marcando las referencias correspondientes con líneas de tiza. Los paneles se acercan a las vigas y carpetas de piso para ubicarlos en su posición final.

Se elige una esquina para iniciar el montaje, colocando un doble cordón de sellador para reforzar la barrera de membrana. Los dos primeros paneles que formarán la esquina se unen con un solo tornillo hexagonal a media altura, actuando como una "bisagra" provisional hasta la fijación definitiva.

Se verifica la escuadra y el nivel tanto en la cimentación como en el cielorraso, asegurando la verticalidad y horizontalidad utilizando un nivel magnético de al menos un metro de longitud. Se colocan tornillos hexagonales arriba y abajo para mantener los dos paneles en posición entre sí, y se apuntalan temporalmente con perfiles PGC.

Se continúa con el tercer panel, prefiriendo que sea un panel interior si es posible, para iniciar la rigidez de la estructura además de escuadrar y nivelar.

Siguiendo este criterio, se van colocando los paneles restantes, verificando la escuadra y los niveles horizontales y verticales hasta que la estructura esté lista para ser rigidizada y fijada con los anclajes definitivos.

### e) Techo

Ya sea un proyecto de planta baja o de dos plantas, el objetivo es avanzar rápidamente hacia la construcción del techo para luego continuar con el revestimiento exterior, lo que nos permitirá protegernos de las inclemencias del clima.

- Colocación de las vigas: Se colocan las vigas en la parte superior de los muros perimetrales del edificio, proporcionando el soporte principal para la cubierta. Estas vigas suelen estar espaciadas de manera uniforme para distribuir adecuadamente el peso.
- Instalación de las contravigas: Una vez que las vigas están en su lugar, se instalan las contravigas perpendicularmente sobre ellas. Estas contravigas refuerzan la estructura y proporcionan un punto de apoyo adicional para las correas.
- Montaje de las correas: Las correas se colocan paralelamente a las vigas, extendiéndose desde una viga hasta la siguiente. Estas correas actúan como soportes secundarios para la chapa termoacústica y ayudan a distribuir la carga de manera uniforme sobre la cubierta.
- Fijación de la chapa termoacústica: Finalmente, se fija la chapa termoacústica sobre las correas, utilizando métodos de fijación adecuados para garantizar su estabilidad y resistencia a las condiciones climáticas. La chapa termoacústica proporciona la capa exterior de la cubierta, ofreciendo protección contra el calor, el frío y el ruido.

Las chapas termoacústicas se fijan a las correas generalmente mediante tornillos autorroscantes. Estos tornillos perforan la chapa y se enroscan directamente en las correas de acero que están debajo.

En algunos casos, también se utilizan arandelas de sellado para asegurar una conexión hermética entre la chapa y las correas, lo que ayuda a prevenir filtraciones de agua y aire.

### f) Proceso de Terminación Exterior Y Avance de la construcción

Dado que el proyecto contempla un acabado exterior con el sistema térmico, se instalan las placas de rigidización y sobre ellas se aplica la membrana contra viento y agua. Durante esta etapa, se colocan las carpinterías exteriores. Una vez completada la envolvente, en el interior se inicia la instalación de todas las tuberías para las diversas instalaciones, aprovechando el punzonado de los

## **ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA UTILIZACIÓN DEL SISTEMA STEEL FRAMING Y EL SISTEMA CONVENCIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL CON 3 NIVELES EN CORONEL OVIEDO EN EL AÑO 2024**

---

montantes. Esto permite realizar pruebas de funcionamiento de cada instalación y posibles reparaciones antes de la finalización interior. Al mismo tiempo que se realizan estos trabajos en el interior, se avanzan en las terminaciones de la cubierta y del revestimiento exterior, lo que contribuye a reducir significativamente los plazos de obra.

Internamente, realizamos tareas en simultáneo. Por ejemplo, no es necesario completar todas las instalaciones antes de comenzar a colocar las aislaciones térmicas y acústicas entre los montantes. Podemos dividir estas instalaciones por sectores para acelerar el avance de la obra. Similarmente a la barrera contra viento y agua en el exterior, aplicamos una barrera de vapor en los muros.

Se puede no haber instalado toda la barrera de vapor para comenzar a colocar las placas de yeso y sellar sus juntas. Podemos organizar varios grupos de trabajo para avanzar simultáneamente y cumplir con los plazos establecidos.

Los trabajos de terminación siguen las prácticas convencionales del buen arte en construcción, sin diferencias respecto al método tradicional. Esto incluye pinturas interiores, revestimientos cerámicos, instalación de pisos, zócalos, artefactos, entre otros aspectos.

### ***3.1.1.3 PLAZO DE OBRA***

En la construcción, se hace referencia a la sucesión de tareas que determinan la duración total del proyecto.

En la construcción convencional, muchas de estas tareas son críticas, lo que significa que cualquier retraso en una de ellas afecta el tiempo total de la obra.

Sin embargo, en el caso del montaje de una obra con Steel Framing, existen varias tareas que no son críticas y pueden realizarse simultáneamente, lo que acelera el tiempo final de la obra. Utilizando el método stickbuilding, es posible reducir los plazos hasta la mitad en comparación con la construcción tradicional, o aún más si se optimizan.

El cálculo del presupuesto para la opción tradicional se ha realizado considerando los costos actuales de los materiales y la mano de obra que son típicos en la industria de la construcción local.

# ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA UTILIZACIÓN DEL SISTEMA STEEL FRAMING Y EL SISTEMA CONVENCIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL CON 3 NIVELES EN CORONEL OVIEDO EN EL AÑO 2024

## 3.1.2 Estructura de hormigón convencional

El presupuesto para la propuesta utilizando el método Steel Framing ha sido preparado considerando los costos actuales de los materiales y la mano de obra que son comunes en la industria de la construcción en nuestro país.

*Tabla 3. Presupuesto Sistema Convencional.*

COMPUTO METRICO Y PRESUPUESTO					
OBRA:	EDIFICIO DE DEPARTAMENTOS - PROPUESTA EN METODO CONVENCIONAL				
Item	Rubro	Unid	Cant	P. Unit.	P. Total
<b>1</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				
1.1	Limpieza del terreno	m2	1093.00	€ 4.000	€ 4.372.000
1.2	Vallado de obra	ml	215.10	€ 103.240	€ 22.206.924
1.3	Casilla de obrador	m2	25.00	€ 198.000	€ 4.950.000
1.4	Replanteo y marcación	m2	523.60	€ 3.000	€ 1.570.800
1.5	Cartel de obra y señalización	gl	1.00	€ 450.000	€ 450.000
<b>2</b>	<b>CIMENTACIÓN</b>				
2.1	Vigas de equilibrio	m3	26.93	€ 3.194.450	€ 86.036.122
2.1	Encepados	m3	60.22	€ 2.057.544	€ 123.899.127
2.3	Pilotes de fundación H <sup>4</sup> A° D=30cm Fck=210 kg/cm <sup>2</sup>	ml	168.00	€ 410.027	€ 68.884.536
<b>3</b>	<b>ESTRUCTURAS DE HORMIGON</b>				
3.1	Vigas	m3	89.60	€ 3.194.450	€ 286.222.720
3.2	Losa	m3	104.27	€ 2.281.300	€ 237.871.151
3.3	Pilares	m3	27.94	€ 2.829.946	€ 79.068.691
3.4	Muros de hormigón armado	m3	3.20	€ 2.519.800	€ 8.063.360
<b>4</b>	<b>ESCALERA DE HA ELABORADO IN SITU</b>				
4.1	Escala Fck=210 kg/cm <sup>2</sup>	m3	3.41	€ 2.752.712	€ 9.386.748
<b>5</b>	<b>ALBAÑILERIA</b>				
<b>5.1</b>	<b>MAMPOSTERIA</b>				
5.1.1	Mamposteria de elevación de 0,20m ladrillo común	m2	490.28	€ 128.443	€ 62.972.918
5.1.2	Mamposteria de 0,15 común	m2	1165.58	€ 100.838	€ 117.535.038
5.1.3	Mamposteria de ladrillo convoco	m2	64.26	€ 116.050	€ 7.457.373
<b>5.2</b>	<b>REVOQUES</b>				
5.2.1	Revoque interior de pared	m2	3136.73	€ 29.850	€ 93.631.310
5.2.2	Revoque exterior con aislación hidrofuga	m2	559.17	€ 31.365	€ 17.538.420
5.2.3	Azotada impermeable de 0,5	m2	559.17	€ 12.465	€ 6.970.075
<b>5.3</b>	<b>ENVARILLADO Y ARRANQUE</b>				
5.3.1	Envarillado en mamposterias, 2 varillas de 8mm	ml	85.53	€ 19.550	€ 1.672.022
<b>5.4</b>	<b>CONTRAPISOS Y CARPETAS</b>				
5.4.1	Contrapiso de hormigon con cascotes e=10cm sobre suelo natural	m2	485.61	€ 33.999	€ 16.510.282
5.4.2	Carpeta de regularización	m2	485.61	€ 31.910	€ 15.495.841
5.4.3	Contrapiso sobre losa e= 5cm	m2	853.26	€ 35.931	€ 30.658.313
5.4.4	Contrapiso en losa sanitaria	m2	84.85	€ 49.655	€ 4.213.227
<b>6</b>	<b>TERMINACIONES</b>				
<b>6.1</b>	<b>PISOS</b>				
6.1.1	Porcelanato 60x60cm	m2	1193.11	€ 147.846	€ 176.396.275
<b>6.2</b>	<b>ZOCALO</b>				
6.2.1	Porcelanato	ml	460.91	€ 45.025	€ 20.752.293
<b>6.3</b>	<b>REVESTIMIENTO</b>				
6.3.1	Azulejo ceramico 15x15 en baños	m2	368.26	€ 107.300	€ 39.514.298
<b>7</b>	<b> AISLACIÓN</b>				
7.1	Horizontal 0,15 cm hidrófugo y asfalto	m2	167.31	€ 31.818	€ 5.323.339
7.2	Aislación de losa para baño	m2	84.85	€ 59.847	€ 5.078.018
7.3	Aislación de azotea	m2	18.25	€ 60.750	€ 1.108.688
<b>8</b>	<b>ESTRUCTURA DE TECHO</b>				
8.1	Doble en cajón soldado 2C 250x80x25x4	un de 6 ml	44.00	€ 156.000	€ 6.864.000
8.2	Doble en cajón soldado 2C 250x80x25x3	un de 6 ml	36.00	€ 1.121.000	€ 40.356.000
8.3	Doble en cajón soldado 2C 180x70x20x3	un de 6 ml	30.00	€ 840.800	€ 25.224.000
8.4	Correa 140X50X20X2	un de 6 ml	77.00	€ 240.900	€ 18.549.300
8.5	Chapa termoacustica con relleno de poliuretano de 30mm. Chapa superior e inferior trapezoidal galvalume de 0,43mm	m2	472.35	€ 210.395	€ 99.380.078
8.6	Canaleta externa de chapa Galvanizada nro. 24 desarrollo 0,50m	ml	174.23	€ 140.000	€ 24.392.200
<b>SUB TOTAL</b>					<b>€ 1.770.575.486</b>
<b>COSTO INDIRECTOS DE OBRA+UTILIDAD</b>					<b>€ 265.586.322.89</b>
<b>TOTAL</b>					<b>€ 2.036.161.808.84</b>
<b>Costo por m2</b>					<b>€ 1.316.753.52</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA UTILIZACIÓN DEL SISTEMA STEEL FRAMING Y EL SISTEMA CONVENCIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL CON 3 NIVELES EN CORONEL OVIEDO EN EL AÑO 2024**

**3.2 ANÁLISIS COMPARATIVO**

*Tabla 4. Tabla de resumen Steel Framing*

<b>RESUMEN DE COSTOS POR RUBRO</b>		
<b>OBRA: EDIFICIO DE DEPARTAMENTOS - PROPUESTA STEEL FRAMING</b>		
<b>ITEM</b>	<b>RUBRO</b>	<b>P. TOTAL</b>
1	Trabajos preliminares	¢ 33.549.724
2	Cimentación	¢ 389.763.033
3	Estructura metálica	¢ 579.092.891
4	Muros	¢ 333.666.248
5	Terminaciones	¢ 370.923.271
6	Aislacion	¢ 102.516.791
7	Estructura de Techo	¢ 214.765.578
<b>SUB TOTAL</b>		<b>¢ 2.024.277.537</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS DE OBRA + UTILIDAD</b>		<b>¢ 303.641.631</b>
<b>TOTAL</b>		<b>¢ 2.327.919.167</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

*Tabla 5. Tabla de resumen Sistema Convencional*

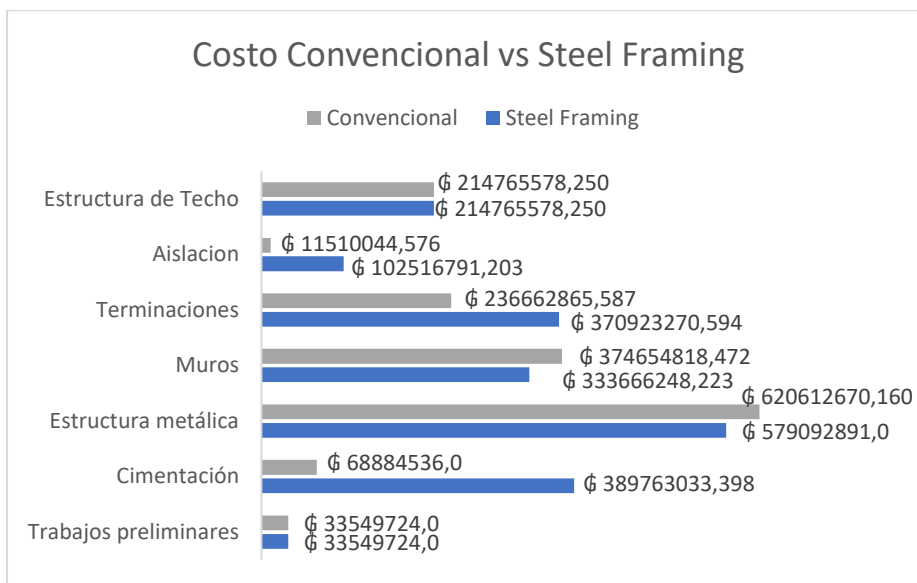
<b>RESUMEN DE COSTOS POR RUBRO</b>		
<b>OBRA: EDIFICIO DE DEPARTAMENTOS - SISTEMA CONVENCIONAL</b>		
<b>ITEM</b>	<b>RUBRO</b>	<b>P. TOTAL</b>
1	Trabajos preliminares	¢ 33.549.724
2	Cimentación	¢ 68.884.536
3	Estructura de HoAo	¢ 620.612.670
4	Albañileria	¢ 374.654.818
5	Terminaciones	¢ 236.662.866
6	Aislacion	¢ 11.510.045
7	Estructura de Techo	¢ 214.765.578
<b>SUB TOTAL</b>		<b>¢ 1.560.640.237</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS DE OBRA + UTILIDAD</b>		<b>¢ 234.096.036</b>
<b>TOTAL</b>		<b>¢ 1.794.736.273</b>

*Fuente: Elaboración propia.*

Las tablas 4 y 5 presentan los resúmenes de los presupuestos de las Estructuras de Hormigón Armado y Metálicas, organizados por categorías. Cada categoría en ambos presupuestos está alineada, lo que facilita las comparaciones entre ambas estructuras.

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA UTILIZACIÓN DEL SISTEMA STEEL FRAMING Y EL SISTEMA CONVENCIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL CON 3 NIVELES EN CORONEL OVIEDO EN EL AÑO 2024**

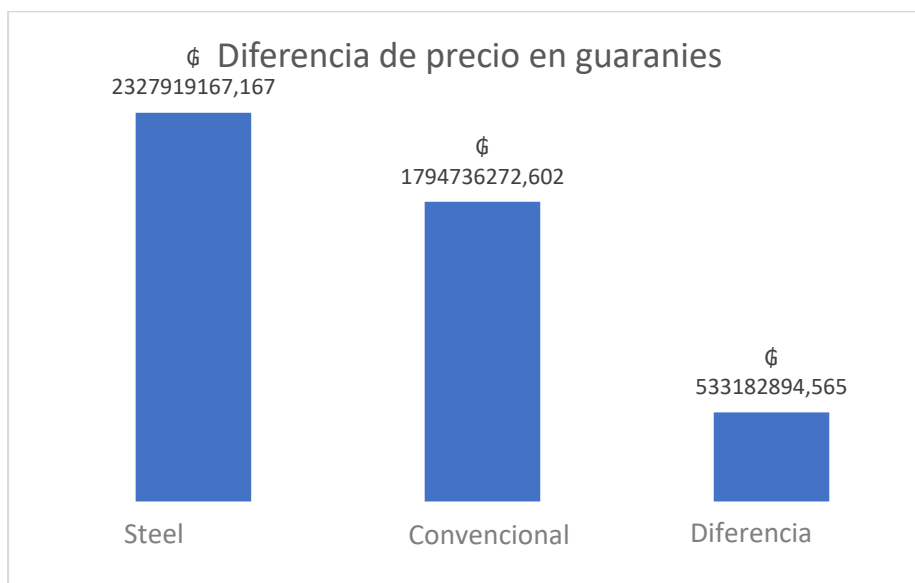
*Figura 3. Comparativa de costo entre el Steel Framing y el sistema Convencional*



*Fuente: Elaboración propia.*

Según los datos presentados en las tablas anteriores, se ha confeccionado un gráfico comparativo (Gráfico 1) que ilustra los aspectos más destacados en términos de costos para cada proyecto. Se observa que los componentes que más influyen en el costo total son la estructura del techo, la estructura en general y las cimentaciones. Además, se identifican variaciones en componentes como el aislamiento, los acabados, las paredes/mampostería, la estructura y las cimentaciones. La instalación de los cerramientos en la estructura metálica requiere de mano de obra especializada para asegurar la correcta fijación y el sellado de las uniones entre los paneles. En el caso del Steel Framing, todas las fases del proyecto demandan personal altamente cualificado, lo que conlleva una inversión adicional.

*Figura 4. Diferencias de precios finales*



*Fuente: Elaboración propia.*

# ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA UTILIZACIÓN DEL SISTEMA STEEL FRAMING Y EL SISTEMA CONVENCIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL CON 3 NIVELES EN CORONEL OVIEDO EN EL AÑO 2024

## 3.3 CRONOGRAMAS

En ambos casos, los cronogramas se establecen en días hábiles. Para elaborar estos cronogramas, se supuso la colaboración de 15 trabajadores, cada uno laborando 8 horas al día, con inicio a las 7:00 a.m. y finalización a las 5:00 p.m., con 30 minutos de descanso tanto por la mañana como por la tarde, y una hora de almuerzo de 12:00 p.m. a 1:00 p.m.

Los cronogramas de actividades para ambos métodos, presentados en las Tablas 6 y 7, han sido elaborados conforme a los principios de programación y control de proyectos.

En el caso de la estructura convencional, la secuenciación de muchas actividades depende de la finalización de las tareas precedentes antes de poder iniciar las subsecuentes.

*Tabla 6. Cronograma del sistema convencional*

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
EDIFICIO DE DEPARTAMENTOS MÉTODO CONVENCIONAL			
INICIO DE OBRA	05/02/24	05/02/24	05/02/24
OBRAS CIVILES	265 días	05/02/24	05/02/24
Trabajos preliminares	8 días	05/02/24	13/02/24
Cimentación	30 días	14/02/24	27/03/24
Estructura de H°A°	79 días	16/04/24	07/08/24
Albañilería	140 días	03/06/24	07/02/25
Terminaciones	40 días	16/12/24	07/02/25
Aislación	46 días	30/09/24	07/02/25
Estructura de Techo	10 días	16/12/24	03/01/25
FIN DE OBRA	0 días		

*Fuente: Elaboración propia.*

*Tabla 7. Cronograma del steel framing.*

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
EDIFICIO DE DEPARTAMENTOS MÉTODO STEEL FRAMING			
INICIO DE OBRA		05/02/24	05/02/24
OBRAS CIVILES	145 días		
Trabajos preliminares	8 días	05/02/24	13/02/24
Cimentación	30 días	14/02/24	27/03/24
Estructura metálica	60 días	18/03/24	31/05/24
Muros	60 días	31/05/24	23/08/24
Terminaciones	45 días	21/06/24	23/08/24
Aislación	8 días	28/06/24	23/08/24
Estructura de Techo	9 días	31/05/24	13/06/24
FIN DE OBRA	0 días		

*Fuente: Elaboración propia*

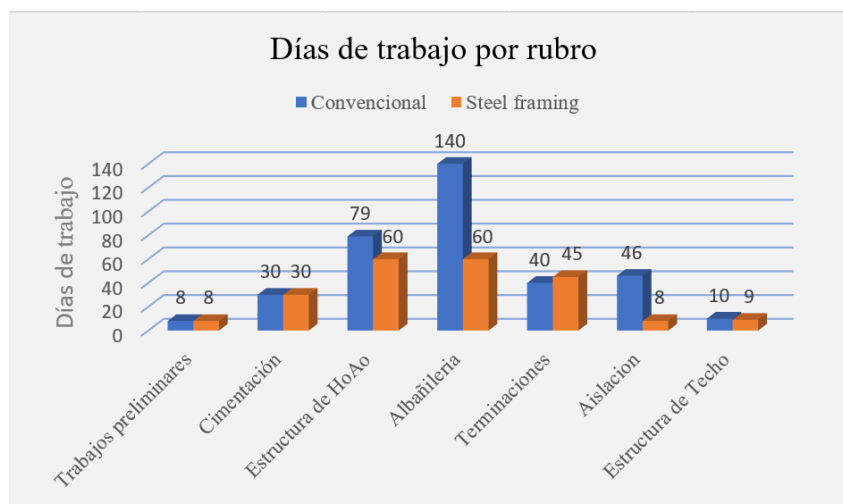
Tal como se mencionó antes, la mayoría de las actividades pueden llevarse a cabo al mismo tiempo.

# ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA UTILIZACIÓN DEL SISTEMA STEEL FRAMING Y EL SISTEMA CONVENCIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL CON 3 NIVELES EN CORONEL OVIEDO EN EL AÑO 2024

## 3.4 ANALISIS DEL CRONOGRAMA ENTRE EL STEEL FRAMING Y CONVENCIONAL.

La diferencia más notable se evidencia en los tiempos requeridos para cada tipo de estructura, mostrando una disparidad considerable. Además, existen discrepancias significativas en otros aspectos, lo que contribuye a la finalización rápida de la obra. Es especialmente notable la diferencia en los procesos de estructura, aislación, cerramiento y terminación, siendo estos los que demandan más tiempo en las estructuras convencionales.

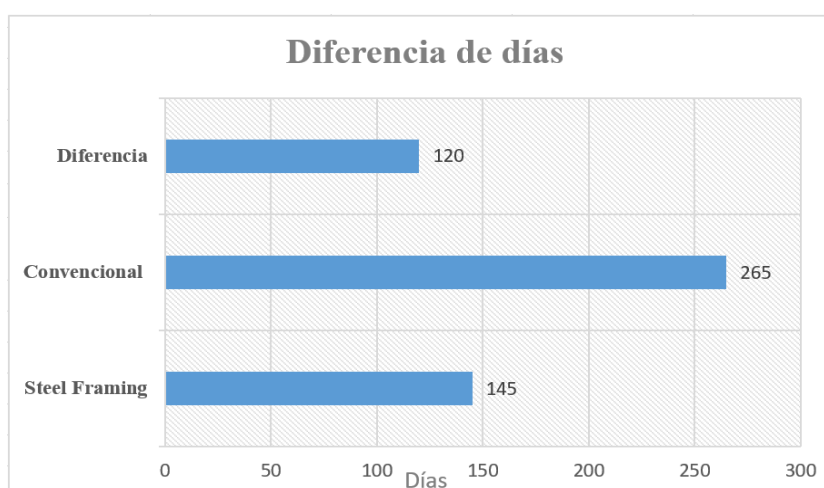
**Figura 5. Gráfico comparativo**



*Fuente: Elaboración propia*

La figura 2 exhibe la disparidad total en días entre ambos enfoques. Todos los factores previamente mencionados influyen en el cronograma de finalización, aunque su influencia varía en magnitud. Se subraya una marcada discrepancia en el tiempo de ejecución a favor del Steel Framing, mientras que la discrepancia económica, en porcentaje, es relativamente modesta.

**Figura 6. Gráfico de diferencias de días**



*Fuente: Elaboración propia*

# ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA UTILIZACIÓN DEL SISTEMA STEEL FRAMING Y EL SISTEMA CONVENCIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL CON 3 NIVELES EN CORONEL OVIEDO EN EL AÑO 2024

---

## 3.4.1 Factores que influyen en el tiempo de construcción

Al elaborar el cronograma para estructuras Steel Framing, se evaluó la velocidad de montaje basada en construcciones previas realizadas por el proveedor en el país. Se empleó un equipo de 15 trabajadores capacitados para ambos métodos de construcción.

El transporte de materiales también afecta el cumplimiento del cronograma. Mientras que en la construcción convencional los ladrillos requieren ser transportados a diferentes niveles, en el Steel Framing, un solo trabajador puede movilizar paneles de hasta 5m<sup>2</sup>, lo que agiliza el proceso.

Para el transporte de piezas de acero, se utilizan tres camiones, los cuales se encargan de realizar múltiples viajes según sea necesario.

La fabricación in situ de los paneles, los tiempos aumentan ligeramente, pero el montaje y colocación se agiliza gracias a la distribución uniforme de los montantes cada 40 cm.

A diferencia de la construcción convencional, donde las actividades están interrelacionadas, limitando la posibilidad de adelantar plazos, el Steel Framing permite realizar varias actividades de forma simultánea y mecanizada, lo que optimiza los tiempos de construcción.

## 3.5 ANÁLISIS FINANCIERO

Dado el menor tiempo de construcción de las estructuras Steel Framing en comparación con las convencionales, ambas se someten a un análisis que prioriza el aspecto económico en función del tiempo.

Considerando las divergencias entre el sistema de construcción convencional y el Steel Framing, se anticipa la posibilidad de habilitar el edificio construido con este último antes que en el caso del método convencional. Esta premura en el usufructo permitirá obtener ingresos anticipados en comparación con el modelo convencional.

En el sistema de construcción convencional, las instalaciones de servicio, como las eléctricas, hidráulicas y de climatización, suelen integrarse dentro de las paredes y techos construidos con materiales como ladrillos, cemento y hormigón. Esto dificulta el acceso a estas instalaciones para llevar a cabo labores de mantenimiento, reparación o actualización. En muchos casos, es necesario romper parte de la estructura para acceder a las tuberías, cables eléctricos u otros componentes, lo que puede resultar en costos adicionales y molestias para los residentes o usuarios del edificio.

Por otro lado, en el sistema de Steel Framing, las instalaciones de servicio se integran de manera modular y más accesible. Debido a la naturaleza ligera y flexible de los componentes de acero galvanizado utilizados en este sistema, es más sencillo diseñar y montar canales y conductos para las instalaciones, los cuales pueden ser fácilmente accesibles a través de paneles. Esto facilita en gran medida las labores de mantenimiento, ya que se pueden realizar sin necesidad de alterar la estructura principal del edificio. Además, la durabilidad del acero galvanizado reduce la probabilidad de corrosión y daños a largo plazo, lo que contribuye a la prolongación de la vida útil de las instalaciones de servicio.

Esto se traduce en costos de mantenimiento más bajos y menos inconvenientes para los propietarios y usuarios del edificio a lo largo del tiempo.

# ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA UTILIZACIÓN DEL SISTEMA STEEL FRAMING Y EL SISTEMA CONVENCIONAL PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN EDIFICIO RESIDENCIAL CON 3 NIVELES EN CORONEL OVIEDO EN EL AÑO 2024

---

## 3.6 CONCLUSIONES FINALES

El método Steel Framing, aunque poco conocido en nuestro país, podría ser considerado el futuro de la construcción de edificios de departamentos debido a sus numerosas ventajas.

En el caso de la construcción de un edificio de departamentos, observamos lo siguiente:

En cuanto al tiempo de construcción, la diferencia fue significativa, con una reducción de 120 días, lo que representa el 45.3 % del tiempo de construcción del método convencional. Esta diferencia implica una rápida entrada al mercado de alquiler de inmuebles, lo que puede traducirse en ganancias más rápidas una vez finalizada la construcción.

En términos económicos, aunque la estructura de hormigón armado convencional resulta más económica en un 12.5%, la diferencia absoluta es de 291,757,358 Gs. A pesar de ello, considerando factores económicos y el tiempo de entrega de la obra, las estructuras de Steel Framing resultan convenientes.

En el análisis estructural, se observa que el Steel Framing trabaja de manera individual y la estructura con el sistema convencional trabaja de manera conjunta.

En cuanto a la cimentación, el método Steel Framing no ofrece un gran ahorro frente al convencional, ya que por la forma en la que trabaja la estructura requiere un mayor apoyo para la planta baja.

Es importante que el ingeniero considere las alternativas estructurales y los tiempos de construcción, teniendo en cuenta la resistencia de las estructuras de Steel Framing a los fenómenos climáticos.

El sistema de construcción Steel Framing proporciona diversos beneficios ambientales en contraposición al sistema de construcción convencional. En primer lugar, implica un menor uso de recursos naturales, como madera y hormigón, lo cual contribuye a la preservación de los ecosistemas forestales y la biodiversidad. Además, reduce la generación de residuos de construcción mediante la prefabricación de componentes de acero galvanizado, promoviendo así una gestión más sostenible de los mismos.

Los edificios erigidos con Steel Framing tienden a exhibir una mayor eficiencia energética, gracias a su capacidad para integrar fácilmente aislamiento térmico y barreras de aire. Esto conduce a una disminución en la demanda de energía para la calefacción y refrigeración de la estructura, reduciendo consecuentemente su huella de carbono. Asimismo, el proceso de construcción con Steel Framing genera menos contaminación y emisiones de carbono en comparación con el método convencional, lo que contribuye a la mitigación del cambio climático.

Este trabajo final de grado busca promover el uso del método Steel Framing en las empresas, siguiendo el ejemplo de países vecinos como Argentina, donde se ha reconocido su equivalencia a la construcción tradicional. Además, al implementar nuevas tecnologías de construcción, se generarán nuevas oportunidades laborales y se requerirá una mayor cantidad de fábricas para satisfacer la demanda de perfiles prefabricados.

### ***3.7 RECOMENDACIONES***

1. Fomentar el conocimiento del método del Steel Framing entre alumnos y docentes en la unidad académica, promoviendo su participación en cursos y talleres especializados. Estas actividades proporcionarán valiosos conocimientos para su desarrollo profesional en la industria de la construcción.
2. Impulsar la realización de Trabajos de Grado que incorporen nuevas tecnologías para agilizar los procesos de construcción.
3. Realizar un análisis de mercado enfocado en la viabilidad de establecer empresas dedicadas a la creación y ejecución de proyectos basados en el sistema Steel Framing
4. Realizar un análisis de mercado para evaluación la viabilidad para establecer empresas dedicadas a la elaboración de perfiles de acero galvanizado.
5. Promover prácticas sostenibles en la construcción con Steel Framing, como el uso de sistemas de energía renovable, para reducir el impacto ambiental.
6. Realizar Proyectos Finales de Grado enfocados en estudiar la implementación del método Steel Framing en la construcción de instituciones educativas.
7. Realizar Proyectos Finales de Grado enfocados en estudiar la implementación del método Steel Framing en la construcción de viviendas de ayuda social, como aquellas financiadas por programas como el Senavitat.

### **CAPÍTULO III**

#### ***BIBLIOGRAFÍA***

- [1] L. D. Pérez, Análisis comparativo de la construcción con drywall con la construcción tradicional en edificaciones del parque industrial Villa El Salvador- lima-2018, Lima: Universidad César Vallejo, 2018.
- [2] (Marcelo Salvador Meza, “Análisis y Comparación del Cálculo Estructural de un Edificio Construido con Hormigón Armado Convencional y construido con el Método Light Steel Frame, 2018)
- [3] A. M. F. Chan, “Sistema constructivo “Steel Frame” (Entramado de acero de bajo espesor) y su utilización en climas tropicales”, Barcelona: ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA DE BARCELONA, 2010.
- [4] (Freitas & Crasto, Steel Framing Arquitectura, 2007)
- [5] R. G. C. Danneman, Manual de ingeniería de Steel framing, La plata: Asociación de Latinoamérica del acero, 2da Edición.
- [6] ESSALUD, «El drywall - Conveniencia de su uso en infraestructura física de los centros asistenciales de ESSALUD,» Boletín Tecnológico Evaluación de Tecnologías en Salud, vol. 1, nº 32, p. 7, 2009.
- [9] Glypac, Manual Técnico del Drywall, Lima: Eternit, 2016.
- [10] B. L. Pacheco, Análisis comparativo para establecer la diferencia de costo y tiempo de la construcción de paredes interiores en una edificación entre el sistema, Guayaquil: Universidad Nacional de Guayaquil, 2016

# ***ANEXOS***