UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CARRERA INGENIERÍA CIVIL

TEMA:

"ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO DEL SISTEMA TRADICIONAL VERSUS LIGHT STEEL FRAMING EN EDIFICACIONES EN CHIPIPE CONSIDERANDO MANTENIMIENTO MARINO Y COSTOS"

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

AUTORES:

RASHELL ELOISA ALVARADO NIVELA

KEVIN ANDRÉS GONZÁLEZ VILLÓN

TUTOR:

ING. JUAN FRANCISCO GARCÉS VARGAS, Ph. D.

LA LIBERTAD, ECUADOR

2026

DEDICATORIA

Dedicado a Dios, por iluminar mi camino y sostenerme en los momentos más difíciles. A mi esposa Jenniffer, por ser mi fuerza, mi inspiración y el pilar que me acompañó con amor en cada paso. A mi hija Camila, cuya llegada llenó mi vida de motivación, esperanza y un amor que impulsa cada uno de mis esfuerzos.

Mención especial para mis abuelitos Julio y Aracelly, mis padres Jorge y Janet, por darme valores, disciplina y la confianza para alcanzar mis sueños. A mis hermanos Magdalena y Pedrito, por estar siempre conmigo, celebrando mis logros y alentándome en las caídas. Esta tesis es gracias a ustedes.

González Villón Kevin Andrés

DEDICATORIA

Dedico esta tesis primeramente a Dios, por ayudarme en mis momentos de cansancio e iluminar mi camino en los momentos de duda y por bendecirme con la oportunidad de alcanzar esta meta. A mis padres Mariuxi Nivela y Wilson Alvarado por siempre confiar en mí, su apoyo constante, cada sacrificio realizado, por enseñarme el valor del esfuerzo, la perseverancia y a nunca darme por vencido.

A mis abuelitos Norma Galarza y en especial a mi abuelito Roberto Nivela quien en vida fue un gran Ingeniero Civil, uno de mis mayores inspiraciones para estudiar esta linda carrera. Todo lo que soy y lo que he logrado se lo debo a todos ustedes.

Alvarado Nivela Rashell Eloisa

AGRADECIMIENTOS

Agradezco, en primer lugar, a Dios, por concederme la vida, la fortaleza y la sabiduría necesarias para culminar esta etapa tan importante de mi formación profesional.

Mi más profundo agradecimiento a mi esposa, Jenniffer, por su amor, paciencia y apoyo incondicional durante todo este proceso. Gracias por creer en mí incluso en los momentos más difíciles y por ser el motor que me impulsó a no rendirme. A mi hija, Camila, quien llegó para llenar mi vida de alegría, esperanza y una motivación aún mayor para luchar por mis metas. Cada esfuerzo realizado tiene como inspiración brindarle un mejor futuro.

A mis abuelitos, Julio y Aracelly, y a mis padres, Jorge y Janet, por los valores, principios, educación y ejemplo de perseverancia que me han transmitido a lo largo de mi vida. Su confianza y sacrificio han sido fundamentales para alcanzar este logro. A mis hermanos, Magdalena y Pedrito, por su cariño, compañía y palabras de aliento en cada etapa de este camino.

Expreso también mi sincero agradecimiento a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, a la Facultad de Ingeniería Civil y a todos los docentes que contribuyeron a mi formación académica y profesional. De manera especial, expreso mi agradecimiento a mi tutor de tesis Ing. Juan Garcés Vargas, PhD por su orientación, acompañamiento y valiosos aportes durante el desarrollo de esta investigación, los cuales fueron fundamentales para alcanzar los objetivos planteados.

Finalmente, agradezco a todas las personas que, de una u otra forma, aportaron con su apoyo y confianza para hacer posible la culminación de este trabajo de titulación.

González Villón Kevin Andrés

AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente a Dios, por guiar mis pasos y darme fuerza en los momentos más difíciles. A mis padres, el pilar más importante de mi vida, gracias por cada sacrificio, por su amor incondicional y por acompañarme en cada paso de este camino. Sus consejos y su ejemplo de esfuerzo y perseverancia me enseñaron que los sueños pueden hacerse realidad. Me siento profundamente orgullosa de ser su hija, este triunfo es por y para ustedes. A mi hermano Adonis, por ser parte importante de mi vida y de esta etapa que hoy culmina.

Con especial cariño, a mi abuelito Ing. Civil Roberto Nivela, quien, aunque ya no está físicamente conmigo, vive en mi corazón y fue mi mayor inspiración para elegir la Ingeniería Civil. Este título es también un homenaje a su legado. A mi abuelita Norma Galarza, por sus oraciones, su aliento y su cariño incondicional; y a mi abuelita Eloisa Sánchez, por ser fuente inagotable de amor y fortaleza.

A mi mejor amiga Psi. Amanda Cruz, por su amistad incondicional y por acompañarme en los momentos más difíciles, gracias por tu amistad incondicional. A mi mejor amigo Ing. David Sornoza, por llegar en el momento indicado, compartir sus conocimientos y brindarme su apoyo. A mi gran amiga Naydely Franco, por tenderme la mano siempre que lo necesité. Y a esa persona especial que llegó de manera inesperada a ser mi lugar seguro, gracias por tu confianza y tus palabras de aliento. A mi perrito Oso, que hoy me acompaña desde el cielo, por ser mi fiel compañero en mis noches de estudio y brindarme un amor tan puro.

A mi tutor de tesis, Ing. Juan Garcés Vargas, PhD, por su tiempo, sus conocimientos y su guía en cada reto académico. Al Ing. Jonny Villao Borbor, MSc, por motivarme siempre a creer en mis capacidades. A la Universidad Estatal Península de Santa Elena, por ser el espacio donde adquirí los conocimientos y valores que hoy me permiten alcanzar esta meta.

Finalmente, a todos mis amigos que formaron parte de esta etapa, gracias por su apoyo y por cada momento compartido.

Alvarado Nivela Rashell Eloisa

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación, modalidad Trabajo de Integración Curricular denominado **"Análisis técnico-económico del sistema tradicional versus light steel framing en edificaciones en chipipe considerando mantenimiento marino y costos"** elaborado por el Sr. GONZÁLEZ VILLÓN KEVIN ANDRÉS y la Srta. ALVARADO NIVELA RASHELL ELOISA, egresados de la Carrera de Ingeniería Civil, Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Ingenieros Civiles, me permito declarar que luego de haberla dirigido, estudiado y revisado, la apruebo en su totalidad.

TUTOR

Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
JUAN FRANCISCO
GARCES VARGAS

Ing. Gárces Vargas, Juan Francisco, Ph. D.

La Libertad, a los 29 días del mes de julio del año 2026

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, **González Villón, Kevin Andrés y Alvarado Nivela, Rashell Eloisa**

DECLARAMOS QUE:

El Trabajo de Titulación **"Análisis técnico-económico del sistema tradicional versus light steel framing en edificaciones en chipipe considerando mantenimiento marino y costos"** previo a la obtención del título de Ingenieros Civiles, 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/nuestra total autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

La Libertad, a los 29 días del mes de julio del año 2026

AUTORES

Kevin A González V.	Rashell A
González Villón, Kevin Andrés	**Alvarado Nivela, Rashell Eloisa**

AUTORIZACIÓN

Nosotros, **González Villón, Kevin Andrés y Alvarado Nivela, Rashell Eloisa**

Autorizamos a la Universidad Península de Santa Elena la publicación en la biblioteca de la Institución del Trabajo de Titulación **denominado "Análisis técnico-económico del sistema tradicional versus light steel framing en edificaciones en chipipe considerando mantenimiento marino y costos"**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.

La Libertad, a los 29 días del mes de julio del año 2026

AUTORES

González Villón, Kevin Andrés	**Alvarado Nivela, Rashell Eloisa**

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO

En calidad de tutor del trabajo de titulación denominado "ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO DEL SISTEMA TRADICIONAL VERSUS LIGHT STEEL FRAMING EN EDIFICACIONES EN CHIPIPE CONSIDERANDO MANTENIMIENTO MARINO Y COSTOS", elaborado por los estudiantes KEVIN ANDRÉS GONZÁLEZ VILLÓN Y RASHELL ELOISA ALVARADO NIVELA, egresados de la carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, previo a la obtención del título de Ingenieros Civiles, me permito declarar que una vez analizado en el sistema antiplagio, luego de haber cumplido con los requerimientos de valoración, el presente trabajo de titulación, se encuentra con un 6 % de la valoración permitida, por consiguiente se procede a emitir el siguiente certificado.

Adjunto del reporte de análisis.

Atentamente,

Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
JUAN FRANCISCO
GARCES VARGAS

Ing. Juan Francisco Gárces Vargas, Ph. D.
DOCENTE TUTOR
C.I.: 0913140216

La Libertad, a los 20 días del mes de julio del año 2026

REPORTE DE ANÁLISIS (ANTIPLAGIO)

Certificado de análisis
Compilatio Studium

TESIS GONZÁLEZ Y ALVARADO - Compilatio(2)
ID : 20e7dfb949486b9e47d6e075738992fc4b3ccc80

6%
Textos sospechosos

Nombre del fichero : TESIS GONZÁLEZ Y ALVARADO - Compilatio(2).txt
Tamaño del archivo original : 400,18 kB
Número de palabras : 18.465

Depositante : Nestor Orrala Vera
Fecha de depósito : 19 de julio de 2026
Tipo de carga : interface
fecha de fin de análisis : 19 de julio de 2026

Resumen (sección 1/2)

Localización de los textos sospechosos en el documento :

Incluido en el porcentaje de textos sospechosos :

Similitudes <1%
Pasajes con similitudes a fuentes encontradas en diferentes colecciones.

Detección de IA 5%
Textos estilísticamente próximos a un texto generado por una IA.
Este índice es un indicador y no una prueba. Comprueba con el autor si domina los conocimientos mencionados en el documento.

No incluido en el porcentaje de textos sospechosos :

Textos entre comillas <1%
Pasajes entre comillas, a menudo indicativos de una cita.

CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA

Lcda. Betty Ruth Gómez Suárez, Mgtr.
Celular: 0962183538
Correo: bettyruthgomez@educacion.gob.ec

CERTIFICACIÓN GRAMATICAL Y ORTOGRÁFICA

Yo, ***BETTY RUTH GÓMEZ SUÁREZ***, en mi calidad de ***LICENCIADA EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN Y MAGÍSTER EN DISEÑO Y EVALUACIÓN DE MODELOS EDUCATIVOS***, por medio de la presente tengo a bien indicar que he leído y corregido el Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del Título de Ingeniero en Civil, denominado ***"ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO DEL SISTEMA TRADICIONAL VERSUS LIGHT STEEL FRAMING EN EDIFICACIONES EN CHIPIPE CONSIDERANDO MANTENIMIENTO MARINO Y COSTOS"***, de los estudiantes: ***ALVARADO NIVELA RASHELL ELOISA y GONZÁLEZ VILLÓN KEVIN ANDRÉS.***

Certifico que está redactado con el correcto manejo del lenguaje, claridad en las expresiones, coherencia en los conceptos e interpretaciones, adecuado empleo en la sinonimia. Además de haber sido escrito de acuerdo a las normas de ortografía y sintaxis vigentes.

En cuanto puedo decir en honor a la verdad y autorizo a los interesados hacer uso del presente como estime conveniente.

Santa Elena, 06 de Julio del 2026

Lcda. Betty Ruth Gómez Suárez, Mgtr.
CI. 0915036529
LICENCIADO EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
MAGÍSTER EN DISEÑO Y EVALUCIÓN DE MODELOS EDUCATIVOS
N° DE REGISTRO DE SENECYT 1050-2014-86052892

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Lucrecia Cristina Moreno Alcívar, Mg

DIRECTORA DE CARRERA

Ing. Raúl Andrés Villao Vera, MSc

DOCENTE ESPECIALISTA

Ing. Juan Francisco Gárces Vargas, Ph. D.

DOCENTE TUTOR

Ing. Richard Iván Ramírez Palma, MSc

DOCENTE GUÍA DE LA UIC

CONTENIDO

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR vi
DECLARACIÓN DE AUTORÍA vii
AUTORIZACIÓN viii
CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO ix
CERTIFICADO DE GRAMATOLOGÍA xi
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN xii
CONTENIDO xiii
LISTA DE TABLAS xvii
LISTA DE FIGURAS xix
RESUMEN xxi
ABSTRACT xxii
CAPÍTULO I 23
INTRODUCCIÓN 23
1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN 26
1.2. ANTECEDENTES 27
1.3. HIPÓTESIS 30
1.3.1 Hipótesis general 30
1.3.2 Hipótesis específicas 30
1.4. OBJETIVOS 31
1.4.1 Objetivo general 31
1.4.2 Objetivos específicos 31
1.5. ALCANCE 32
1.6. VARIABLES 32
1.6.1 Variables independientes 32
1.6.2 Variables dependientes 32
CAPÍTULO II 33

MARCO TEÓRICO 33
2.1. SISTEMA TRADICIONAL DE LA CONSTRUCCIÓN 34
2.1.1 Características de la construcción tradicional 35
2.1.2 Materiales utilizados 36
2.1.3 Proceso constructivo convencional 36
2.1.4 Ventajas 40
2.1.5 Desventajas 41
2.2. SISTEMA LIGHT STEEL FRAMING (LSF) 42
2.2.1 Características constructivas Light Steel Framing 44
2.2.2 Materiales utilizados 48
2.2.3 Elementos básicos que conforman el Sistema Steel Framing 54
2.2.4 Ventajas 63
2.2.5 Desventajas 65
2.2.6 Costo de mano de obra en Light Steel Framing y hormigón armado 66
2.3. MARCO LEGAL 67
2.3.1 Normativa internacional Light Steel Framing 68
2.3.2 Normativa nacional Light Steel Framing 71
2.3.3 Normativa internacional hormigón armado 72
2.3.4 Normativa nacional hormigón armado 73
2.4. AMBIENTE MARINO Y MECANISMOS DE DETERIORO 75
2.4.1 Mecanismos de deterioro en la construcción tradicional 75
2.4.2 Mecanismos de deterioro en el sistema Light Steel Framing 76
2.5. MANTENIMIENTO DE EDIFICACIONES EN AMBIENTE MARINO 77
2.5.1 Mantenimiento en edificaciones de construcción tradicional 77
2.5.2 Mantenimiento en edificaciones con sistema Light Steel Framing 79
2.6. COSTOS DEL CICLO DE VIDA 80
2.6.1 Beneficios del Costo de ciclo de vida en la toma de decisiones 81
2.6.2 Tasa de descuento y variables económicas en Ecuador 82
2.6.3 Durabilidad de edificaciones en ambiente marino 82
CAPÍTULO III 83
METODOLOGÍA 83
3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN. 83
3.1.1 Tipo (aplicada) 83

3.1.2 Nivel (descriptivo-comparativo) 83
3.2. MÉTODO, ENFOQUE Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN 84
3.2.1 Método (Comparativo) 84
3.2.2 Enfoque (cuantitativo) 84
3.2.3 Diseño (no experimental) 84
3.2.4 Descripción de la estructura 85
3.2.5 Características constructivas 85
3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO 85
3.4. ÁREA DE ESTUDIO 85
3.4.1 Ubicación 85
3.5. METODOLOGÍA DEL O.E.1.: IDENTIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y TÉCNICAS DEL SISTEMA TRADICIONAL Y DEL SISTEMA LIGHT STEEL FRAMING 86
3.5.1 Selección del diseño arquitectónico base 86
3.5.2 Identificación de características constructivas 86
3.5.3 Verificación de cargas y análisis del sistema Light Steel Framing 87
3.5.4 Elaboración de cuadros comparativos 97
3.6. METODOLOGÍA DEL O.E.2.: ELABORACIÓN DE PRESUPUESTOS, PROGRAMACIÓN DE OBRA Y EVALUACIÓN DEL COSTO DEL CICLO DE VIDA 97
3.6.1 Elaboración de presupuestos de obra 97
3.6.2 Elaboración de cronogramas de ejecución 97
3.6.3 Evaluación del costo del ciclo de vida 98
3.7. METODOLOGÍA DEL O.E.3.: DETERMINACIÓN DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO MÁS EFICIENTE DESDE EL PUNTO DE VISTA TÉCNICO–ECONÓMICO 99
3.7.1 Definición de criterios de evaluación 99
3.7.2 Análisis comparativo técnico–económico 100
3.7.3 Determinación del sistema más eficiente 100
CAPÍTULO IV 101
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS 101
4.1. RESULTADOS DEL O.E.1.: IDENTIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y TÉCNICAS DEL SISTEMA

TRADICIONAL Y DEL SISTEMA LIGHT STEEL FRAMING 101
4.1.1 Planos arquitectónicos Hormigón Armado 101
4.1.2 Planos arquitectónicos Light Steel Framing..... 102
4.1.3 Verificación técnica mediante modelado estructural en SAP2000 103
4.1.4 Tiempo de construcción Hormigón Armado y Steel Framing 106
4.1.5 Mantenimiento en Ambiente Marino 108
4.2. RESULTADOS DEL O.E.2.: ELABORACIÓN DE PRESUPUESTOS, PROGRAMACIÓN DE OBRA Y EVALUACIÓN DEL COSTO DEL CICLO DE VIDA……...113
4.2.1 Presupuesto referencial de Hormigón Armado 113
4.2.2 Costo por metro cuadrado de construcción de Hormigón Armado..... 114
4.2.3 Curva S de Hormigón Armado..... 114
4.2.4 Costo de ciclo de vida de Hormigón Armado 116
4.2.5 Presupuesto referencial de Light Steel Framing 117
4.2.6 Costo por metro cuadrado de construcción de Light Steel Framing 118
4.2.7 Curva S de Light Steel Framing..... 118
4.2.8 Costo de ciclo de vida de Light Steel Framing 119
4.3. RESULTADOS DEL O.E.3.: DETERMINACIÓN DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO MÁS EFICIENTE DESDE EL PUNTO DE VISTA TÉCNICO–ECONÓMICO 120
CAPITULO V 122
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 122
5.1. CONCLUSIONES 122
5.2. RECOMENDACIONES..... 123
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 124
ANEXOS 131

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Materiales mezclas de hormigón 37
Tabla 2. Varillas de refuerzo 37
Tabla 3. Mallas electrosoldadas 38
Tabla 4. Materiales de encofrados 39
Tabla 5.Bloques de piedra pómez u hormigón 40
Tabla 6. Uniones Steel Framing 57
Tabla 7. Escaleras 59
Tabla 8. Viga cajón inclinada, paneles escalonados + paneles de peldaño 60
Tabla 9. Elementos de Rigidización 61
Tabla 10. Refuerzos para entrepiso y estabilización 62
Tabla 11. Refuerzos entrepiso 63
Tabla 12. Costo mano de obra en Light Steel Framing 66
Tabla 13. Costo mano de obra en Hormigón Armado 67
Tabla 14. Normativas AISI 69
Tabla 15. Normativa ASTM 70
Tabla 16. Manual ILAFA 70
Tabla 17. Normas NEC 71
Tabla 18. Normativa ACI 72
Tabla 19. Normativa NEC 73
Tabla 20. Normativa NEC 74
Tabla 21. Datos de losa de cimentación 88
Tabla 22. Carga muerta entrepiso 103
Tabla 23. Carga muerta cubierta 104
Tabla 24. Carga viva entrepiso y cubierta 104
Tabla 25. Carga de viento 105
Tabla 26. Carga Sísmica en Chipipe 105
Tabla 27. Resultados tiempo de ejecución 108
Tabla 28. Costo de mantenimiento Hormigón Armado en 50 años 109
Tabla 29.Costo de mantenimiento Light Steel Framing en 50 años 111
Tabla 30. Presupuesto referencial de Hormigón Armado 113
Tabla 31. Avance Planificado de Hormigón Armado 115

Tabla 32. Presupuesto referencial de Light Steel Framing 117
Tabla 33. Avance planificado de Light Steel Framing..... 118

LISTA DE FIGURAS

Ilustración 1. Hormigón Armado vs Light Steel Framing 33
Ilustración 2. Sistema de construcción tradicional 34
Ilustración 3. Estructura en construcción de hormigón armado con cimentación y columnas 35
Ilustración 4. Estructura liviana tipo Steel Framing con perfiles de acero galvanizado y 42
Ilustración 5. Acopio de chatarra metálica compactada y perfiles de acero 43
Ilustración 6. Acero galvanizado 43
Ilustración 7. Vista esquemática de una vivienda en Steel Framing 44
Ilustración 8. Panel típico de Light Steel Framing 45
Ilustración 9. Diseño esquemático de un panel estructural con ventana 45
Ilustración 10. Tipos de tornillos para Steel Framing: Tornillo T1 Punta Mecha, T2 Punta Mecha, Hexagonal Punta Mecha y Punta Mecha con alas 46
Ilustración 11. Muro simple para interior y exterior con placa de fibrocemento y placa de yeso estándar 47
Ilustración 12. Paneles aislantes 48
Ilustración 13. Aislamiento térmico utilizando materiales aislantes en las cavidades 48
Ilustración 14. Perfiles Estructurales 49
Ilustración 15. Perfiles No Estructurales 49
Ilustración 16. Conectores y anclajes 50
Ilustración 17. Conectores y anclajes 50
Ilustración 18. Conectores y anclajes 51
Ilustración 19. Conectores y anclajes 51
Ilustración 20. Conectores y anclajes 52
Ilustración 21. Tornillos autoperforantes 53
Ilustración 22. Placas de Gypsum 53
Ilustración 23. Placas de fibrocemento 54
Ilustración 24. Anclajes 55
Ilustración 25. Paneles estructurales 56
Ilustración 26.Paneles no estructurales 56
Ilustración 27. Entrepiso 58
Ilustración 28. Cubierta 59
Ilustración 29. Construcción de Light Steel Framing. 64

Ilustración 30. Deterioro por corrosión en una unión metálica estructural con pérdida 65
Ilustración 31. Área de construcción 218,55 m2 en Chipipe, Salinas..... 85
Ilustración 32. Vista aérea del terreno..... 86
Ilustración 33. Coeficiente de corrección..... 94
Ilustración 34. Factor de forma Cf 94
Ilustración 35. Coeficiente Contorno/Altura 95
Ilustración 36. Zonificación sísmica del Ecuador para fines de diseño y valores del factor de zona (Z) 96
Ilustración 37. Valores del Factor Z en Función Sísmica Adoptada..... 96
Ilustración 38. Dato de la zona de investigación y su factor Z 96
Ilustración 39. Planos Arquitectónicos Hormigón Armado 101
Ilustración 40. Planos Arquitectónicos Steel Framing 102
Ilustración 41. Diseño estructural Steel Framing 106
Ilustración 42. Diseño de las vigas de entrepiso 106
Ilustración 43. Diagrama de Gantt Hormigón Armado..... 107
Ilustración 44. Diagrama de Gantt Light Steel Framing 107
Ilustración 45. Gráfica de Curva S que muestra el avance acumulado de Hormigón Armado en porcentaje a lo largo de las semanas 116
Ilustración 46. Gráfica de Curva S que muestra el avance acumulado de Light Steel Framing en porcentaje a lo largo de las semanas..... 119

“ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO DEL SISTEMA TRADICIONAL VERSUS LIGHT STEEL FRAMING EN EDIFICACIONES EN CHIPIPE CONSIDERANDO MANTENIMIENTO MARINO Y COSTOS”

Autores: González Villón Kevin Andrés
Alvarado Nivela Rashell Eloisa

Tutor: Ing. Juan Francisco Garcés Vargas, Ph. D.

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo realizar un análisis técnico-económico comparativo entre el sistema constructivo tradicional de hormigón armado con mampostería y el sistema Light Steel Framing en edificaciones residenciales ubicadas en la parroquia Chipipe, caracterizada por condiciones propias de un ambiente marino. Estas condiciones influyen directamente en la durabilidad de los materiales y en los costos de mantenimiento de las edificaciones.

El estudio se desarrolla mediante la evaluación de aspectos técnicos, tales como características estructurales generales, tiempos de ejecución y durabilidad, así como aspectos económicos relacionados con los costos de construcción y mantenimiento. Para ello, se elaboran metrados y presupuestos referenciales bajo condiciones de diseño equivalentes para ambos sistemas constructivos, considerando criterios técnicos y normativos vigentes. Los resultados obtenidos permiten identificar las diferencias técnicas y económicas entre ambos sistemas, evidenciando la influencia del ambiente marino en su desempeño y en los requerimientos de mantenimiento. Finalmente, la investigación proporciona criterios técnicos que contribuyen a la toma de decisiones en la selección del sistema constructivo más eficiente para edificaciones de dos niveles en zonas costeras.

PALABRAS CLAVES: *SISTEMA CONSTRUCTIVO, LIGHT STEEL FRAMING, HORMIGÓN ARMADO, AMBIENTE MARINO, ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO.*

“TECHNICAL–ECONOMIC ANALYSIS OF THE TRADITIONAL CONSTRUCTION SYSTEM VERSUS LIGHT STEEL FRAMING IN TWO-STORY BUILDINGS IN CHIPIPE, CONSIDERING MARINE MAINTENANCE AND COSTS”

Authors: González Villón Kevin Andrés
Alvarado Nivela Rashell Eloisa

Thesis Advisor: Ing. Juan Francisco Garcés Vargas, Ph. D.

ABSTRACT

The present research aims to conduct a comparative technical-economic analysis between the traditional reinforced concrete and masonry construction system and the Light Steel Framing system in residential buildings located in Chipipe, an area characterized by the conditions of a marine environment. These conditions directly influence the durability of materials and the maintenance costs of buildings.

The study is carried out through the evaluation of technical aspects, such as general structural characteristics, construction execution times, and durability, as well as economic aspects related to construction and maintenance costs. For this purpose, quantity takeoffs and reference budgets are prepared under equivalent design conditions for both construction systems, considering current technical and regulatory standards. The results obtained make it possible to identify the technical and economic differences between both systems, highlighting the influence of the marine environment on their performance and maintenance requirements. Finally, the research provides technical criteria that contribute to decision-making in selecting the most efficient construction system for two-story buildings in coastal areas.

KEYWORDS: *CONSTRUCTION SYSTEM, LIGHT STEEL FRAMING, EINFORCED CONCRETE, MARINE ENVIRONMENT, TECHNICAL-ECONOMIC ANALYSIS*

CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

La vivienda social tiene como finalidad desarrollar construcciones de forma rápida, masiva y económica, sin dejar de cumplir con las normativas de edificación y asegurando niveles adecuados de calidad (Guerra A, 2013). Debido a ello, el sector de la construcción ha impulsado la investigación de nuevos sistemas constructivos, tecnologías y materiales innovadores disponibles en el mercado. En este escenario, los métodos tradicionales de construcción han comenzado a ser comparados con alternativas tecnológicas modernas, entre las cuales destaca el sistema Light Steel Framing, reconocido por las ventajas que ofrece en la construcción contemporánea (Lucero Castro, 2019)

El hormigón armado representa uno de los sistemas constructivos convencionales más empleados en obras civiles. Este método se basa en la utilización de elementos de hormigón reforzados mediante acero en forma de barras, varillas o mallas. Su aplicación es amplia y abarca edificaciones, puentes, carreteras, túneles, presas, industrias y estructuras marítimas. No obstante, el acero de refuerzo puede verse afectado por procesos de corrosión, lo que ocasiona deterioro en las estructuras y hace indispensable la implementación de medidas de prevención y mantenimiento especializado para prolongar su vida útil (Vallejos Buri, 2021).

En cuanto a las estructuras de acero, su principio fundamental consiste en distribuir las cargas de la edificación entre diversos elementos estructurales, permitiendo que cada componente soporte una parte del esfuerzo total (Jorajuria & Servente, 2015). Gracias a este criterio, es posible emplear perfiles más livianos, delgados y de fácil manipulación (Carpio Toral, 2014).

En el ámbito de la construcción de viviendas, suele considerarse que el sistema tradicional es la alternativa más eficiente, económica y rápida disponible; sin embargo, esta percepción no contempla otros aspectos relevantes relacionados con métodos constructivos modernos. Según INEN (2014), existen sistemas innovadores que presentan ventajas significativas en términos de rapidez de ejecución, comportamiento sismorresistente, confort térmico y aislamiento acústico. Cáceres Gaibor (2018) estos sistemas además requieren menor uso de maquinaria pesada, exceptuando las labores correspondientes a la cimentación. A pesar de ello, muchos usuarios continúan optando por métodos tradicionales debido al desconocimiento de los

beneficios que ofrecen las tecnologías constructivas actuales. Según Lucero Castro (2019) señala que la falta de divulgación de estos beneficios frena la transición hacia viviendas mucho más sustentables y óptimas.

Al realizar una comparativa entre el sistema tradicional y el sistema Light Steel Framing queda en evidencia los atributos funcionales y de ingeniería que caracterizan a los esquemas industrializados en la arquitectura tradicional. Según Cáceres Gaibor (2018), el uso de estructuras de acero actúa como sustituto competitivo ante los métodos convencionales, acelerando de forma notable los cronogramas de obra y elevando los factores de confianza ante solicitaciones dinámicas. Por otra parte, INEN (2014) constituye la base legal y técnica indispensable para salvaguardar la habitabilidad y el comportamiento sismorresistente del inmueble. Bajo esta premisa autores como Lucero Castro (2019) insisten en que la validez del proyecto depende enteramente de una rigurosa modelación y del análisis estructural de los elementos, mitigando fallas por subdimensionamiento.

Por consiguiente, la integridad global de cualquier infraestructura habitacional se encuentra intrínsecamente ligada a la fiabilidad y criterio normativo del modelo analítico seleccionado durante la fase de cálculo estructural. Además, el costo de construcción representa una limitante importante para los sectores socioeconómicos de ingresos medios y bajos (McCormac, 2013). Las restricciones económicas condicionan el tipo de sistema constructivo que puede emplearse, motivo por el cual resulta necesario evaluar alternativas tanto tradicionales como estructura de acero que permitan optimizar recursos sin comprometer la seguridad y calidad de la vivienda (Cáceres Gaibor, 2018).

Por otra parte, el hormigón continúa siendo uno de los materiales más utilizados en el sector de la construcción debido a su resistencia y durabilidad. No obstante, Núñez Montiel (2024) indica que este material es altamente vulnerable a la penetración de iones cloruro presentes en ambientes marinos. Aproximadamente el 95 % de estas sales se depositan en zonas urbanas cercanas al mar, favoreciendo procesos de corrosión en las estructuras de hormigón armado. Esta condición acelera el deterioro estructural y reduce la vida útil de las edificaciones, convirtiéndose en un factor determinante para la durabilidad de las construcciones expuestas a ambientes costeros.

La corrosión y los diferentes daños que pueden presentarse tanto en la estructura como en el

hormigón provocan una disminución de la vida útil de las edificaciones y reducen su capacidad de respuesta frente a eventos sísmicos. Esto evidencia que dichos factores repercuten directamente en la economía de los sectores turístico e inmobiliario (Núñez Montiel, 2024).

La construcción mediante estructuras de acero se caracteriza por ser un proceso rápido y práctico. Este sistema demanda menos tiempo de ejecución y menor cantidad de mano de obra en comparación con la construcción convencional, además de ofrecer una mayor precisión y calidad constructiva. La rapidez en la ejecución permite establecer costos más definidos y un mejor control de los plazos de obra. Así mismo, el sistema Steel Framing destaca por su aplicación en zonas con condiciones climáticas y sísmicas desfavorables, proporcionando soluciones eficientes, económicas y funcionales (Ecoliving, 2026).

Las construcciones con estructura de acero requieren un mantenimiento reducido a lo largo del tiempo. La resistencia del acero frente a plagas, humedad, moho y corrosión disminuye considerablemente las necesidades de conservación. Aunque es recomendable realizar inspecciones periódicas para identificar posibles procesos de corrosión y asegurar la estabilidad estructural, el sistema Steel Framing sobresale por sus bajos requerimientos de mantenimiento en comparación con otros métodos constructivos (Homesteel Innovations, 2026).
Desde este punto de vista, la ejecución de un estudio técnico-económico comparativo es un eje indispensable para determinar la viabilidad y el comportamiento de ambos sistemas estructurales considerando un mismo diseño arquitectónico, la misma ubicación geográfica y exigencias operativas. Esta evaluación permite resaltar las diferentes virtudes y limitaciones de cada alternativa, sujetándose a variables críticas tales como el presupuesto de ejecución material (costos directos), los indicadores de desempeño logístico en tiempos de entrega, la resistencia inherente al desgaste de los componentes y el impacto financiero que producen los costos de mantenimiento requeridos en ambiente marino.

Por lo anterior, el propósito de este estudio es realizar un análisis técnico-económico comparativo entre el sistema constructivo tradicional y el sistema de estructura liviana de acero en edificaciones en Chipipe, tomando en cuenta los requerimientos de mantenimiento del medio marino. Los resultados obtenidos servirán como referencia técnica para profesionales de la industria de la construcción, diseñadores y personas públicas y privadas, promoviendo la toma de decisiones reflexivas en la elección del sistema constructivo más conveniente para edificaciones similares en las zonas costeras del Ecuador.

1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La demanda de soluciones habitacionales mantiene una relación directa con la curva de expansión demográfica y la consecuente constitución de núcleos familiares emergentes (Guerra Marcelo, 2013). Partiendo de esta premisa, el acceso a un espacio residencial óptimo trasciende como una prerrogativa universal, indispensable para proveer resguardo y asegurar estándares mínimos de habitabilidad y dignidad (Carpio Toral, 2014).

El sistema Steel Framing no se limita únicamente a la construcción de viviendas, sino que puede aplicarse en diversos tipos de infraestructura según las necesidades de los usuarios. Por ello, Cáceres Gaibor (2018) considera que este sistema constructivo permite desarrollar proyectos con estándares superiores de calidad, contribuyendo a satisfacer la demanda del mercado (Vallejos Buri, 2021).

El análisis de costos constituye un aspecto fundamental al momento de evaluar la adquisición o ejecución de un proyecto (Jorajuria & Servente, 2015). Este análisis permite determinar la existencia de sobrecostos o excedentes de inversión y proporciona información necesaria (McCormac, 2013).

¿Qué sistema constructivo presenta un mejor desempeño técnico y económico en edificaciones ubicadas en zonas costeras expuestas al ambiente marino? En las zonas costeras del Ecuador las edificaciones están expuestas a condiciones ambientales agresivas propias del medio marino, como altos niveles de humedad, salinidad y sustancias corrosivas, que afectan directamente la durabilidad de los materiales y el desempeño de los sistemas constructivos, lo que resulta en mayores necesidades de mantenimiento y costos adicionales a lo largo de la vida útil de los edificios. Ante esta problemática, resulta indispensable ejecutar un estudio para comparar el sistema tradicional y el sistema Light Steel Framing, evaluando costos de construcción, mantenimiento y aspectos técnico-constructivos, con la finalidad de identificar cuál sistema representa una alternativa más eficiente y viable para su aplicación en zonas costeras.

1.2. ANTECEDENTES

En una tesis Rodríguez Díaz & Vergara Pájaro (2019) titulada “Evaluación de la viabilidad de la construcción de viviendas de interés social utilizando una estructura de acero en comparación con un sistema tradicional cerrado de mampostería”, investigadores analizaron la viabilidad del uso de un sistema constructivo con estructura de acero en viviendas de interés social. El enfoque metodológico tuvo como objetivo comparar paso a paso los presupuestos y los plazos de entrega asociados con la estructura de acero y mampostería reforzada en un trabajo determinado. Los resultados revelaron que, si bien la alternativa de estructuras de acero logró reducir los costos indirectos en un 8.2% y optimizar drásticamente los tiempos de entrega en un 32%, el balance financiero global fue 19.3% más caro en comparación con el sistema tradicional. Bajo este escenario financiero, la investigación concluye que la implementación generalizada de estructuras de acero en programas de vivienda social pierde viabilidad, dado que el repunte del costo directo absorbe los márgenes de ahorro logrados por la velocidad de montaje. Pese a esta limitante presupuestaria, el sistema se consolida como un recurso estratégico idóneo para proyectos particulares donde la celeridad del cronograma o la exigencia de cargas estructurales ligeras dicten la prioridad del diseño.

En 1939, el American Iron and Steel Institute desarrolló las primeras directrices y estudios relacionados con las estructuras de Steel Framing (Naranjo Galarza, 2024). Desde entonces, este sistema constructivo comenzó a expandirse hacia distintos países, destacándose especialmente su desarrollo en Japón. Tras los efectos de la Segunda Guerra Mundial, el país impulsó la industrialización del Steel Framing con el propósito de reducir el consumo de recursos forestales y promover la fabricación en serie de viviendas prefabricadas, ofreciendo una solución rápida para las zonas afectadas por los bombardeos y posteriormente para enfrentar fenómenos naturales (Cáceres Gaibor, 2018).

Actualmente países como Canadá, Estados Unidos y Japón utilizan ampliamente el sistema Light Steel Framing, principalmente en la edificación de residencias unifamiliares. Aunque todavía se emplean técnicas tradicionales como el Platform Framing, el Light Steel Framing ha demostrado ser una alternativa eficaz para la edificación de viviendas. En cambio, la implementación en América Latina ha sido más restringida, siendo Chile, Brasil y Argentina los primeros países de la región en utilizar el sistema constructivo (Cáceres Gaibor, 2018).

En un estudio de Sakr et al. (2015) titulado "Un modelo para predecir los costes del ciclo de vida de las estructuras de hormigón armado en el medio marino", señalan que el medio marino se caracteriza por altas temperaturas y humedad relativa, además del ataque de cloruros. Bajo este escenario ambiental, la degradación patológica desencadenada por el ataque de cloruros constituye la principal causa de desmejora en los elementos de hormigón armado. Este fenómeno afecta de manera considerable el comportamiento mecánico de la sección afectada, reduciendo su rigidez a la flexión como su resistencia al esfuerzo cortante, además de comprometer la unión entre estos. Paralelamente, la acumulación de productos de oxidación provoca una expansión de volumen que da lugar a tensiones de tracción interna en la interfaz de los materiales; esto conduce a la aparición de fisuras longitudinales que siguen el recorrido de las barras de refuerzo hasta provocar el daño del revestimiento. Mitigar y prevenir las patologías por corrosión representa un impacto financiero global masivo, con pérdidas estimadas en cerca de 2.2 billones de dólares a nivel mundial. Consecuentemente, el diseño de metodologías de protección que equilibren el costo y el rendimiento estructural ha pasado a ser una de las líneas prioritarias de investigación en la ingeniería civil contemporánea.

En un proyecto de investigación de Antonio Focón Colina et al. (2023) titulado “Análisis de Sistema de Estructura de Acero en Vivienda Asequible en Cajamarca Rural”, el principal objetivo de esta investigación fue determinar la viabilidad financiera y sostenibilidad en la implementación de un modelo habitacional basado en marcos estructurales de acero, específicamente en la parte rural de Cajamarca. Para la investigación se empleó un enfoque cuantitativo con un diseño no experimental y descriptivo. Como parte de la investigación esta se realizó en un terreno de 200 m² en la zona rural de la ciudad, donde se diseñó una casa que cumplió con los requisitos arquitectónicos necesarios y se realizó un análisis estructural mediante modelación matemática.

Según Antonio Focón Colina et al. (2023) el costo por metro cuadrado de edificación se estableció formalmente a través de la estructuración de análisis de precios unitarios. Los datos obtenidos demuestran que la ejecución de viviendas de interés social bajo el esquema de Light Steel Framing reduce los costos en un 66.3% respecto a la mampostería tradicional. Este margen de diferencia pone a los marcos ligeros de acero como una alternativa económicamente viable y sostenible para abordar la escasez en las zonas rurales de Cajamarca. Basado en estos resultados, la investigación actual sugiere que el uso de esta tecnología constructiva podría traer beneficios económicos indispensables en el sector de Chipipe, favoreciendo de esta manera el

análisis comparativo de presupuestos y comportamiento estructural en proyectos de residencia multifamiliar para este sector de Salinas.

En un estudio de Gómez Fajardo (2022) titulado “Diseño y análisis estructural dinámico no lineal de una casa unifamiliar de dos pisos mediante un método constructivo de estructura de acero con losa de entrepiso de acero, aplicando la norma de construcción ecuatoriana y código ACI 318-19” Se utilizó un método de análisis histórico-temporal para evaluar el comportamiento estructural frente a eventos sísmicos. Se utilizaron herramientas como AutoCAD y SAP 2000 para el desarrollo del plano arquitectónico, así como para el diseño y análisis de la estructura con perfiles de acero (Light Steel framing) de acuerdo con los lineamientos NEC 2015 de la norma de construcción ecuatoriana y las normas de diseño AISI. Una vez asegurada la fase de diseño, se generó una simulación estructural mediante un análisis dinámico lineal, complementada con un análisis dinámico no lineal tiempo-historia. La principal característica de este enfoque radica en que vincula de manera los criterios estructurales y resistencia sísmica con la evaluación financiera de vivienda unifamiliares. Desde este punto de vista, es indispensable incorporar sistemas en desarrollo como el Light Steel Framing; aunque esta tecnología pueda requerir una inversión inicial diferenciada en ciertos rubros, su uso está justificado plenamente al aumentar la seguridad estructural y mejorar la respuesta dinámica ante eventos sísmicos.

Carpio Toral (2014) en su proyecto de grado “Diseño estructural de una casa mediante el sistema constructivo LIGHT STEEL FRAMING” describe que, si bien hoy en día se conoce al Light Steel Framing como una nueva tecnología, sus orígenes se remontan al siglo XIX, cuando las casas se construían a partir de piezas de madera de pequeña sección transversal, sistema conocido en la época como “dominante entramado de madera”; Pero un siglo más tarde, en la Feria Mundial de 1933 en Chicago, se lanzó el primer modelo de vivienda de Light Steel Framing, y en la fase de abundante producción de acero posterior a la Segunda Guerra Mundial a finales de los años 1990, el Light Steel Framing representó el 25% de la construcción de viviendas en el país. Además, después de la Segunda Guerra Mundial, este sistema se utilizó en Japón para reconstruir millones de casas destruidas en la guerra; Se restringió el uso de la madera porque era causa de muchos incendios, y finalmente se encontraron las ventajas de utilizar el acero como material con mayor resistencia a los desastres naturales y como material no combustible.

Abordando diferentes perspectivas y enfoques, estos antecedentes enriquecen el estudio comparativo de costo y desempeño: método tradicional versus Light Steel framing en la construcción de viviendas en el sector Chipipe. Ofrecen información valiosa sobre la eficiencia, la sostenibilidad y los desafíos económicos asociados con diferentes sistemas de construcción, sentando las bases metodológicas requeridas para efectuar un contraste minucioso y contextualizado dentro del sector de la construcción.

1.3. HIPÓTESIS

1.3.1 Hipótesis general

El sistema Light Steel Framing constituye una alternativa técnica y económicamente más eficiente que el sistema tradicional en las edificaciones ubicadas en Chipipe, debido a que existen diferencias significativas en los costos de construcción y mantenimiento en el ambiente marino.

1.3.2 Hipótesis específicas

H.E 1.: El costo total de ejecución de edificaciones con sistema Light Steel Framing es menor en contraste con el sistema tradicional en el sector de Chipipe.

H.E 2.: El sistema Light Steel Framing demanda un plazo de construcción menor frente a los sistemas constructivos tradicionales en edificaciones ubicadas en ambiente marino.

H.E 3: El sistema Light Steel Framing presenta mayor eficiencia en términos de mantenimiento y durabilidad frente al sistema tradicional en edificaciones ubicadas en la zona de estudio, debido a la reducción de intervenciones y costos asociados al ambiente marino.

1.4. OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

Determinar la viabilidad técnico-económica del sistema tradicional y del sistema Light Steel Framing en edificaciones de 2 niveles en Chipipe, considerando costo de construcción, proceso de ejecución y mantenimiento en ambiente marino.

1.4.2 Objetivos específicos

O.E 1.: Identificar las características constructivas y técnicas del sistema tradicional y del sistema Light Steel Framing a partir de un mismo diseño arquitectónico, verificando su cumplimiento con la normativa vigente.

O.E 2.: Elaborar los presupuestos de ambos métodos constructivos con precios locales actualizados, establecer los cronogramas de ejecución identificando ruta crítica, curva S, evaluar el costo del Ciclo de Vida de ambos sistemas, considerando mantenimiento en ambiente marino.

O.E 3.: Establecer el sistema constructivo más eficiente desde el punto de vista técnico-económico para edificaciones en zonas costeras.

1.5. ALCANCE

En este estudio, se realizará un análisis técnico-económico comparativo entre el sistema constructivo tradicional y el sistema Light Steel Framing en edificios residenciales de dos niveles en Chipipe. El estudio examina los aspectos técnicos, los costos de construcción y los requisitos de mantenimiento derivados de las condiciones ambientales marinas. Los resultados son de carácter comparativo y referencial, con el objetivo de apoyar la toma de decisiones en la elección del sistema constructivo más eficiente para edificaciones similares en zonas costeras.

Así mismo, el estudio se realiza bajo condiciones de diseño uniformes para ambos sistemas constructivos, utilizando presupuestos de referencia y criterios técnicos aplicables localmente. No se incluyen ensayos experimentales, evaluaciones estructurales avanzadas, tampoco se realiza un diseño estructural detallado de cada elemento, limitándose el análisis a la información técnica, económica y regulatoria disponible para garantizar la viabilidad y comparabilidad de los resultados obtenidos.

Esta investigación se apoya en literatura científica alineada con los requerimientos del tema, complementada con las competencias y conocimientos adquiridos en las diversas materias impartidas durante la carrera.

1.6. VARIABLES

1.6.1 Variables independientes

i) Método constructivo (Tradicional vs. Light Steel Framing).
ii) Condiciones en ambiente marino

1.6.2 Variables dependientes

iii) Costo por m2 para ambos métodos
iv) Costo de mantenimiento en ambiente marino

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

Los sistemas constructivos incluyen un conjunto de métodos, técnicas, materiales y procesos utilizados para completar una edificación. La selección de la tipología estructural determina de forma directa variables críticas como la respuesta dinámica ante eventos telúricos, la durabilidad de los componentes, el presupuesto de ejecución material y las erogaciones financieras por mantenimiento a lo largo de su ciclo de vida útil.

Ilustración 1. Hormigón Armado vs Light Steel Framing

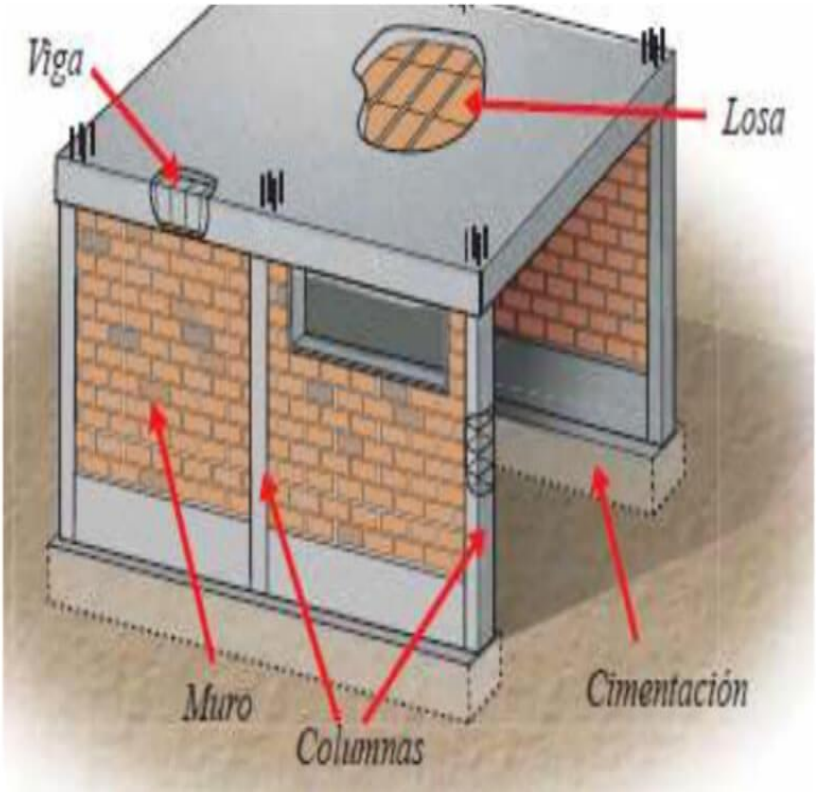
Fuente: Adoptado de Murotor Building (2023).

Dentro de la ingeniería civil, contrastar metodológicamente los procedimientos convencionales húmedos frente a los esquemas industrializados viabiliza la identificación de soluciones habitacionales de alta eficiencia, cobrando especial relevancia cuando la infraestructura se emplaza en regiones litorales expuestas a la agresividad y severidad del medio marino (Chudley & Greeno, 2014).

2.1. SISTEMA TRADICIONAL DE LA CONSTRUCCIÓN

Según ACI 318-319 (2019) el sistema tradicional se basa en estructuras de hormigón armado formadas por cimentaciones, columnas, vigas y losas, complementadas con muros de bloque o ladrillo. Este sistema ha sido históricamente el más utilizado en el Ecuador debido a su rigidez estructural, resistencia y aceptación regulatoria.

Ilustración 2. Sistema de construcción tradicional



Fuente: Adoptado de la página web Pari (2018)

Gómez Orefebre (2018) menciona que la construcción tradicional implica trabajar in situ con componentes estructurales y cerramientos, adaptando cada elemento al proyecto constructivo específico. Esta elección constructiva está determinada por varios factores, desde la economía hasta la seguridad; Muchas veces se cree que los materiales utilizados en las estructuras tradicionales son duraderos, o que el material de construcción disponible y su bajo costo unitario, es una inversión oportuna.

2.1.1 Características de la construcción tradicional

Los métodos constructivos convencionales destacan por su flexibilidad para consolidar una amplia gama de configuraciones arquitectónicas, abarcando desde edificios residenciales hasta comerciales, utilizando materiales tradicionales como ladrillos, bloques de hormigón, madera y acero. Esta metodología se encuentra estrechamente ligada a la intensidad de la mano de obra artesanal y calificada, factor que viabiliza un elevado margen de personalización en los detalles de diseño de cada obra. Si bien la secuencia de ejecución sigue un orden lógico e histórico, la multiplicidad de variables e interfaces en el sitio puede llegar a obstaculizar los protocolos de control de calidad. Paralelamente, la selección de los componentes y los criterios de edificación se supeditan a las condicionantes geográficas y al stock de insumos disponible en el mercado local.

Ilustración 3. Estructura en construcción de hormigón armado con cimentación y columnas verticales en proceso de ejecución.

Fuente: Adoptado de página web Estructura de una casa en proceso de renovación

Bajo esta óptica, el esquema tradicional basa su vigencia en la adaptabilidad y en el arraigo de sus materiales base, criterios determinantes durante las etapas de planificación y dirección de obra (Panel y Acanalados Monterrey, 2024). Estas particularidades técnicas delinean el comportamiento operativo y logístico que diferencia al sistema tradicional de las alternativas industrializadas.

2.1.2 Materiales utilizados

Los materiales tradicionales son materias primas utilizadas históricamente en obras de construcción y edificación. Se caracterizan por su resistencia, durabilidad y disponibilidad. Estos materiales han sido protagonistas indiscutibles en la historia del desarrollo urbano, rural y de infraestructuras. Gracias a sus propiedades físicas y mecánicas han permitido construir casas, puentes, edificios y carreteras que han perdurado durante generaciones. Su versatilidad, disponibilidad en el mercado y facilidad de uso los han convertido durante décadas en la base de innumerables trabajos en todo el mundo. (Holcim, 2024)

Según Holcim (2024) todos estos materiales son muy valorados por su estabilidad estructural, adaptabilidad a diversas condiciones climáticas y topográficas, así como por décadas de experiencia técnica, regulatoria y uso práctico en la industria. A pesar de estos desafíos, los materiales tradicionales todavía se utilizan y valoran ampliamente, especialmente por su durabilidad, asequibilidad y manejo familiar en la industria de la construcción.

Soler & Palau (2021), afirman que: En muchos casos, la construcción convencional se basa en que la mano de obra no necesariamente es altamente calificada; El uso del bloque como elemento principal asegura un bajo nivel de industrialización durante todo el proceso, resultando en una ejecución más compleja. Además, cabe destacar que cada arquitecto suele implementar sus propios detalles constructivos, lo que obstaculiza la estandarización y el aseguramiento de la calidad de forma homogénea durante los procesos de ejecución en el sitio de la obra.

2.1.3 Proceso constructivo convencional

Los sistemas constructivos tradicionales están influenciados por varios factores, entre ellos el tipo de obra, el diseño y propósito o utilidad específica, y el presupuesto disponible para su finalización (Panel y Acanalados Monterrey, 2024). Este enfoque enfatiza la naturaleza multifacética de los procesos de construcción tradicionales, donde la elección de métodos y materiales se adapta a las necesidades y limitaciones del proyecto individual. La consideración del tipo de obra hace que la construcción pueda variar significativamente dependiendo de si se trata de infraestructura residencial, comercial o pública.

Tabla 1. Materiales mezclas de hormigón

MATERIALES	
NOMBRE	**DESCRIPCION**
CEMENTO	Generalmente se vende en sacos de 50 kg, es la principal materia prima que permite dosificar las mezclas según sea necesario y aplicación.
ARENA	Generalmente se vende en metros cúbicos, es un agregado fino. Sirve para reducir las grietas que se producen cuando la mezcla se endurece.
PIEDRA ¾"	Suele venderse en metros cúbicos y se utiliza para hacer mezclas. Mayor resistencia calculada para elementos estructurales.
AGUA	La correcta dosificación de agua permite que el hormigón tenga la resistencia y calidad adecuada. El agua a usarse debe ser limpia y libre de partículas
ADITIVOS	Es un producto adicional en polvo o líquido que se incorpora al agua para mejorar las propiedades del hormigón y puede incluir aceleradores de endurecimiento, mejoradores plásticos, impermeabilizantes, etc.

Varillas de refuerzo

La varilla de construcción es una barra sólida redonda diseñada para reforzar estructuras de hormigón armado, cuyos resaltes permiten mejorar la adherencia mecánica entre el acero y el hormigón (Cabrera Álvarez et al., 2026)

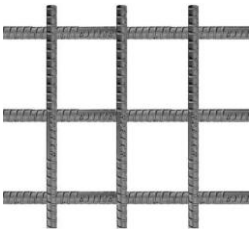
Tabla 2. Varillas de refuerzo

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

Mallas electrosoldadas

Las mallas electrosoldadas son uno de los productos más utilizados en la construcción moderna. Desde viviendas hasta grandes obras de infraestructura, su presencia es fundamental para garantizar resistencia, estabilidad y durabilidad de las estructuras. Sin embargo, la simple fabricación no es suficiente: la calidad de estas mallas debe estar respaldada por estrictos procesos de certificación que aseguren el cumplimiento de las normas técnicas nacionales e internacionales. (Smanova, 2025)

Tabla 3. Mallas electrosoldadas

MALLAS ELECTRO-SOLDADAS				
MALLA ELECTRO-SOLDADA 4-15				
IMAGEN	**DIÁMETRO**		**ESPACIAMIENTO**	
	**Longitudinal**	**Transversal**	**Longitudinal**	**Transversal**
	4mm	4mm	15cm	15cm
	DIMENSIONES			
	LARGO		**ANCHO**	
	6.25m		2.40m	
	Formatos de 15m2			
OTROS FORMATOS DE MALLAS				
DESCRIPCIÓN	**DIÁMETRO Y ESPACIAMIENTO**			
Existen múltiples diámetros y espaciamientos disponibles cuyas aplicaciones están destinadas a otros requerimientos y necesidades como losas de grandes formatos y requerimientos como piscinas, canchas, industrias, pavimentos, cisternas, etc.	3.5-15	4-10	4-20	
	4.5-15	4-10/4-05 (rectangular)	4.5-30	
	5-10	5-15	5-20	
	5.5-10	5.5-15	5.5-20	

Fuente: Datos obtenidos de catálogo online ADELCA (2024)

Encofrados

El encofrado es un sistema de moldes, que se utiliza para dar forma al hormigón a medida que fragua. El encofrado puede ser temporal (se retira cuando el hormigón se ha endurecido) o convertirse en parte integral de la estructura. Existen diferentes tipos de encofrados y varias formas de aplicación (Martínez et al., 2019)

Tabla 4. Materiales de encofrados

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

Fuente: Datos obtenidos del blog online Max Acero (2023)

Bloques de Piedra Pómez u Hormigón

Uno de los elementos más utilizados en la construcción, la fachada de los edificios y sus tabiques internos son los bloques de hormigón. Hay muchas ventajas al usarlo, por ejemplo: economía, durabilidad, gran flexibilidad de planificación y composición. Además, la construcción de paredes de bloque puede realizar varias funciones, incluyendo estructurales, como aislamiento acústico y protección contra incendios. Sin embargo, estos elementos presentan algunas desventajas en comparación con otros materiales de fachadas como un alto impacto ambiental y baja resistencia térmica. (Madrid et al., 2022)

Tabla 5.Bloques de piedra pómez u hormigón

BLOQUES				
BLOQUES DE PÓMEZ				
IMAGEN	MEDIDAS DISPONIBLES			BLOQUES POR m2
	ALTO	LARGO	ANCHO	
	20 cm	40 cm	10 cm	13 unidades
	20 cm	40 cm	12 cm	13 unidades
	20 cm	40 cm	15 cm	13 unidades
	20 cm	40 cm	20 cm	13 unidades
BLOQUES DE HORMIGON				
IMAGEN	MEDIDAS DISPONIBLES			BLOQUES POR m2
	ALTO	LARGO	ANCHO	
	20 cm	40 cm	10 cm	13 unidades
	20 cm	40 cm	15 cm	13 unidades

Fuente: Datos obtenidos de catálogo online Fábrica Orellana (2025)

2.1.4 Ventajas

La calidad percibida asociada con este enfoque puede atraer compradores potenciales e incrementar la plusvalía o el valor percibido del inmueble en el mercado. Dicha prerrogativa resalta la relevancia de la reputación institucional y la confianza técnica que el sistema tradicional de construcción infunde tanto en los desarrolladores como en el usuario final. Según Gómez Orefebre (2018) una de estas es que “la metodología constructiva tradicional tiene la

ventaja de ser considerada la de mayor calidad al momento de evaluar su valor de ventas”.

Como una de las técnicas estructurales con mayor arraigo y difusión global, el hormigón armado fundamenta su vigencia en la versatilidad operativa y los atributos mecánicos que aporta a las edificaciones. Su eficacia está basada en la composición de sus materiales: el hormigón, capaz de absorber la compresión, trabaja en conjunto con las varillas de acero que reemplazan las deficiencias del conjunto ante fuerzas de tracción, obteniendo un comportamiento óptimo frente a cargas de diversa índole. Al mismo tiempo, este sistema destaca por su inercia física y durabilidad ante el contacto de agentes atmosféricos dañinos, sumado a una excelente resistencia al fuego propio de la baja conductividad térmica asociada al material, la cual actúa como barrera de protección del sistema estructural.

Este sistema también destaca por su versatilidad, permitiendo adaptarse a diferentes configuraciones arquitectónicas y constructivas, facilitando la construcción de elementos como vigas, columnas y losas. A esto se suma la amplia disponibilidad de materiales y mano de obra, lo que la convierte en una alternativa económicamente viable y de fácil implementación en la mayoría de contextos constructivos.

2.1.5 Desventajas

Los altos costos laborales pueden configurar una penalización financiera crítica durante la fase de ejecución, dado que desestabiliza las proyecciones del flujo de caja y eleva el costo directo de la obra. Dicha variable pone de relieve la urgencia de maximizar los rendimientos en el sitio y evaluar alternativas tecnológicas orientadas a mitigar la dependencia de procesos artesanales que demandan un uso intensivo y prolongado de personal (Panel y Acanalados Monterrey, 2024).

El tiempo prolongado que puede ser necesario para el proceso de construcción puede afectar negativamente la eficiencia del tiempo del proyecto de construcción y causar costos y retrasos adicionales. Esta situación da lugar a la necesidad de perfeccionar tanto la construcción en detalle como las secuencias de montaje en obra, con el fin de reducir la ruta crítica del proyecto y mitigar los tiempos de inactividad. Mejorar la gestión del cronograma no solo ayuda a establecer y cumplir los plazos, sino que también puede tener un impacto positivo en los costos globales.

El aumento del consumo de materiales da lugar a una correcta gestión eficaz de los recursos, ya que surge la necesidad de buscar nuevas metodologías de construcción de bajo impacto ambiental. Dicha gestión no solo reduce la huella de carbono y el consumo energético del proyecto, sino que mejora el presupuesto al reducir los costos de compras de materias primas y disposición final de residuos sólidos de construcción. Aumentar la eficiencia en el aprovechamiento de los recursos y evaluar opciones más sostenibles son medidas esenciales para amenorar este problema. Según Panel y Acanalados Monterrey (2024), la importante demanda de materiales destaca la urgente necesidad de optimizar su uso y explorar opciones más amigables con el medio ambiente, las cuales son fundamentales para resolver problemáticas ambientales y aspectos económicos en los proyectos de construcción.

2.2. SISTEMA LIGHT STEEL FRAMING (LSF)

Por otro lado Vallejos Buri (2021), quien destaca que el sistema constructivo a base de pórticos de acero galvanizado, conocido como Light Steel Framing, ha ganado un considerable reconocimiento a nivel mundial. Esta metodología constructiva ha consolidado su posicionamiento en el mercado gracias a sus ventajas operativas, destacando la flexibilidad en la modulación arquitectónica, la drástica reducción de los plazos de entrega y la minimización del volumen de residuos y escombros generados en el sitio. Paralelamente, la simplicidad de ensamblaje inherente al Light Steel Framing constituye un factor determinante para su adopción progresiva; este sistema viabiliza un proceso de montaje ágil que optimiza los rendimientos de la mano de obra y reduce las jornadas laborales frente a los procedimientos húmedos convencionales.

Ilustración 4. Estructura liviana tipo Steel Framing con perfiles de acero galvanizado y paneles OSB en proceso de montaje de muros y cubierta.

Fuente: Adoptado de página web Blanco (2021)

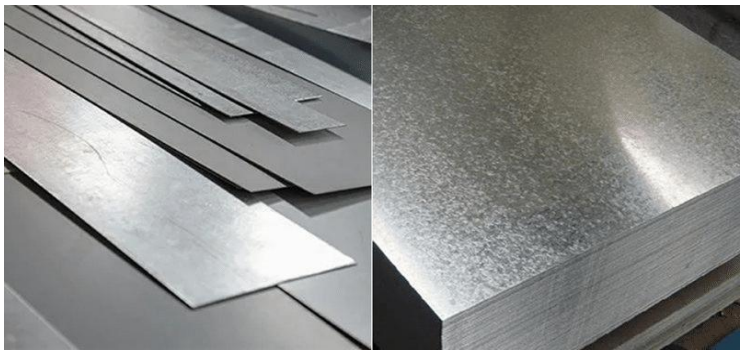
Por otro lado, ACH Paneles (2019) destaca que el acero, material principal de la estructura de acero, adquiere un rol protagónico dentro de la economía circular, modelo que prioriza la preservación del valor de los recursos mediante ciclos cerrados de reutilización y reciclaje. Una de las ventajas competitivas del acero estructural es que puede ser reciclado sin restricciones y sin causar deterioro en sus propiedades mecánicas, consolidándose como un recurso altamente sostenible a largo plazo. Esta característica reduce drásticamente las emisiones de carbono en comparación con los procesos de manufactura de otros sistemas constructivos, confirmando su incorporación estratégica en los proyectos de vivienda con bajo impacto ambiental.

Ilustración 5. Acopio de chatarra metálica compactada y perfiles de acero destinados a procesos de reciclaje industrial.

Fuente: Adoptado de página web Girosalut (2026)

Rodríguez Díaz & Vergara Pájaro (2019) sostienen que el sistema Light Steel Framing representa una evolución disruptiva en la edificación, al prescindir por completo del uso de mezclas aglomerantes y morteros húmedos. Esta transición metodológica optimiza la secuencia en el sitio de obra, viabilizando un desarrollo de los frentes de trabajo considerablemente más dinámico y eficiente.

Ilustración 6. Acero galvanizado



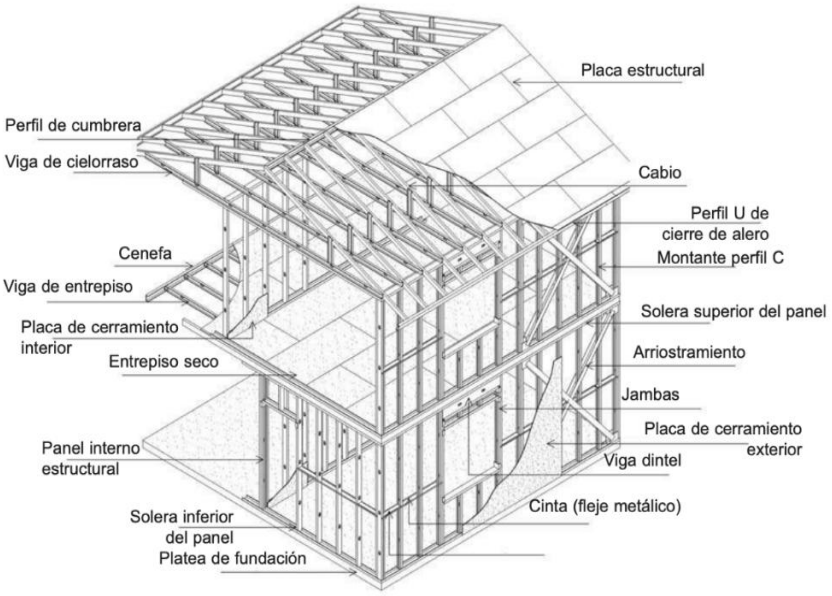
Fuente: Adoptado de página web Zintilon (2026)

Respecto al sistema de estructura de acero, Rodríguez Díaz & Vergara Pájaro (2019) lo destacan por su gran versatilidad en una vasta diversidad de aplicaciones dentro del sector de la infraestructura. Lejos de restringirse a una tipología estructural específica, esta metodología se despliega eficazmente en proyectos que abarcan desde la configuración de diafragmas de entrepiso hasta la consolidación de envolventes exteriores y naves industriales. La ductilidad y modularidad del esqueleto de acero facilitan su adecuación frente a los diversos requerimientos arquitectónicos y criterios de diseño estructural, convirtiéndola en una opción preferida para diferentes tipos de edificios tanto en proyectos residenciales, comerciales como industriales.

2.2.1 Características constructivas Light Steel Framing

Según ConsulSteel (2022) afirma que no existen restricciones significativas sobre las características arquitectónicas o la ubicación geográfica de la obra en proyectos de construcción cuando se utiliza el método de estructura de acero. Esto significa que prácticamente cualquier proyecto concebido según los sistemas constructivos tradicionales puede adaptarse con solvencia a esta metodología de vanguardia. La versatilidad espacial que caracteriza al Light Steel Framing elimina las restricciones geométricas convencionales, abriendo la posibilidad de que planteamientos arquitectónicos previamente desarrollados utilizando métodos convencionales puedan "traducirse" a esta tecnología sin perder la visión original del proyecto.

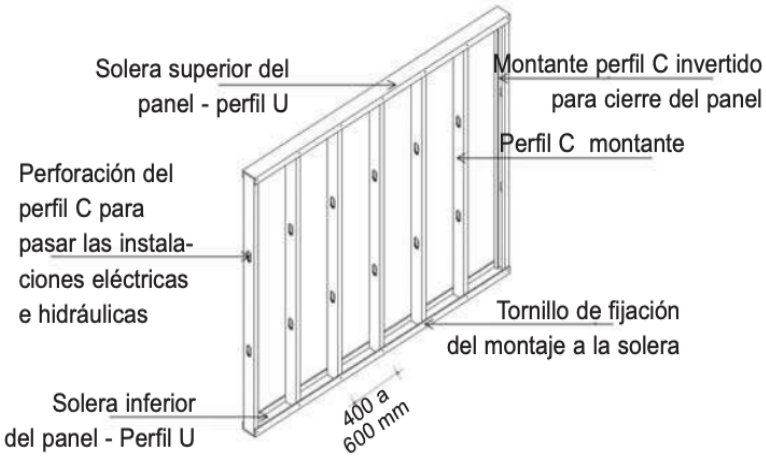
Ilustración 7. Vista esquemática de una vivienda en Steel Framing



Fuente: Adoptado de Moares & Sarmanho, p. (2007, p. 14)

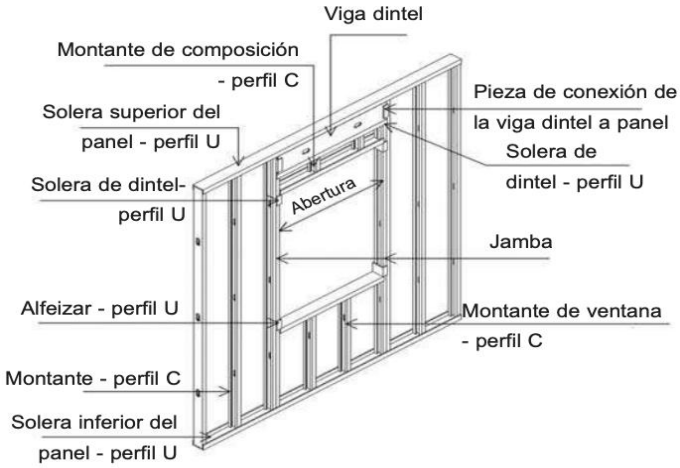
Respecto a la estructura del proyecto, (Barbieri, 2021) afirma que la estructura de acero está formada por un conjunto de perfiles de acero galvanizado muy delgados, generalmente separados entre sí a intervalos de 40 a 60 centímetros. Esta disposición de perfiles crea una construcción duradera y ligera, lo que facilita su montaje y favorece una transferencia homogénea de los esfuerzos a lo largo de toda la infraestructura. El empleo de secciones de pared delgada optimiza la relación resistencia-peso del sistema, garantizando la estabilidad global y la rigidez necesarias para absorber y disipar las solicitudes mecánicas que actúan sobre la estructura.

Ilustración 8. Panel típico de Light Steel Framing



Fuente: Adoptado de Steel Framing Arquitectura Moares & Sarmanho, 2007, (p. 31)

Ilustración 9. Diseño esquemático de un panel estructural con ventana



Fuente: Adoptado de Steel Framing Arquitectura Moares & Sarmanho, 2007, (p. 35)

La distancia uniforme de los perfiles estructurales constituye un factor neurálgico para la eficiencia del sistema, en vista de que garantiza la correcta transmisión de los esfuerzos y optimiza la resistencia global del conjunto. Este posicionamiento no solo disminuye el consumo de acero, sino que reduce la integración de subsistemas posteriores, tales como las placas de rigidización o revestimiento y las diferentes canalizaciones que llevan las instalaciones hidrosanitarias y eléctricas. La unión de estos componentes fortalece una estructura de alta rigidez, óptimo trabajo operativo y ligereza ante diversos tipos de proyectos, revalidando la vigencia de la construcción en seco en la industria moderna.

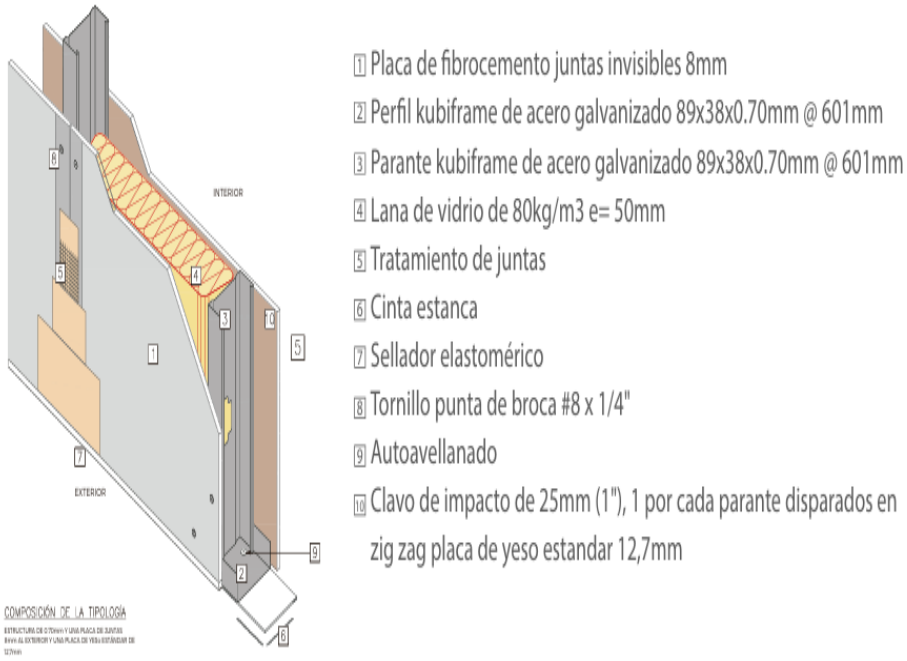
Por otro lado, la fijación con tornillos autoperforantes agiliza el ensamblaje de los paneles, eliminando el uso equipos pesados o herramientas de alta especialización. Esta metodología no solo intensifica los rendimientos en los frentes de trabajo, sino que proporciona una entrega final precisa, aspecto indispensable para garantizar la resistencia y el comportamiento mecánico de la edificación contra acciones ambientales directas. De este modo, la adaptabilidad y la velocidad de montaje intrínsecas a la panelización ponen de relieve las prerrogativas técnicas que ofrece el acero conformado en frío (Barbieri, 2021).

Ilustración 10. Tipos de tornillos para Steel Framing: Tornillo T1 Punta Mecha, T2 Punta Mecha, Hexagonal Punta Mecha y Punta Mecha con alas

Fuente: Adoptado de Barbieri (2021)

En lo que respecta a acabados exteriores, ConsulSteel (2022) expone que el esquema Light Steel Framing es compatible con una vasta diversidad de soluciones de acabado, abarcando desde tableros de cemento hasta revestimientos húmedos tradicionales como la mampostería de ladrillo a la vista o la piedra natural. Esta flexibilidad al escoger los materiales permite a los diseñadores modelar el trabajo conforme a los requerimientos visuales y termoacústicos. También brinda la posibilidad de incorporar texturas e insumos convencionales ya que estas reducen el impacto visual y facilitan la implantación de estas estructuras modernas en entornos urbanos patrimoniales, donde la preservación de la imagen arquitectónica tradicional es una prioridad.

Ilustración 11. Muro simple para interior y exterior con placa de fibrocemento y placa de yeso estándar

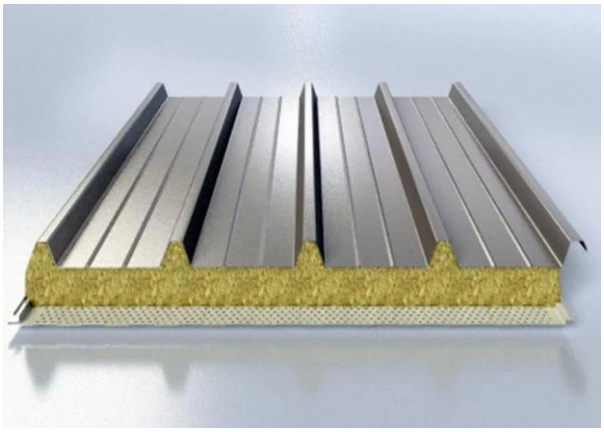


Fuente: Adoptado de Kubiframe (2018)

Vale la pena enfatizar que la compatibilidad con diferentes soluciones de revestimiento hace que el sistema sea adecuado para su uso frente a situaciones climáticas dispares y requerimientos normativos de durabilidad, factores importantes para preservar la vida útil de la edificación. Esta versatilidad no solo amplía la gama de aplicación de dicha tecnología en algunos tipos de proyectos, sino que sirve de respuesta sostenible dentro del sector. De esta manera, la construcción en seco se establece como una opción que combina la innovación de los componentes industrializados con la estética de las soluciones convencionales, asegurando un equilibrio en el diseño arquitectónico.

En términos de eficiencia energética, la principal ventaja del esquema Light Steel Framing es su capacidad de aislamiento térmico. La integración de aislantes en el alma de los paneles tales como la lana de vidrio o poliestireno expandido de alta densidad otorga una elevada resistencia al flujo del calor, lo que estabiliza el confort térmico interior y reduce la demanda de sistemas de aire acondicionado. Al compararse con las mamposterías tradicionales, la estructura de acero conformado en frío optimiza significativamente la permeabilidad térmica, lo que se traduce en una reducción considerable por consumo eléctrico durante el ciclo de vida útil de la obra (Cóndor Estructuras, 2026).

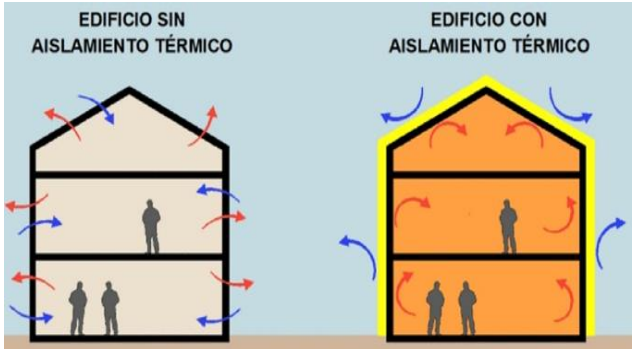
Ilustración 12. Paneles aislantes



Fuente: Adoptado de página web ArchiExpo (2016)

Esta unión entre eficiencia térmica y sostenibilidad ambiental pone en evidencia cómo la evolución de los procesos constructivos modernos impacta de forma directa en la economía y el bajo impacto ecológico de la construcción.

Ilustración 13. Aislamiento térmico utilizando materiales aislantes en las cavidades internas de los paneles utilizados.



Fuente: Adoptado de página web Lund (2024)0

2.2.2 Materiales utilizados

La particularidad del sistema es que utiliza perfiles de acero galvanizado como elementos estructurales principales, en lugar de las tradicionales vigas y columnas de hormigón o acero estandarizadas. Estos perfiles tienen un espesor muy fino y un peso ligero, por lo que forman una estructura esquelética modulada de cortas luces que se fija entre sí mediante pernos que forman las paredes, techos y suelos de la edificación. El otro componente básico del sistema es el conjunto multicapas que se fija a esta estructura en un orden determinado, dotándola de rigidez, protección, aislamiento y cierre (Arquitectura & Diseño, 2026).

Ilustración 14. Perfiles Estructurales

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

Fuente: Tomada de Análisis comparativo Machuca Álvarez, 2026, (p. 31)

Ilustración 15. Perfiles No Estructurales

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

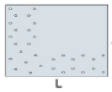
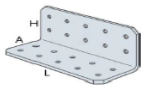
Fuente: Tomada de Análisis comparativo Machuca Álvarez, 2026, (p. 31)

En zonas de alta peligrosidad sísmica, resulta indispensable que aquellas edificaciones con configuraciones estructurales irregulares incorporen sistemas de resistencia de acciones laterales debidamente dimensionados, fundamentados en análisis mecánicos que satisfagan las exigencias de las normativas vigentes. Tal como menciona Lucero Castro (2019), el Light Steel Framing destaca por su baja masa inercial y el uso de perfiles de acero conformado en frío en sustitución del hormigón armado o la madera para la conformación de los elementos portantes. Este enfoque no solo constituye una evolución hacia métodos constructivos de alta eficiencia, sino que proporciona a la edificación una superior flexibilidad arquitectónica y una reducción del peso propio al compararse con los sistemas tradicionales.

Perfiles de sujeción

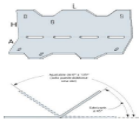
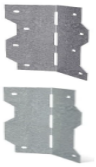
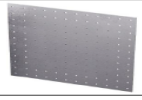
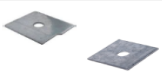
El sistema utiliza tornillos autoperforantes especiales, así como accesorios y fijaciones diseñados para unir estructuras en caso de vínculos a "corte", uniones en ángulo o en diferentes planos (Arquitectura & Diseño, 2026)

Ilustración 16. Conectores y anclajes

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

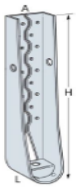
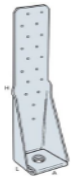
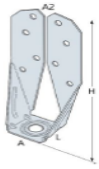
Fuente: Tomada de Análisis comparativo Machuca Álvarez, 2026, (p. 31)

Ilustración 17. Conectores y anclajes

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

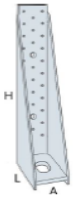
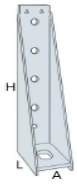
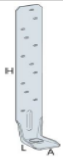
Fuente: Tomada de Análisis comparativo Machuca Álvarez, 2026, (p. 31)

Ilustración 18. Conectores y anclajes

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

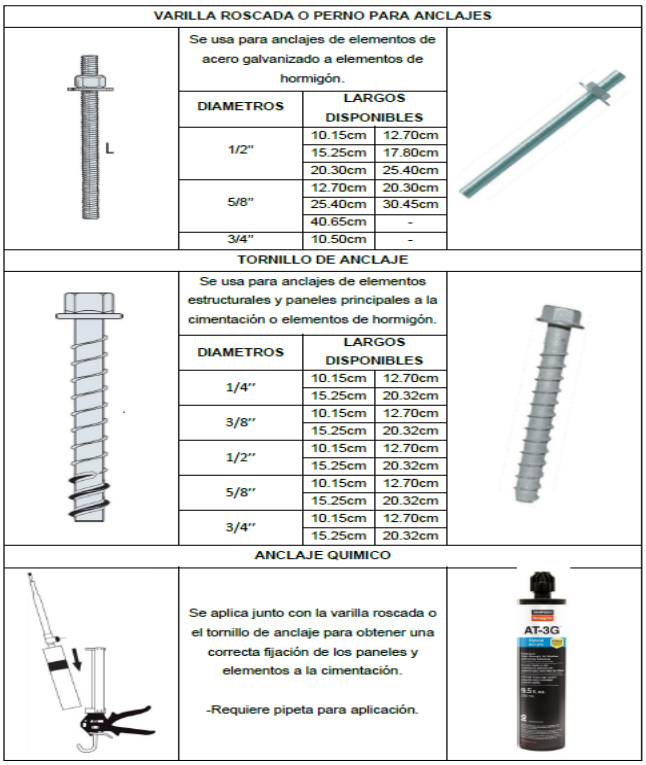
Fuente: Tomada de Análisis comparativo Machuca Álvarez, 2026, (p. 31)

Ilustración 19. Conectores y anclajes

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

Fuente: Tomada de Análisis comparativo Machuca Álvarez, 2026, (p. 31)

Ilustración 20. Conectores y anclajes



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

Fuente: Tomada de Análisis comparativo Machuca Álvarez, 2026, (p. 31)

Tornillos

En la conformación de paneles se emplean tornillos de acero con recubrimientos protectores, como zinc o epoxi, con el fin de prevenir procesos de corrosión. Entre los principales tipos utilizados se encuentran los tornillos autoperforantes T1 de cabeza tipo lenteja, destinados a la fijación firme de los elementos estructurales.

Así mismo, el acoplamiento estructural entre los paneles o bastidores se ejecuta mediante tornillos de cabeza hexagonal de diámetros N° 10 y N° 12. Para la fijación de las placas de yeso laminado (Gypsum) a la perfilería secundaria de acero, se especifican tornillos de cabeza tipo trompeta T2 con punta aguja.

Por último, en encuentros donde confluyen múltiples capas de material o variaciones considerables de espesor, la fijación de los revestimientos hacia los elementos portantes se resuelve con tornillos autoperforantes de cabeza extraplana (tipo framing o lenteja) y punta mecha, garantizando un plano liso que evita deformaciones o abultamientos en el acabado final.

Ilustración 21. Tornillos autoperforantes

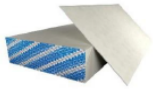
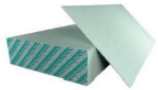
TORNILLOS AUTO PERFORANTES T1 PUNTA DE LENTEJA	
TORNILLO DE CABEZA HEXAGONAL N° 10 Y 12	
TORNILLO CABEZA DE TROMPETA T2	
TORNILLO CABEZA DE TROMPETA FRESADA, CON ALAS, PUNTA MECHA	
TORNILLO AUTO PERFORANTE CON CABEZA DE TROMPETA T2 PUNTA DE MECHA	

Fuente: Tomada de Análisis comparativo Machuca Álvarez, 2026, (p. 31)

Placas de Gypsum

Existen tres tipos principales de placas de Gypsum que se seleccionan en función de las condiciones de uso y la ubicación dentro del proyecto: las placas ST (estándar), utilizadas en ambientes interiores y cielos rasos; las placas RH (resistentes a la humedad), destinadas a espacios con presencia de humedad como cocinas y baños; y las placas RF (resistentes al fuego), cuya aplicación es menos frecuente en viviendas, ya que están diseñadas para áreas con mayor riesgo de incendio, tales como bodegas, almacenes y talleres (Acimco, 2019).

Ilustración 22. Placas de Gypsum

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

Fuente: Tomada de Análisis comparativo Machuca Álvarez, 2026, (p. 31)

Placas de fibrocemento

Las placas de fibrocemento están elaboradas a partir de una combinación uniforme de cemento Portland, sílice de cuarzo y fibras de celulosa cuidadosamente seleccionadas. La integración de estos materiales permite obtener un producto con estructura homogénea, alta resistencia mecánica y buen comportamiento frente a las condiciones climáticas, gracias a la granulometría fina de sus componentes (Incose, 2018).

Según Incose (2018) el proceso de endurecimiento del cemento se lleva a cabo en hornos de autoclave, donde las placas son sometidas a vapor de agua a una presión de 10 bar y una temperatura aproximada de 180 °C durante 12 horas. Este tratamiento mejora significativamente la estabilidad dimensional y la resistencia del material. La fabricación de estas placas se realiza conforme a la norma IRAM 11660.

Ilustración 23. Placas de fibrocemento

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

Fuente: Tomada de Análisis comparativo Machuca Álvarez, 2026, (p. 31)

2.2.3 Elementos básicos que conforman el Sistema Steel Framing

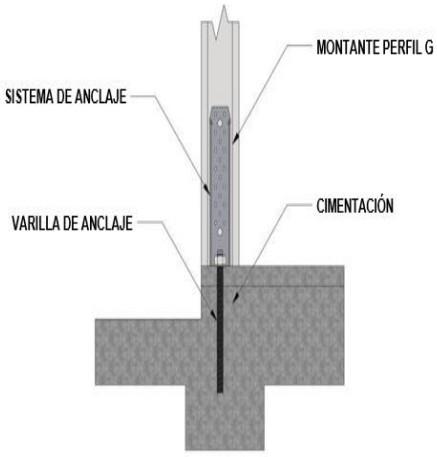
Cimentaciones

El sistema Light Steel Framing emplea cimentaciones convencionales de hormigón armado; sin embargo, estas presentan ciertas particularidades debido a las características propias del sistema constructivo. Por una parte, al tratarse de una estructura liviana, no requiere cimentaciones de gran volumen o espesor. Por otra parte, dado que las cargas se distribuyen de manera continua a través de la base de los paneles estructurales, es necesario utilizar cimentaciones continuas que permitan evitar asentamientos diferenciales que puedan generar sobrecargas o afectar la

perpendicularidad de la estructura, condición fundamental para el correcto funcionamiento del sistema.

Adicionalmente, deben considerarse los criterios generales aplicables a cualquier tipo de cimentación, tales como la topografía del terreno, el tipo de suelo, el nivel freático y la capacidad portante. Estos aspectos se determinan mediante un estudio previo del terreno realizado al inicio del proyecto, el cual permite definir el tipo de cimentación más adecuado según las cargas de la edificación y su interacción con el suelo. (Cáceres Gaibor, 2018).

Ilustración 24. Anclajes



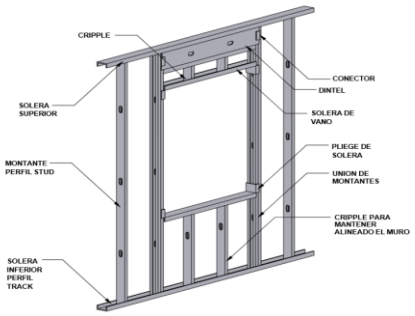
Fuente: Tomada de Análisis comparativo Machuca Álvarez, 2026, (p. 31)

Paneles estructurales

Los paneles se conforman mediante perfiles tipo G, que constituyen los montantes, y perfiles tipo U, que funcionan como soleras (Díaz Centeno, 2024). En muros sin vanos, los montantes se disponen a una separación uniforme, generalmente de 40 a 60 cm entre ejes. En cuanto a las soleras, los paneles estructurales deben contar con una solera inferior y una superior, además de incorporar sistemas de rigidización y anclaje a la cimentación. (Tejada Bermúdez, 2017)

Cuando el panel presenta vanos, es necesario incorporar un dintel, el cual se conforma mediante la unión de dos perfiles tipo G, complementados con perfiles U y G que conforman un marco estructural. La configuración de este elemento depende de las dimensiones y la geometría del vano (Moares De Crasto & Sarmanho Freitas, 2007).

Ilustración 25. Paneles estructurales

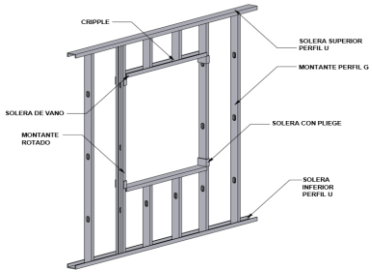


Fuente: Tomada de Análisis comparativo Machuca Álvarez, 2026, (p. 31)

Paneles no estructurales

Los paneles no estructurales, a diferencia de los paneles estructurales, demandan sistemas de anclaje menos rigurosos y, en muchos casos, no requieren mecanismos adicionales de rigidización. En presencia de vanos, su configuración es más sencilla, requiriendo únicamente una solera inferior, una solera superior y dos montantes, cuya disposición dependerá de las dimensiones y geometría del vano (Moares & Sarmanho, 2007).

Ilustración 26.Paneles no estructurales



Fuente: Tomada de Análisis comparativo Machuca Álvarez, 2026, (p. 31)

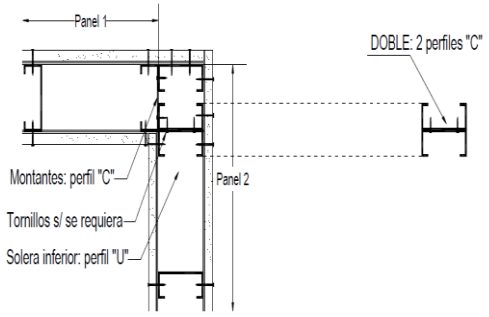
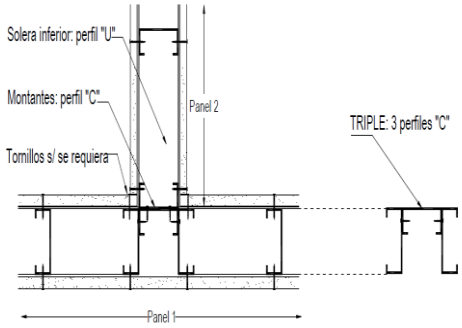
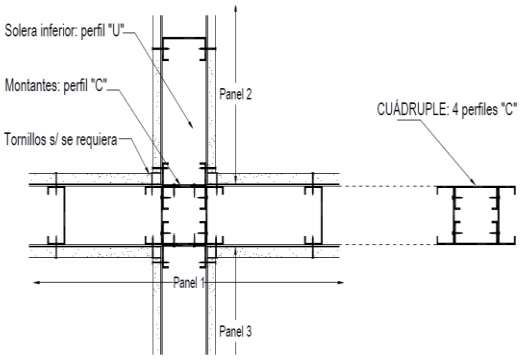
Unión entre paneles

En los encuentros o uniones entre paneles, ya sean estructurales o no estructurales, se emplean configuraciones típicas utilizadas en viviendas, especialmente cuando los paneles se intersecan en ángulos de 90 grados. Estas uniones se conforman mediante la disposición de varios montantes, generando un elemento similar a una columna que facilita la conexión y fijación de dos o más paneles (Moares & Sarmanho, 2007).

Entre los tipos más comunes de uniones se encuentra el encuentro doble o en esquina, utilizado cuando dos paneles perpendiculares se intersecan formando una esquina. Adicionalmente, el

encuentro triple o en “T” se materializa cuando cuatro bastidores convergen en un nodo común, configurando una intersección ortogonal que suele presentarse en la delimitación de muros divisorios entre múltiples recintos (Poluche, 2023).

Tabla 6. Uniones Steel Framing

C	
UNION EN ESQUINA	
DETALLE	**DESCRIPCION**
	Doble: dos montantes PGC unidos por el alma. El uso más frecuente de esta pieza es en la materialización del encuentro de esquina entre dos paneles (ConsulSteel, 2002)
	Triple: está compuesto por tres montantes PGC, uno de los cuales (el central) está rotado 90º respecto de los otros dos. De este modo, la superficie del alma del perfil rotado permite la fijación del montante de inicio de una unión en “T” (ConsulSteel, 2002)
	Cuádruple: cuatro montantes PGC, dos de los cuales (los centrales) están rotados 90º respecto de los otros dos, generando la superficie de fijación de los montantes de inicio de dos paneles a uno y otro lado del panel (encuentro en cruz). (ConsulSteel, 2002)

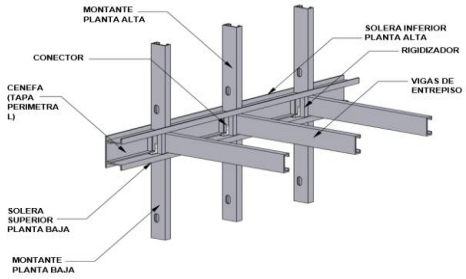
Fuente: Datos obtenidos de ConsulSteel (2002)

Entrepiso

Para la materialización de los diafragmas horizontales o entrepisos se dispone de diversas soluciones de ingeniería, entre las que destacan el diseño mediante cerchas reticuladas y el sistema de envigado tradicional. Este último esquema se estructura principalmente a partir de perfiles de sección tipo PGC (STUD), dispuestos como vigas principales y complementados con rigidizadores, almas de refuerzo y elementos de arriostramiento estructural. Como base del piso, se utilizan paneles de OSB de 18 mm de espesor, con dimensiones estándar de 1,22 x 2,44 m, los cuales sirven como soporte para la colocación de materiales de aislamiento y acabados, según las especificaciones del diseño (Ortiz & Giménez, 2024).

En la conformación del envigado del entrepiso, se emplean perfiles tipo G con perforaciones, los cuales deben disponerse alineados con los montantes de los paneles. Sus dimensiones se determinan en función de las luces y condiciones de apoyo existentes. Adicionalmente, se incorporan sistemas de rigidización en aquellos casos donde se presentan luces de mayor longitud, con el fin de garantizar un adecuado desempeño estructural (Díaz Centeno, 2024).

Ilustración 27. Entrepiso

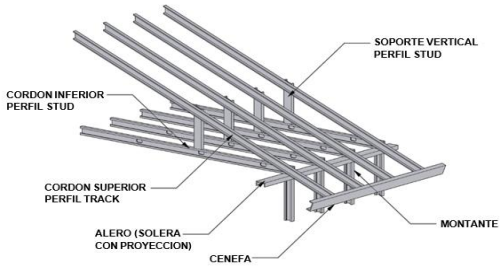


Fuente: Tomada de Análisis comparativo Machuca Álvarez, 2026, (p. 31)

Para la ejecución de cubiertas, pueden emplearse sistemas mediante cerchas o estructuras similares a las utilizadas en la construcción convencional. En este último caso, se utiliza una combinación de perfiles tipo G y tipo U, dispuestos de manera uniforme y complementados con elementos de refuerzo que aseguren un adecuado comportamiento estructural.

Los perfiles tipo U también cumplen la función de correas, actuando como elementos de soporte secundario. Sobre esta estructura se instala el material de cubierta, el cual se selecciona según los requerimientos del diseño, pudiendo emplearse planchas de fibrocemento, láminas de zinc, paneles OSB con sistemas de impermeabilización, entre otros, finalizando con el correspondiente acabado de cubierta (Díaz Centeno, 2024).

Ilustración 28. Cubierta

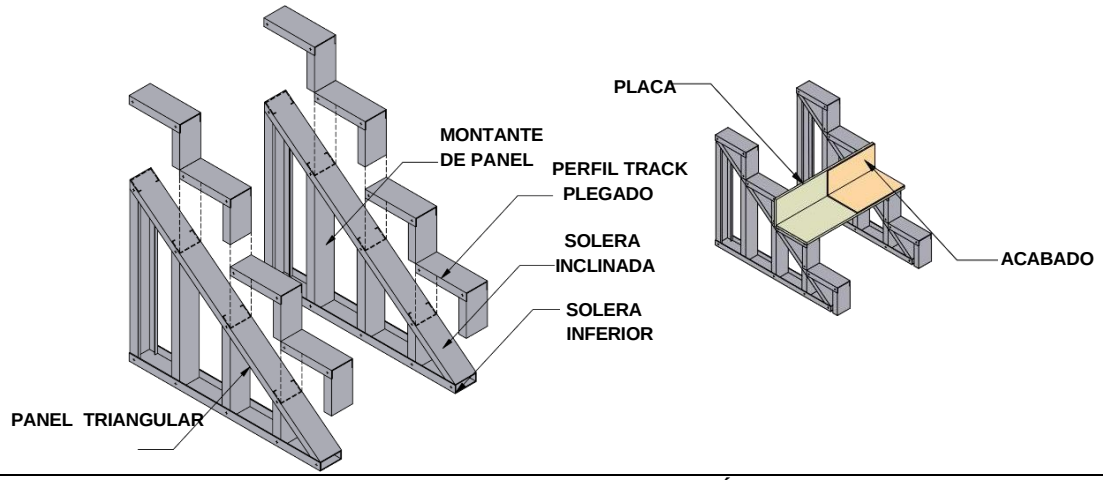


Fuente: Tomada de Análisis comparativo Machuca Álvarez, 2026, (p. 31)

Escaleras

Las escaleras en sistemas de Steel Framing se ejecutan mediante la combinación de perfiles tipo U y tipo G, con los cuales se conforma la estructura principal. De acuerdo con el diseño, se configuran paneles que permiten definir las huellas y contrahuellas. Generalmente, se emplean paneles revestidos con placas de OSB, los cuales sirven como base para la posterior colocación de los materiales de acabado (Díaz Centeno, 2024).

Tabla 7. Escaleras

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


Fuente: Tomada de Análisis comparativo Machuca Álvarez, 2026, (p. 31)

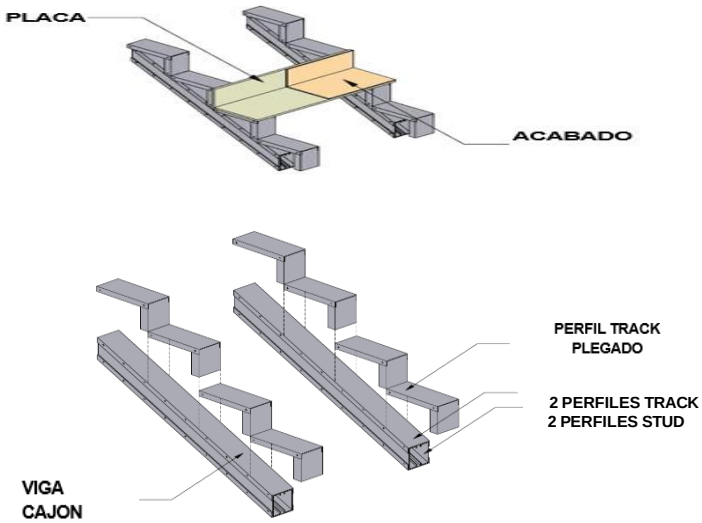
Tabla 8. Viga cajón inclinada, paneles escalonados + paneles de peldaño

VIGA CAJON INCLINADA

DESCRIPCIÓN

Sistema apropiado para escaleras con la parte inferior abierta. Se elabora con una caja formada por 2 perfiles STUD unidos y 2 soleras o perfiles TRACK como refuerzo de la caja, y para formar las huellas y contrahuellas se cortan las alas de un perfil TRACK y se dobla siguiendo las formas y dimensiones deseadas (Moares De Crasto & Sarmanho Freitas, 2007).

DETALLE

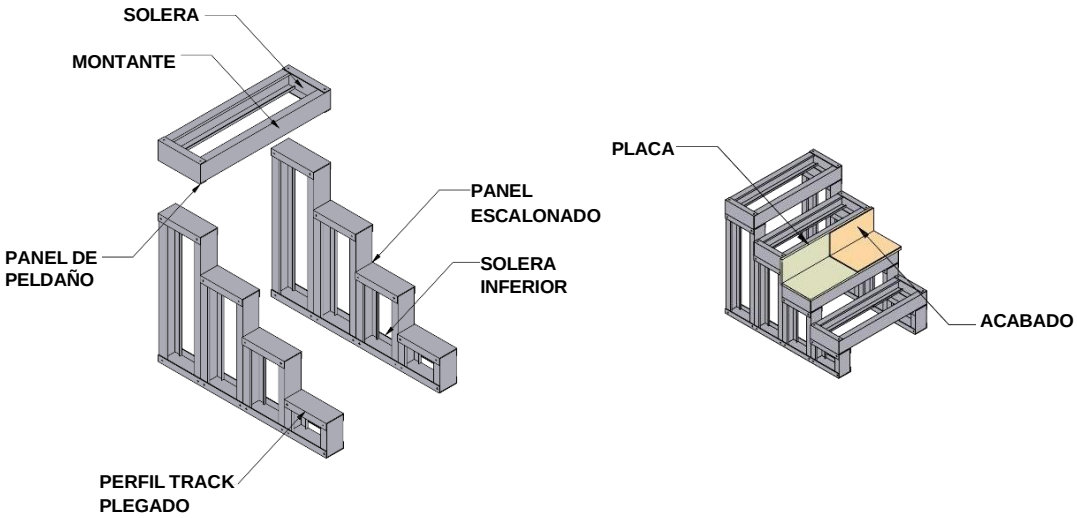


PANELES ESCALONADOS + PANELES DE PELDAÑO

DESCRIPCIÓN

Sistema apropiado para escaleras cerradas que constan o requieren de varios módulos. Se elabora formando paneles independientes de diferentes alturas para los laterales de la escalera, así mismo cada huella es un panel elaborado según las medidas deseadas (Moares & Sarmanho, 2007)

DETALLE

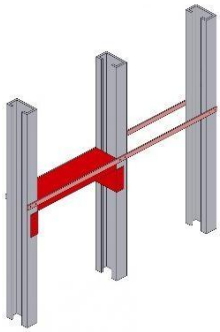
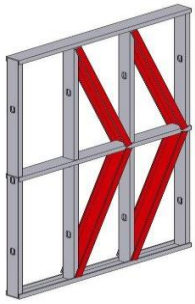
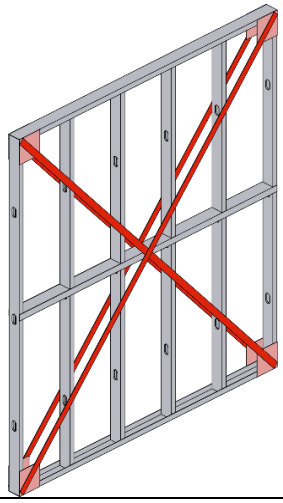


Fuente: Tomada de Análisis comparativo Machuca Álvarez, 2026, (p. 31)

Elementos de Rigidización

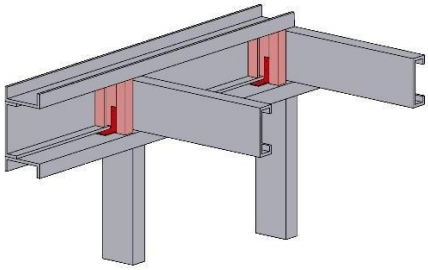
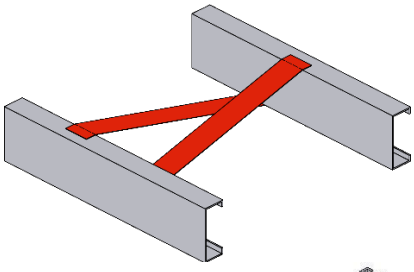
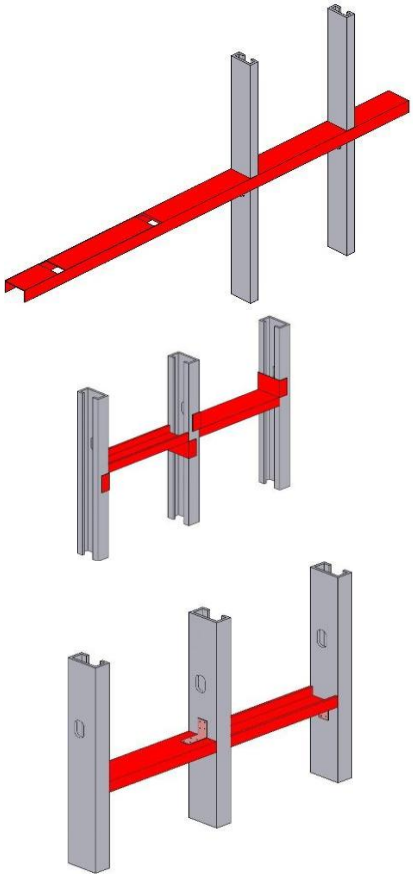
Existen diversos elementos y técnicas de rigidización destinados a mejorar el comportamiento de los componentes estructurales. Entre los más utilizados se encuentran el fleje plano, el refuerzo estructural tipo K, las diagonales o cruces de San Andrés, la fijación de correas, los refuerzos de alma, los estabilizadores laterales y los conectores (Díaz Centeno, 2024).

Tabla 9. Elementos de Rigidización

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

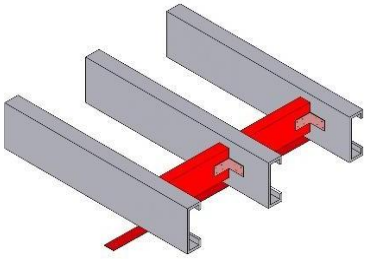
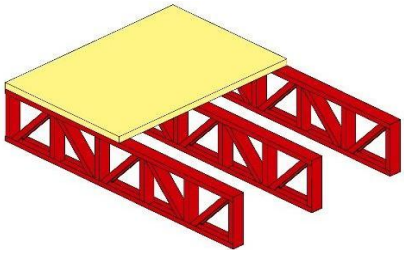
Fuente: Tomada de Análisis comparativo Machuca Álvarez, 2026, (p. 31)

Tabla 10. Refuerzos para entrepiso y estabilización

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

Fuente: Tomada de Análisis comparativo Machuca Álvarez, 2026, (p. 31)

Tabla 11. Refuerzos entrepiso

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

Fuente: Tomada de Análisis comparativo Machuca Álvarez, 2026, (p. 31)

2.2.4 Ventajas

Construex (2023) afirma que una de las principales ventajas del Light Steel Framing es su velocidad de ejecución, lo que asegura que la obra se realiza un 50% más rápido que con los métodos tradicionales. Esta flexibilidad en el proceso de construcción tiene importantes beneficios económicos ya que reduce el tiempo de mano de obra y los costos asociados. Además, la aceleración de la ejecución permite optimizar la gestión logística, lo que permite un uso más eficiente de los recursos y la finalización de los proyectos en un menor tiempo, lo que también traerá beneficios adicionales, ya que el proyecto se podrá iniciar más rápido.

La rapidez al momento de construir no sólo tiene un efecto positivo en los costos directos, sino que también se traduce en estrategias para los promotores inmobiliarios. Al reducir el ciclo constructivo, se viabiliza una respuesta inmediata ante las demandas del mercado inmobiliario, una ventaja competitiva en escenarios donde el factor tiempo condiciona de forma directa la viabilidad económica del activo. Asimismo, la reducción en los plazos de ejecución permite poner en marcha otros proyectos, lo que aumenta la productividad y rentabilidad de las diferentes empresas constructoras. Por otro lado, la finalización anticipada del inmueble da posibilidades de ocupación y puesta en operación más temprana de la infraestructura, lo que puede generar beneficios económicos en un período menor de tiempo, favoreciendo así a una mayor rentabilidad del proyecto durante su ciclo de vida.

Ilustración 29. Construcción de Light Steel Framing.

Fuente: Adoptado de página web ArchDaily (2019)

Otro aporte importante destacado por Construex (2023) es la reducción de costos adicionales por la optimización y eficiencia del sistema Light Steel Framing. Este sistema constructivo, al caracterizarse por una precisión en la planificación y control de cada etapa constructiva, reduce de manera significativa imprevistos durante la ejecución, lo que disminuye la generación de sobrecostos. Asimismo, permite un mejor seguimiento con el presupuesto, favoreciendo el control económico sobre el proyecto, la confianza de inversionistas y una gestión eficaz del flujo de caja.

En lo concerniente al aprovechamiento del área habitable, Construex (2023) enfatiza que la perfilería de acero galvanizado permite maximizar la superficie útil de las edificaciones, en vista de que las secciones de los muros portantes y tabiques presentan espesores considerablemente menores que los sistemas húmedos tradicionales, sin detrimento de su durabilidad e integridad mecánica. Este atributo no solo optimiza la eficiencia espacial de las plantas, sino que flexibiliza las pautas de diseño arquitectónico; al estar las cargas distribuidas de forma axial y puntual sobre montantes esbeltos, se prescinde de grandes secciones de hormigón, permitiendo a los proyectistas explorar diseños más modernos y eficientes y crear espacios interiores más grandes y funcionales sin comprometer la seguridad o durabilidad del edificio.

Según Construex (2023), la flexibilidad arquitectónica es otro punto fuerte de las estructuras de acero, adaptándose con solvencia a las directrices de cualquier propuesta ejecutiva. Su capacidad para absorber requerimientos arquitectónicos y estructurales heterogéneos fundamenta su viabilidad técnica, consolidándose como una respuesta idónea para proyectos

de alta personalización o condicionados por emplazamientos complejos. Esta versatilidad geométrica faculta a los diseñadores y calculistas para explorar criterios morfológicos de vanguardia sin las restricciones rígidas que imponen los sistemas húmedos convencionales, propiciando soluciones espaciales innovadoras y de óptimo desempeño funcional.

2.2.5 Desventajas

En el sistema Light Steel Framing, la corrosión constituye uno de las principales anomalías a considerarse, ya que el proceso de oxidación puede deteriorar gradualmente los perfiles de acero. Cuando no se aplican sistemas de protección adecuados, este deterioro puede reducir la capacidad estructural de los elementos y afectar la estabilidad y durabilidad de la edificación a largo plazo.

En sintonía con este planteamiento, Gómez Orefebre (2018), puntualiza que la susceptibilidad al deterioro galvánico u oxidativo constituye un desafío inherente a los elementos metálicos. Este problema se agudiza drásticamente en ambientes húmedos o con alta salinidad, donde la corrosión avanza con mayor velocidad y acelera el daño de los perfiles de acero. Por ello, es primordial aplicar medidas de protección como el galvanizado de los perfiles y el uso de barreras que impidan el paso de la humedad y permitan mantener la resistencia y el desempeño estructural de la edificación durante su vida útil.

Ilustración 30. Deterioro por corrosión en una unión metálica estructural con pérdida de sección y daño en los elementos de acero.

Fuente: Adoptado de página web Parra (2018)

Por consiguiente, en regiones geográficas cuyas condiciones ambientales catalizan los procesos de oxidación tales como las franjas costeras o de influencia marina, la implantación de perfiles de acero sin los criterios de protección normativos resulta técnicamente inviable. Gómez Orefebre (2018) advierte que la exposición directa de estas estructuras en dichos entornos es desaconsejable a menos que se garantice un programa riguroso de mantenimiento preventivo y se aplique un esquema de protección superficial adecuado que aísle el sustrato metálico de la

acción del oxígeno y la humedad. Detectar y prevenir los primeros signos de corrosión es la clave para mantener la robustez y funcionalidad de la estructura en el tiempo, evitando así costosas reparaciones o degradación estructural prematura.

Por otro lado, el peso propio de la edificación en el esquema de Light Steel Framing se distribuye y disipa linealmente a través de los perfiles de acero galvanizado que constituyen el esqueleto estructural principal. Rodríguez Díaz & Vergara Pájaro (2019) afirman que, debido a esta distribución, es muy importante que los elementos que soportan o transfieren cargas estén precisamente alineados. Una alineación errónea de los elementos estructurales o una distribución inadecuada de las cargas puede generar esfuerzos no considerados en los montantes, afectando la estabilidad de la estructura y aumentando el riesgo de deformaciones o fallas por pandeo. Por este motivo, es fundamental cumplir con las memorias de cálculo y las normativas técnicas vigentes, garantizando que cada elemento estructural soporte las cargas para las que fue diseñado sin superar los límites de servicio o de resistencia.

Así mismo, una correcta alineación de los paneles y una adecuada transmisión de las cargas permiten aprovechar todas las propiedades mecánicas del acero conformado en frío, como su elevado relación resistencia-peso y su durabilidad. Para llevar a cabo esta práctica, el sistema requiere un diseño estructural preciso y una ejecución cuidadosa in situ, por lo que es indispensable contar con mano de obra calificada y profesionales con experiencia en Light Steel Framing.

2.2.6 Costo de mano de obra en Light Steel Framing y hormigón armado

Tabla 12. Costo mano de obra en Light Steel Framing

PROFESIONAL	SUELDO POR HORA	SUELDO DIARIO	SUELDO MENSUAL 20 DIAS
Residente de obra	4,89	39,12	782,40
Maestro de obra	4,64	37,08	741,60
Especialista en Light Steel Framing	4,64	37,08	741,60
Instalador de revestimientos	4,39	35,15	703,00
Electricista	4,39	35,15	703,00
Plomero	4,39	35,15	703,00
Pintor	4,39	35,15	703,00
Ayudante	4,34	34,73	694,60

Fuente: Datos obtenidos de CAMICON (2026)

Tabla 13. Costo mano de obra en Hormigón Armado

PROFESIONAL	SUELDO POR HORA	SUELDO DIARIO	SUELDO MENSUAL
			20 DIAS
Residente de obra	4,89	39,12	782,40
Maestro de obra	4,64	37,08	741,60
Albañil	4,39	35,15	703,00
Encofrador	4,39	35,15	703,00
Fierrero	4,39	35,15	703,00
Electricista	4,39	35,15	703,00
Plomero	4,39	35,15	703,00
Pintor	4,34	35,15	703,00
Ayudante	4,23	34,73	676,80

Fuente: Datos obtenidos de CAMICON (2026).

2.3. MARCO LEGAL

Las bases de tipo legal que referencian a esta investigación corresponden a:

SECCIÓN VI HÁBITAT Y VIVIENDA

Art. 30.- Las personas tienen derecho a un lugar seguro y saludable para vivir y a una vivienda adecuada y digna, independientemente de su situación social y económica.

Art. 31.- Las personas tienen derecho a disfrutar plenamente de la ciudad y de su espacio público de acuerdo con los principios de sostenibilidad, justicia social, el reconocimiento y salvaguarda de las diversas adscripciones identitarias y culturas urbanas, y un equilibrio simbiótico entre los entornos rurales y los centros metropolitanos. En este sentido, la materialización del derecho a la ciudad se fundamenta de forma irrestricta en la gestión democrática del territorio, así como en la prevalencia de la función social y ambiental tanto de la propiedad privada como del espacio público.

Art. 375.- El Estado en todos los niveles de su administración garantizará el derecho a hábitat y vivienda digna a:

1. Generará la información necesaria para desarrollar estrategias y programas multinivel que articulen de forma sinérgica la relación entre soluciones habitacionales, servicios básicos, espacio público, sistemas de transporte multimodal, equipamientos urbanos y la gestión estratégica del suelo de la ciudad.
2. Mantener un registro y catastro nacional integrado, georreferenciado y actualizado en materia de hábitat y vivienda.

3. Formular y ejecutar políticas, planes y programas que promuevan el acceso a una vivienda digna para toda la población, considerando la equidad, la inclusión y la gestión de riesgos.
4. Implementar acciones para mejorar las condiciones de viviendas vulnerables, desarrollar espacios públicos e infraestructura urbana y ofrecer alternativas de vivienda temporal y de arrendamiento social.
5. Crear mecanismos de financiamiento para proyectos de viviendas de interés social mediante la banca pública y el sector financiero popular y solidario, priorizando a las familias de bajos recursos y a las mujeres jefas de hogar.
6. Garantizar el suministro continuo y de calidad de servicios básicos, como agua potable y energía eléctrica, en hospitales y centros educativos públicos.
7. Garantizará a todos el derecho a arrendar a un precio razonable y sin abusos.
8. Garantizar y salvaguardar el acceso público e irrestricto a las riberas de playas, ríos, lagos y lagunas y la existencia de vías de acceso perpendiculares. El Estado asumirá el liderazgo en la planificación, regulación, control, financiamiento y desarrollo de las políticas de hábitat y vivienda (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

El artículo 4 del Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD) define los objetivos que orientan la gestión de los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) en sus respectivos territorios:
d) Restauración, preservación de la naturaleza y mantenimiento de un medio ambiente sustentable y sustentable;
f) Proporcionar a los residentes un entorno de vida seguro y saludable y garantizar su derecho a la vivienda dentro de sus respectivas competencias;
g) Planificación participativa para transformar la realidad y promover una economía popular y solidaria con el objetivo de erradicar la pobreza, distribuir equitativamente los recursos y la riqueza y lograr el buen vivir (COOTAD, 2019).

2.3.1 Normativa internacional Light Steel Framing

A nivel internacional, el sistema Light Steel Framing se rige por normas y manuales como los establecidos por la AISI y la ASTM, siendo esta última una de las más ampliamente aplicadas a nivel global. En el contexto latinoamericano, destaca el manual elaborado por el ILAFA (Instituto Latinoamericano del Fierro y del Acero). Así mismo, en aquellos países donde este sistema constructivo tiene mayor desarrollo, se dispone de normativas o manuales propios que

regulan su aplicación de acuerdo con las condiciones locales.

Tabla 14. Normativas AISI

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

Fuente: Datos obtenidos de AISI (2019)

Tabla 15. Normativa ASTM

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

Fuente: Datos obtenidos de ASTM (2024).

Tabla 16. Manual ILAFA

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

Fuente: Datos obtenidos de Dannemann & ILAFA (2008)

2.3.2 Normativa nacional Light Steel Framing

A nivel nacional, el sistema Light Steel Framing cuenta con un marco normativo menos desarrollado que el existente para el sistema de hormigón armado y las estructuras de aceros tradicionales. Aunque la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) y las normas INEN incluyen disposiciones generales sobre este sistema; sin embargo, su regulación todavía es reducida y se enfoca principalmente en aspectos técnicos, como sus características generales, las dimensiones permitidas y el número máximo de niveles para su correcta aplicación.

En este contexto, la regulación aplicada a nivel local se fundamenta principalmente en normas internacionales, especialmente las emitidas por la AISI, así como en manuales técnicos como los desarrollados por el ILAFA (Instituto Latinoamericano del Fierro y del Acero), los cuales sirven como referencia para el diseño y la ejecución de este sistema constructivo.

Tabla 17. Normas NEC

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

Fuente: Datos obtenidos NEC (2015)

2.3.3 Normativa internacional hormigón armado

A nivel internacional las normas que más se utilizan para el diseño y construcción de hormigón armado son el ACI y el Eurocódigo 2 del hormigón armado, siendo el ACI una normativa que en Ecuador se usa como referencia para normas locales.

Tabla 18. Normativa ACI

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

Fuente: Datos obtenidos de ACI (2014)

2.3.4 Normativa nacional hormigón armado

A nivel nacional, las estructuras de hormigón armado se rigen por la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), la cual incluye un conjunto de disposiciones orientadas al diseño y ejecución de elementos de hormigón armado en general, así como un apartado específico para edificaciones de vivienda. Esta normativa toma como referencia los lineamientos establecidos por el ACI (American Concrete Institute).

Tabla 19. Normativa NEC

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

Fuente: Datos obtenidos de NEC (2015)

Tabla 20. Normativa NEC

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

Fuente: Datos obtenidos de NEC-SE-HM (2015)

2.4. AMBIENTE MARINO Y MECANISMOS DE DETERIORO

En un entorno marino, la construcción tradicional es vulnerable a la humedad y la corrosión, mientras que las estructuras de acero con acero galvanizado son resistentes a la sal, pero requieren especial cuidado en el sellado y aislamiento para evitar puentes térmicos y daños por agua/humedad, lo cual es más rápido y eficiente si se hace correctamente, aunque la mano de obra debe ser calificada para mitigar sus puntos débiles como la conductividad térmica del acero y la sensibilidad de las placas al agua.

El medio marino se caracteriza por altos niveles de humedad, presencia de sales y cloruros y exposición constante a la brisa marina. Estas condiciones aceleran los procesos de corrosión en los materiales de construcción, afectando tanto a estructuras de hormigón armado como a estructuras metálicas sin la protección adecuada (ISO, 2018).

2.4.1 Mecanismos de deterioro en la construcción tradicional

Según Cemento Hormigón (2026) la corrosión constituye uno de los principales procesos de deterioro que afectan a los metales debido a la influencia del entorno ambiental. En las estructuras de hormigón armado, la corrosión del acero de refuerzo simboliza una problemática significativa, ya que se pone en riesgo la estabilidad y seguridad de obras civiles y viales. Entre las patologías más comunes asociadas a este fenómeno se encuentran las manchas de óxido, fisuras, delaminaciones en los recubrimientos e incluso el desprendimiento de material. Diversas inspecciones han demostrado que estos daños suelen originarse por la combinación de fallas en el diseño y la construcción, utilización de materiales inadecuados y ausencia de mantenimiento preventivo.

En ambientes marinos, la exposición constante al agua salina, la niebla marina o el uso de agregados contaminados con sales favorecen el inicio del proceso corrosivo. Cuando la concentración de cloruros alcanza umbrales críticos en la interfaz acero-hormigón, se desencadena el deterioro del metal, marcando el inicio de la degradación corrosiva de los refuerzos estructurales. Para mitigar la vulnerabilidad ante estas patologías, resulta imperativo adoptar criterios de diseño por durabilidad desde las etapas preliminares del proyecto. Esto implica una caracterización rigurosa de la clase de exposición ambiental específica del

emplazamiento y la determinación de espesores mínimos de recubrimiento normativos, complementados con un estricto control de calidad en obra respecto a la relación agua/cemento y la compactación de la mezcla. Asimismo, se vuelve indispensable estructurar programas de mantenimiento preventivo sistemáticos y correctamente planificados que evalúen la resistividad del hormigón y el avance del frente de carbonatación a lo largo del ciclo de vida útil de la estructura.

Incluso cuando el deterioro ya está presente, es posible prolongar la vida útil de la estructura mediante diagnósticos técnicos detallados, realizados por personal especializado, que permitan definir estrategias de reparación y conservación manteniendo condiciones adecuadas de servicio y seguridad (Cemento Hormigón, 2026).

2.4.2 Mecanismos de deterioro en el sistema Light Steel Framing

El acero galvanizado, al exponerse a este tipo de ambientes, presenta un mejor desempeño frente a la corrosión, lo que demuestra que el recubrimiento superficial de zinc contribuye significativamente al aumento de la vida útil del acero. La elevada resistencia del zinc a la corrosión se debe a su capacidad para generar una película compacta y adherente sobre el hierro, compuesta por productos derivados de su propia corrosión. Además, debido a que el zinc es un metal más activo que el hierro, se establece un par galvánico con el acero, actuando como ánodo de sacrificio y reduciendo así la velocidad de deterioro del material base (Vera & Cañas, 2005)

Sin embargo, Vera & Cañas (2005) menciona que la efectividad protectora del zinc depende de diversos factores, entre ellos el espesor y la porosidad de la capa galvanizada, la adherencia al sustrato de hierro, la naturaleza de los productos de corrosión generados, el tiempo de exposición y las condiciones ambientales, tales como temperatura, humedad relativa y presencia de contaminantes atmosféricos como SO_2, Cl^-, NOx y O_3. En el caso del acero y el zinc, humedades relativas cercanas al 70 % y 80 %, respectivamente, representan el umbral mínimo para el inicio de los procesos corrosivos. Así mismo, las precipitaciones favorecen las reacciones electroquímicas al remover productos de corrosión y aportar el electrolito necesario para el desarrollo de dichas reacciones

La estabilidad del zinc en ambientes agresivos está directamente relacionada con las

propiedades protectoras de la película que se forma sobre su superficie. La composición química y la morfología microestructural de esta película determinan su efectividad termodinámica para actuar como barrera física frente al ataque de agentes agresivos, controlando así la cinética de disolución del metal. En una fase inicial, la oxidación del zinc en exposición atmosférica produce óxido de zinc (ZnO), un compuesto semiconductor que destaca por su empaquetamiento denso y elevada dureza macroscópica. Posteriormente, este óxido experimenta un proceso de hidratación al interactuar con la humedad relativa del ambiente, transformándose en hidróxido de zinc [$Zn(OH)_2$]; este último, al reaccionar por carbonatación con el CO_2 atmosférico, genera hidrocarbonatos insolubles conocidos químicamente como carbonato básico de zinc o hidrocincita, cuya fórmula estructural predominante se denota como carbonato básico de zinc, generalmente representado como 2ZnCO. Esta capa es altamente adherente, poco soluble y constituye el principal mecanismo de protección anticorrosiva del zinc en diferentes condiciones (Vera & Cañas, 2005)

No obstante, en ambientes marinos la presencia de cloruros, junto con factores como la dirección e intensidad del viento y los ciclos de mojado y secado, altera la composición de los productos de corrosión del zinc, incrementando su solubilidad y, en consecuencia, la velocidad de corrosión. Bajo estas condiciones pueden formarse cloruros de zinc solubles que, al ser eliminados por la lluvia, dejan nuevamente expuesta la superficie metálica a la atmósfera, acelerando el proceso corrosivo (Vera & Cañas, 2005)

2.5. MANTENIMIENTO DE EDIFICACIONES EN AMBIENTE MARINO

El mantenimiento incluye un conjunto de acciones preventivas y correctivas encaminadas a mantener las condiciones constructivas y funcionales del edificio durante toda su vida útil. En el medio marino, el mantenimiento preventivo es fundamental para reducir el desgaste prematuro y evitar costosas reparaciones.

2.5.1 Mantenimiento en edificaciones de construcción tradicional

Por otro lado, Arencibia Juan (2007) plantea una clasificación del mantenimiento en función de sus objetivos, nivel de complejidad y costos asociados, agrupándolo en tres categorías principales:

- **Mantenimiento simple o rutinario:** Comprende actividades básicas destinadas a conservar el buen estado de la edificación, tales como la limpieza periódica de elementos para eliminar polvo, humedad y agentes agresivos, así como pequeñas reparaciones o sustituciones de componentes.

  Entre estas labores se incluyen el cambio de lámparas e interruptores, trabajos de pintura, reparación de herrajes, carpintería, vidrios, cubiertas, entre otros.

El costo estimado de este mantenimiento varía entre el 2 % y el 5 % del valor total de la edificación, y puede ser ejecutado tanto por los usuarios como por personal técnico especializado.

- **Mantenimiento medio:** Se enfoca en la reparación de componentes secundarios de la edificación con el propósito de prolongar su vida útil y prevenir daños de mayor magnitud. Este tipo de intervención técnica demanda personal operativo calificado y representa un impacto financiero estimado de entre el 10% y el 15% del costo presupuestario total de la obra
- **Mantenimiento complejo:** Comprende intervenciones de carácter mayor orientadas a la rehabilitación física o sustitución de elementos del sistema portante principal y componentes de alta criticidad estructural. Debido a la complejidad logística y analítica de estos procesos, los trabajos deben ser ejecutados exclusivamente por firmas de ingeniería especializadas, registrando costos asociados que oscilan comúnmente entre el 25% y el 30% del valor de reposición o avalúo total de la edificación.

Mantenimiento preventivo en estructuras de concreto armado

Históricamente existió un paradigma comercial impulsado en gran medida por la industria cementera global que posicionaba al hormigón como un material perpetuo y exento de costos operativos post-construcción, contrastándolo con las estructuras de acero laminado que requerían tratamientos de pintura y pasivación periódicos. No obstante, la ingeniería patológica moderna ha demostrado la falacia de dicha premisa, estableciendo que las estructuras de hormigón armado exigen un plan de mantenimiento preventivo sistemático para salvaguardar sus propiedades mecánicas y ralentizar los procesos de degradación. Si bien es cierto que los intervalos de intervención física suelen ser más prolongados en comparación con la exposición directa de perfiles metálicos sin protección, su omisión compromete críticamente la vida útil remanente del activo estructural.

Plan de mantenimiento preventivo

Anualmente:

- Se recomienda verificar la presencia de humedad o filtraciones que puedan afectar el comportamiento y la durabilidad de la estructura.

Cada 2 años:

- Es aconsejable efectuar una inspección general, o antes si se detectan anomalías, evaluando el estado de conservación de las losas y revisando la aparición de fisuras, grietas o deformaciones. De identificarse daños, deberán ejecutarse las reparaciones correspondientes.

Cada 3 años:

- Se recomienda efectuar revisiones periódicas en las losas de escaleras, o previamente cuando el concreto ha desarrollado la resistencia requerida, verificando la aparición de fisuras, deformaciones o flechas excesivas que puedan comprometer el comportamiento estructural.

Cada 10 años:

- Es necesario realizar ensayos y pruebas de resistencia en la estructura, ejecutados por personal técnico especializado, con el propósito de evaluar su estado y controlar la evolución de sus condiciones estructurales (Aragort et al., 2016).

2.5.2 Mantenimiento en edificaciones con sistema Light Steel Framing

Las viviendas ejecutadas con este sistema requieren el mismo mantenimiento que las construidas con sistemas tradicionales (Incose, 2015). Las viviendas construidas mediante el sistema Light Steel Framing generalmente presentan costos de mantenimiento más bajos, debido a la alta resistencia del acero galvanizado frente a la corrosión y a los efectos de condiciones climáticas desfavorables. No obstante, es importante considerar ciertos aspectos para garantizar su adecuado desempeño a lo largo del tiempo:

- **Inspecciones periódicas:** Aunque este sistema requiere menor mantenimiento en comparación con otros métodos constructivos, es aconsejable efectuar revisiones periódicas que permitan verificar el estado y la estabilidad de la estructura.
- **Reparaciones:** En situaciones donde la vivienda sufra daños ocasionados por impactos, incendios u otros agentes externos, los costos de reparación pueden variar según el nivel de afectación y la magnitud del daño presentado (Light Steel Framing, 2026).

Los costos operativos y de mantenimiento durante el tiempo de servicio de una edificación engloban la totalidad de las erogaciones financieras destinadas a la adquisición de insumos materiales, la contratación de mano de obra calificada y la gestión de recursos logísticos o tecnológicos complementarios requeridos para preservar las condiciones de habitabilidad y seguridad estructural (Metwally & Mona, 2019).

2.6. COSTOS DEL CICLO DE VIDA

Bajo la perspectiva analítica de Obradović et al. (2024), el ciclo de vida de una infraestructura habitacional abarca una serie de fases secuenciales e interdependientes que se originan a partir de la detección de la demanda habitacional, transitando posteriormente por los estadios de planificación estratégica, diseño arquitectónico-estructural y ejecución en obra. Dentro de este proceso continuo, la fase de planificación ejerce una influencia determinante y condicionante sobre la viabilidad y el éxito técnico-económico del proyecto, toda vez que en esta instancia se configuran las variables operativas que gobernarán directamente el desempeño estructural, la eficiencia energética y la sostenibilidad funcional del activo a lo largo de su horizonte de vida útil. Una vez finalizada la construcción y obtenido el certificado de ocupación, la edificación entra en su fase de uso y operación, considerada la etapa más extensa del ciclo de vida. Su duración depende del tipo de infraestructura, pudiendo alcanzar aproximadamente 50 años en viviendas unifamiliares y entre 80 y 100 años en estructuras como puentes.

Así mismo, los autores destacan que la fase de operación y mantenimiento representa el periodo más prolongado dentro del ciclo de vida de una edificación, incluso superando la suma de las etapas previas y la fase final de demolición. Por consiguiente, la implementación de un esquema de mantenimiento periódico y técnicamente planificado se erige como un pilar crítico para salvaguardar la funcionalidad operativa, la durabilidad estructural y la plusvalía de la infraestructura civil.

Por otra parte, el Análisis de Costo de Ciclo de Vida se consolida metodológicamente como un procedimiento analítico de ingeniería económica diseñado para evaluar y proyectar la totalidad de los flujos financieros imputables a un activo físico. Este enfoque holístico abarca desde las erogaciones iniciales por concepto de adquisición y ejecución en obra, transitando por los costos acumulados de operación y conservación preventiva a lo largo de su horizonte de servicio, hasta cuantificar los pasivos económicos derivados de su desmantelamiento,

demolición o disposición final. Este tipo de análisis proporciona información clave para la toma de decisiones en las etapas de diseño, desarrollo, utilización y desmantelamiento de la infraestructura.

El modelo matemático empleado para el cálculo del Costo del Ciclo de Vida se basa en el análisis de valor presente utilizado en la ingeniería económica (ACI, 2016). Así mismo, la norma ISO 15686-5 establece la aplicación de esta metodología para la evaluación económica de edificaciones durante su vida útil. Este enfoque permite determinar cuál sistema constructivo presenta mayor eficiencia económica bajo condiciones ambientales específicas. (Yepes Víctor, 2026)

2.6.1 Beneficios del Costo de ciclo de vida en la toma de decisiones

El costo del ciclo de vida proporciona una evaluación económica sistemática del coste de un activo a lo largo de su ciclo de vida, abarcando las fases de adquisición, operación y disposición. Este método facilita la toma de decisiones informadas al permitir que las partes interesadas comprendan no solo los costos iniciales de la transacción, sino también las consecuencias económicas más amplias asociadas con el activo a lo largo del tiempo, incluidos los costos externos y los beneficios de su uso (Yepes Víctor, 2026).

El costo del ciclo de vida puede tener importantes beneficios financieros. Las indagaciones exponen que las organizaciones que utilizan estándares de análisis del costo de ciclo de vida han logrado ganancias de entre el 0,15% y el 5% de los ingresos por ventas anuales. Estos ahorros provienen de una mejor asignación de recursos y una mayor eficiencia operativa resultante de decisiones de inversión informadas. Llevando esto a la realidad de la construcción, este enfoque ayuda a dejar de ver los proyectos solo en función del presupuesto del primer día. Al anticipar los pros y los contras de cada sistema como el menor tiempo de obra en el Light Steel Framing o las futuras reparaciones por humedad en el hormigón, se toman decisiones mucho más inteligentes. Al final, planificar pensando en el futuro evita sorpresas económicas y asegura que la inversión rinda al máximo durante los 50 años de vida útil de la edificación (Yepes Víctor, 2026).

2.6.2 Tasa de descuento y variables económicas en Ecuador

La tasa de descuento representa el valor del dinero en el tiempo y es fundamental en el análisis del ciclo de vida. En estudios económicos aplicados a la construcción en Ecuador, suele utilizarse una tasa entre 8% y 12%, sustentada en indicadores macroeconómicos publicados por el Banco Central del Ecuador (Zhangallimbay & Castillo, 2021).

La tasa social de descuento del 8%, comúnmente utilizada por las instituciones de planificación y los organismos multilaterales para la evaluación de proyectos públicos, constituye un valor fijado de manera administrativa y constante, cuya determinación carece de una justificación explícita y no considera las variaciones que pueden presentarse en las preferencias sociales a lo largo del tiempo (Castillo & Zhangallimbay, 2021).

Para el cálculo del valor presente neto se toman en cuenta costos directos e indirectos, la tasa de depreciación, la inflación (que es del 3.5% al año) y una tasa de descuento que es del 8% (Suarez Kevin, 2025). Así mismo, los índices de precios de la construcción pueden obtenerse del INEC para actualizar costos y proyectar escenarios económicos (INEC, 2026).

2.6.3 Durabilidad de edificaciones en ambiente marino

Las edificaciones ubicadas en zonas costeras están sometidas a condiciones ambientales agresivas debido a la presencia de cloruros, alta humedad relativa, radiación solar intensa y acción del viento marino. Estos factores activan los procesos de deterioro, especialmente la corrosión de elementos metálicos y del acero de refuerzo en estructuras de hormigón armado.

Según ACI (2016), indica que los ambientes con cloruros aceleran la corrosión del acero, lo que acorta la vida útil de la estructura. Para evitarlo, obliga a usar recubrimientos más gruesos, aditivos especiales o adecuar el hormigón para que sea lo menos permeable posible.

La planificación de la vida útil de edificaciones debe considerar el entorno de exposición. La norma ISO 15686 establece que la vida útil de diseño debe evaluarse considerando condiciones ambientales específicas, mantenimiento previsto y desempeño esperado de los materiales. (Yepes Víctor, 2026)

CAPÍTULO III
METODOLOGÍA

3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN.

3.1.1 Tipo (aplicada)

Para Rica et al. (2009) investigación aplicada, también denominada práctica o empírica, se orienta principalmente a la utilización de los conocimientos previamente adquiridos. Este tipo de investigación no solo busca aplicar dichos saberes, sino también generar nuevos a partir de la implementación y sistematización de la práctica investigativa. De esta manera, permite obtener resultados que contribuyen a comprender la realidad de forma ordenada, estructurada y rigurosa.

La investigación es de tipo aplicada, debido a que utiliza conocimientos técnicos, constructivos y económicos para analizar y comparar el sistema tradicional y el sistema Light Steel Framing, con el propósito de determinar el sistema constructivo más eficiente para edificaciones ubicadas en zonas costeras.

3.1.2 Nivel (descriptivo-comparativo)

Según Formplus (2016) en la investigación descriptiva-comparativa, el investigador considera dos variables que no se manipulan y establece un procedimiento formal para concluir que una es mejor que la otra.

La presente investigación posee un nivel descriptivo–comparativo, debido a que se analizan y describen las características constructivas, técnicas y económicas del sistema tradicional y del sistema Light Steel Framing, permitiendo posteriormente establecer comparaciones entre ambos sistemas constructivos para determinar su eficiencia en edificaciones ubicadas en zonas costeras.

3.2. MÉTODO, ENFOQUE Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.2.1 Método (Comparativo)

El método comparativo consiste en un procedimiento de análisis sistemático mediante el cual se confrontan distintos objetos de estudio, permitiendo identificar similitudes y diferencias con el propósito de obtener generalizaciones empíricas y verificar hipótesis planteadas en la investigación (Dieter Nohlen, 2002).

En la presente investigación se empleó el método comparativo, mediante el cual se analizaron las características técnicas, constructivas y económicas del sistema tradicional y del sistema Light Steel Framing (LSF), permitiendo establecer diferencias y similitudes entre ambos sistemas constructivos para determinar su eficiencia en edificaciones ubicadas en zonas costeras.

3.2.2 Enfoque (cuantitativo)

De acuerdo con Hernández Sampieri et al. (2014), el enfoque cuantitativo se caracteriza por ser un proceso secuencial y de carácter comprobatorio. Cada etapa del proceso investigativo se desarrolla de manera consecutiva, sin omitir pasos, manteniendo un orden estricto, aunque con posibilidad de ajustes en ciertas fases. Este enfoque inicia con una idea que se va delimitando progresivamente; a partir de ello, se formulan los objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura existente y se construye el marco teórico correspondiente.

La presente investigación posee un enfoque cuantitativo, debido a que se analizan variables técnicas y económicas medibles, tales como costos de construcción, tiempos de ejecución, costos de mantenimiento y costo del ciclo de vida de los sistemas constructivos evaluados, permitiendo realizar comparaciones objetivas entre el sistema tradicional y el sistema Light Steel Framing

3.2.3 Diseño (no experimental)

La investigación presenta un diseño no experimental de tipo transversal, debido a que no se manipulan las variables de estudio y la información se recopila y analiza en un único periodo

de tiempo, permitiendo comparar técnica y económicamente ambos sistemas constructivos.

3.2.4 Descripción de la estructura

La presente investigación considera como unidad de análisis una vivienda multifamiliar de dos plantas, diseñada con características arquitectónicas estándar, ubicada en el sector de Chipipe, zona con influencia de ambiente marino.

3.2.5 Características constructivas

La vivienda será analizada bajo dos sistemas constructivos:

- Sistema tradicional (hormigón armado y mampostería)
- Sistema Light Steel Framing (estructura de acero liviano)

Ambos modelos mantienen la misma distribución arquitectónica, con el fin de garantizar una comparación homogénea en términos de metrados, costos y mantenimiento.

3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO

La investigación no considera población y muestra en sentido estadístico, ya que se basa en el análisis de un caso de estudio. La unidad de análisis corresponde a una vivienda tipo evaluada bajo dos sistemas constructivos.

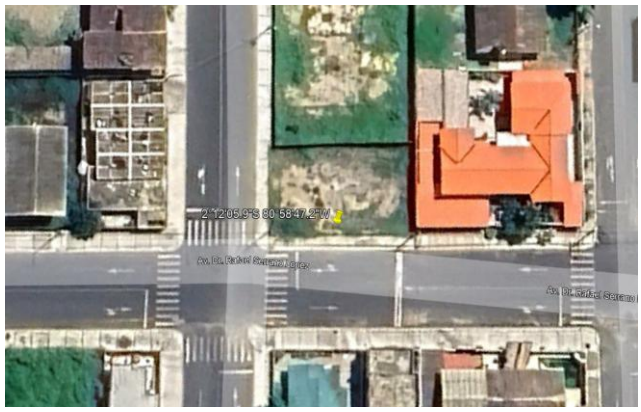
3.4. ÁREA DE ESTUDIO

3.4.1 Ubicación

La investigación se desarrolla en Chipipe, caracterizada por un Ambiente marino, lo que influye en la durabilidad y mantenimiento de las edificaciones.

Ilustración 31. Área de construcción 218,55 m2 en Chipipe, Salinas

Ilustración 32. Vista aérea del terreno



Fuente: Google Earth.

3.5. METODOLOGÍA DEL O.E.1.: IDENTIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y TÉCNICAS DEL SISTEMA TRADICIONAL Y DEL SISTEMA LIGHT STEEL FRAMING

3.5.1 Selección del diseño arquitectónico base

Para el desarrollo del presente objetivo específico se utilizó un mismo diseño arquitectónico de vivienda multifamiliar como base de análisis para el sistema tradicional y el sistema Light Steel Framing. La utilización de un único modelo arquitectónico permitió realizar una comparación homogénea entre ambos sistemas constructivos.
Para el diseño arquitectónico y los planos se utilizaron AutoCAD y Autodesk Revit. Estas herramientas permitieron generar las vistas, detalles constructivos y modelos tridimensionales necesarios para evaluar técnicamente ambos sistemas.

Además, el uso de este software facilitó el cálculo exacto de los materiales y la organización de toda la documentación técnica para la investigación.

3.5.2 Identificación de características constructivas

Posteriormente, se realizó la identificación de las principales características constructivas del sistema tradicional y del sistema Light Steel Framing. Para ello, se analizaron aspectos relacionados con materiales empleados, procesos constructivos, tipo de elementos utilizados, tiempo estimado de ejecución y requerimientos constructivos de cada sistema. La edificación

cuenta con un área aproximada de 437,10 m² de construcción, distribuida en dos niveles de 218,55 m² cada uno.

En el sistema tradicional se consideraron materiales convencionales como hormigón armado, mampostería y morteros, mientras que en el sistema Light Steel Framing se analizaron perfiles de acero galvanizado conformados en frío.

Así mismo, se evaluaron aspectos relacionados con facilidad constructiva y requerimientos de mantenimiento, con el fin de identificar diferencias técnicas y constructivas entre ambos métodos de construcción.

3.5.3 Verificación de cargas y análisis del sistema Light Steel Framing

Con el propósito de complementar el desarrollo técnico del sistema Light Steel Framing, se realizó una verificación básica de su comportamiento estructural mediante el uso del software SAP2000.

El sistema Light Steel Framing utiliza una cimentación de hormigón armado, pero con dos condiciones clave. Primero, como la estructura es muy liviana, no hacen falta cimentaciones grandes ni muy gruesas. Segundo, debido a que las cargas bajan de forma continua por toda la base de los paneles, se deben usar cimentaciones corridas en lugar de zapatas aisladas. Esta configuración proporciona una mayor rigidez al conjunto estructural, disminuyendo el riesgo de asentamientos diferenciales que podrían generar esfuerzos adicionales. Esto resulta especialmente importante en el Steel Framing, ya que el correcto desempeño del sistema depende de mantener la verticalidad y perpendicularidad de sus elementos estructurales (Cáceres Gaibor, 2018).

Para el presente análisis se optó por una losa de cimentación, ya que constituye una de las soluciones más empleadas en edificaciones construidas con el sistema Steel Framing. Su uso se debe a que proporciona un soporte continuo a los paneles estructurales, facilita el proceso constructivo y contribuye a una adecuada distribución de las cargas, mejorando la estabilidad global de la estructura (Cáceres Gaibor, 2018).

Los parámetros necesarios para el diseño fueron obtenidos mediante el modelo estructural, incluyendo las coordenadas del centroide de la edificación. La losa de cimentación propuesta

presenta dimensiones de 11.75 m de ancho por 18.60 m de largo. Con el propósito de determinar las excentricidades y los esfuerzos transmitidos al suelo, se fraccionó la base de la estructura en 35 componentes, como se muestra a continuación:

Tabla 21. Datos de losa de cimentación

SECCIÓN	LONGITUD	COORDENADAS		CARGAS		RESULTANTE	X * R	Y * R
		X	Y	CM	CV			
1	8,35	0,00	7,58	1521,12	6955,76	8476,88	0,00	64212,37
2	8,35	3,15	7,58	1535,73	6855,69	8391,42	26432,97	63565,01
3	3,15	1,58	3,40	301,48	1480,66	1782,14	2806,87	6059,28
4	3,15	1,58	7,35	397,91	1903,66	2301,57	3624,97	16916,54
5	3,15	1,58	11,75	237,68	975,68	1213,36	1911,04	14256,98
6	1,50	4,40	10,85	264,50	1158,39	1422,89	6260,72	15438,36
7	1,40	4,95	8,35	1605,05	774,32	2379,37	11777,88	19867,74
8	2,50	4,25	8,60	306,74	1328,58	1635,32	6950,11	14063,75
9	3,40	5,65	9,05	544,17	2260,72	2804,89	15847,63	25384,25
10	2,15	5,10	7,28	408,70	1827,04	2235,74	11402,27	16265,01
11	4,70	4,80	3,85	1126,89	5338,54	6465,43	31034,06	24891,91
12	1,50	5,65	0,75	278,46	1493,34	1771,80	10010,67	1328,85
13	3,65	7,48	0,00	226,78	986,79	1213,57	9071,44	0,00
14	4,50	7,05	1,50	757,90	3884,56	4642,46	32729,34	6963,69
15	4,50	7,05	6,20	613,40	3026,93	3640,33	25664,33	22570,05
16	3,65	7,48	10,15	453,96	2000,80	2454,76	18349,33	24915,81
17	3,65	7,48	11,75	483,71	2044,56	2528,27	18898,82	29707,17
18	11,75	9,30	5,87	1771,21	7543,03	9314,24	86622,43	54674,59
19	3,65	11,13	11,75	483,71	2044,56	2528,27	28127,00	29707,17
20	3,65	11,13	10,15	453,96	2000,80	2454,76	27309,21	24915,81
21	4,50	11,55	6,20	613,40	3026,93	3640,33	42045,81	22570,05
22	4,50	11,55	1,50	757,90	3884,56	4642,46	53620,41	6963,69
23	3,65	11,13	0,00	226,78	986,79	1213,57	13500,97	0,00
24	1,50	12,95	0,75	278,46	1493,34	1771,80	22944,81	1328,85
25	4,70	13,80	3,85	1126,89	5338,54	6465,43	89222,93	24891,91
26	2,15	13,50	7,28	408,70	1827,04	2235,74	30182,49	16265,01
27	3,40	12,95	9,05	544,17	2260,72	2804,89	36323,33	25384,25
28	2,50	14,35	8,60	306,74	1328,58	1635,32	23466,84	14063,75
29	1,40	13,65	8,35	1605,05	774,32	2379,37	32478,40	19867,74
30	1,50	14,20	10,85	264,50	1158,39	1422,89	20205,04	15438,36
31	3,15	13,60	11,75	237,68	975,68	1213,36	16501,70	14256,98
32	3,15	13,60	7,35	397,91	1903,66	2301,57	31301,35	16916,54
33	3,15	13,60	3,40	301,48	1480,66	1782,14	24237,10	6059,28
34	8,35	15,45	7,58	1535,73	6855,69	8391,42	129647,44	63565,01
35	8,35	18,60	7,58	1521,12	6955,76	8476,88	157669,97	64212,37
	TOTALES			23899,57	96135,07	120034,64	1098179,69	787488,10

Materiales:

$\boldsymbol{f´c}$=**210** $\boldsymbol{kg/cm2}$

$\boldsymbol{qadm}$=**15** $\boldsymbol{t/m2}$

$$x = \frac{1098179,69}{120034,64} = 9,15 \qquad y = \frac{787488.10}{120034.64} = 6,56$$

Excentricidad

$$e_x = 9,15 - \frac{18,60}{2} = -0,15 \qquad e_y = 6,58 - \frac{11,75}{2} = 0,71$$

Revisión de esfuerzos

Asumiremos un espesor de 15 cm para determinar el peso de la losa:

$$P_{losa} = 0,15\ m * 18,60\ m * 11,75m * 2,4\frac{t}{m^3} = 78,68\ t$$

$$P = 120,03\ t + 78,68\ t = 198,71\ t$$

$$q_s = \frac{P}{A} + \frac{M_{yy} * X}{I_{yy}} + \frac{M_{xx} * Y}{I_{xx}}$$

$$A = 18,60\ m + 11,75\ m = 218,55\ m^2$$

$$M_{xx} = P * e_y = 198,71 * 0,71 = 140,09 \text{ t}$$

$$M_{yy} = P * e_x = 198,71 * (-0,15) = -29,81 \text{ t}$$

$$I_{xx} = \frac{18,60 * 11,75^3}{12} = 2514,32\ m^4$$

$$I_{yy} = \frac{11,75 * 18,60^3}{12} = 6300,70\ m^4$$

Reemplazamos en la fórmula

$$q_s = \frac{198,71}{218,55} + \frac{-29,81 * X}{6300,70} + \frac{140,09 * Y}{2514,32}$$

$$q_s = 0,909 - 0,00473 * X + 0,05572 * Y$$

X(m)	Y(m)
-9,3	5,88
9,3	5,88
-9,3	-5,88
9,3	-5,88

$$q_{s1} = 1{,}28\frac{t}{m^2} \qquad q_{s2} = 1{,}19\ t/m^2$$

$$q_{s3} = 0{,}63\frac{t}{m^2} \qquad q_{s4} = 0{,}54\ t/m^2$$

$$q_{s1,2,3,4} < q_{admisible}\ \ OK$$

Cargas últimas

$$P_u = 1{,}2\ \ P_{CM} + 1{,}6\ \ P_{CV}$$

$$P_u = 1{,}2\ (23{,}89\ t + 78{,}68\ t) + 1{,}6\ (96{,}13\ t)$$

$$P_u = 276{,}89\ t$$

Esfuerzos últimos

$$q_s = \frac{P_u}{A} + \frac{M_{yy} * X}{I_{yy}} + \frac{M_{xx} * Y}{I_{xx}}$$

$$A = 18{,}60\ m + 11{,}75\ m = 218{,}55\ m^2$$

$$M_{xx} = P_u * e_y = 276{,}89 * 0{,}71 = 195{,}21\ t$$

$$M_{yy} = P_u * e_x = 276{,}89 * (-0{,}15) = -41{,}53\ t$$

$$I_{xx} = \frac{18{,}60 * 11{,}75^3}{12} = 2514{,}32\ m^4$$

$$I_{yy} = \frac{11{,}75 * 18{,}60^3}{12} = 6300{,}70\ m^4$$

Reemplazamos en la fórmula

$$q_s = \frac{276{,}89}{218{,}55} + \frac{-41{,}53 * X}{6300{,}70} + \frac{140{,}09\ * Y}{2514{,}32}$$

$$q_s = 1{,}267 - 0{,}00659 * X + 0{,}07764 * Y$$

X(m)	Y(m)
-9,3	5,88
9,3	5,88
-9,3	-5,88
9,3	-5,88

$$q_{s1} = 1{,}78 \frac{t}{m^2} \qquad q_{s2} = 1{,}66\ t/m^2$$

$$q_{s3} = 0{,}87 \frac{t}{m^2} \qquad q_{s4} = 0{,}75\ t/m^2$$

$$q_{s1,2,3,4} < q_{admisible} \quad OK$$

Cálculo de altura efectiva

U = B_0* d * [4 * 0,85 * 0,34 * $\sqrt{f'c}$]

$B_0 = (10 + \frac{d}{2})$ + $(0{,}93 + \frac{d}{2})$ = 10,93 + d

U = (10,93 + d) * d * [4 * 0,85 * 0,34 * $\sqrt{210}$]

2478 = (10,93 + d) * d * (16,77)

147.76 = (10,93 + d) * d

d² + 10,93d -147,76 = 0

Aplicamos la ecuación cuadrática

$$d = \frac{-10{,}93 + \sqrt{(10{,}93)^2 + 4(147{,}76)}}{2}$$

$$d = \frac{-10{,}93 + \sqrt{710{,}55}}{2}$$

$$d = \frac{-10{,}93 + 26{,}66}{2}$$

$$d = 7{,}87\ cm$$

$$d \approx 8{,}00\ cm$$

Consideramos recubrimiento de 5 cm y barras de refuerzo de 12 mm

$$d = 8 + 5 + \frac{1.2}{2}\ cm$$

$$d = 13{,}6\ cm$$

Por criterio se adopta

$$d = 15\ cm$$

Momento último

$$M_u = \frac{1{,}78 * 1{,}5 * 1^2}{8}$$

$$M_u = 0{,}33\ t * m$$

Acero de refuerzo

- **Acero mínimo**

$$A_S = 0{,}0018 * b * h$$

$$A_S = 0{,}0018 * 100 * 15$$

$$A_S = 2{,}7\ cm^2$$

- **Acero requerido**

$$k = \frac{0{,}85 * f'c * b * b}{f_y}$$

$$k = \frac{0{,}85 * 210 * 100 * 11}{4200} = 46{,}75\ cm^2$$

$$A_S = k\ (1 - \sqrt{1 - \frac{2 * M_u}{\Phi * k * d * f_y}}$$

$$A_S = 46{,}75\ (1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 33000}{0{,}90 * 46{,}75 * 100 * 4200}}$$

$$A_S = 0{,}08\ cm^2$$

$0{,}08\ cm^2 < 2{,}7\ cm^2$: se usa acero mínimo

- **Acero colocado longitudinal y transversalmente**

$$A_S = 4\ \Phi\ 10\ mm = 3{,}14\ cm^2/m$$

$$A_S = 1\ \Phi\ 10\ mm\ @\ 25\ cm$$

El modelado permitió representar de manera general la configuración estructural del sistema constructivo propuesto, considerando las condiciones de carga aplicables a la edificación. Este análisis tuvo carácter referencial y complementario dentro de la investigación, orientado únicamente a validar preliminarmente la factibilidad técnica del sistema Light Steel Framing para su posterior evaluación técnico-económica.

La estructura de la vivienda multifamiliar fue diseñada conforme a la normativa estadounidense AISI, tomando además como referencias manuales de diseño de Steel Framing, los cuales establecen que la separación entre perfiles de acero debe oscilar entre 40 y 60 cm. En este caso, se adoptó un espaciamiento de 40 cm, con lo cual se configuraron los paneles estructurales.

Carga permanente (muerta)

Las cargas permanentes corresponden al peso propio de todos los elementos que actúan de manera continua sobre la estructura. Estas incluyen componentes como muros, tabiques, acabados, así como las instalaciones sanitarias, eléctricas y mecánicas, además de equipos y cualquier elemento que forme parte integral y permanente de la edificación. (NEC, 2015)

Carga viva

La carga viva es el peso móvil que actúa sobre la estructura y que cambia de lugar o de valor con el tiempo. Se divide en dos: la carga sostenida y la extraordinaria. La sostenida es el uso diario normal, como el peso de las personas, los muebles y los equipos comunes, por lo que casi no varía durante la ocupación habitual del espacio. Por otro lado, la carga extraordinaria se origina por situaciones ocasionales o poco frecuentes, tales como la acumulación temporal de personas o el traslado y concentración de muebles pesados durante actividades de remodelación o mantenimiento. (Jorge Márquez, 2023)

Carga del viento

Para el análisis del sistema estructural se consideró la acción del viento conforme a los parámetros establecidos en la normativa aplicable, determinando la presión ejercida sobre la estructura mediante coeficientes de exposición y forma. La consideración de estas acciones permitió evaluar el comportamiento general de la edificación frente a esfuerzos horizontales producidos por condiciones ambientales externas, especialmente relevantes en zonas costeras. (NEC, 2015)

Ilustración 33. Coeficiente de corrección

Altura (m)	Sin obstrucción (Categoría A)	Obstrucción baja (Categoría B)	Zona edificada (Categoría C)
5	0.91	0.86	0.80
10	1.00	0.90	0.80
20	1.06	0.97	0.88
40	1.14	1.03	0.96
80	1.21	1.14	1.06
150	1.28	1.22	1.15

Fuente: Datos obtenidos de la NEC (2015)

Ilustración 34. Factor de forma Cf

Construcción	Barlovento	Sotavento
Superficies verticales de edificios	+0.8	
Anuncios, muros aislados, elementos con una dimensión corta en el sentido del viento	+1.5	
Tanques de agua, chimeneas y otros de sección circular o elíptica	+0.7	
Tanques de agua, chimeneas y otros de sección cuadrada o rectangular	+2.0	
Arcos y cubiertas cilíndricas con un ángulo de inclinación que no exceda los 45°	+0.8	-0.5
Superficies inclinadas a 15° o menos	+0.3 a 0	-0.6
Superficies inclinadas entre 15° y 60°	+0.3 a +0.7	-0.6
Superficies inclinadas entre 60° y la vertical	+0.8	-0.6

Fuente: Fuente: Datos obtenidos de la NEC (2015)

Ilustración 35. Coeficiente Contorno/Altura

Entorno del edificio	Altura elemento sobre nivel de suelo exterior (m)					
	3	5	10	20	30	50
Centro de grandes ciudades	1,63	1,63	1,63	1,63	1,68	2,15
Zona Urbanos	1,63	1,63	1,63	1,96	2,32	2,82
Zonas Rurales	1,63	1,63	1,89	2,42	2,75	3,2
Terreno abierto sin obstáculos	1,64	1,93	2,35	2,81	3,09	3,47

Fuente: Fuente: Datos obtenidos de la NEC (2015)

La presión de viento aplicada sobre la estructura fue determinada mediante la ecuación de presión dinámica, la cual considera la densidad del aire, la velocidad corregida del viento y los coeficientes de exposición y forma de la edificación. Esta expresión permitió calcular la presión ejercida por la acción del viento sobre los elementos estructurales del sistema constructivo analizado.

$$P = \frac{1}{2} * p * V_b^2 * C_e * C_f$$

P =Presión de cálculo expresada en Pa (N/m²)

p = Densidad del aire expresada en Kg/m3

V_b^2 = Velocidad corregida del viento

C_e = Coeficiente de entorno/altura

C_f = Factor de forma

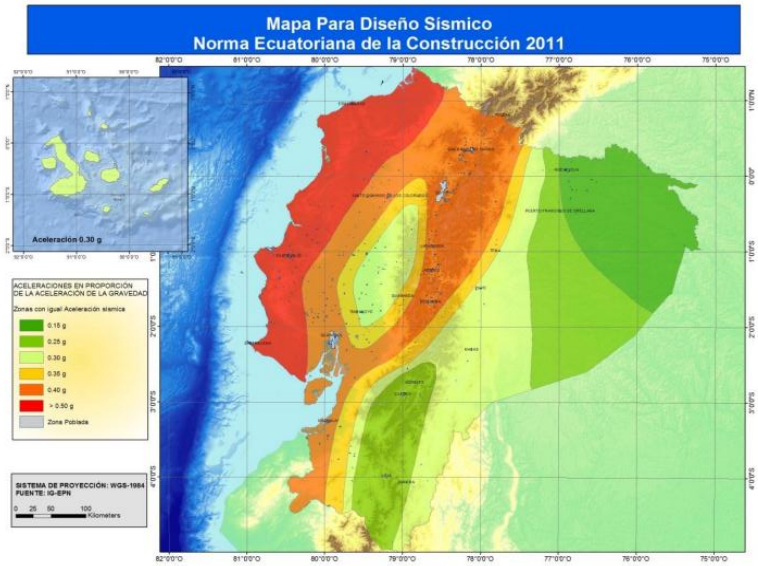
Zonificación sísmica

El diseño sismorresistente de una estructura está fuertemente condicionado por su ubicación geográfica y por las características del suelo donde se emplaza, ya que estos factores influyen directamente en la respuesta estructural ante la propagación de las ondas sísmicas. Por ello, es necesario considerar el factor de zona sísmica (Z), el cual permite estimar el nivel de amenaza sísmica al que estará expuesta la edificación. (NEC, 2015)

En el caso del Ecuador, el territorio se encuentra dividido en seis zonas sísmicas, siendo la

región costera la de mayor peligrosidad debido a su proximidad a la zona de subducción, donde interactúan la placa oceánica y la placa continental. A continuación, se presenta la representación cartográfica de la zonificación sísmica del Ecuador.

Ilustración 36. Zonificación sísmica del Ecuador para fines de diseño y valores del factor de zona (Z)



Fuente: Adoptado de (NEC-SE-DS), por MIDUVI 2015

Ilustración 37. Valores del Factor Z en Función Sísmica Adoptada

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.50
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

Fuente: Valores de z de peligrosidad sísmica. Adoptado de NEC-SE-DS, por MIDUVI, 2015

Ilustración 38. Dato de la zona de investigación y su factor Z

POBLACIÓN	**PARROQUIA**	**CANTÓN**	**PROVINCIA**	**Z**
LA LIBERTAD	SALINAS	SALINAS	SANTA ELENA	0.50
SALINAS	SALINAS	SALINAS	SANTA ELENA	0.50

Fuente: Adoptado de NEC-SE-DS, por MIDUVI, 2015

El uso del software facilitó la comprobación técnica del sistema constructivo y permitió complementar el análisis comparativo entre ambos métodos de construcción.

3.5.4 Elaboración de cuadros comparativos

Finalmente, se elaboraron cuadros comparativos para sintetizar la información obtenida de ambos sistemas constructivos. En dichos cuadros se compararon parámetros como materiales empleados, tiempo de ejecución, mantenimiento, y características técnicas generales.

La información recopilada permitió establecer diferencias y similitudes entre el sistema tradicional y el sistema Light Steel Framing, facilitando posteriormente el análisis económico y comparativo desarrollado en la investigación.

3.6. METODOLOGÍA DEL O.E.2.: ELABORACIÓN DE PRESUPUESTOS, PROGRAMACIÓN DE OBRA Y EVALUACIÓN DEL COSTO DEL CICLO DE VIDA

3.6.1 Elaboración de presupuestos de obra

Para la elaboración de los presupuestos correspondientes al sistema constructivo tradicional y al sistema Light Steel Framing, se realizó la cuantificación de materiales, mano de obra y demás recursos necesarios para la ejecución de la vivienda.

El análisis de costos se efectuó mediante la elaboración de análisis de precios unitarios (APU), utilizando precios locales actualizados de la Cámara de la Industria de la construcción. Para el procesamiento de datos, cálculos y organización de la información presupuestaria se empleó el programa Microsoft Excel, el cual permitió desarrollar tablas de cantidades de obra, costos unitarios y presupuestos generales de ambos sistemas constructivos.

El uso de esta herramienta facilitó calcular y comparar los costos directos de ambos sistemas. A partir de estos datos, se pudo desarrollar sin problemas el análisis económico de toda la investigación.

3.6.2 Elaboración de cronogramas de ejecución

Posteriormente, se desarrollaron los cronogramas de ejecución de obra para ambos sistemas constructivos, siguiendo el orden lógico de cada tarea para la construcción de la vivienda.

La programación de obra permitió identificar la duración estimada de cada actividad, relaciones de dependencia y tiempos de ejecución de los procesos constructivos. Así mismo, se determinó la ruta crítica de cada sistema, identificando aquellas actividades que influyen directamente en el tiempo total del proyecto.

Para la representación del avance físico y económico de la obra se elaboraron curvas S, las cuales permitieron visualizar el comportamiento acumulado de costos y avance de ejecución durante el desarrollo del proyecto constructivo. La elaboración y organización de los cronogramas se hizo en Microsoft Excel y MS Project, lo que permitió estructurar las tareas y graficar el avance de la obra para ambos sistemas.

Al comparar estos cronogramas, se evaluaron las diferencias en tiempos de ejecución, la eficiencia en obra y la organización entre el sistema tradicional y el Light Steel Framing.

3.6.3 Evaluación del costo del ciclo de vida

La evaluación del costo del ciclo de vida (LCC) se realizó considerando los costos iniciales de construcción y los costos de mantenimiento proyectados para ambos sistemas constructivos bajo condiciones de ambiente marino.

Para ello, se analizaron factores relacionados con exposición a humedad, salinidad y agentes corrosivos característicos de zonas costeras, los cuales influyen directamente en la durabilidad y necesidades de mantenimiento de las edificaciones.

En el sistema tradicional se consideraron actividades de mantenimiento relacionadas con fisuras, recubrimientos y deterioro de elementos constructivos, mientras que en el sistema Light Steel Framing se evaluaron aspectos asociados a protección anticorrosiva, inspecciones periódicas y conservación de elementos metálicos.

Según ISO (2017) el análisis del Costo del Ciclo de Vida (LCC) se fundamenta en la homogeneización temporal de los flujos económicos mediante el método del Valor Presente Neto (VPN), evaluando de manera integrada los costos iniciales de construcción y los costos operativos de mantenimiento para un horizonte proyectado de 50 años. Para que los números reflejen la realidad de la inflación, los gastos se dividen en dos fórmulas según cada cuánto tiempo se hacen. Primero, los mantenimientos continuos se calculan con el VAN anual, que

toma un costo fijo (A) y lo proyecta a los 50 años (n) usando la tasa de descuento real (r). Segundo, los mantenimientos cíclicos que ocurren cada cierta cantidad de años (k) se calculan con el VAN periódico; esta fórmula usa un factor de ajuste (q) y el número exacto de veces que se repetirá la tarea (m), asegurando que el análisis económico sea exacto.

$$\boldsymbol{VPN\ anual = A * [\frac{1-(1+r)^{-n}}{r}]}$$

$$\boldsymbol{VPN\ periódico = A * [\frac{q^k * (1-q^{m*k})}{1-q^k}]}$$

El cálculo del VPN se realiza siguiendo un procedimiento sencillo: se toman todos los costos o beneficios futuros del proyecto y se convierten a dinero "de hoy" mediante una tasa de descuento e inflación.

El costo de ciclo de vida se evaluó considerando únicamente los costos asociados al sistema estructural, incluyendo costo inicial y mantenimiento periódico, debido a que la investigación no contempla acabados, energía ocupación del edificio ni instalaciones complementarias.

$$\boldsymbol{CCV = CI + CM}$$

$\boldsymbol{CCV}$ = Costo Ciclo de vida

$\boldsymbol{CI}$ = Costo Inicial

$\boldsymbol{CM}$ = Costo de mantenimiento o suma de los VPN

La evaluación permitió comparar económicamente el comportamiento de ambos sistemas constructivos durante su vida útil estimada, considerando costos de mantenimiento preventivo y correctivo.

3.7. METODOLOGÍA DEL O.E.3.: DETERMINACIÓN DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO MÁS EFICIENTE DESDE EL PUNTO DE VISTA TÉCNICO–ECONÓMICO

3.7.1 Definición de criterios de evaluación

Para determinar el sistema constructivo más eficiente para edificaciones en zonas costeras, se establecieron criterios de evaluación técnica y económica aplicables tanto al sistema tradicional

como al sistema Light Steel Framing (LSF).

Los criterios considerados incluyeron costo inicial de construcción, tiempo de ejecución, costos de mantenimiento, durabilidad, facilidad constructiva y comportamiento en ambiente marino.

La selección de estos parámetros permitió realizar una evaluación integral del desempeño de ambos sistemas constructivos dentro del contexto de aplicación del proyecto.

3.7.2 Análisis comparativo técnico–económico

Posteriormente, se efectuó el análisis comparativo entre ambos sistemas constructivos utilizando la información obtenida en las etapas anteriores de la investigación.

El análisis contempló la comparación de presupuestos, cronogramas de ejecución, rutas críticas, curvas S y costos del ciclo de vida, permitiendo identificar ventajas y limitaciones de cada sistema desde el punto de vista técnico–económico.

Así mismo, se analizaron aspectos relacionados con eficiencia constructiva, requerimientos de mantenimiento y viabilidad de aplicación en zonas costeras expuestas a condiciones ambientales agresivas.

3.7.3 Determinación del sistema más eficiente

Finalmente, se procedió a determinar el sistema constructivo más eficiente para edificaciones en zonas costeras, considerando los resultados obtenidos en el análisis técnico–económico comparativo.

La selección del sistema más eficiente se fundamentó en el cumplimiento de criterios relacionados con menor costo del ciclo de vida, optimización del tiempo de ejecución, reducción de mantenimiento y mejor desempeño constructivo bajo condiciones de ambiente marino.

Los resultados obtenidos permitieron establecer conclusiones sobre la viabilidad y conveniencia de aplicación del sistema tradicional y del sistema Light Steel Framing en proyectos de construcción ubicados en zonas costeras.

CAPÍTULO IV
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

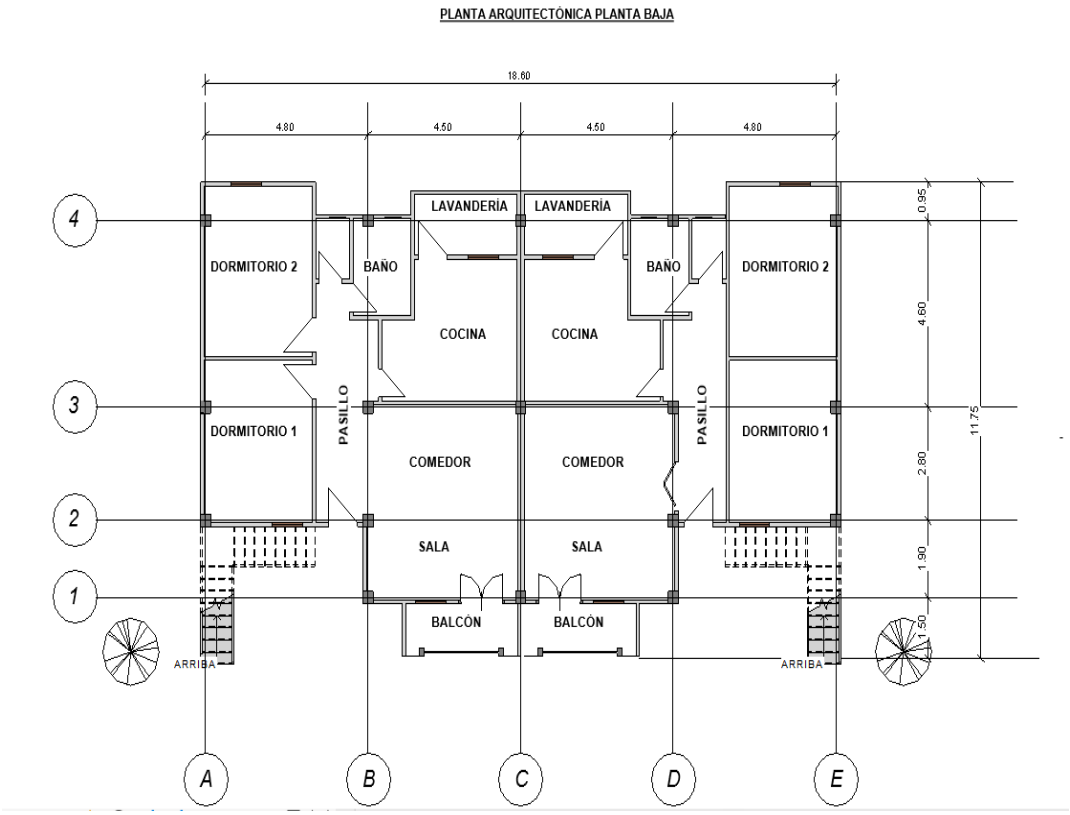
4.1. RESULTADOS DEL O.E.1.: IDENTIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS Y TÉCNICAS DEL SISTEMA TRADICIONAL Y DEL SISTEMA LIGHT STEEL FRAMING

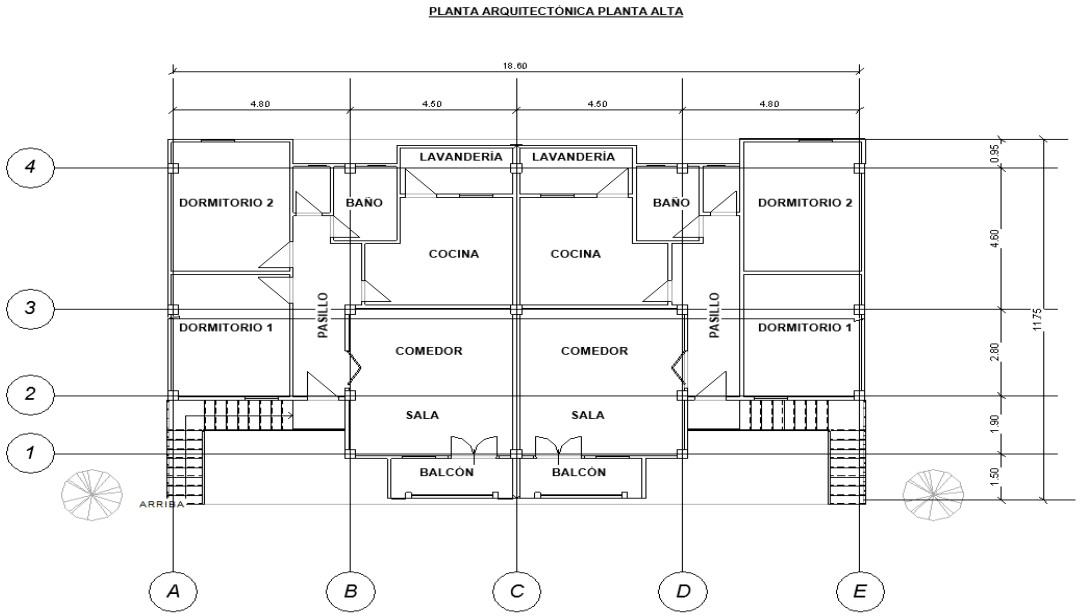
4.1.1 Planos arquitectónicos Hormigón Armado

El sistema tradicional fue diseñado mediante elementos estructurales de hormigón armado y cerramientos de mampostería, considerando una disposición convencional de columnas, vigas, losas y muros divisorios.

El modelado permitió identificar la composición estructural y constructiva característica del sistema tradicional aplicado a edificaciones de uso residencial.

Ilustración 39. Planos Arquitectónicos Hormigón Armado

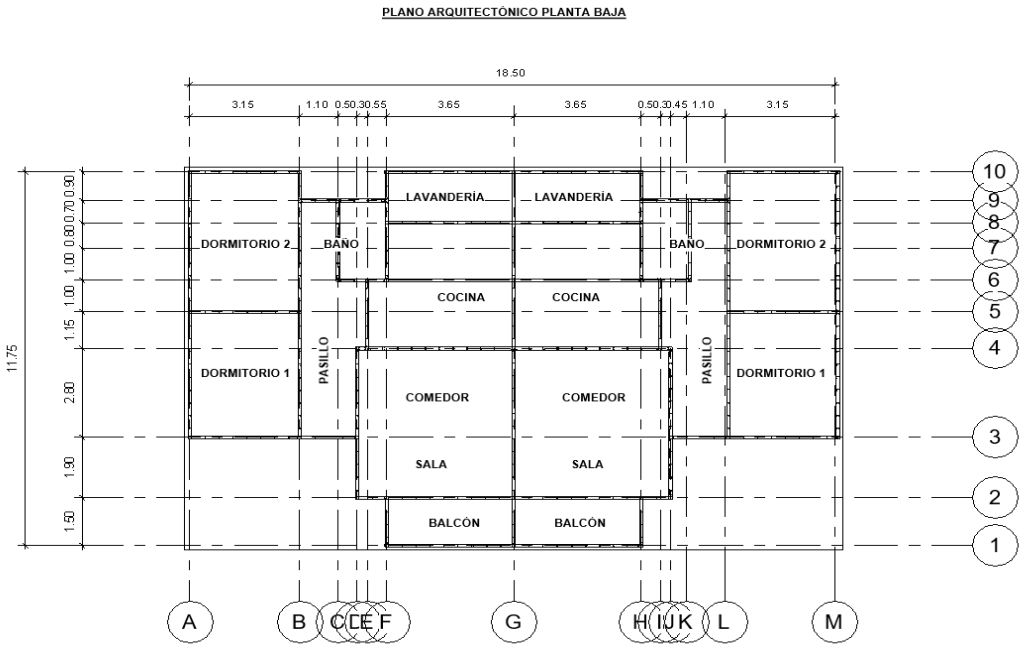


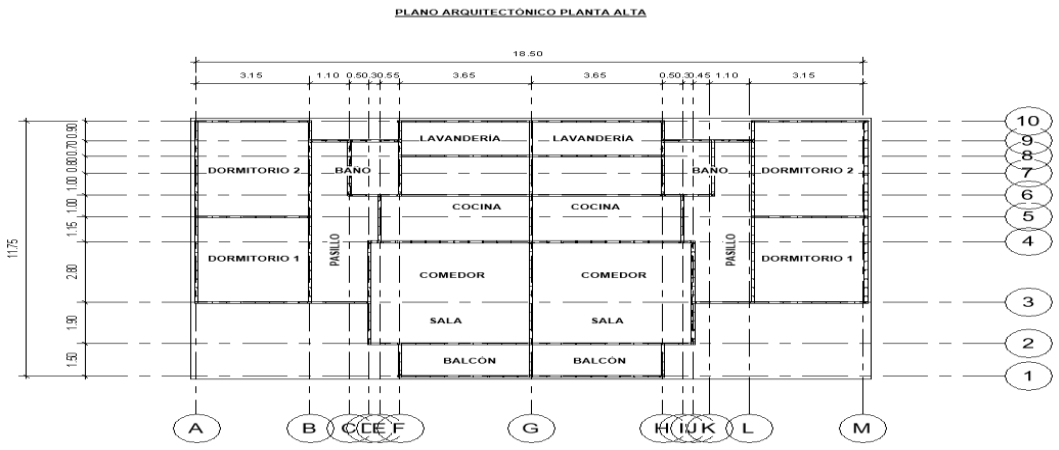


4.1.2 Planos arquitectónicos Light Steel Framing

El sistema Light Steel Framing fue modelado mediante perfiles de acero galvanizado conformados en frío, integrando elementos estructurales livianos compuestos principalmente por perfiles tipo C (Studs) y perfiles tipo U (Tracks), utilizados en la conformación de muros, entrepisos y elementos de soporte estructural.

Ilustración 40. Planos Arquitectónicos Steel Framing





4.1.3 Verificación técnica mediante modelado estructural en SAP2000

El análisis desarrollado permitió evaluar el comportamiento global del sistema estructural frente a las condiciones consideradas en el modelo, verificando la estabilidad y capacidad funcional de la propuesta constructiva.

Para el análisis estructural se consideraron cargas muertas correspondientes a paneles estructurales, entrepisos y cubierta, integrando el peso propio de elementos de cerramiento, aislamiento termoacústico, membranas hidrófugas y perfiles metálicos conformados en frío.

Tabla 22. Carga muerta entrepiso

ENTREPISO		
CARGA MUERTA PANELES ESTRUCTURALES		
Panel de yeso regular 12,7 mm (Sicon)	7,38	kg/m2
Perfil U	1,50	kg/m2
Aislación termoacústica 50 mm (Sicon)	0,50	kg/m2
Membrana hidrogufa o barrera de humedad (Sicon)	0,10	kg/m2
Fibrocemento 12,7 mm (Sicon)	15,88	kg/m2
Total	**25,36**	**kg/m2**
CARGA MUERTA ENTREPISO		
Panel de OSB 11,1 mm (Edimca)	7,77	kg/m2
Perfil C	2,50	kg/m2
Aislación termoacústica 50 mm (Sicon)	0,50	kg/m2
Panel de yeso regular 12,7 mm (Sicon)	7,38	kg/m2
Total	**18,15**	**kg/m2**
TOTAL DE CARGA MUERTA ENTREPISO	**43,51**	**kg/m2**

Tabla 23. Carga muerta cubierta

CUBIERTA		
CARGA MUERTA PANELES ESTRUCTURALES		
Panel de yeso regular 12,7 mm (Sicon)	7,38	kg/$m2$
Perfil U	1,50	kg/$m2$
Aislación termoacústica 50 mm (Sicon)	0,50	kg/$m2$
Membrana hidrogufa o barrera de humedad (Sicon)	0,10	kg/$m2$
Fibrocemento 12,7 mm (Sicon)	15,88	kg/$m2$
Total	**25,36**	**kg/$m2$**
CARGA MUERTA CUBIERTA		
Panel de OSB 11,1 mm (Edimca)	7,77	kg/$m2$
Perfil C	2,50	kg/$m2$
Aislación termoacústica 50 mm (Sicon)	0,50	kg/$m2$
Panel de yeso regular 12,7 mm (Sicon)	7,38	kg/$m2$
Total	**18,15**	**kg/$m2$**
TOTAL DE CARGA MUERTA CUBIERTA	**43,51**	**kg/m2**

La carga viva considerada en el análisis estructural fue definida conforme al uso residencial de la edificación, tomando como referencia los criterios establecidos en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC).

Tabla 24. Carga viva entrepiso y cubierta

CARGA VIVA		
ENTREPISO	200	kg/$m2$
CUBIERTA	200	kg/$m2$

Para la evaluación de la acción del viento se consideraron parámetros relacionados con velocidad básica del viento, coeficientes de exposición y presión ejercida sobre la estructura, conforme a criterios establecidos en la normativa aplicable.

Para la verificación técnica preliminar se consideraron los parámetros establecidos en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), tomando en cuenta la zonificación sísmica correspondiente al sector de estudio ubicado en la parroquia Salinas, provincia de Santa Elena.

Tabla 25. Carga de viento

VIENTO			
Velocidad instantánea	18km/h(promedio)	9	m/s
Coeficiente		0,8	m/s
Velocidad corregida del viento Vb		7,2	m/s
p=		1,25	kg/m3
Ce=		1,63	
Cf=		0,8	
P=		42,25	kg/m2

Los resultados obtenidos permitieron determinar la presión de viento aplicada sobre los elementos estructurales del sistema Light Steel Framing para la zona de estudio ubicada en el sector costero de Chipipe.

Para el análisis estructural se consideró la zonificación sísmica correspondiente al sector de estudio, tomando como referencia la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-DS.

Tabla 26. Carga Sísmica en Chipipe

CARGA SÍSMICA	
Zona (Chipipe, Salinas)	0,50

Finalmente, se desarrolló el modelado estructural del sistema Light Steel Framing mediante el software SAP2000, incorporando las acciones gravitacionales y laterales consideradas para la edificación.

El modelo estructural estuvo conformado por perfiles galvanizados conformados en frío tipo C (Studs) y perfiles tipo U (Tracks), utilizados en muros portantes, entrepisos y elementos de cubierta.

La configuración estructural obtenida permitió evaluar el comportamiento global de la edificación y verificar preliminarmente la estabilidad del sistema constructivo propuesto.

Ilustración 41. Diseño estructural Steel Framing

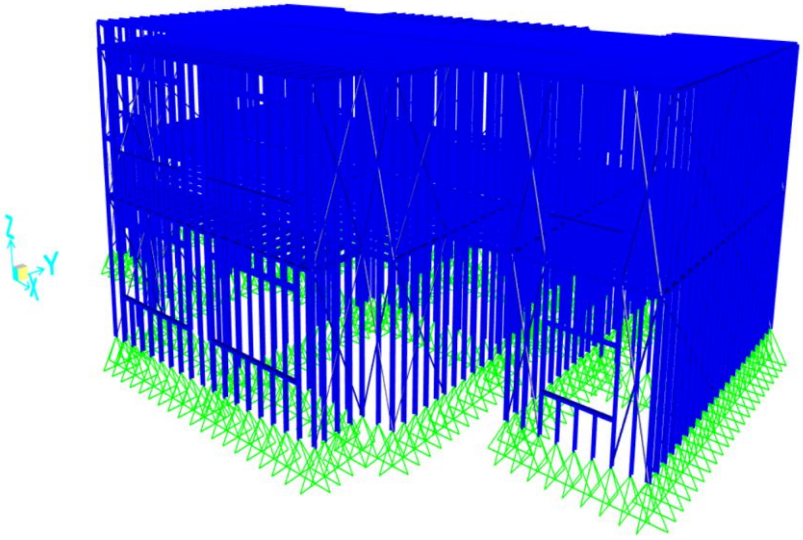
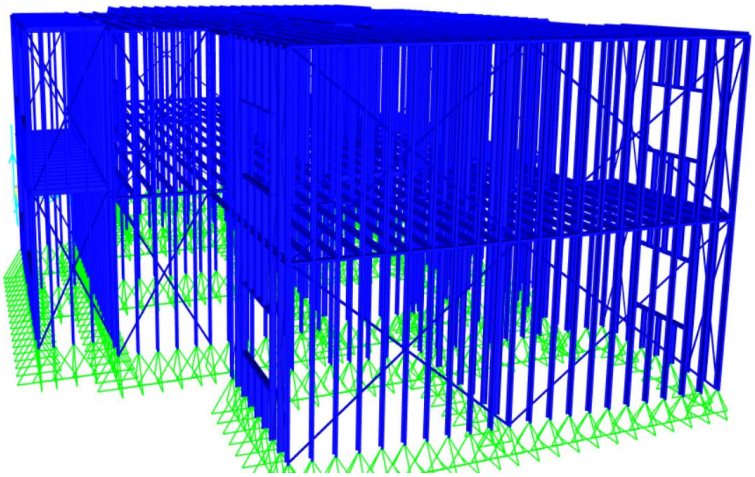


Ilustración 42. Diseño de las vigas de entrepiso

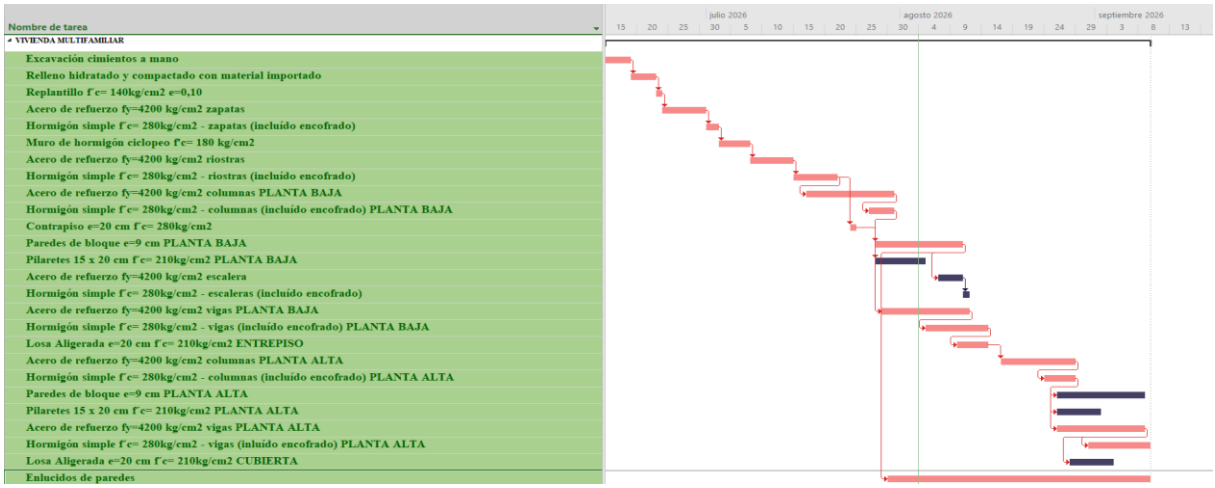


4.1.4 Tiempo de construcción Hormigón Armado y Steel Framing

El tiempo constructivo de cada actividad de la Ilustración 43 de Hormigón Armado fue estimado a partir del análisis de cantidades de obra, rendimiento promedio de cuadrillas, secuencia lógica de ejecución y capacidad operativa de maquinaria y mano de obra disponible. Para ello se consideraron factores de productividad asociados a excavación, fundición de elementos estructurales, colocación de acero de refuerzo, ejecución de mampostería y conformación de

losas, estableciendo una programación técnicamente viable de aproximadamente 9 semanas de ejecución.

Ilustración 43. Diagrama de Gantt Hormigón Armado



El tiempo constructivo de cada actividad de la Ilustración 44 correspondiente al sistema Light Steel Framing fue estimado a partir del análisis de cantidades de obra, rendimiento promedio de las cuadrillas de montaje, secuencia de ejecución de los componentes estructurales y disponibilidad de mano de obra especializada. El cronograma de obra se estructuró evaluando los rendimientos específicos de cada etapa: el ensamblaje de la perfilería de acero galvanizado, el montaje de los paneles estructurales, la colocación de placas de revestimiento, el techado y los acabados finales. A partir de estas tasas de productividad, se consolidó una planificación realista que fija el tiempo total de construcción en unas 4 semanas y media.

Ilustración 44. Diagrama de Gantt Light Steel Framing

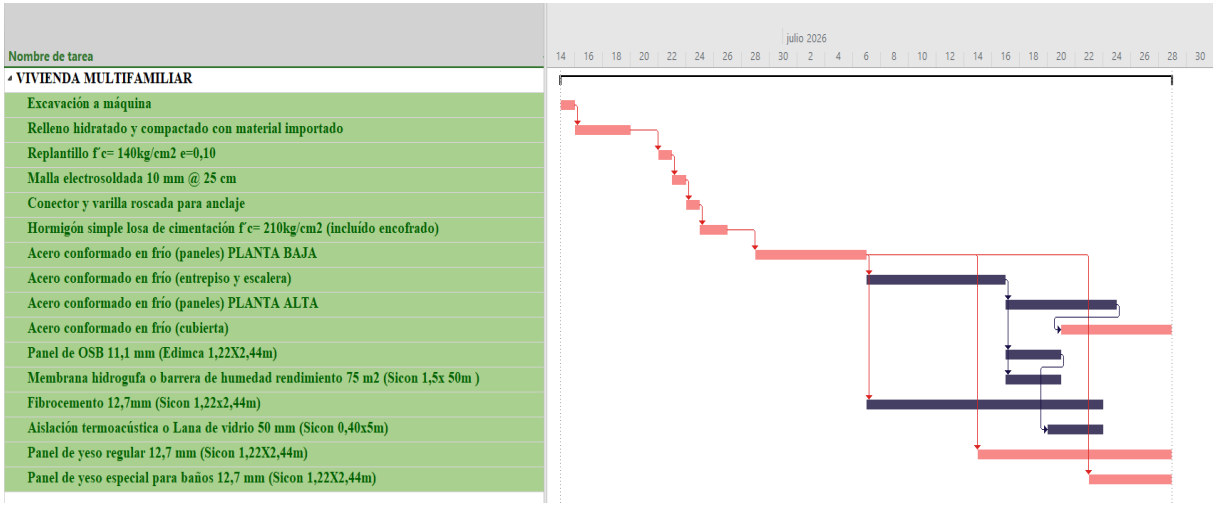


Tabla 27. Resultados tiempo de ejecución

Comparativa	Casa tradicional	Steel Framing	Porcentaje de ahorro de tiempo
Tiempo de montaje	63 días	32 días	49,2 %

Como se detalla en la Tabla 27, el uso del sistema Light Steel Framing reduce drásticamente los plazos de ejecución al compararlo con la obra civil tradicional. Mientras que la estructura convencional requiere un período de construcción de 63 días, el sistema industrializado en seco reduce este tiempo a solo 32 días. Esto representa un ahorro neto de 31 días laborables, equivalente a una disminución del 49,2% en el cronograma de ejecución global de la fase de montaje, impactando positivamente en la reducción de costos indirectos y mano de obra.

4.1.5 Mantenimiento en Ambiente Marino

Con el propósito de evaluar la incidencia del mantenimiento durante la vida útil de la edificación (50 años), se establecieron las actividades de conservación requeridas para cada sistema constructivo, considerando las condiciones de exposición a ambiente marino. La recopilación de datos se basó en consultas directas a ingenieros y constructoras especialistas en estructuras de hormigón armado y Steel Framing. Estos profesionales aportaron los criterios técnicos para definir los períodos, frecuencias y costos de cada mantenimiento. Para cuantificar el costo por intervención, se presupuestó el trabajo de una cuadrilla tipo (un albañil y un peón) durante dos jornadas de ocho horas. Además, el análisis financiero incluye el rubro de supervisión técnica, a cargo de un ingeniero civil responsable de validar la calidad y el cumplimiento de las especificaciones en obra. Posteriormente, los costos futuros fueron actualizados mediante una tasa de descuento, obteniéndose el Valor Presente Neto (VPN) del mantenimiento para el período de análisis de 50 años.

Debido a la exposición de la estructura a condiciones marinas, se identificaron las principales actividades de inspección, reparación y conservación requeridas para el sistema de hormigón armado, estableciendo la frecuencia de intervención y el costo asociado a cada una de ellas.

Tabla 28. Costo de mantenimiento Hormigón Armado en 50 años

N°	Mantenimiento	Material a utilizar para reparación	Período de intervención	Costo por intervención (USD)	Intervenciones en 50 años	VPN 50 AÑOS (USD)
1	Reparación para grietas y fisuras por vibración (paredes)	Sikacryl® Premium 5 kg (Sika)	1 año	228,74	50	4632,89
2	Impermeabilización (cimentación)	Impermeabilizante Maxiseal Blanco 10Kg (Intaco)	10 años	215,76	5	358,11
3	Tratamiento filtraciones por grietas y fisuras (Losa de cubierta)	Sikacryl® Premium 5 kg (Sika)	1 año	228,82	50	4634,50
4	Reparación grietas y fisuras (Columnas y vigas)	SikaSikadur®-32 Primer N (Sika Epóxico)	5 años	249,78	10	921,47
	COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO					**10546,97**

En la tabla 28 para determinar el impacto económico real de las actividades de mantenimiento durante el horizonte de evaluación de 50 años, se aplicó el método del Valor Presente Neto (VPN). Con el fin de aislar el efecto inflacionario del poder adquisitivo del dinero en el tiempo, se transformaron las tasas nominales a una Tasa de Descuento Real (r) mediante la ecuación de Fisher.

$$r = \frac{1+i}{1+f} - 1 = \frac{1+0.08}{1+0.035} - 1 = 4.35\%$$

Donde la tasa de descuento nominal es i = 8% y la inflación es f = 3.5%.

Actividades de intervención anual

- Reparación para grietas y fisuras por vibración (paredes)

$$VPN\ anual = A * [\frac{1-(1+r)^{-n}}{r}]$$

$$VPNanual = 228{,}74 * [\frac{1-(1+0{,}0435)^{-50}}{0{,}0435}]$$

$$VPNanual = \$4632{,}89$$

- Tratamiento filtraciones por grietas y fisuras (Losa de cubierta)

$$VPNanual = 228{,}82 * [\frac{1-(1+0{,}0435)^{-50}}{0{,}0435}]$$

$$VPNanual = \$4634{,}50$$

Actividades de intervención periódica

Para la impermeabilización de cimentaciones (k = 10 años, m = 5 intervenciones) y la reparación de elementos estructurales (k = 5 años, m = 10 intervenciones), se aplicó la fórmula de la sumatoria de una progresión geométrica finita, la cual evalúa únicamente los años específicos en los que ocurre el egreso.

$$VPN\ periódico = A * [\frac{(1+r)^{-k} * (1-(1+r)^{-m*k})}{1-(1+r)^{-k}}]$$

- Impermeabilización de cimentaciones (k = 10 años, m = 5 intervenciones)

$$VPN\ periódico = 215{,}76 * [\frac{(1+0.0435)^{-10} * (1-(1+0.0435)^{-5*10})}{1-(1+0.0435)^{-10}}]$$

$$VPN\ periódico = \$358{,}11$$

- Reparación grietas y fisuras columnas y vigas (k = 5 años, m = 10 intervenciones)

$$VPN\ periódico = 249{,}78 * [\frac{(1+0.0435)^{-10} * (1-(1+0.0435)^{-5*10})}{1-(1+0.0435)^{-10}}]$$

$$VPN\ periódico = \$921{,}47$$

Considerando las características del sistema Steel Framing y la presencia de agentes corrosivos propios del ambiente marino, se determinaron las labores de mantenimiento necesarias para asegurar la protección de los perfiles de acero galvanizado, así como los períodos de ejecución y los costos estimados correspondientes.

Tabla 29.Costo de mantenimiento Light Steel Framing en 50 años

N°	Mantenimiento	Material a utilizar para reparación	Período de intervención	Costo por intervención (USD)	Intervenciones en 50 años	Costo Acumulado (USD)
1	Aplicación de protección galvanizada (perfiles y conexiones)	Pintura en spray high perform galvanizado mate de 567 gramos rust oleum (rinde 2 m2)	10 años	386,23	5	641,06
2	Reposición de elementos deteriorados (tornillos y uniones)	Tornillos galvanizados	10 años	228,82	5	379,79
3	Impermeabilización (losa de cimentación)	Impermeabilizante Maxiseal Blanco 10Kg (Intaco)	10 años	215,76	5	358,11
4	Limpieza (Fibrocemento)	Cepillo, agua y detergente neutro	1 año	316,24	50	6405,11
5	Reposición de placas dañadas (gypsum)	Planchas de gypsum	5 años	300,00	10	1114,03
6	Reposición de placas dañadas (fibrocemento)	Placas de fibrocemento	5 años	100,00	10	371,34
		COSTO TOTAL DE MANTENIMIENTO				**9269,44**

Actividades de intervención anual

- Limpieza (fibrocemento)

$$VPN\ anual = A * [\frac{1-(1+r)^{-n}}{r}]$$

$$VPNanual = 316{,}24 * [\frac{1-(1+0{,}0435)^{-50}}{0{,}0435}]$$

$$VPNanual = \$6405{,}11$$

Actividades de intervención periódica

- Aplicación de protección galvanizada (perfiles y conexiones)

$$VPN\ periódico = 386{,}23 * [\frac{(1+0.0435)^{-10} * (1-(1+0.0435)^{-5*10})}{1-(1+0.0435)^{-10}}]$$

$$VPN\ periódico = \$641{,}06$$

- Reposición de elementos deteriorados (tornillos y uniones)

$$VPN\ periódico = 228{,}82 * [\frac{(1+0.0435)^{-10} * (1-(1+0.0435)^{-5*10})}{1-(1+0.0435)^{-10}}]$$

$$VPN\ periódico = \$379{,}79$$

- Impermeabilización (losa de cimentación)

$$VPN\ periódico = 215{,}76 * [\frac{(1+0.0435)^{-10} * (1-(1+0.0435)^{-5*10})}{1-(1+0.0435)^{-10}}]$$

$$VPN\ periódico = \$358{,}11$$

- Reposición de placas dañadas (gypsum)

$$VPN\ periódico = 300{,}00\ * [\frac{(1+0.0435)^{-5} * (1-(1+0.0435)^{-10*5})}{1-(1+0.0435)^{-5}}]$$

$$VPN\ periódico = \$1114{,}03$$

- Reposición de placas dañadas (fibrocemento)

$$VPN\ periódico = 100{,}00 * [\frac{(1+0.0435)^{-5} * (1-(1+0.0435)^{-10*5})}{1-(1+0.0435)^{-5}}]$$

$$VPN\ periódico = \$371{,}34$$

Para la estimación del mantenimiento de los perfiles galvanizados se consideró que el 5 % de la superficie estructural podría requerir reparación localizada durante cada intervención programada. Tomando como base un área construida de 437,10 m², la superficie sujeta a tratamiento es de 21,86 m². A partir de un rendimiento estimado de 2 m² por envase de galvanizado en frío, cada intervención requiere cerca de 11 aerosoles, lo que genera un costo en materiales de USD 210,87, sin incluir la mano de obra ni el personal técnico.

Bajo los lineamientos metodológicos de la norma ISO 15686-5:2017, este gasto se integró en la

evaluación del Costo del Ciclo de Vida (LCC) proyectada a un horizonte de 50 años, con una tasa de descuento del 8% y una inflación del 3,5%. Los resultados financieros confirman la ventaja económica del Light Steel Framing frente al hormigón armado tradicional. El análisis arroja un Valor Presente Neto (VPN) de mantenimiento de USD 9.269,44 para la alternativa de acero, frente a los USD 10.546,97 que demanda la estructura convencional. Esta diferencia se traduce en un ahorro neto real de USD 1.277,53 a valor presente; en otras palabras, el sistema industrializado en seco disminuye los costos operativos a largo plazo en un 12,11%, optimizando el presupuesto de conservación en zonas expuestas a la agresividad del ambiente marino.

4.2. RESULTADOS DEL O.E.2.: ELABORACIÓN DE PRESUPUESTOS, PROGRAMACIÓN DE OBRA Y EVALUACIÓN DEL COSTO DEL CICLO DE VIDA

4.2.1 Presupuesto referencial de Hormigón Armado

En la tabla 30 se presentan los costos correspondientes a cada rubro, junto con su respectivo valor unitario y valor total.

Tabla 30. Presupuesto referencial de Hormigón Armado

N°	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
1	Excavación cimientos a mano	m3	47,85	24,26	1160,69
2	Relleno hidratado y compactado con material importado	m3	210,00	17,79	3735.05
3	Replantillo f´c= 140kg/cm2 e=0,10	m3	38,33	5,19	199,03
4	Hormigón simple f´c= 280kg/cm2 - zapatas (incluido encofrado)	m3	13,42	192,79	2586,32
5	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2 zapatas	kg	1410,00	2,74	1224,06
6	Muro de hormigón ciclópeo f'c= 180 kg/cm2	m3	17,42	124,62	2171,31
7	Hormigón simple f´c= 280kg/cm2 - riostras (incluido encofrado)	m3	3,65	283,19	1034,22
8	9Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2 riostras	kg	638,78	2,74	1747,36
9	Hormigón simple f´c= 280kg/cm2 - columnas (incluido encofrado)	m3	9,31	357,91	3285,61
10	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2 columnas	kg	1634,21	2,74	5065,09
11	Contrapiso e=20 cm f´c= 280kg/cm2	m2	217,02	26,75	5806,16
12	Paredes de bloque e=9 cm	m2	749,86	17,38	13033,30
13	Pilaretes 15 x 20 cm f´c= 210kg/cm2	ml	15,04	14,45	217,31
14	Hormigón simple f´c= 280kg/cm2 - escalera (incluido encofrado)	m3	1,14	352,56	710,05
15	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2 escalera	kg	105,68	2,74	289,08
16	Hormigón simple f´c= 280kg/cm2 - vigas (incluido encofrado)	m3	12,72	282,62	3596,32
17	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2 vigas	kg	1821,54	2,52	4590,28
18	Losa Aligerada e=20 cm f´c= 210kg/cm2	m2	384,00	50,95	19564,23
19	Enlucidos de paredes (incluído filos y cuadrada de boquetes)	m2	1499.71	11,23	6448,71
	Total				**88638,95**

4.2.2 Costo por metro cuadrado de construcción de Hormigón Armado

$$\frac{\$88.638,95}{437,10\ m^2} = \$202,78/m^2$$

4.2.3 Curva S de Hormigón Armado

La Curva S es una herramienta gráfica utilizada para representar el avance acumulado de un proyecto a lo largo del tiempo. Su denominación se debe a la forma característica que adopta la curva, la cual evidencia:

- ✓ Una fase inicial de crecimiento gradual, asociada a las actividades de preparación y movilización.
- ✓ Una etapa de incremento acelerado, correspondiente al período de mayor intensidad en la ejecución.
- ✓ Una fase final de estabilización, relacionada con las actividades de terminación y acabados

En el ámbito de la ingeniería, arquitectura y construcción, la Curva S constituye una herramienta fundamental para evaluar de manera visual y eficiente el desempeño del proyecto, permitiendo comparar el avance programado con el avance real, tanto desde el punto de vista físico de la obra como de la ejecución financiera del presupuesto (Otiff, 2026).

Del análisis de la planificación financiera se determinó un monto total acumulado de USD 88.638,95, distribuido a lo largo de 9 semanas efectivas de ejecución, alcanzando el 100 % de avance programado al finalizar las 9 semanas. Se observa que durante las primeras semanas el crecimiento económico es gradual, alcanzando un 19,87 % de ejecución acumulada en la Semana 04, equivalente a USD 17.608,56.

El mayor incremento de inversión se registra entre las Semanas 06 y 07, donde el avance acumulado pasa de 58,22 % **(**USD 51.602,09) a 64,23 % **(**USD 56.931,46), evidenciando la ejecución de los rubros de mayor incidencia económica dentro del proyecto. Posteriormente, durante las Semanas 8 y 9, el avance alcanza el 77,21 % (USD 68.440,99) y finalmente el 100,00 %, con un valor acumulado de USD 88.638,95.

La distribución de los costos refleja un comportamiento característico de la Curva S, en la cual las inversiones iniciales presentan un crecimiento moderado, seguido de una etapa de

aceleración asociada a la ejecución de actividades estructurales y constructivas de mayor volumen, para finalmente estabilizarse durante la fase de culminación de la obra. Esta información constituye una herramienta fundamental para el control financiero, seguimiento de la ejecución y evaluación del desempeño económico del proyecto.

Tabla 31. Avance Planificado de Hormigón Armado

Semana	Parcial en $	Acumulado en $	% Acumulado
Semana 00	0	0	0,00%
Semana 01	4.895,74	4895,74	5,52%
Semana 02	6.642,35	11538,09	13,02%
Semana 03	3.918,67	15456,76	17,44%
Semana 04	2.151,80	17608,56	19,87%
Semana 05	13.103,91	30712,47	34,65%
Semana 06	20.889,62	51602,09	58,22%
Semana 07	5.329,36	56931,46	64,23%
Semana 08	11.509,54	68440,99	77,21%
Semana 09	20.197,95	88638,95	100,00%
	88.638,95		

La Ilustración 45 muestra la representación gráfica del avance acumulado porcentual del proyecto a lo largo del cronograma constructivo. El comportamiento observado corresponde a la tendencia típica de una Curva S, caracterizada por tres fases claramente diferenciadas:

Fase inicial (Semanas 01–03):
Se evidencia una pendiente baja, indicando un ritmo de avance moderado debido a la ejecución de actividades preliminares y trabajos base de cimentación, los cuales demandan tiempo de organización logística, movilización de recursos y preparación de obra.

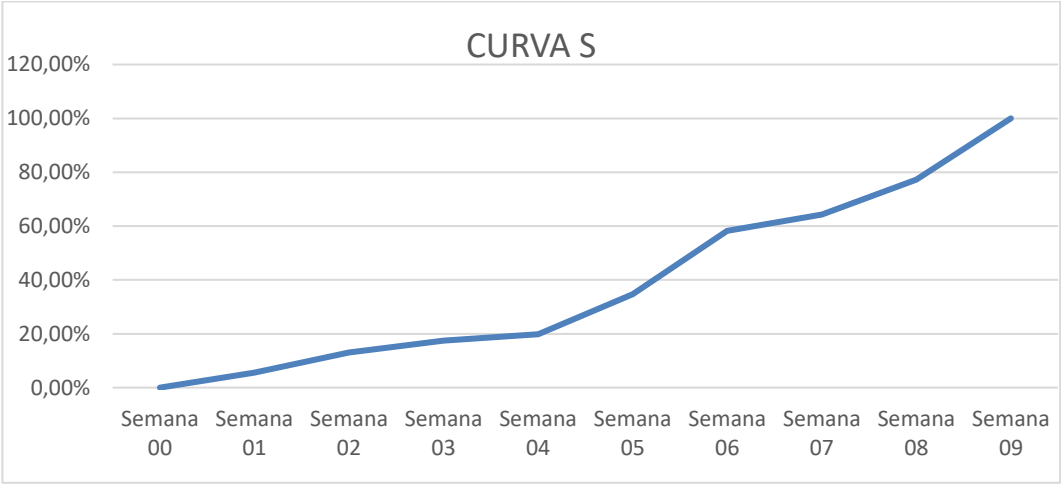
Fase de crecimiento acelerado y estabilización (Semanas 04–07):
Corresponde a la etapa de mayor pendiente en la curva, reflejando una elevada productividad y concentración de inversión económica. Durante este período se ejecutan simultáneamente los principales componentes estructurales, lo que genera un incremento sostenido del porcentaje acumulado de avance. El mayor impulso se registra entre las Semanas 04 y 05, donde el avance acumulado pasa del 19,87 % al 34,65 %, evidenciando la ejecución de los rubros de mayor incidencia económica.

Fase de estabilización (Semanas 8 – 9):

En esta etapa final la pendiente disminuye gradualmente, mostrando la conclusión de partidas constructivas, regularización de rendimientos y culminación del proyecto hasta alcanzar la ejecución total programada.

Desde el punto de vista técnico, la Curva S permite evaluar la distribución temporal de recursos, controlar desviaciones entre avance programado y ejecutado, optimizar la toma de decisiones administrativas y mejorar la eficiencia en la gestión integral del proyecto. Así mismo, constituye una herramienta clave para el seguimiento financiero, ya que relaciona directamente el progreso físico de la obra con el desembolso económico acumulado.

Ilustración 45. Gráfica de Curva S que muestra el avance acumulado de Hormigón Armado en porcentaje a lo largo de las semanas



4.2.4 Costo de ciclo de vida de Hormigón Armado

Los resultados obtenidos para el sistema de hormigón armado muestran que, además de la inversión inicial requerida para su construcción, los costos de mantenimiento representan una proporción importante del costo total durante los 50 años de vida útil considerados. El deterioro ambiental obliga a ejecutar tareas recurrentes de impermeabilización, control de fisuras y protección de elementos expuestos, encareciendo la fase operativa del inmueble. Con el fin de evaluar la viabilidad financiera de estas intervenciones, se calculó el Valor Presente Neto (VPN) de mantenimiento indexando los desembolsos futuros a una tasa del 8 %. Este procedimiento permite cuantificar cómo afectan las reparaciones posteriores al costo total de la estructura desde el día uno.

$$\boldsymbol{CCV = CI + CM}$$

$\boldsymbol{CCV}$ = Costo Ciclo de vida

$\boldsymbol{CI}$ = Costo Inicial (Presupuesto)

$\boldsymbol{CM}$ = Costo de mantenimiento (suma de los VPN a lo largo de los 50 años de vida útil)

$$\boldsymbol{CCV = \$\,88.638,95 + \$\,10.546,97}$$

$$\underline{\boldsymbol{CCV = \$99185,92}}$$

4.2.5 Presupuesto referencial de Light Steel Framing

En la tabla 32 se presentan los costos correspondientes a cada rubro, junto con su respectivo valor unitario y valor total.

Tabla 32. Presupuesto referencial de Light Steel Framing

N°	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
1	Excavación a máquina	m3	150,00	2,92	438,35
2	Relleno hidratado y compactado con material importado	m3	120,00	17,79	2134,32
3	Replantillo f´c= 140kg/cm2 e=0,10	m3	218,55	5,19	1134,85
4	Hormigón simple losa de cimentación f´c= 210kg/cm2 (incluído encofrado)	m3	32,78	190,43	6242,83
5	Malla electrosoldada 5 mm @ 10 (6,24m*2,40m)	m2	218,55	7,12	1556,08
6	Acero conformado en frío (paneles)	kg	7180,92	3,52	25259,75
7	Acero conformado en frío (entrepiso y cubierta)	kg	1.329,05	3,52	4675,09
8	Membrana hidrogufa o barrera de humedad rendimiento 75 m2 (Sicon 1,5x 50m)	m2	313,40	2,52	789,74
9	Aislación termoacústica o Lana de vidrio 50 mm (Sicon 0,40x5m)	m2	761,42	2,82	2146,06
10	Panel de yeso regular 12,7 mm (Sicon 1,22X2,44m)	m2	728,12	10,19	7420,19
11	Panel de yeso especial para baño 12,7 mm (Sicon 1,22X2,44m)	m2	138,40	10,19	1410,42
12	Fibrocemento 12,7mm (Sicon 1,22x2,44m)	m2	508,92	12,18	6199,30
13	Panel de OSB 11,1 mm (Edimca 1,22X2,44m)	m2	175,00	20,40	3569,96
14	Conector y varilla roscada para anclaje	u	108,00	2,43	262,43
		TOTAL			**64839,91**

4.2.6 Costo por metro cuadrado de construcción de Light Steel Framing

$$\frac{\mathbf{64839,91\$}}{\mathbf{437,10m^2}} = \$\ 148{,}34/m^2$$

4.2.7 Curva S de Light Steel Framing

La tabla de la Curva S presenta el avance planificado del proyecto de manera semanal, mostrando los valores parciales, acumulados y el porcentaje de avance alcanzado en cada período. Se observa que el crecimiento del proyecto inicia de forma gradual en las primeras semanas, incrementándose considerablemente en la etapa intermedia debido a la ejecución de las actividades principales. Finalmente, en las últimas semanas el avance vuelve a estabilizarse hasta alcanzar el 100% del cumplimiento planificado, reflejando el comportamiento característico de una Curva S.

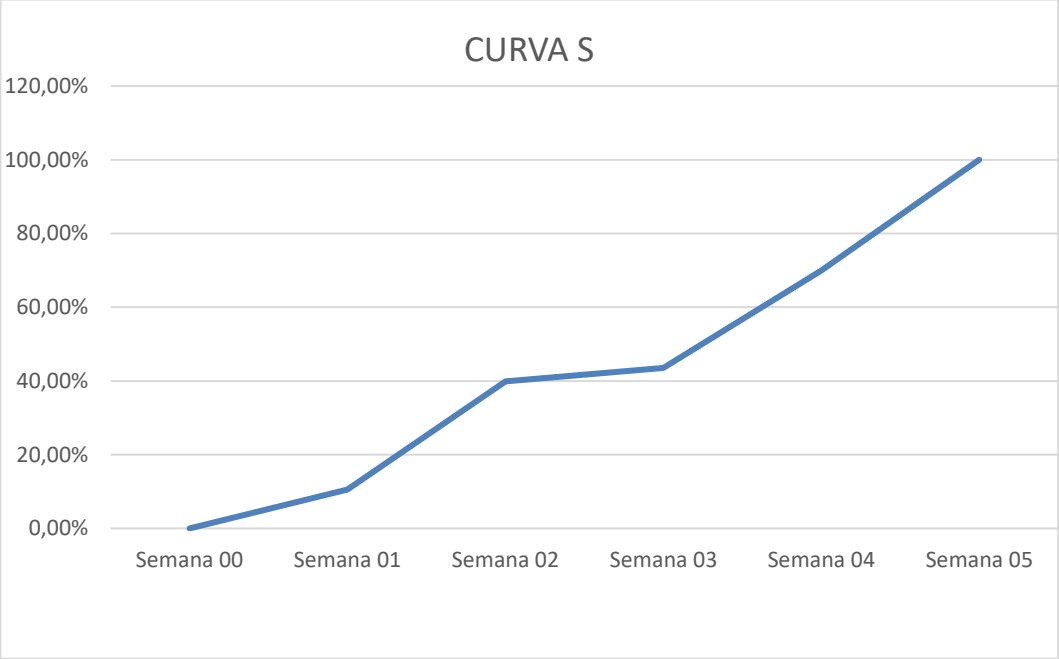
Tabla 33. Avance planificado de Light Steel Framing

Semana	Parcial en $	Acumulado en $	% Acumulado
Semana 00	0	0	0,00%
Semana 01	6.864,34	6864,34	10,59%
Semana 02	19.003,72	25868,06	39,90%
Semana 03	2.337,54	28205,61	43,50%
Semana 04	17.120,79	45326,39	69,91%
Semana 05	19.513,52	64839,91	100,00%
	64839,91		

En la ilustración de la Curva S se representa gráficamente el avance acumulado del proyecto en porcentaje a lo largo del tiempo. La gráfica permite visualizar la evolución progresiva de las actividades ejecutadas, evidenciando un crecimiento lento al inicio, un aumento acelerado durante la fase de mayor desarrollo del proyecto y una disminución gradual al acercarse a la culminación. Esta representación facilita el control y seguimiento del cronograma, permitiendo comparar el

progreso planificado con el avance esperado del proyecto.

Ilustración 46. Gráfica de Curva S que muestra el avance acumulado de Light Steel Framing en porcentaje a lo largo de las semanas



4.2.8 Costo de ciclo de vida de Light Steel Framing

Con el propósito de analizar el comportamiento económico del sistema Steel Framing a largo plazo, se calculó el costo de ciclo de vida para un período de 50 años. Para ello, se consideró tanto la inversión inicial de construcción como el Valor Presente Neto (VPN) de los costos de mantenimiento, obtenidos mediante la actualización de los costos futuros con una tasa de descuento del 8 %. De esta manera, fue posible determinar el costo total del sistema en términos monetarios actuales y evaluar su desempeño económico durante la vida útil de la edificación.

$$\boldsymbol{CCV = CI + CM}$$

$\boldsymbol{CCV}$ = Costo Ciclo de vida

$\boldsymbol{CI}$ = Costo Inicial (Presupuesto)

$\boldsymbol{CM}$ = Costo de mantenimiento (suma de los VPN a lo largo de los 50 años de vida útil)

$$\boldsymbol{CCV = \$\,64.839,91 + \$9.269,44}$$

$$\underline{\boldsymbol{CCV = \$\,74.109,35}}$$

4.3. RESULTADOS DEL O.E.3.: DETERMINACIÓN DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO MÁS EFICIENTE DESDE EL PUNTO DE VISTA TÉCNICO–ECONÓMICO

Al evaluar el comportamiento estructural en SAP2000, el sistema Light Steel Framing respondió de manera óptima ante las combinaciones de carga viva, muerta, viento y sismo, cumpliendo estrictamente con las normativas AISI y la NEC. Una ventaja clave de esta ligereza es el alivio en la infraestructura de apoyo: basta con una losa de cimentación de 0.15 metros, evitando el diseño complejo de zapatas y vigas de riostra del sistema tradicional. Además, en entornos de alta salinidad como el ambiente marino, la barrera del acero galvanizado combinada con membranas hidrófugas previene la aparición prematura de patologías. Esto reduce la vulnerabilidad a la corrosión y fisuras que típicamente afectan al hormigón armado, el cual exige mantenimientos mucho más recurrentes y costosos a lo largo del tiempo.

Análisis económico con ocupación anticipada (4 departamentos):
La reducción de 31 días en el plazo de ejecución permite poner en alquiler los 4 departamentos 1 mes antes que con el sistema tradicional. Para el sector de Chipipe, un departamento puede arrendarse en un rango conservador de $350 a $500 mensuales. Considerando un valor medio de $425/mes por departamento, el ingreso mensual total del condominio es:

- Ingreso total por alquiler mensual (4 departamentos): 4 × $425 = $1.700

Este ingreso extraordinario por ocupación anticipada se suma al ahorro en el CCV, resultando en una ventaja económica acumulada del LSF:

- Ahorro en Costo de ciclo de vida (Light Steel Framing vs. Hormigón Armado): $99.185,92 – $74.109,35 = $25076,57
- Ingreso por ocupación anticipada (1 mes): $1.700
- Ventaja económica total del Light Steel Framing: $25.076,57 + $1.700 = $26.776,57 USD

Bajo las condiciones de diseño, normativa vigente y exposición a ambiente marino definidas para el sector Chipipe, el sistema Light Steel Framing (LSF) se constituye como la alternativa técnica-económicamente más eficiente para proyectos de 4 departamentos. Su superioridad se fundamenta en: (1) menor costo inicial (26,85 %), (2) reducción del tiempo de ejecución en 31

días, que genera un beneficio directo por alquiler anticipado de $1700 USD (equivalente a 1 mes de arriendo de los 4 departamentos), (3) menores costos de mantenimiento a largo plazo (12,11 % en valor presente), (4) un costo del ciclo de vida total inferior en un 25,28 %, y (5) una ventaja acumulada total de $26.776,57 USD a favor del Light Steel Framing cuando se incorpora el ingreso por ocupación anticipada, lo que representa un ahorro del 27%.

Desde el punto de vista económico, adelantar la entrega del inmueble acorta los plazos de retorno de la inversión inicial, lo que mejora la liquidez y eleva la rentabilidad acumulada del ciclo de vida. A esto se suman sus ventajas sostenibles.

El uso de Light Steel Framing mitiga el impacto ambiental al disminuir la generación de escombros, prescindir en gran medida del agua en la fase constructiva y emplear un material totalmente reciclable como el acero galvanizado.

CAPITULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- En lo técnico, el Light Steel Framing usa perfiles de acero galvanizado conformados en frío cada 40 cm, lo que aligera la edificación y permite usar una losa de cimentación de solo 0,15 m de espesor. El sistema tradicional, en cambio, obliga a construir zapatas aisladas, riostras y muros de contención más robustos. Además, en el mar, el galvanizado frena los cloruros, mientras que el hormigón sufre más por la salinidad y la humedad, exigiendo recubrimientos gruesos y aditivos para no deteriorarse.
- El análisis financiero y operativo demuestra la viabilidad del sistema Light Steel Framing frente al hormigón tradicional. En términos de inversión inicial, el costo del sistema ligero asciende a USD 64.839,91 (USD 148,34/m²), mientras que la alternativa convencional alcanza los USD 88.638,95 (USD 202,78/m²), lo que representa una reducción directa del 26,85% en el presupuesto de construcción. Asimismo, el plazo de ejecución se reduce de 63 a 32 días; esta optimización del tiempo equivalente a un avance 49,2% más rápido permite habilitar el inmueble de forma anticipada y generar un ingreso adicional de USD 1.700 por el alquiler temprano de los cuatro departamentos. A largo plazo, la evaluación económica a 50 años proyecta un escenario igualmente favorable. El Valor Presente Neto (VPN) de los costos de mantenimiento del hormigón se sitúa en USD 10.546,97, superando los USD 9.269,44 requeridos por el Steel Framing. Al consolidar estos valores, el costo total del ciclo de vida del Light Steel Framing se fija en USD 74.109,35 frente a los USD 99.185,92 del hormigón, consolidando un ahorro global de USD 26.776,57 (27% del total, incluyendo el beneficio por rentas anticipadas).
- Light Steel Framing es la mejor opción para dos pisos en Chipipe. Une un menor costo inicial, rapidez para recuperar la inversión alquilando antes y menos gastos de mantenimiento a largo plazo por su resistencia al mar (un 12,11% menos en valor presente). Así, supera por completo al hormigón tradicional en rentabilidad y durabilidad para el clima de la costa.

5.2. RECOMENDACIONES

- Debido a su menor costo inicial, menor tiempo de ejecución y menores costos de mantenimiento durante la vida útil de la edificación, podemos considerar el sistema Light Steel Framing como una alternativa constructiva preferente para proyectos de vivienda ubicados en ambientes marinos como Chipipe.
- Aunque el sistema Light Steel Framing presenta un mejor comportamiento frente a la corrosión, es recomendable realizar inspecciones periódicas para verificar el estado de los recubrimientos protectores, especialmente en zonas expuestas a la brisa marina.
- Programar mantenimientos para ambos sistemas, enfocándose en revisar revestimientos, juntas, sellos y zonas húmedas para alargar la vida útil y evitar reparaciones costosas a futuro.
- Para próximos proyectos, elegir el sistema adecuado evaluando los costos de mantenimiento a largo plazo y no solo el precio inicial de la obra debe ser prioridad, ya que esto define la rentabilidad y sostenibilidad real.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACH Paneles. (2019). Paneles ACH: Fabricante de paneles sandwich. https://www.panelesach.com/latam/pe/2021/11/16/steel-framing-sistema-constructivo-con-perfiles-metalicos/

ACI. (2014). ACI 318S-14.

ACI. (2016). Guide to durable concrete. American Concrete Institute.

ACI 318-319. (2019). Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318-19) Comentario de Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318R-19). www.concrete.org

Acimco. (2019). Blog Acimco | ¿Qué plancha de Gypsum usar en su Proyecto? https://www.acimco.com/volcanita-interior-que-plancha-de-gypsum-usar/

ADELCA. (2024). Catálogo de producto. https://www.tugalt-riobamba.com.ec/wp-content/uploads/2016/06/catalogo-adelca.pdf

AISI. (2019). Standard for Cold-Formed Steel Framing-Prescriptive Method for One-and Two-Family Dwellings.

Antonio Focón Colina, L., Esrom Vigo Intor, P., & Milagros Merma Gallardo, L. (2023). Social Economic Housing: Steel Frame in the rural area of Cajamarca. https://doi.org/10.18687/LACCEI2023.1.1.279

Aragort, L., Contreras, R., & Diaz, R. (2016). El estudio titulado "Plan de mantenimiento en estructura metálica y de concreto armado para el Estadio Bicentenario ubicado en Ciudad Tiuna, sector Las Mayas, Caracas, Distrito Capital."

ArchDaily. (2019). Steel Frame y Timber Frame: ventajas de los sistemas constructivos en seco | ArchDaily en Español. https://www.archdaily.cl/cl/890734/steel-frame-y-wood-frame-ventajas-de-los-sistemas-constructivos-en-seco

ArchiExpo. (2016). Panel sándwich para techado - ISOFIRE FONO - ISOCINDU SA DE CV - 2 caras metálicas / alma de lana de roca / no inflamable. https://www.archiexpo.es/prod/isocindu-sa-cv/product-162319-2124417.html

Arencibia Juan. (2007). Conceptos fundamentales sobre el mantenimiento de edificios. Revista de Arquitectura e Ingeniería, 1(1), 1–8.

Arquitectura & Diseño. (2026). Construcción industrializada con Steel Framing: Un enfoque eficiente y sostenible para la arquitectura - Universidad ORT Uruguay. https://fa.ort.edu.uy/blog/construccion-industrializada-steel-framing-enfoque-eficiente-

y-sostenible-arquitectura

Barbieri. (2021). Tipos de tornillos para Steel Frame: todo lo que tenés que saber para elegir correctamente. https://www.adbarbieri.com/blog/tipos-de-tornillos-para-steel-frame

Blanco. (2021). Aplicaciones del steel frame en obras civiles e industriales. https://www.perfilesblanco.com/steel-framing-obras-civiles-industriales/

Cabrera Álvarez, E., Sáez Paguay, T., & Viera Arroba, L. (2026). Microfisuramiento de las varillas de refuerzo empleadas en la construcción de viviendas informales: Caso de estudio Riobamba. ACI Avances En Ciencias e Ingenierías, 18(1). https://doi.org/10.18272/ACI.3875

Cáceres Gaibor, C. A. (2018). "Análisis comparativo técnico-económico de un sistema tradicional aporticado y un sistema estructural liviano para la construcción de viviendas."

CAMICON. (2026). Camicon.

Carpio Toral, M. P. (2014). Diseño estructural de una vivienda aplicando el sistema constructivo STEEL FRAMING. Universidad del Azuay.

Castillo, J. G., & Zhangallimbay, D. (2021). La tasa social de descuento en la evaluación de proyectos de inversión: una aplicación para el Ecuador 1. 134.

Cemento Hormigón. (2026). Corrosión en ambiente marino – Revista técnica CEMENTO HORMIGÓN. https://cemento-hormigon.com/cemento/corrosion-en-ambiente-marino/

Chudley, R., & Greeno, R. (2014). Building Construction Handbook. Building Construction Handbook. https://doi.org/10.4324/9781315780320

Cóndor Estructuras. (2026). Eficiencia Energética En Proyectos De Steel Framing – Condor Estructuras. https://condorestructuras.com/eficiencia-energetica-steel-framing/

Constitución de la República del Ecuador. (2008). Constitución de la República del Ecuador. Actualizada.

Construex. (2023). Perfiles de acero tipo G Ecuador | Construex Ecuador. https://www.construex.com.ec/exhibidores/dismetal/producto/perfiles_de_acero_g_ecuador

ConsulSteel. (2002). Manual de Procedimiento CONSTRUCCIÓN CON ACERO LIVIANO.

ConsulSteel. (2022). Home. https://consulsteel.adbarbieri.com/

COOTAD. (2019). Código Orgánico de Organización Territorial. www.lexis.com.ec

Dannemann, R. G. C., & ILAFA. (2008). Manual de Ingeniería Steel Framing (Construcciones Entramadas de Acero) Instituto Latinoamericano del Fierro y del Acero.

Díaz Centeno, M. (2024). Analizar el proceso constructivo del sistema Steel Framing propuesto para una edificación de dos niveles a construirse en San Carlos, Rio San Juan, durante el primer semestre del 2024.

Dieter Nohlen. (2002). Método comparativo. https://doi.org/https://tinyurl.com/y2lh7foq

Dreamstime. (2026). Estructura de una casa en proceso de renovación. https://pt.dreamstime.com/estrutura-de-uma-casa-em-processo-renova%C3%A7%C3%A3o-cheia-estruturas-met%C3%A1licas-imagem-conceptual-da-especula%C3%A7%C3%A3o-com-os-pre%C3%A7os-image258245863

Ecoliving. (2026). Constructora Ecoliving - Steel Framing. https://www.ecolivingec.com/steel-framing

Fábrica Orellana. (2025). Nuestros Productos | Fabrica Orellana Cuenca Ecuador. https://www.fabricaorellana.com/productos

Formplus. (2016). Diseños de investigación descriptiva: tipos, ejemplos y métodos. https://www.formpl.us/blog/descriptive-research

Girosalut. (2026). Reciclaje de metales: ingeniería y valorización industrial - Girosalut. https://girosalut.org/reciclaje-de-metales-de-la-gestion-de-residuos-a-la-ingenieria-de-recuperacion/

Gómez Fajardo, M. E. (2022). "Diseño y análisis estructural dinámico no lineal de una vivienda unifamiliar de dos pisos utilizando el método constructivo Steel Framing con una losa de entrepiso Steel Deck, aplicando la Norma Ecuatoriana de la Construcción y el código ACI 318-19." UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA.

Gómez Orefebre. (2018). Sistemas constructivos de casas: tipos y características | homify. https://www.homify.com.mx/libros_de_ideas/5827394/sistemas-constructivos-de-casas-tipos-y-caracteristicas

Guerra Marcelo, A. (2013). Diseño de cimentaciones sismo resistentes utilizando SAFE (Number Quito).

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., María del Pilar Baptista Lucio, D., & Méndez Valencia Christian Paulina Mendoza Torres, S. (2014). Metodología de la investigación.

Holcim. (2024). Materiales de construcción: de lo tradicional a lo sostenible. https://holcimsoluciones.com/colombia/materiales-construccion-tradicionales-sostenibles

Homesteel Innovations. (2026). Homesteel Innovations - Steel Framing. https://homesteel-ecu.com/

Incose. (2015). Guia-de-Mantenimiento-para-Viviendas-de-Steel-Framing.

Incose. (2018). Edición nov. 2018 Manual de Recomendaciones para Construir con Steel Framing. www.incose.org.ar

INEC. (2026). Índice de Precios de la Construcción |. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/indice-de-precios-de-la-construccion/

INEN. (2014). Perfiles abiertos de acero conformados en frío para uso estructural. www.normalizacion.gob.ec

ISO. (2017). ISO 15686-5 2017. Costo Del Ciclo de Vida, 2.

ISO. (2018). ISO 12944-6:2018(en), Paints and varnishes — Corrosion protection of steel structures by protective paint systems — Part 6: Laboratory performance test methods. https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso:12944:-6:ed-2:v1:en

Jorajuria, M., & Servente, F. (2015). Steel Framing y sus principales usos en Uruguay [Tesina]. Facultad de Arquitectura UdelaR.

Jorge Márquez. (2023). Vista de Variabilidad estadística de cargas vivas en edificio. 2. https://revistas.ufps.edu.co/index.php/ecomatematico/article/view/980/1536

Kubiframe. (2018). Kubiframe construcción con Steel Framing, la mejor solución para una construcción sustentable.

Light Steel Framing. (2026). Análisis financiero de la Construcción con el sistema Steel Framing. https://www.lightsteelframing.es/analisis-financiero-sistema-steel-framing/

Lucero Castro, D. E. (2019). Diseño de una vivienda del programa Casa Para Todos en sistema ¨Steel Framing¨ y análisis comparativo económico con sistema de construcción tradicional. UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO.

Lund. (2024). ¿Qué es el aislamiento térmico y por qué es clave para ahorrar energía? https://lundserviciosintegrales.com/aislamiento-termico-ahorrar-energia/

Machuca Álvarez, A. N. (2026). "Análisis comparativo del sistema Steel Framing y el hormigón armado como alternativas para la construcción de viviendas unifamiliares." UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA.

Madrid, M., Frómeta, Y. G., Cuadrado, J., & Blanco, J. M. (2022). Life cycle analysis in concrete blocks: comparison of the impact produced between traditional blocks and blocks made with by-products. Informes de La Construccion, 74(566), 1–11. https://doi.org/10.3989/ic.88125

Martínez, C. A., Díaz, J. F., Duque, R., Martínez, C. A., Díaz, J. F., & Duque, R. (2019). Diseño del encofrado para muros usando encofrados modulares. TecnoLógicas, 22(SPE), 3–20. https://doi.org/10.22430/22565337.1509

Max Acero. (2023). Tipos de Encofrado que debes conocer - Max Acero Monterrey. https://maxacero.com/blog/tipos-de-encofrado-en-construccion-que-debes-conocer/

Mccormac, J. C. (2013). Diseño de estructuras de acero. http://www.alfaomega.com.mx

Metwally, H., & Mona, M. (2019). Análisis del costo de ciclo de vida de edificios con estructura de acero liger con paredes y pisos a base de cemento.

Moares, R., & Sarmanho, A. (2007). Steel Framing Arquitectura. www.construccionenacero.com,

Murotor Building. (2023). Hormigón armado vs steel frame: Comparativa para viviendas - Murotor Building - Construcción Bahía Blanca. https://murotor.com.ar/2026/01/29/hormigon-armado-vs-steel-frame-2026/

Naranjo Galarza, D. R. (2024). Elaboración de guía de diseño estructural de edificaciones residenciales regulares de hasta 3 pisos con el método constructivo steel frame. Universidad Central del Ecuador.

NEC. (2015). Viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5 m.

NEC-SE-HM. (2015). Estructuras de hormigón armado.

Núñez Montiel, S. N. (2024). "Plan estratégico para la rehabilitación de edificación Amancay afectada por cloruros, sector Las Palmeras - Salinas." Universidad Estatal Península de Santa Elena.

Obradović, D., Briš Alić, M., & Čulo, K. (2024). The Issue of Estimating the Maintenance and Operation Costs of Buildings: A Case Study of a School. Eng, 5(3), 1209–1231. https://doi.org/10.3390/eng5030066

Ortiz, L., & Giménez, M. (2024). "Análisis comparativo de la utilización del sistema Steel Framing y el sistema convencional para la construcción de un edificio residencial con 3 niveles en Coronel Oviedo en el año 2024."

Otiff. (2026). La Curva S en la Gestión de Proyectos: De la Teoría a la Práctica en Ingeniería, Arquitectura y Construcción Otiff S.A. | Constructora | Paraguay. https://www.otiff.com/post/la-curva-s-en-la-gesti%C3%B3n-de-proyectos-de-la-teor%C3%ADa-a-la-pr%C3%A1ctica-en-ingenier%C3%ADa-arquitectura-y-cons

Panel y Acanalados Monterrey. (2024). Lo que debes conocer del sistema constructivo tradicional para entenderlo por completo - Panel y Acanalados Monterrey. https://panelyacanalados.com/blog/lo-que-debes-conocer-del-sistema-constructivo-tradicional-para-entenderlo-por-completo/#h21

Pari, R. (2018). Viviendas sismorresistentes| Ingeniería Civil. https://civilparaelmundo.com/construccion-sismo-resistente-viviendas/

Parra, S. (2018). Tipos de corrosión en el acero. https://blog.laminasyaceros.com/blog/tipos-de-corrosion-en-el-acero

Poluche, R. (2023). Conocimientos del sistema de construcción en seco Steel Framing, y su uso para el diseño de viviendas unifamiliares en la ciudad de Trujillo. UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO.

Ramachandran, K. M., & Tsokos, C. P. (2015). Design of Experiments. Mathematical Statistics with Applications in R, 459–494. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-417113-8.00009-6

Rica, C., Cordero, V., & Rosa, Z. (2009). La investigación aplicada: Una forma de conocer las realidades con evidencia científica. Revista Educación, 33(1), 155–165. https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44015082010

Rodríguez Díaz, A. E., & Vergara Pájaro, R. A. (2019). "Estudio de factibilidad para la construcción de viviendas de interés social utilizando el sistema de construcción en seco Steel Framing por medio de una comparación con el sistema de construcción tradicional de mampostería confinada."

Sakr, R., Karim, E., & Osama, E. (2015). A Model to Predict Life-Cycle-Cost of Reinforced Concrete Structures in Marine Environments.

Smanova. (2025). Mallas electrosoldadas: qué son y certificación en Colombia. https://www.smanova.co/mallas-electrosoldadas-que-son-y-certificacion/

Soler & Palau. (2021). Construcción tradicional vs construcción industrializada | S&P. https://www.solerpalau.com/blog/es-es/construccion-tradicional-vs-construccion-industrializada/

Suarez Kevin. (2025). Universidad Técnica de Machala.

Tejada Bermudez, R. (2017). "Implementación del sistema constructivo Light Steel Framing (LSF) y de la metodología BIM en construcciones." UNIVERSIDAD DE LOS ANDES.

Vallejos Buri, K. A. (2021). "Comparativa del sistema tradicional versus el sistema Steel Framing en la construcción de viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5 metros." Universidad Técnica Salesiana.

Vera, R. M., & Cañas, F. J. (2005). Comportamiento Frente a la Corrosión en Ambiente Marino de Acero Galvanizado y Acero Galvanizado Pintado (Duplex). Información Tecnológica, 16(4), 53–58. https://doi.org/10.4067/S0718-07642005000400009

Yepes Víctor. (2026). Norma ISO 15686-5 sobre los costes del ciclo de vida de edificios y construcciones. https://victoryepes.blogs.upv.es/2025/01/15/norma-iso-15686-5-sobre-los-costes-del-ciclo-de-vida-de-edificios-y-construcciones/

Zhangallimbay, D., & Castillo, J. (2021). La Tasa Social de Descuento en la Evaluación de Proyectos de Inversión: Una Aplicación para el Ecuador. https://www.researchgate.net/publication/376515774_La_Tasa_Social_de_Descuento_en_la_Evaluacion_de_Proyectos_de_Inversion_Una_Aplicacion_para_el_Ecuador

Zintilon. (2026). Materiales de chapa metálica: acero galvanizado versus acero galvanizado - Zintilon. https://www.zintilon.com/es/blog/galvanized-vs-galvannealed-steel/

ANEXOS

ANEXO A: HORMIGÓN ARMADO

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS EN H.A

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO:	1			UNIDAD:	m3	
DETALLE:	Excavación a mano					
EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO	R	COSTO D=C*R
Herramienta menor (5% MO)						0,924066667
				SUBTOTAL M		0,92
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO	R	COSTO D=C*R
Peón	1,00	4,34	4,34	3,810		16,533
Maestro de obra	1,00	4,87	4,87	0,400		1,948
				SUBTOTAL		18,481
MATERIALES						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT.	B	COSTO C=A*B
				SUBTOTAL O		0,000
TRANSPORTE						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA	B	COSTO C=A*B
				SUBTOTAL P		0,000
	TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					19,405
	INDIRECTOS Y UTILIDAD				25%	4,851
	OTROS COSTOS INDIRECTOS					0,000
FECHA	COSTO TOTAL DEL RUBRO					24,257
	VALOR OFERTADO					24,26

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO:	2			UNIDAD:	m3	
DETALLE:	Relleno hidratado y compactado con material importado					
EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO	R	COSTO D=C*R
Herramienta menor (5% MO)						0,244
Compactador manual	1,00	3,75	3,75	0,533		2,000
				SUBTOTAL M		2,244
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO	R	COSTO D=C*R
Peón	2,00	4,34	8,68	0,533		4,626
Maestro de obra	1,00	4,87	4,87	0,053		0,258
				SUBTOTAL		4,885
MATERIALES						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT.	B	COSTO C=A*B
Cascajo mediano y fijo		m3	1,25	5,500		6,875
Agua		m3	0,15	1,500		0,225
				SUBTOTAL O		7,100
TRANSPORTE						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA	B	COSTO C=A*B
				SUBTOTAL P		0,000
	TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					14,229
	INDIRECTOS Y UTILIDAD				25%	3,557
	OTROS COSTOS INDIRECTOS					0,000
FECHA	COSTO TOTAL DEL RUBRO					17,786
	VALOR OFERTADO					17,79

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	3		UNIDAD:	m2	
DETALLE:	Replantillo f'c= 140kg/cm2 e=0,05				
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor (5% MO)					0,023
Concretera 1 saco	1,00	5,00	5,00	0,013	0,067
				SUBTOTAL M	0,090
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	5,00	4,23	21,15	0,013	0,282
Albañil	2,00	4,28	8,56	0,013	0,114
Maestro de Obra	1,00	4,75	4,75	0,013	0,063
				SUBTOTAL	0,459
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT.	B	COSTO C=A*B
Cemento tipo I(50 kg)	kg	12,500	0,160		2,000
Piedra 3/4"	m3	0,045	22,000		0,990
Arena Gruesa	m3	0,030	20,000		0,600
Agua	m3	0,010	1,500		0,015
				SUBTOTAL O	3,605
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA	B	COSTO C=A*B
				SUBTOTAL P	0,000
	TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)				4,154
	INDIRECTOS Y UTILIDAD			25%	1,039
	OTROS COSTOS INDIRECTOS				0,000
FECHA	COSTO TOTAL DEL RUBRO				5,193
	VALOR OFERTADO				5,19

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	6		UNIDAD:	m3	
DETALLE:	Hormigón simple zapatas f'c= 280kg/cm2 - zapatas (incluído encofrado)				
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor (5% MO)					1,987
Concretera 1 saco	1,00	5,00	5,00	1,000	5,000
Vibrador	1	4,00	4,00	1,000	4,000
				SUBTOTAL M	10,987
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Peón	5,00	4,34	21,70	1,000	21,700
Albañil	2,00	4,39	8,78	1,000	8,780
Carpintero	1,00	4,39	4,39	1,000	4,390
Maestro de obra	1,00	4,87	4,87	1,000	4,870
				SUBTOTAL	39,740
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT.	B	COSTO C=A*B
Cemento tipo I(50 kg)	kg	350,000	0,160		56,000
Piedra 3/4"	m3	0,900	22,000		19,800
Arena Gruesa	m3	0,600	20,000		12,000
Agua	m3	0,200	1,500		0,300
Tabla semidura	u	1,690	6,000		10,140
Cuartón semiduro	u	0,470	4,000		1,880
Tira semidura	u	0,250	2,000		0,500
Clavos 2x8"	lb	3,39	0,85		2,8815
				SUBTOTAL O	103,502
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA	B	COSTO C=A*B
				SUBTOTAL P	0,000
	TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)				154,229
	INDIRECTOS Y UTILIDAD			25%	38,557
	OTROS COSTOS INDIRECTOS				0,000
FECHA	COSTO TOTAL DEL RUBRO				192,786
	VALOR OFERTADO				192,79

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
RUBRO:	7		UNIDAD:	kg	
DETALLE:	Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2 (zapatas, riostras, columnas, escaleras y vigas)				
EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Herramienta menor (5% MO)					0,040
Cortadora-dobladora	1,00	0,70	0,70	0,062	0,043
				SUBTOTAL M	0,083
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
Fierrero	1,00	4,39	4,39	0,062	0,270
Peón	2,00	4,34	8,68	0,062	0,534
				SUBTOTAL	0,804
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT.	B	COSTO C=A*B
Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	1,004	1,250		1,256
Alambre recocido	kg	0,030	1,500		0,045
				SUBTOTAL O	1,301
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA	B	COSTO C=A*B
				SUBTOTAL P	0,000
	TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)				2,188
	INDIRECTOS Y UTILIDAD			25%	0,547
	OTROS COSTOS INDIRECTOS				0,000
FECHA	COSTO TOTAL DEL RUBRO				2,735
	VALOR OFERTADO				2,74

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO:	8			UNIDAD:	m3	
DETALLE:	Muro de hormigón ciclópeo f'c= 180 kg/cm2					
EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO	R	COSTO D=C*R
Herramienta menor (5% MO)						1,697
Concretera 1 saco	1,00	0,50	5,00	0,960		4,800
				SUBTOTAL M		6,497
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO	R	COSTO D=C*R
Peón	5,00	4,34	21,70	0,960		20,832
Albañil	2,00	4,39	8,78	0,960		8,429
Maestro de obra	1,00	4,87	4,87	0,960		4,675
				SUBTOTAL		33,936
MATERIALES						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT.	B	COSTO C=A*B
Cemento tipo I(50 Kg)		kg	180,000	0,160		28,800
Piedra 3/4"		m3	0,540	22,000		11,880
Arena		m3	0,360	20,000		7,200
Agua		m3	0,120	1,500		0,180
Piedra Base		m3	0,800	14,000		11,200
				SUBTOTAL O		59,260
TRANSPORTE						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA	B	COSTO C=A*B
				SUBTOTAL P		0,000
	TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					99,693
	INDIRECTOS Y UTILIDAD				25%	24,923
	OTROS COSTOS INDIRECTOS					0,000
FECHA	COSTO TOTAL DEL RUBRO					124,616
	VALOR OFERTADO					124,62

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO:	9			UNIDAD:	m3	
DETALLE:	Hormigón simple f'c= 280kg/cm2 - riostras (incluido encofrado)					
EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO	R	COSTO D=C*R
Herramienta menor (5% MO)						3,680
Concretera 1 saco	1,00	0,50	5,00	1,852		9,259
				SUBTOTAL M		12,939
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO	R	COSTO D=C*R
Peón	5,00	4,34	21,70	1,852		40,185
Albañil	2,00	4,39	8,78	1,852		16,259
Carpintero	1,00	4,39	4,39	1,852		8,130
Maestro de obra	1,00	4,87	4,87	1,852		9,019
				SUBTOTAL		73,593
MATERIALES						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT.	B	COSTO C=A*B
Cemento tipo I(50 Kg)		kg	350,000	0,160		56,000
Piedra 3/4"		m3	0,900	25,000		22,500
Arena		m3	0,600	20,000		12,000
Agua		m3	0,200	1,500		0,300
Tabla semidura		u	4,611	6,000		27,667
Cuartón semiduro		u	0,556	4,000		2,222
Tira semidura		u	0,222	2,000		0,444
Clavos 2x8"		lb	22,22	0,85		18,889
				SUBTOTAL O		140,022
TRANSPORTE						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA	B	COSTO C=A*B
				SUBTOTAL P		0,000
	TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					226,554
	INDIRECTOS Y UTILIDAD				25%	56,638
	OTROS COSTOS INDIRECTOS					0,000
FECHA	COSTO TOTAL DEL RUBRO					283,192
	VALOR OFERTADO					283,19

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO:	10			UNIDAD:	m3	
DETALLE:	Hormigón simple f'c= 280kg/cm2 - columnas (incluido encofrado)					
EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO	R	COSTO D=C*R
Herramienta menor (5% MO)						3,974
Concretera 1 saco	1,00	0,50	5,00	2,000		10,000
				SUBTOTAL M		13,974
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO	R	COSTO D=C*R
Peón	5,00	4,34	21,70	2,000		43,400
Albañil	2,00	4,39	8,78	2,000		17,560
Carpintero	1,00	4,39	4,39	2,000		8,780
Maestro de obra	1,00	4,87	4,87	2,000		9,740
				SUBTOTAL		79,480
MATERIALES						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT.	B	COSTO C=A*B
Cemento tipo I(50 Kg)		kg	400,000	0,160		64,000
Piedra 3/4"		m3	0,900	25,000		22,500
Arena		m3	0,600	20,000		12,000
Agua		m3	0,200	1,500		0,300
Tabla semidura		u	7,407	6,000		44,444
Cuartón semiduro		u	7,407	4,000		29,630
Tira semidura		u	3,704	2,000		7,407
Clavos 2x8"		lb	14,81	0,85		12,593
				SUBTOTAL O		192,874
TRANSPORTE						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA	B	COSTO C=A*B
				SUBTOTAL P		0,000
	TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					286,328
	INDIRECTOS Y UTILIDAD				25%	71,582
	OTROS COSTOS INDIRECTOS					0,000
FECHA	COSTO TOTAL DEL RUBRO					357,910
	VALOR OFERTADO					357,91

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	11	UNIDAD:	m2
DETALLE:	Contrapiso e=10 cm f'c= 280kg/cm2		

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO	R	COSTO D=C*R
Herramienta menor (5% MO)						0,253
Concretera 1 saco	1,00	5,00	5,00	0,143		0,714
Vibrador de Manguera	1,00	4,00	4,00	0,143		0,571
				SUBTOTAL M		1,538

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO	R	COSTO D=C*R
Peón	5,00	4,34	21,70	0,143		3,100
Albañil	2,00	4,39	8,78	0,143		1,254
Maestro de obra	1,00	4,87	4,87	0,143		0,696
				SUBTOTAL		5,050

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT.	B	COSTO C=A*B
Cemento tipo I(50 Kg)	kg	40,000	0,160		6,400
Piedra 3/4"	m3	0,090	25,000		2,250
Arena	m3	0,060	20,000		1,200
Agua	m3	0,020	1,500		0,030
Malla electrosoladada D= 8mm (15 x 15)	m2	1,050	4,700		4,935
			SUBTOTAL O		14,815

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA	B	COSTO C=A*B
			SUBTOTAL P		0,000

	TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)		21,403
	INDIRECTOS Y UTILIDAD	25%	5,351
	OTROS COSTOS INDIRECTOS		0,000
FECHA	COSTO TOTAL DEL RUBRO		26,754
	VALOR OFERTADO		**26,75**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	12	UNIDAD:	m2
DETALLE:	Paredes de bloque e=9 cm		

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO	R	COSTO D=C*R
Herramienta menor (5% MO)						0,246
				SUBTOTAL M		0,246

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO	R	COSTO D=C*R
Peón	1,00	4,34	4,34	0,533		2,315
Albañil	1,00	4,39	4,39	0,533		2,341
Maestro de obra	1,00	4,87	4,87	0,053		0,260
				SUBTOTAL		4,916

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT.	B	COSTO C=A*B
Cemento tipo I(50 Kg)	kg	8,333	0,160		1,333
Arena	m3	0,020	20,000		0,400
Agua	m3	0,007	1,500		0,010
Bloque de hormigón (9*19*39)	u	13,000	0,500		6,500
Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	0,400	1,250		0,500
			SUBTOTAL O		8,743

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA	B	COSTO C=A*B
			SUBTOTAL P		0,000

	TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)		13,905
	INDIRECTOS Y UTILIDAD	25%	3,476
	OTROS COSTOS INDIRECTOS		0,000
FECHA	COSTO TOTAL DEL RUBRO		17,381
	VALOR OFERTADO		**17,38**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	13	UNIDAD:	ml
DETALLE:	Plaretes 15 x 20 cm f'c= 210kg/cm2		

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO	R	COSTO D=C*R
Herramienta menor (5% MO)						0,223
				SUBTOTAL M		0,223

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO	R	COSTO D=C*R
Peón	2,00	4,34	8,68	0,200		1,736
Albañil	1,00	4,39	4,39	0,200		0,878
Carpintero	1,00	4,39	4,39	0,200		0,878
Fierrero	1,00	4,39	4,39	0,200		0,878
Maestro de obra	1,00	4,87	4,87	0,020		0,097
				SUBTOTAL		4,467

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT.	B	COSTO C=A*B
Cemento tipo I(50 Kg)	kg	10,501	0,160		1,680
Piedra 3/4"	m3	0,027	22,000		0,594
Arena	m3	0,018	20,000		0,360
Agua	m3	0,006	1,500		0,009
Tabla semidura	u	0,167	6,000		1,000
Cuartón semiduro	u	0,045	4,000		0,180
Tira semidura	u	0,045	2,000		0,090
Clavos 2x8"	lb	0,13	0,850		0,106
Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	2,200	1,250		2,750
Alambre recocido #18	kg	0,066	1,500		0,099
			SUBTOTAL O		6,868

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA	B	COSTO C=A*B
			SUBTOTAL P		0,000

	TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)		11,559
	INDIRECTOS Y UTILIDAD	25%	2,890
	OTROS COSTOS INDIRECTOS		0,000
FECHA	COSTO TOTAL DEL RUBRO		14,449
	VALOR OFERTADO		**14,45**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO:	14		UNIDAD:	m2		
DETALLE:	Hormigón simple f´c= 280kg/cm2 - escalera (inluido encofrado)					
EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO	R	COSTO D=C*R
Herramienta menor (5% MO)						4,713
Concretera 1 saco	1,00	5,00	5,00	2,667		13,333
Vibrador manguera	1,00	4,00	4,00	2,667		10,667
				SUBTOTAL M		28,713
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO	R	COSTO D=C*R
Peón	5,00	4,34	21,70	2,667		57,867
Albañil	1,00	4,39	4,39	2,667		11,707
Carpintero	1,00	4,39	4,39	2,667		11,707
Maestro de Obra	1,00	4,87	4,87	2,667		12,987
				SUBTOTAL		94,267
MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT.	B		COSTO C=A*B
Cemento tipo I(50 Kg)	kg	400,000	0,160			64,000
Piedra 3/4"	m3	0,900	22,000			19,800
Arena	m3	0,600	20,000			12,000
Agua	m3	0,200	1,500			0,300
Tabla semidura	u	5,505	6,000			33,028
Cuartón semiduro	u	4,587	4,000			18,349
Tira semidura	u	3,670	2,000			7,339
Clavos 2x8"	lb	5,00	0,850			4,250
			SUBTOTAL O			159,066
TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA	B		COSTO C=A*B
			SUBTOTAL P			0,000
	TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					282,046
	INDIRECTOS Y UTILIDAD			25%		70,511
	OTROS COSTOS INDIRECTOS					0,000
FECHA	COSTO TOTAL DEL RUBRO					352,557
	VALOR OFERTADO					352,56

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO:	15		UNIDAD:	m3		
DETALLE:	Hormigón simple f´c= 280kg/cm2 - vigas (inluido encofrado)					
EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO	R	COSTO D=C*R
Herramienta menor (5% MO)						3,874
Concretera 1 saco	1,00	0,50	5,00	2,000		10,000
				SUBTOTAL M		13,874
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO	R	COSTO D=C*R
Peón	5,00	4,23	21,15	2,000		42,300
Albañil	2,00	4,28	8,56	2,000		17,120
Carpintero	1,00	4,28	4,28	2,000		8,560
Maestro de obra	1,00	4,75	4,75	2,000		9,500
				SUBTOTAL		77,480
MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT.	B		COSTO C=A*B
Cemento tipo I(50 Kg)	kg	350,000	0,160			56,000
Piedra 3/4"	m3	0,900	25,000			22,500
Arena	m3	0,600	20,000			12,000
Agua	m3	0,200	1,500			0,300
Tabla semidura	u	4,611	5,000			23,056
Cuartón semiduro	u	0,556	3,000			1,667
Tira semidura	u	0,222	1,500			0,333
Clavos 2x8"	lb	22,22	0,85			18,889
			SUBTOTAL O			134,744
TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA	B		COSTO C=A*B
			SUBTOTAL P			0,000
	TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					226,098
	INDIRECTOS Y UTILIDAD			25%		56,525
	OTROS COSTOS INDIRECTOS					0,000
FECHA	COSTO TOTAL DEL RUBRO					282,623
	VALOR OFERTADO					282,62

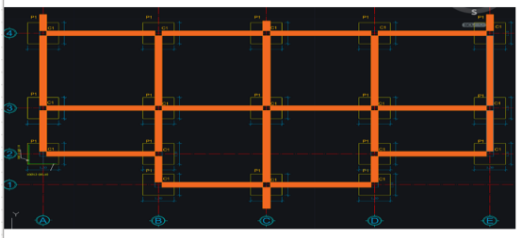
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO:	16		UNIDAD:	m2		
DETALLE:	Losa algerada e=20 cm f´c= 2100kg/cm2					
EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO	R	COSTO D=C*R
Herramienta menor (5% MO)						0,668
Concretera 1 saco	1,00	5,00	5,00	0,190		0,951
Vibrador de manguera	1,00	4,00	4,00	0,190		0,760
Elevador	1,00	6,00	6,00	0,190		1,141
				SUBTOTAL M		3,520
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO	R	COSTO D=C*R
Peón	8,00	4,34	34,72	0,190		6,601
Albañil	4,00	4,39	17,56	0,190		3,338
Carpintero	1,00	4,39	4,39	0,190		0,835
Fierrero	1,00	4,39	4,39	0,190		0,835
Ayudante de Fierrero	1,00	4,34	4,34	0,190		0,825
Maestro de obra	1,00	4,87	4,87	0,190		0,926
				SUBTOTAL		13,359
MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT.	B		COSTO C=A*B
Cemento tipo I(50 Kg)	kg	48,000	0,160			7,680
Piedra 3/4"	m3	0,180	22,000			3,960
Arena	m3	0,120	20,000			2,400
Agua	m3	0,040	1,500			0,060
Tabla semidura	u	0,031	6,000			0,188
Cuartón semiduro	u	0,031	4,000			0,125
Clavos 2x8"	lb	0,10	0,850			0,089
Bloque de piedra pome (9*19*39)	u	9,00	0,400			3,600
Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	2,480	1,250			3,100
Alambre recocido #18	kg	0,074	1,500			0,112
Aditivo plastificante	lt	0,365	3,750			1,367
Encofrado metálico	m2	1,00	1,200			1,200
			SUBTOTAL O			23,880
TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA	B		COSTO C=A*B
			SUBTOTAL P			0,000
	TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					40,759
	INDIRECTOS Y UTILIDAD			25%		10,190
	OTROS COSTOS INDIRECTOS					0,000
FECHA	COSTO TOTAL DEL RUBRO					50,949
	VALOR OFERTADO					50,95

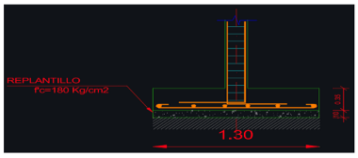
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO:	17		UNIDAD:	m2		
DETALLE:	Enlucidos de paredes					
EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO	R	COSTO D=C*R
Herramienta menor (5% MO)						0,230
				SUBTOTAL M		0,230
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO	R	COSTO D=C*R
Peón	1,00	4,34	4,34	0,500		2,170
Albañil	1,00	4,39	4,39	0,500		2,195
Maestro de Obra	1,00	4,87	4,87	0,050		0,244
				SUBTOTAL		4,609
MATERIALES						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT.	B	COSTO C=A*B
Cemento tipo I(50 Kg)		kg	23,585	0,160		3,774
Arena		m3	0,018	20,000		0,364
Agua		m3	0,007	1,500		0,011
				SUBTOTAL O		4,148
TRANSPORTE						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA	B	COSTO C=A*B
				SUBTOTAL P		0,000
	TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					8,987
	INDIRECTOS Y UTILIDAD				25%	2,247
	OTROS COSTOS INDIRECTOS					0,000
FECHA	COSTO TOTAL DEL RUBRO					11,234
	VALOR OFERTADO					11,23

MEMORIA DE CÁLCULO DEL H.A

MEMORIA DE CALCULO

OBRA:	CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN CHIPIPE			
Entidad contratante: UPSE	Contratistas: Kevin González-Rashell Alvarado		Fiscalizador: Ing. Juan Garcés V.	
Item: 1	Descripcion: Excavación cimientos a mano	Fecha:	Unidad: m3	Planilla N° 1



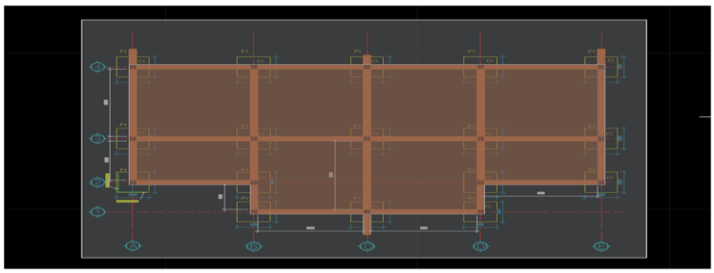


DETALLE	VOLUMEN - AREA				Total	PESO
	N°	a (m)	l(m)	h (m)	m3	Kg.
ZAPATAS COLUMNAS	17	1,5	1,5	1,00	38,25	
ZAPATAS ESCALERAS	2	1,00	4,80	1,00	9,60	

		CONTRATADO	
		EJECUTADO	47,85
KEVIN GONZÁLEZ- RASHELL ALVARADO	Ing. Juan Garcés V.		
CONTRATISTAS	FISCALIZADOR	ESTA PLANILLA	47,85

MEMORIA DE CALCULO

OBRA:	CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN CHIPIPE			
Entidad contratante: UPSE	Contratistas: Kevin González-Rashell Alvarado		Fiscalizador: Ing. Juan Garcés V.	
Item: 2	Descripcion: Relleno hidratado y compactado con material importado	Fecha:	Unidad: m3	Planilla N° 1

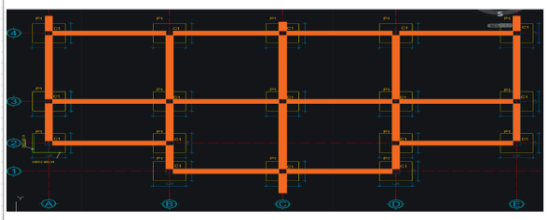


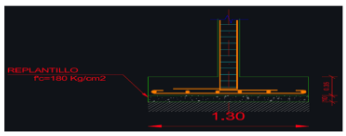
DETALLE	VOLUMEN - AREA				Total	PESO
	N°	a (m)	l(m)	h (m)	m3	Kg.
ÁREA SOCIAL	1	20	15	0,70	210,00	

		CONTRATADO	
		EJECUTADO	210,00
KEVIN GONZÁLEZ- RASHELL ALVARADO	Ing. Juan Garcés V.		
CONTRATISTAS	FISCALIZADOR	ESTA PLANILLA	210,00

MEMORIA DE CALCULO

OBRA:	**CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN CHIPIPE**				
Entidad contratante: UPSE		**Contratistas:** Kevin González-Rashell Alvarado		**Fiscalizador:** Ing. Juan Garcés V.	
Item: 3	**Descripcion:** Replantillo f´c= 140kg/cm2 e=0,10			**Fecha:**	**Unidad:** m2	**Planilla N°** 1



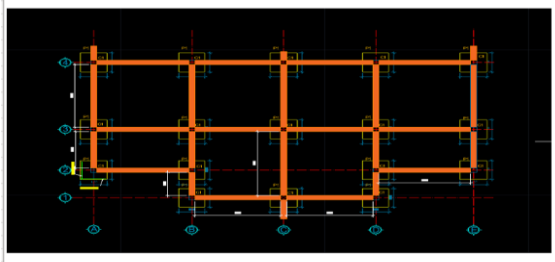


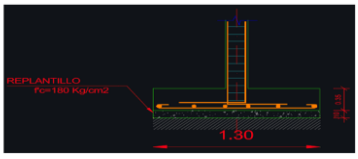
DETALLE	VOLUMEN - AREA				Total	PESO
	N°	a (m)	l(m)	h (m)	m2	Kg.
ZAPATAS COLUMNAS	17	1,3	1,3		28,73	
ZAPATAS ESCALERAS	2	1,00	4,80		9,60	

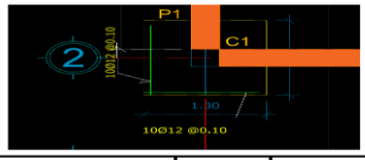
		CONTRATADO	
		EJECUTADO	38,33
KEVIN GONZÁLEZ- RASHELL ALVARADO	Ing. Juan Garcés V.		
CONTRATISTAS	FISCALIZADOR	ESTA PLANILLA	38,33

MEMORIA DE CALCULO

OBRA:	**CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN CHIPIPE**				
Entidad contratante: UPSE		**Contratistas:** Kevin González-Rashell Alvarado		**Fiscalizador:** Ing. Juan Garcés V.	
Item: 4	**Descripcion:** Hormigón simple f´c= 280kg/cm2 - zapatas (inluido encofrado)			**Fecha:**	**Unidad:** m3	**Planilla N°** 1





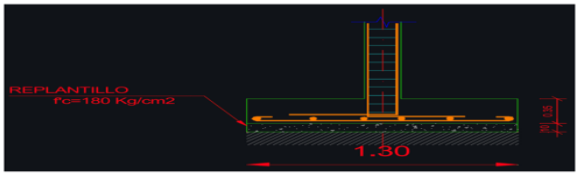


DETALLE	VOLUMEN - AREA				Total	PESO
	N°	a (m)	l(m)	h (m)	m3	Kg.
ZAPATA 1	17	1,3	1,3	0,35	10,06	
CIMIENTO ESCALERA	2	1,00	4,80	0,35	3,36	

		CONTRATADO	
		EJECUTADO	13,42
KEVIN GONZÁLEZ- RASHELL ALVARADO	Ing. Juan Garcés V.		
CONTRATISTAS	FISCALIZADOR	ESTA PLANILLA	13,42

MEMORIA DE CALCULO

OBRA:	**CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN CHIPIPE**				
Entidad contratante: UPSE		**Contratistas:** Kevin González-Rashell Alvarado		**Fiscalizador:** Ing. Juan Garcés V.	
Item: 5	**Descripcion:** Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2 zapatas			**Fecha:**	**Unidad:** kg	**Planilla N°** 1

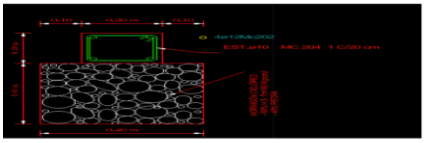


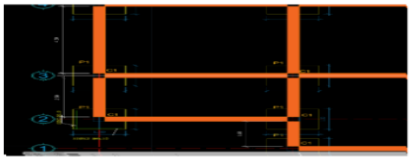
DETALLE	PESO			Total	
	N°	Peso por zapata (kg)		Kg	
ZAPATA 1	17	70		1190,00	
CIMIENTO ESCALERA	2	110,00		220,00	

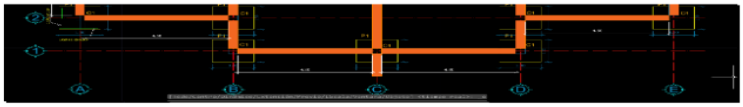
		CONTRATADO	
		EJECUTADO	1410,00
KEVIN GONZÁLEZ- RASHELL ALVARADO	Ing. Juan Garcés V.		
CONTRATISTAS	FISCALIZADOR	ESTA PLANILLA	1410,00

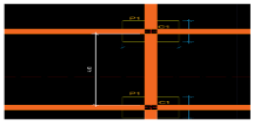
MEMORIA DE CALCULO

OBRA:	CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN CHIPIPE				
Entidad contratante: UPSE		Contratistas: Kevin González-Rashell Alvarado		Fiscalizador: Ing. Juan Garcés V.	
Item: 6	Descripcion: Muro de hormigón ciclopeo f'c= 180 kg/cm2			Fecha:	Unidad: m3	Planilla N° 1





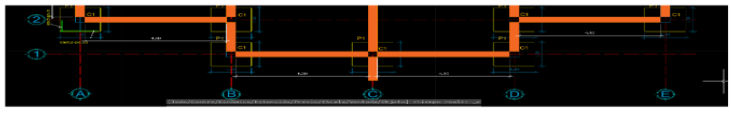


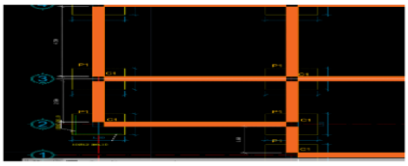


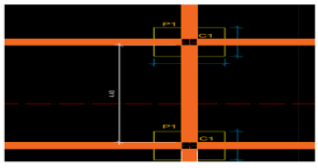
DETALLE	VOLUMEN - AREA N°	a (m)	l(m)	h (m)	Total m3	PESO Kg
DEBAJO DE RIOSTRA EJE A-B	3	4,5	0,40	0,40	2,16	
DEBAJO DE RIOSTRA EJE B-C	3	4,2	0,40	0,40	2,02	
DEBAJO DE RIOSTRA EJE C-D	3	4,2	0,40	0,40	2,02	
DEBAJO DE RIOSTRA EJE D-E	3	4,5	0,40	0,40	2,16	
DEBAJO DE RIOSTRA EJE 1-2	2	1,6	0,40	0,40	0,51	
DEBAJO DE RIOSTRA EJE 2-3	4	2,5	0,40	0,40	1,60	
DEBAJO DE RIOSTRA EJE 3-4	5	4,3	0,40	0,40	3,44	
DEBAJO DE RIOSTRA EJE 1-3	5	4,4	0,40	0,40	3,52	
			CONTRATADO			
			EJECUTADO		17,42	
KEVIN GONZÁLEZ- RASHELL ALVARADO CONTRATISTAS	Ing. Juan Garcés V. FISCALIZADOR		ESTA PLANILLA		17,42	

MEMORIA DE CALCULO

OBRA:	CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN CHIPIPE				
Entidad contratante: UPSE		Contratistas: Kevin González-Rashell Alvarado		Fiscalizador: Ing. Juan Garcés V.	
Item: 7	Descripcion: Hormigón simple f'c= 280kg/cm2 - riostras (incluido encofrado)			Fecha:	Unidad: m3	Planilla N° 1



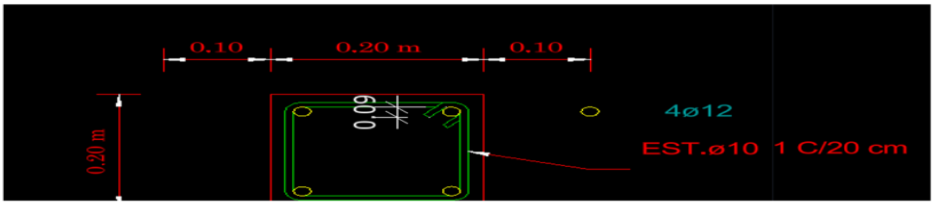




DETALLE	VOLUMEN - AREA N°	a (m)	l(m)	h (m)	Total m3	PESO Kg
RIOSTRA EJE A-B	3	4,5	0,20	0,20	0,54	
RIOSTRA EJE B-C	3	4,2	0,20	0,20	0,50	
RIOSTRA EJE C-D	3	4,2	0,20	0,20	0,50	
RIOSTRA EJE D-E	3	4,5	0,20	0,20	0,54	
RIOSTRA EJE 1-2	2	1,6	0,20	0,20	0,13	
RIOSTRA EJE 2-3	4	2,5	0,20	0,20	0,40	
RIOSTRA EJE 3-4	5	4,3	0,20	0,20	0,86	
RIOSTRA EJE 1-3	1	4,4	0,20	0,20	0,18	
			CONTRATADO			
			EJECUTADO		3,65	
KEVIN GONZÁLEZ- RASHELL ALVARADO CONTRATISTAS	Ing. Juan Garcés V. FISCALIZADOR		ESTA PLANILLA		3,65	

MEMORIA DE CALCULO

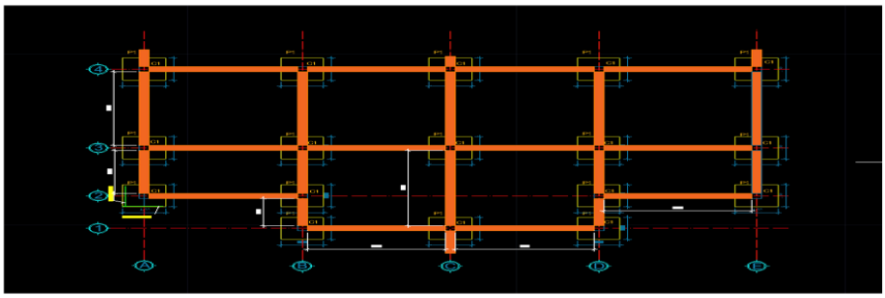
OBRA:	CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN CHIPIPE				
Entidad contratante: UPSE		Contratistas: Kevin González-Rashell Alvarado		Fiscalizador: Ing. Juan Garcés V.	
Item: 8	Descripcion: Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2 riostras			Fecha:	Unidad: kg	Planilla N° 1



DETALLE	PESO N°	Peso por riostra (kg)	Total Kg
RIOSTRA EJE A-B	3	26,48	79,44
RIOSTRA EJE B-C	3	24,51	73,53
RIOSTRA EJE C-D	3	24,51	73,53
RIOSTRA EJE D-E	3	26,48	79,44
RIOSTRA EJE 1-2	2	9,33	18,66
RIOSTRA EJE 2-3	4	14,82	59,28
RIOSTRA EJE 3-4	5	25,31	126,55
RIOSTRA EJE 1-3	5	25,67	128,35
		CONTRATADO	
		EJECUTADO	638,78
KEVIN GONZÁLEZ- RASHELL ALVARADO CONTRATISTAS	Ing. Juan Garcés V. FISCALIZADOR	ESTA PLANILLA	638,78

MEMORIA DE CALCULO

OBRA:	CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN CHIPIPE				
Entidad contratante: UPSE		**Contratistas:** Kevin González-Rashell Alvarado	**Fiscalizador:** Ing. Juan Garcés V.		
Item: 9	**Descripcion:** Hormigón simple f'c= 280kg/cm2 - columnas (incluido encofrado)		**Fecha:**	**Unidad:** m3	**Planilla N°** 1

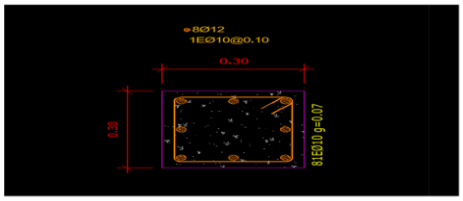


DETALLE	VOLUMEN - AREA				Total	PESO
	N°	a (m)	l(m)	h (m)	m3	Kg.
COLUMNAS C1 (PLANTA BAJA)	17	0,3	0,30	4,00	6,12	
COLUMNAS C1 (PLANTA ALTA)	17	0,25	0,25	3,00	3,19	

		CONTRATADO	
		EJECUTADO	9,31
KEVIN GONZÁLEZ- RASHELL ALVARADO CONTRATISTAS	Ing. Juan Garcés V. FISCALIZADOR	ESTA PLANILLA	9,31

MEMORIA DE CALCULO

OBRA:	CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN CHIPIPE				
Entidad contratante: UPSE		**Contratistas:** Kevin González-Rashell Alvarado	**Fiscalizador:** Ing. Juan Garcés V.		
Item: 10	**Descripcion:** Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2 columnas		**Fecha:**	**Unidad:** kg	**Planilla N°** 1

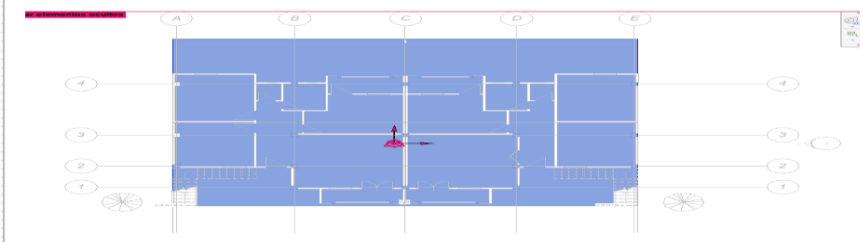


DETALLE	PESO		Total	
	N°	Peso por columna (kg)	Kg	
COLUMNAS C1 (PLANTA BAJA)	17	51,62	877,54	
COLUMNAS C1 (PLANTA ALTA)	17	44,51	756,67	

		CONTRATADO	
		EJECUTADO	1634,21
KEVIN GONZÁLEZ- RASHELL ALVARADO CONTRATISTAS	Ing. Juan Garcés V. FISCALIZADOR	ESTA PLANILLA	1634,21

MEMORIA DE CALCULO

OBRA:	CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN CHIPIPE				
Entidad contratante: UPSE		**Contratistas:** Kevin González-Rashell Alvarado	**Fiscalizador:** Ing. Juan Garcés V.		
Item: 11	**Descripcion:** Contrapiso e=20 cm f'c= 280kg/cm2		**Fecha:**	**Unidad:** m2	**Planilla N°** 1



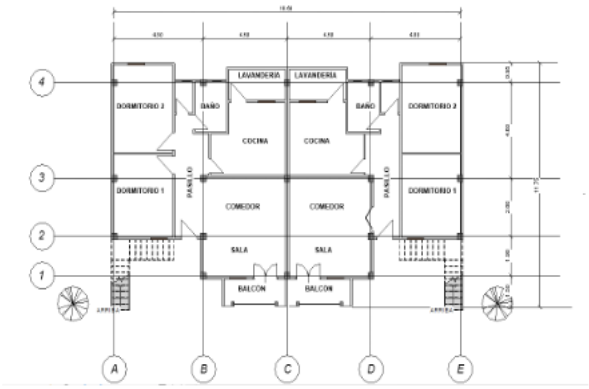
DETALLE	VOLUMEN - AREA				Total	PESO
	N°	a (m)	l(m)	h (m)	m2	Kg.
SECCIÓN COMPLETA	1				218,88	
COLUMNAS C1 (PLANTA BAJA)	17	0,3	0,30		-1,53	

		CONTRATADO	
		EJECUTADO	217,02
KEVIN GONZÁLEZ- RASHELL ALVARADO CONTRATISTAS	Ing. Juan Garcés V. FISCALIZADOR	ESTA PLANILLA	217,02

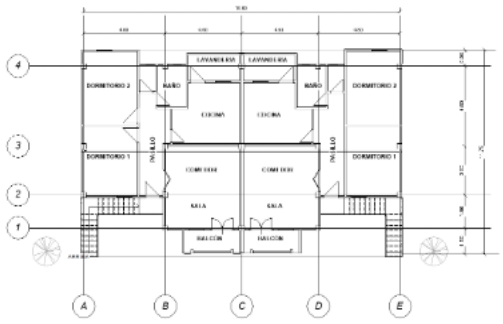
MEMORIA DE CALCULO

OBRA:	CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN CHIPIPE				
Entidad contratante:		**Contratistas:**	**Fiscalizador:**		
UPSE		Kevin González-Rashell Alvarado	Ing. Juan Garcés V.		
Item:	**Descripcion:**		**Fecha:**	**Unidad:**	**Planilla Nº**
12	Paredes de bloque e=9 cm			m2	1

PLANTA ARQUITECTONICA PLANTA BAJA



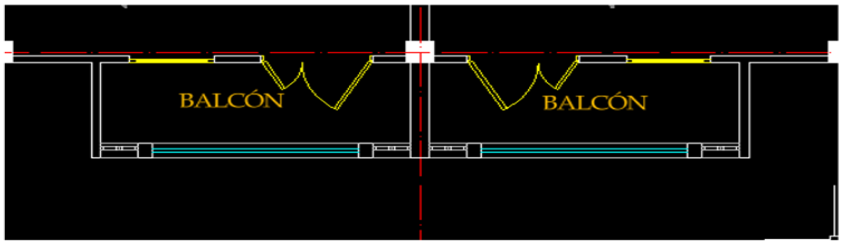
PLANTA ARQUITECTONICA PLANTA ALTA



DETALLE	VOLUMEN - AREA				Total	PESO
	Nº	a (m)	l(m)	h (m)	m2	Kg.
DORMITORIO 1	4	14,75		3,00	177,00	
DESCUENTO DE PUERTA DORMITORIO 1	4	0,85		2,00	-6,80	
DESCUENTO DE VENTANA DORMITORIO 1	4	0,9		1,20	-4,32	
DORMITORIO 2	4	10,5		3,00	126,00	
DESCUENTO DE PUERTA DORMITORIO 2	4	0,85		2,00	-6,80	
DESCUENTO DE VENTANA DORMITORIO 2	4	0,9		1,20	-4,32	
SALA-COMEDOR	4	16,9		3,00	202,80	
DESCUENTO DE PUERTA 1 (DOBLE)	4	1,2		2,00	-9,60	
DESCUENTO DE PUERTA 2 (DOBLE)	4	1,2		2,00	-9,60	
DESCUENTO DE VENTANA	4	0,9		1,20	-4,32	
BALCÓN 1	2	2,6		3,00	15,60	
BALCÓN 2	2	2,6		3,00	15,60	
BAÑOS	4	5,85		3,04	71,14	
DESCUENTOS DE VENTANAS DE BAÑOS	8	0,5		0,50	-2,00	
COCINA	4	11,75		3,00	141,00	
DESCUENTO DE PUERTA 1	4	0,85		2,00	-6,80	
DESCUENTO DE PUERTA 2	4	0,85		2,00	-6,80	
DESCUENTO DE VENTANA	4	0,9		1,20	-4,32	
RECIBIDOR	4	1,4		3,00	16,80	
DESCUENTO DE PUERTA PRINCIPAL	4	1		2,00	-8,00	
LAVANDERÍA	4	4,8		3,00	57,60	
			CONTRATADO			
			EJECUTADO		749,86	
KEVIN GONZÁLEZ-RASHELL ALVARADO	Ing. Juan Garcés V.					
CONTRATISTAS	FISCALIZADOR		ESTA PLANILLA		749,86	

MEMORIA DE CALCULO

OBRA:	**CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN CHIPIPE**				
Entidad contratante: UPSE		**Contratistas:** Kevin González-Rashell Alvarado		**Fiscalizador:** Ing. Juan Garcés V.	
Item: 13	**Descripcion:** Pilaretes 15 x 20 cm f'c= 210kg/cm2			**Fecha:**	**Unidad:** ml	**Planilla Nº** 1



DETALLE	VOLUMEN - AREA				Total	PESO
	Nº	a (m)	l(m)	h (m)	ml	Kg.
PILARETES VENTANALES	8	1,88			15,04	

		CONTRATADO	
		EJECUTADO	15,04
KEVIN GONZÁLEZ- RASHELL ALVARADO	Ing. Juan Garcés V.		
CONTRATISTAS	FISCALIZADOR	ESTA PLANILLA	15,04

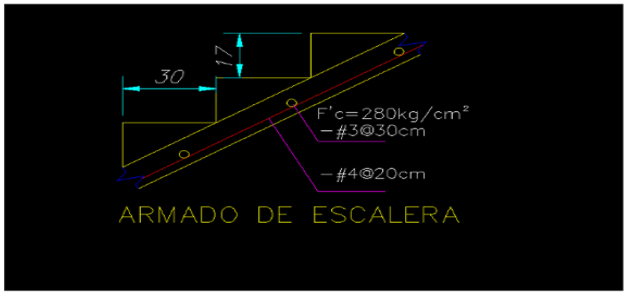
MEMORIA DE CALCULO

OBRA:	**CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN CHIPIPE**				
Entidad contratante: UPSE		**Contratistas:** Kevin González-Rashell Alvarado		**Fiscalizador:** Ing. Juan Garcés V.	
Item: 14	**Descripcion:** Hormigón simple f'c= 280kg/cm2 - escalera (inluido encofrado)			**Fecha:**	**Unidad:** m3	**Planilla Nº** 1

DETALLE	VOLUMEN - AREA					Total
	Nº	a (m)	l(m)	h (m)	e (m)	m3
Escalones	18	1,00	0,3	0,17	0,1	0,05
Descansos	2	1,00	1,00	0,17		0,34
Losa Base Escalera	1	1,00	6,30	0,12		0,76

		CONTRATADO	
		EJECUTADO	1,14
KEVIN GONZÁLEZ- RASHELL ALVARADO	Ing. Juan Garcés V.		
CONTRATISTAS	FISCALIZADOR	ESTA PLANILLA	1,14

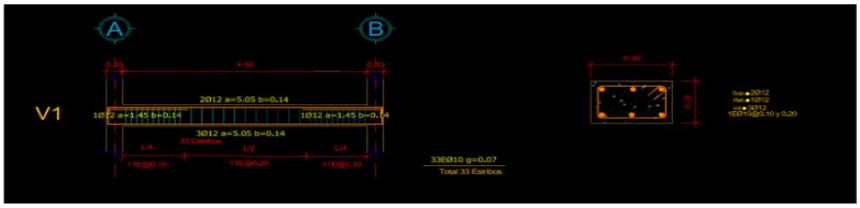
MEMORIA DE CALCULO					
OBRA:	CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN CHIPIPE				
Entidad contratante: UPSE		Contratistas: Kevin González-Rashell Alvarado		Fiscalizador: Ing. Juan Garcés V.	
Item: 15	Descripcion: Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2 escalera		Fecha:	Unidad: kg	Planilla Nº 1

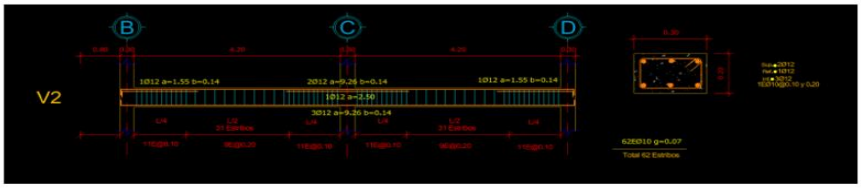


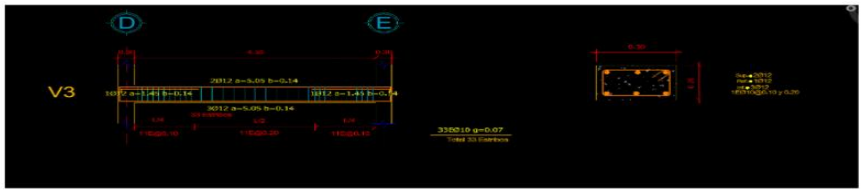
DETALLE	PESO Nº	PESO Peso por escalera(kg)	Total Kg
ARMADO ESACLERA	2	52,84	105,68

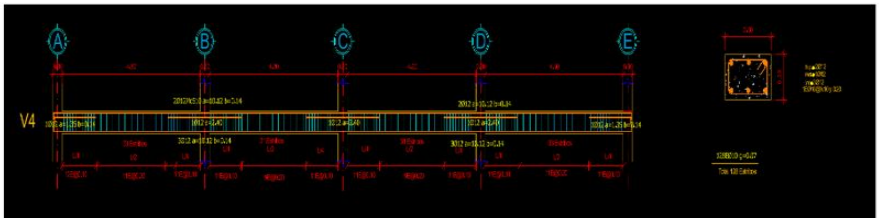
		CONTRATADO	
		EJECUTADO	105,68
KEVIN GONZÁLEZ- RASHELL ALVARADO	Ing. Juan Garcés V.		
CONTRATISTAS	FISCALIZADOR	ESTA PLANILLA	105,68

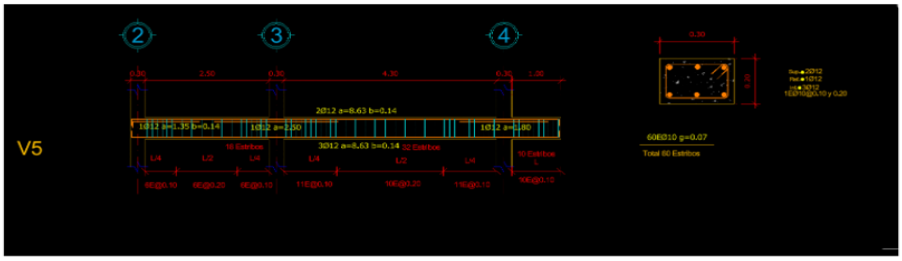
MEMORIA DE CALCULO					
OBRA:	CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN CHIPIPE				
Entidad contratante: UPSE		Contratistas: Kevin González-Rashell Alvarado		Fiscalizador: Ing. Juan Garcés V.	
Item: 16	Descripcion: Hormigón simple f'c= 280kg/cm2 - vigas (inluído encofrado)		Fecha:	Unidad: m3	Planilla Nº 1

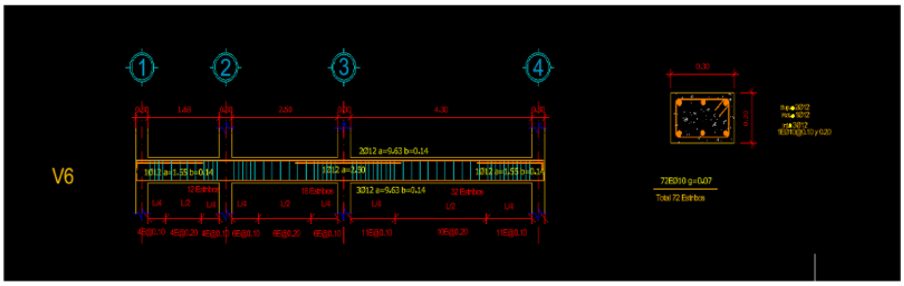


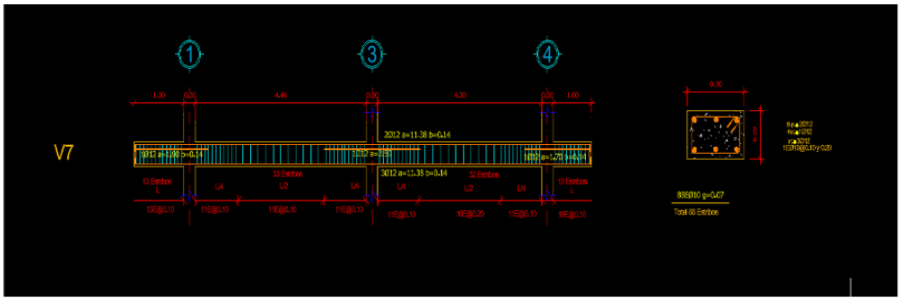






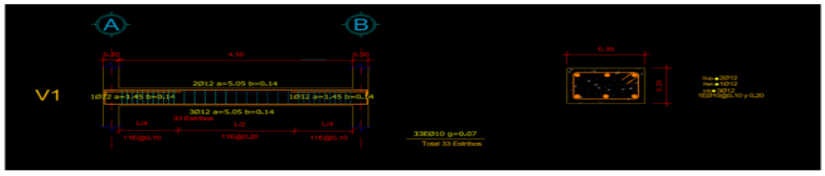


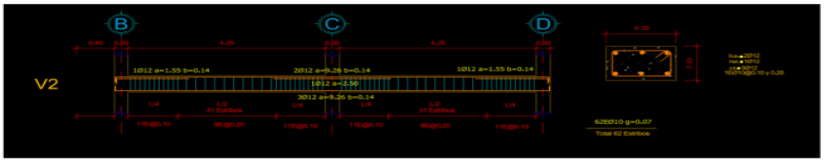


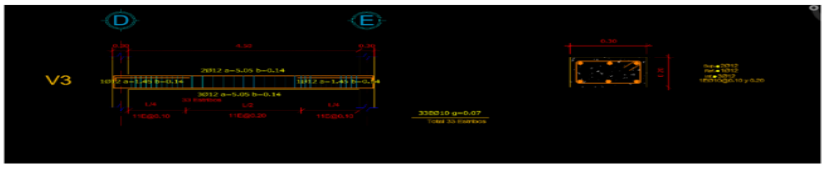


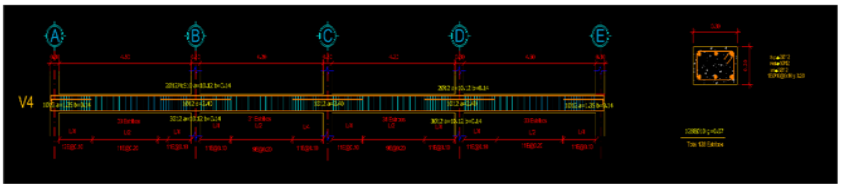
DETALLE	VOLUMEN - AREA				Total	PESO
	Nº	a (m)	l(m)	h (m)	m3	Kg.
VIGA 1 (ENTREPISO Y DE CUBIERTA)	2	5,1	0,30	0,20	0,61	
VIGA 2 (ENTREPISO Y DE CUBIERTA)	2	9,3	0,30	0,20	1,12	
VIGA 3 (ENTREPISO Y DE CUBIERTA)	2	5,1	0,30	0,20	0,61	
VIGA 4 (ENTREPISO Y DE CUBIERTA)	4	18,9	0,30	0,20	4,54	
VIGA 5 (ENTREPISO Y DE CUBIERTA)	4	8,7	0,30	0,20	2,09	
VIGA 6 (ENTREPISO Y DE CUBIERTA)	4	9,68	0,30	0,20	2,32	
VIGA 7 (ENTREPISO Y DE CUBIERTA)	2	11,98	0,30	0,20	1,44	
			CONTRATADO			
			EJECUTADO		12,72	
KEVIN GONZÁLEZ- RASHELL ALVARADO		Ing. Juan Garcés V.				
CONTRATISTAS		FISCALIZADOR	ESTA PLANILLA		12,72	

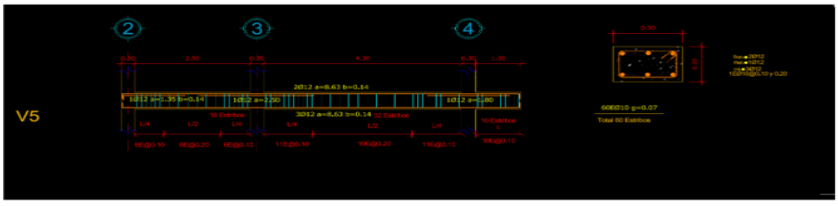
MEMORIA DE CALCULO				
OBRA:	CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN CHIPIPE			
Entidad contratante: UPSE	Contratistas: Kevin González-Rashell Alvarado		Fiscalizador: Ing. Juan Garcés V.	
Item: 17	Descripcion: Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2 vigas	Fecha:	Unidad: kg	Planilla N° 1

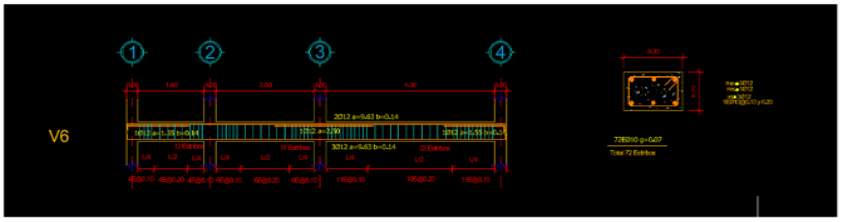


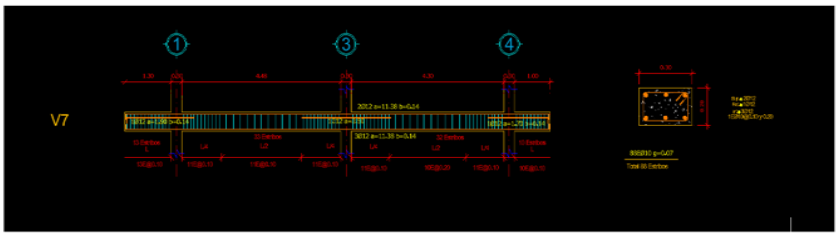










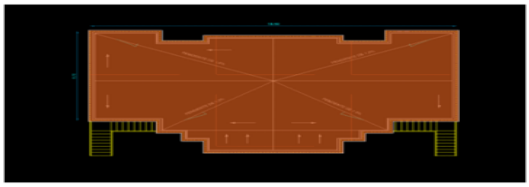


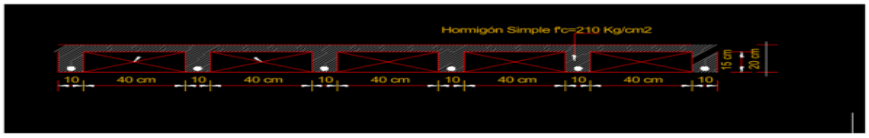
DETALLE	PESO		Total
	N°	Peso por viga (kg)	Kg
VIGA 1 (ENTREPISO Y DE CUBIERTA)	2	44,18	88,36
VIGA 2 (ENTREPISO Y DE CUBIERTA)	2	79,17	158,34
VIGA 3 (ENTREPISO Y DE CUBIERTA)	2	37,52	75,04
VIGA 4 (ENTREPISO Y DE CUBIERTA)	4	171,61	686,44
VIGA 5 (ENTREPISO Y DE CUBIERTA)	4	82,08	328,32
VIGA 6 (ENTREPISO Y DE CUBIERTA)	4	68,36	273,44
VIGA 7 (ENTREPISO Y DE CUBIERTA)	2	105,8	211,60

		CONTRATADO	
		EJECUTADO	1821,54
KEVIN GONZÁLEZ- RASHELL ALVARADO	Ing. Juan Garcés V.		
CONTRATISTAS	FISCALIZADOR	ESTA PLANILLA	1821,54

MEMORIA DE CALCULO

OBRA:	CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN CHIPIPE				
Entidad contratante: UPSE		**Contratistas:** Kevin González-Rashell Alvarado		**Fiscalizador:** Ing. Juan Garcés V.	
Item: 18	**Descripcion:** Losa aligerada e=20 cm f'c= 2100kg/cm2			**Fecha:**	**Unidad:** m2	**Planilla N°** 1



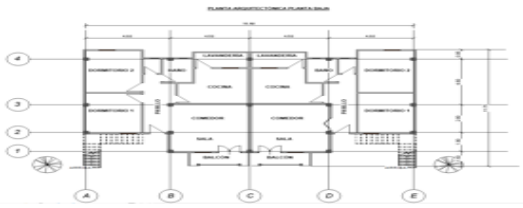


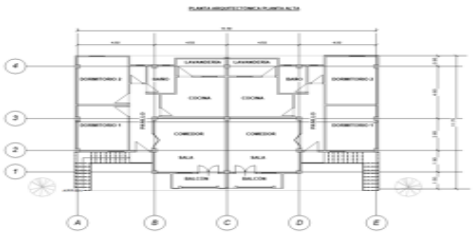
DETALLE	VOLUMEN - AREA				Total	PESO
	N°	a (m)	l(m)	h (m)	m2	Kg.
Losa de entrepiso	1				192,00	
Losa de cubierta o terza	1				192,00	

		CONTRATADO	
		EJECUTADO	384,00
KEVIN GONZÁLEZ- RASHELL ALVARADO	Ing. Juan Garcés V.		
CONTRATISTAS	FISCALIZADOR	ESTA PLANILLA	384,00

MEMORIA DE CALCULO

OBRA:	CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN CHIPIPE				
Entidad contratante: UPSE		**Contratistas:** Kevin González-Rashell Alvarado		**Fiscalizador:** Ing. Juan Garcés V.	
Item: 19	**Descripcion:** Enlucidos de paredes			**Fecha:**	**Unidad:** m2	**Planilla N°** 1





DETALLE	VOLUMEN - AREA				Total	PESO
	N°	a (m)	l(m)	h (m)	m2	Kg.
DORMITORIO 1	4	14,75		2,00	354,00	
DESCUENTO DE PUERTA DORMITORIO 1	4	0,85		2,00	-13,60	
DESCUENTO DE VENTANA DORMITORIO 1	4	0,9		1,20	-8,64	
DORMITORIO 2	4	16,5		3,00	252,00	
DESCUENTO DE PUERTA DORMITORIO 2	4	0,85		2,00	-13,60	
DESCUENTO DE VENTANA DORMITORIO 2	4	0,9		1,20	-8,64	
SALA-COMEDOR	4	16,9		3,00	405,60	
DESCUENTO DE PUERTA 1 (DOBLE)	4	1,2		2,00	-19,20	
DESCUENTO DE PUERTA 2 (DOBLE)	4	1,2		2,00	-19,20	
DESCUENTO DE VENTANA	4	0,9		1,20	-8,64	
BALCÓN 1	2	2,6		3,00	31,20	
BALCÓN 2	2	2,6		3,00	31,20	
BAÑOS	4	5,85		3,04	142,27	
DESCUENTOS DE VENTANAS DE BAÑOS	8	0,5		0,50	-4,00	
COCINA	4	11,75		3,00	282,00	
DESCUENTO DE PUERTA 1	4	0,85		2,00	-13,60	
DESCUENTO DE PUERTA 2	4	0,85		2,00	-13,60	
DESCUENTO DE VENTANA	4	0,9		1,20	-8,64	
RECIBIDOR	4	1,4		2,00	33,60	
DESCUENTO DE PUERTA PRINCIPAL	4	1		2,00	-16,00	
LAVANDERÍA	4	4,8		3,00	115,20	

		CONTRATADO	
		EJECUTADO	1499,71
KEVIN GONZÁLEZ- RASHELL ALVARADO	Ing. Juan Garcés V.		
CONTRATISTAS	FISCALIZADOR	ESTA PLANILLA	1499,71

ANEXO B: STEEL FRAMING

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS EN S.F

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	1	UNIDAD:	m3
DETALLE:	Excavación a máquina		

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO	R	COSTO D=C*R
Herramienta menor (5% MO)						0,01609
Retroexcavadora	1,00	30,00	30,00	0,07		2,00
				SUBTOTAL M		2,02

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO	R	COSTO D=C*R
Peón	1,00	4,34	4,34	0,067		0,289
Maestro de obra	1,00	4,87	4,87	0,007		0,032
				SUBTOTAL		0,322

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT.	B	COSTO C=A*B
			SUBTOTAL O		0,000

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA	B	COSTO C=A*B
			SUBTOTAL P		0,000

	TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)		2,338
	INDIRECTOS Y UTILIDAD	25%	0,584
	OTROS COSTOS INDIRECTOS		0,000
FECHA	COSTO TOTAL DEL RUBRO		2,922
	VALOR OFERTADO		2,92

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	2	UNIDAD:	m3
DETALLE:	Relleno hidratado y compactado con material importado		

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO	R	COSTO D=C*R
Herramienta menor (5% MO)						0,244
Compactador manual	1,00	3,75	3,75	0,533		2,000
				SUBTOTAL M		2,244

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO	R	COSTO D=C*R
Peón	2,00	4,34	8,68	0,533		4,626
Maestro de obra	1,00	4,87	4,87	0,053		0,258
				SUBTOTAL		4,885

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT.	B	COSTO C=A*B
Cascajo mediano y fijo	m3	1,25	5,500		6,875
Agua	m3	0,15	1,500		0,225
			SUBTOTAL O		7,100

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA	B	COSTO C=A*B
			SUBTOTAL P		0,000

	TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)		14,229
	INDIRECTOS Y UTILIDAD	25%	3,557
	OTROS COSTOS INDIRECTOS		0,000
FECHA	COSTO TOTAL DEL RUBRO		17,786
	VALOR OFERTADO		17,79

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	3	UNIDAD:	m3
DETALLE:	Replantillo f'c= 140kg/cm2 e=0,05		

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO	R	COSTO D=C*R
Herramienta menor (5% MO)						0,023
Concretera 1 saco	1,00	5,00	5,00	0,013		0,067
				SUBTOTAL M		0,090

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO	R	COSTO D=C*R
Peón	5,00	4,23	21,15	0,013		0,282
Albañil	2,00	4,28	8,56	0,013		0,114
Maestro de Obra	1,00	4,75	4,75	0,013		0,063
				SUBTOTAL		0,459

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT.	B	COSTO C=A*B
Cemento tipo I(50 kg)	kg	12,500	0,160		2,000
Piedra 3/4"	m3	0,045	22,000		0,990
Arena Gruesa	m3	0,030	20,000		0,600
Agua	m3	0,010	1,500		0,015
			SUBTOTAL O		3,605

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA	B	COSTO C=A*B
			SUBTOTAL P		0,000

	TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)		4,154
	INDIRECTOS Y UTILIDAD	25%	1,039
	OTROS COSTOS INDIRECTOS		0,000
FECHA	COSTO TOTAL DEL RUBRO		5,193
	VALOR OFERTADO		5,19

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	4	UNIDAD:	m3
DETALLE:	Hormigón simple losa de cimentación f´c= 210kg/cm2 (inluido encofrado)		

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO	R	COSTO D=C*R
Herramienta menor (5% MO)						2,571
Concretera 1 saco	1,00	5,00	5,00	0,900		4,499
Vibrador de manguera	1,00	4,00	4,00	0,900		3,600
				SUBTOTAL M		10,670

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO	R	COSTO D=C*R
Peón	8,00	4,34	34,72	0,900		31,244
Albañil	3,00	4,39	13,17	0,900		11,852
Carpintero	1,00	4,39	4,39	0,900		3,951
Maestro de obra	1,00	4,87	4,87	0,900		4,382
				SUBTOTAL		51,429

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT.	B	COSTO C=A*B
Cemento tipo I(50 Kg)	kg	350,000	0,160		56,000
Piedra 3/4"	m3	0,900	22,000		19,800
Arena	m3	0,600	20,000		12,000
Agua	m3	0,200	1,500		0,300
Tabla semidura	u	0,333	6,000		2,000
Clavos 2x8"	lb	0,17	0,850		0,142
			SUBTOTAL O		90,242

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA	B	COSTO C=A*B
			SUBTOTAL P		0,000

	TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)		152,341
	INDIRECTOS Y UTILIDAD	25%	38,085
	OTROS COSTOS INDIRECTOS		0,000
FECHA	COSTO TOTAL DEL RUBRO		190,426
	VALOR OFERTADO		**190,43**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	5	UNIDAD:	u
DETALLE:	Malla electrosoldada 5 mm @ 10		

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO	R	COSTO D=C*R
Herramienta menor (5% MO)						0,021
				SUBTOTAL M		0,021

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO	R	COSTO D=C*R
Peón	2,00	4,23	8,46	0,020		0,165
Fierrero	2,00	4,28	8,56	0,020		0,167
Maestro de Obra	1,00	4,75	4,75	0,020		0,093
				SUBTOTAL		0,425

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT.	B	COSTO C=A*B
Malla electrosoldada 5 mm @10	kg	1,050	5,000		5,250
			SUBTOTAL O		5,250

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA	B	COSTO C=A*B
			SUBTOTAL P		0,000

	TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)		5,696
	INDIRECTOS Y UTILIDAD	25%	1,424
	OTROS COSTOS INDIRECTOS		0,000
FECHA	COSTO TOTAL DEL RUBRO		7,120
	VALOR OFERTADO		**7,12**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:	6	UNIDAD:	kg
DETALLE:	Acero conformado en frío		

EQUIPOS

DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO	R	COSTO D=C*R
Herramienta menor (5% MO)						0,053
				SUBTOTAL M		0,053

MANO DE OBRA

DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO	R	COSTO D=C*R
Peón	2,00	4,23	8,46	0,016		0,135
Fierrero	2,00	4,28	8,56	0,016		0,137
Maestro de Obra	1,00	4,87	4,87	0,160		0,779
				SUBTOTAL		1,052

MATERIALES

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT.	B	COSTO C=A*B
Perfiles PGU y PGC	kg	1,000	0,560		0,560
Tornillo T1 #8 x 1/2	kg	5,000	0,020		0,100
Tornillo autoroscable	u	25,000	0,030		0,750
Cintas de acero 5 x 2 mm	u	1,000	0,300		0,300
			SUBTOTAL O		1,710

TRANSPORTE

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA	B	COSTO C=A*B
			SUBTOTAL P		0,000

	TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)		2,814
	INDIRECTOS Y UTILIDAD	25%	0,704
	OTROS COSTOS INDIRECTOS		0,000
FECHA	COSTO TOTAL DEL RUBRO		3,518
	VALOR OFERTADO		**3,52**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO:	7			UNIDAD:	m2	
DETALLE:	Membrana hidrogufa o barrera de humedad rendimiento 75 m2 (Sicon 1,5x 50m)					
EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO	R	COSTO D=C*R
Herramienta menor (5% MO)						0,061
				SUBTOTAL M		0,061
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO	R	COSTO D=C*R
Peón	1,00	4,34	4,34	0,133		0,579
Maestro de Obra	1,00	4,87	4,87	0,133		0,649
				SUBTOTAL		1,228
MATERIALES						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT.	B	COSTO C=A*B
Barrera de humedad 1,5 m x50m		u	0,013	46,990		0,627
Cinta adhesiva para sellado		u	0,020	5,000		0,100
				SUBTOTAL O		0,727
TRANSPORTE						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA	B	COSTO C=A*B
				65,9		0,000
				SUBTOTAL P		0,000
	TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					2,016
	INDIRECTOS Y UTILIDAD				25%	0,504
	OTROS COSTOS INDIRECTOS					0,000
FECHA	COSTO TOTAL DEL RUBRO					2,520
	VALOR OFERTADO					**2,52**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO:	8			UNIDAD:	m2	
DETALLE:	Aislación termoacústica o Lana de vidrio 50 mm (Sicon 0,40x5m)					
EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO	R	COSTO D=C*R
Herramienta menor (5% MO)						0,035
				SUBTOTAL M		0,035
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO	R	COSTO D=C*R
Peón	1,00	4,34	4,34	0,076		0,331
Maestro de Obra	1,00	4,87	4,87	0,076		0,371
				SUBTOTAL		0,702
MATERIALES						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT.	B	COSTO C=A*B
Lana de vidrio 0,40x5m		m2	0,020	65,900		1,318
Cinta adhesiva para sellado		u	0,020	5,000		0,100
Grapas		u	10,000	0,010		0,100
				SUBTOTAL O		1,518
TRANSPORTE						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA	B	COSTO C=A*B
				SUBTOTAL P		0,000
	TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					2,255
	INDIRECTOS Y UTILIDAD				25%	0,564
	OTROS COSTOS INDIRECTOS					0,000
FECHA	COSTO TOTAL DEL RUBRO					2,819
	VALOR OFERTADO					**2,82**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO:	9			UNIDAD:	m2	
DETALLE:	Pared de gypsum 12,7 mm (Sicon 1,22X2,44m)					
EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO	R	COSTO D=C*R
Herramienta menor (5% MO)						0,068
				SUBTOTAL M		0,068
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO	R	COSTO D=C*R
Albañil	2,00	4,39	8,78	0,100		0,878
Maestro de Obra	1,00	4,87	4,87	0,100		0,487
				SUBTOTAL		1,365
MATERIALES						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT.	B	COSTO C=A*B
Panel de yeso regular 1,22 X 2,44m		m2	0,336	7,210		2,419
Tornillos drywall		u	25,000	0,040		1,000
Masilla para juntas		kg	0,500	4,600		2,300
Cinta para juntas		u	0,200	5,000		1,000
				SUBTOTAL O		6,719
TRANSPORTE						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA	B	COSTO C=A*B
				SUBTOTAL P		0,000
	TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					8,153
	INDIRECTOS Y UTILIDAD				25%	2,038
	OTROS COSTOS INDIRECTOS					0,000
FECHA	COSTO TOTAL DEL RUBRO					10,191
	VALOR OFERTADO					**10,19**

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO:	10			UNIDAD:	m2	
DETALLE:	Fibrocemento 12,7mm (Sicon 1,22x2,44m)					
EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO	R	COSTO D=C*R
Herramienta menor (5% MO)						0,010
				SUBTOTAL M		0,010
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO	R	COSTO D=C*R
Albañil	2,00	4,39	8,78	0,015		0,128
Maestro de Obra	1,00	4,87	4,87	0,015		0,071
				SUBTOTAL		0,199
MATERIALES						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT.	B	COSTO C=A*B
Fibrocemento 1,22x2,44m		m2	0,336	23,090		7,748
Tornillos autoperforantes		u	30,000	0,040		1,200
Masilla exterior		kg	0,294	2,000		0,588
				SUBTOTAL O		9,537
TRANSPORTE						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA	B	COSTO C=A*B
				SUBTOTAL P		0,000
	TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					9,745
	INDIRECTOS Y UTILIDAD				25%	2,436
	OTROS COSTOS INDIRECTOS					0,000
FECHA	COSTO TOTAL DEL RUBRO					12,181
	VALOR OFERTADO					12,18

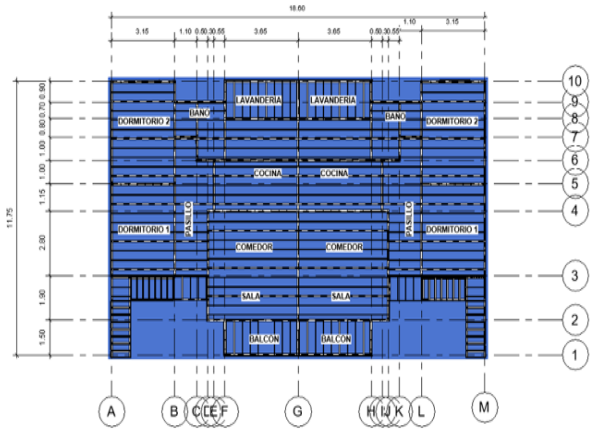
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO:	11			UNIDAD:	u	
DETALLE:	Panel de OSB 11,1 mm (Edimca 1,22X2,44m)					
EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO	R	COSTO D=C*R
Herramienta menor (5% MO)						0,105
				SUBTOTAL M		0,105
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO	R	COSTO D=C*R
Peón	1,00	4,34	4,34	0,229		0,992
Maestro de Obra	1,00	4,87	4,87	0,229		1,113
				SUBTOTAL		2,105
MATERIALES						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT.	B	COSTO C=A*B
Panel de OSB 1,22X2,44m		m2	0,336	36,450		12,232
Cinta adhesiva para sellado		u	0,336	5,000		1,678
Tornillos autoperforantes		u	20,000	0,010		0,200
				SUBTOTAL O		14,109
TRANSPORTE						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA	B	COSTO C=A*B
				SUBTOTAL P		0,000
	TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					16,320
	INDIRECTOS Y UTILIDAD				25%	4,080
	OTROS COSTOS INDIRECTOS					0,000
FECHA	COSTO TOTAL DEL RUBRO					20,400
	VALOR OFERTADO					20,40

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO:	12			UNIDAD:	u	
DETALLE:	Conector y varilla roscada para anclaje					
EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO	R	COSTO D=C*R
Herramienta menor (5% MO)						0,011
				SUBTOTAL M		0,011
MANO DE OBRA						
DESCRIPCION (CATEG.)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO	R	COSTO D=C*R
Peón	2,00	4,23	8,46	0,016		0,135
Maestro de Obra	1,00	4,87	4,87	0,016		0,078
				SUBTOTAL		0,213
MATERIALES						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT.	B	COSTO C=A*B
Ménsula de anclaje 365 x 75 mm		u	1,000	0,800		0,800
Varilla roscada tipo J		u	1,000	0,600		0,600
Tornillos de unión		u	16,000	0,020		0,320
				SUBTOTAL O		1,720
TRANSPORTE						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA	B	COSTO C=A*B
				SUBTOTAL P		0,000
	TOTAL COSTOS DIRECTOS X=(M+N+O+P)					1,944
	INDIRECTOS Y UTILIDAD				25%	0,486
	OTROS COSTOS INDIRECTOS					0,000
FECHA	COSTO TOTAL DEL RUBRO					2,430
	VALOR OFERTADO					2,43

MEMORIA DE CÁLCULO DEL S.F

MEMORIA DE CALCULO

OBRA:	**CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN CHIPIPE**				
Entidad contratante:		**Contratistas:**		**Fiscalizador:**	
UPSE		Kevin González-Rashell Alvarado		Ing. Juan Garcés V.	
Item:	**Descripcion:**			**Fecha:**	**Unidad:**	**Planilla Nº**
1	Excavación a máquina				m3	1

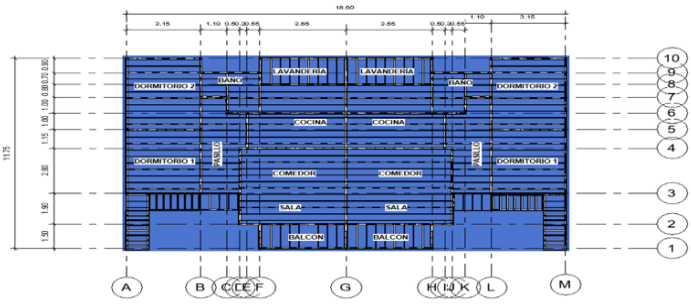


DETALLE	VOLUMEN - AREA				Total	PESO
	Nº	a (m)	l(m)	h (m)	m3	Kg.
LOSA DE CIMENTACIÓN	1	20	15	0,50	150,00	

		CONTRATADO	
		EJECUTADO	150,00
KEVIN GONZÁLEZ- RASHELL ALVARADO	Ing. Juan Garcés V.		
CONTRATISTAS	FISCALIZADOR	ESTA PLANILLA	150,00

MEMORIA DE CALCULO

OBRA:	**CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN CHIPIPE**				
Entidad contratante:		**Contratistas:**		**Fiscalizador:**	
UPSE		Kevin González-Rashell Alvarado		Ing. Juan Garcés V.	
Item:	**Descripcion:**			**Fecha:**	**Unidad:**	**Planilla Nº**
2	Relleno hidratado y compactado con material importado				m3	1

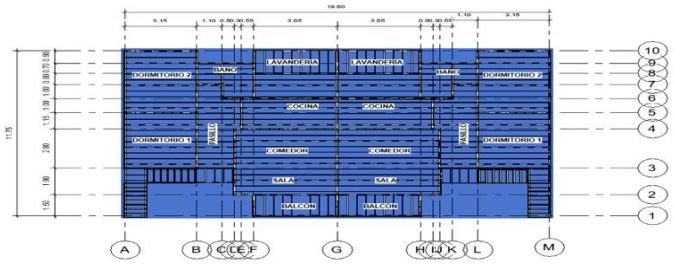


DETALLE	VOLUMEN - AREA				Total	PESO
	Nº	a (m)	l(m)	h (m)	m3	Kg.
LOSA DE CIMENTACIÓN	1	20	15	0,70	210,00	

		CONTRATADO	
		EJECUTADO	210,00
KEVIN GONZÁLEZ- RASHELL ALVARADO	Ing. Juan Garcés V.		
CONTRATISTAS	FISCALIZADOR	ESTA PLANILLA	210,00

MEMORIA DE CALCULO

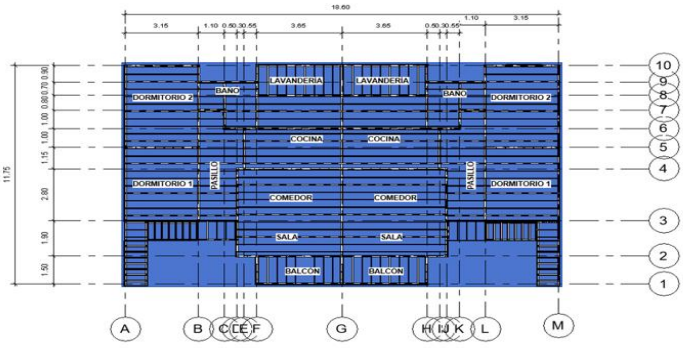
OBRA:	CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN CHIPIPE				
Entidad contratante: UPSE	**Contratistas:** Kevin González-Rashell Alvarado		**Fiscalizador:** Ing. Juan Garcés V.		
Item: 3	**Descripcion:** Replantillo f´c= 140kg/cm2 e=0,10		**Fecha:**	**Unidad:** m2	**Planilla N°** 1



DETALLE	VOLUMEN - AREA				Total	PESO
	N°	a (m)	l(m)	h (m)	m2	Kg.
LOSA CIMENTACIÓN	1	11,75	18,6		218,55	
			CONTRATADO			
			EJECUTADO		218,55	
KEVIN GONZÁLEZ- RASHELL ALVARADO	Ing. Juan Garcés V.					
CONTRATISTAS	FISCALIZADOR		ESTA PLANILLA		218,55	

MEMORIA DE CALCULO

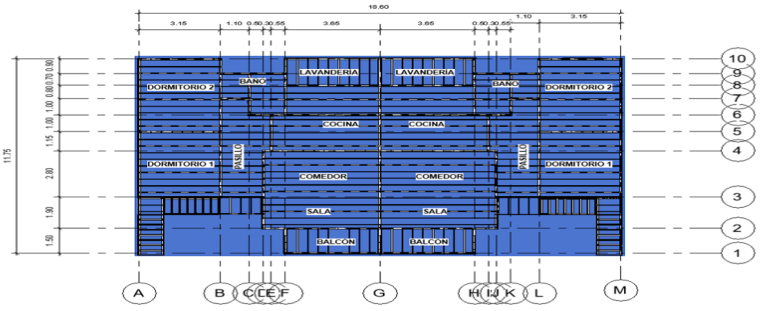
OBRA:	CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN CHIPIPE				
Entidad contratante: UPSE	**Contratistas:** Kevin González-Rashell Alvarado		**Fiscalizador:** Ing. Juan Garcés V.		
Item: 4	**Descripcion:** Hormigón simple losa cimentación f´c= 210kg/cm2 (incluido encofrado)		**Fecha:**	**Unidad:** m3	**Planilla N°** 1



DETALLE	VOLUMEN - AREA				Total	PESO
	N°	a (m)	l(m)	h (m)	m3	Kg.
LOSA DE CIMENTACIÓN	1	11,75	18,60	0,15	32,78	
			CONTRATADO			
			EJECUTADO		32,78	
KEVIN GONZÁLEZ- RASHELL ALVARADO	Ing. Juan Garcés V.					
CONTRATISTAS	FISCALIZADOR		ESTA PLANILLA		32,78	

MEMORIA DE CALCULO

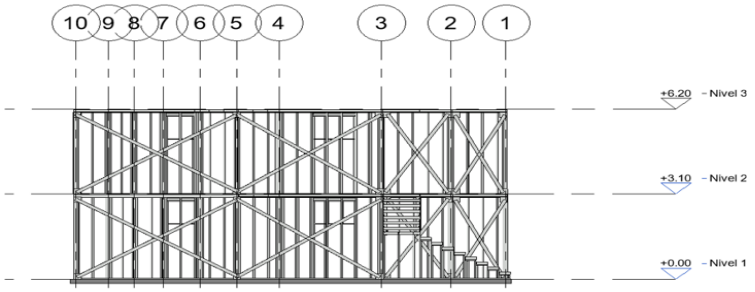
OBRA:	CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN CHIPIPE				
Entidad contratante: UPSE	**Contratistas:** Kevin González-Rashell Alvarado		**Fiscalizador:** Ing. Juan Garcés V.		
Item: 5	**Descripcion:** Malla electrosoldada 10mm @ 2,5 cm		**Fecha:**	**Unidad:** m2	**Planilla N°** 1



DETALLE	VOLUMEN - AREA				Total	PESO
	Área total	a (m)	l(m)	h (m)	m2	Kg.
LOSA DE CIMENTACIÓN	1	11,75	18,60		218,55	
			CONTRATADO			
			EJECUTADO		218,55	
KEVIN GONZÁLEZ- RASHELL ALVARADO	Ing. Juan Garcés V.					
CONTRATISTAS	FISCALIZADOR		ESTA PLANILLA		218,55	

MEMORIA DE CALCULO

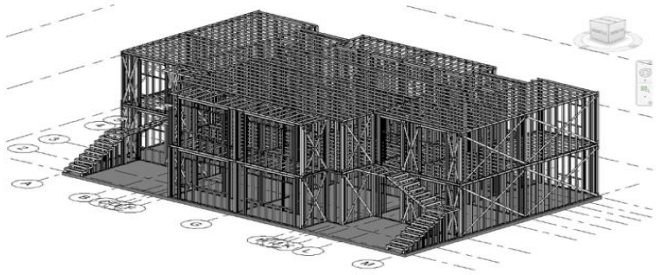
OBRA:	CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN CHIPIPE				
Entidad contratante:		**Contratistas:**		**Fiscalizador:**	
UPSE		Kevin González-Rashell Alvarado		Ing. Juan Garcés V.	
Item:	**Descripcion:**			**Fecha:**	**Unidad:**	**Planilla N°**
6	Acero conformado en frío (paneles)				kg	1



DETALLE	VOLUMEN - AREA				Total	
	Longitud	Longitud comercial	Cantidad de perfiles	Peso Unitario	kg	
PGU 100x0,93	1927	6,00	321	6,90	2214,90	
PGC 100X0,93	3631	6,00	605	8,10	4900,50	
FLEJES	236	6,00	39	1,68	65,52	
			CONTRATADO			
			EJECUTADO		7180,92	
KEVIN GONZÁLEZ- RASHELL ALVARADO	Ing. Juan Garcés V.					
CONTRATISTAS	FISCALIZADOR		ESTA PLANILLA		7180,92	

MEMORIA DE CALCULO

OBRA:	CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN CHIPIPE				
Entidad contratante:		**Contratistas:**		**Fiscalizador:**	
UPSE		Kevin González-Rashell Alvarado		Ing. Juan Garcés V.	
Item:	**Descripcion:**			**Fecha:**	**Unidad:**	**Planilla N°**
7	Acero conformado en frío (entrepiso, cubierta y escalera)				kg	1



DETALLE	VOLUMEN - AREA				Total	
	Longitud	Longitud comercial	Cantidad de perfiles	Peso Unitario	kg	
PGC 100x0,93 (Vigas)	831	6,00	138	8,10	1121,47	
PGU 100x0,93 (Rigizadores entrepiso)	120	6,00	20	8,10	162,00	
Cenefa (PGU 100x0,93)	34	6,00	6	8,10	45,58	
			CONTRATADO			
			EJECUTADO		1329,05	
KEVIN GONZÁLEZ- RASHELL ALVARADO	Ing. Juan Garcés V.					
CONTRATISTAS	FISCALIZADOR		ESTA PLANILLA		1329,05	

MEMORIA DE CALCULO

OBRA:	CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN CHIPIPE				
Entidad contratante:		**Contratistas:**		**Fiscalizador:**	
UPSE		Kevin González-Rashell Alvarado		Ing. Juan Garcés V.	
Item:	**Descripcion:**			**Fecha:**	**Unidad:**	**Planilla N°**
8	Membrana hidrogufa o barrera de humedad 75 m2 (Sicon 1,5x 50m)				m2	1

DETALLE	VOLUMEN - AREA				Total	PESO
	N°	a (m)	l(m)	h (m)	m2	Kg.
PAREDES DE BAÑO	8	1,05		3,00	18,20	
	8	1,50		3,00	36,00	
	8	2,50		3,00	54,00	
	8	1,30		3,00	30,20	
ENTREPISO	1				175,00	
			CONTRATADO			
			EJECUTADO		313,40	
KEVIN GONZÁLEZ- RASHELL ALVARADO	Ing. Juan Garcés V.					
CONTRATISTAS	FISCALIZADOR		ESTA PLANILLA		313,40	

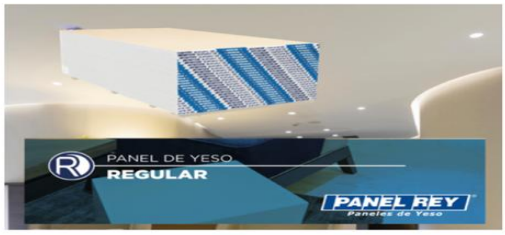
MEMORIA DE CALCULO

OBRA:	**CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN CHIPIPE**				
Entidad contratante:		**Contratistas:**	**Fiscalizador:**		
UPSE		Kevin González-Rashell Alvarado	Ing. Juan Garcés V.		
Item:	**Descripcion:**		**Fecha:**	**Unidad:**	**Planilla Nº**
9	Aislación termoacústica o Lana de vidrio 50 mm (Sicon 0,40x5m)			m2	1

DETALLE	VOLUMEN - AREA				Total	PESO
	Nº	a (m)	l(m)	h (m)	m2	Kg.
PLANTA BAJA EXTERIOR	1	65,00		3,00	195,00	
	4	0,90		1,20	-4,32	
	4	0,50		0,50	-1,00	
	2	0,85		2,00	-0,92	
	2	2,50		3,00	-21,80	
PLANTA ALTA EXTERIOR	1	65,00		3,14	204,10	
	4	0,90		1,20	-4,32	
	4	0,50		0,50	-1,00	
	2	0,85		2,00	-0,92	
	2	2,50		3,00	-21,80	
ENTRE DORMITORIOS	4	3,20		3,00	38,40	
PAREDES DE BAÑO	8	2,50		3,00	24,00	
SEPARACIÓN DEPARTAMENTOS	2	11,36		3,00	6,00	
ENTREPISO	1				175,00	
CUBIERTA	1				175,00	
			CONTRATADO			
			EJECUTADO		761,42	
KEVIN GONZÁLEZ- RASHELL ALVARADO	Ing. Juan Garcés V.					
CONTRATISTAS	FISCALIZADOR		ESTA PLANILLA		761,42	

MEMORIA DE CALCULO

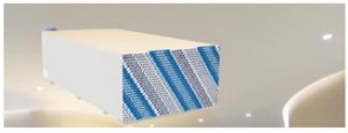
OBRA:	**CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN CHIPIPE**				
Entidad contratante:		**Contratistas:**	**Fiscalizador:**		
UPSE		Kevin González-Rashell Alvarado	Ing. Juan Garcés V.		
Item:	**Descripcion:**		**Fecha:**	**Unidad:**	**Planilla Nº**
10	Pared de gypsum 12,7 mm (Sicon 1,22X2,44m)			m2	1



DETALLE	VOLUMEN - AREA				Total	PESO
	Nº	a (m)	l(m)	h (m)	m2	Kg.
ENTRE DORMITORIOS	4	3,20		3,00	34,08	
PASILLO	4	12,92		3,00	128,24	
SALA/COMEDOR	8	4,78		3,00	106,72	
	8	4,50		3,00	95,68	
COCINA	4	4,40		3,00	46,00	
	4	3,85		3,00	46,20	
	4	4,50		3,00	54,00	
	4	3,53		3,00	30,04	
BALCÓN	8	1,50		3,00	36,00	
	4	3,53		3,00	30,04	
	8	0,53		3,00	0,40	
LAVANDERÍA	8	1,50		3,00	36,00	
	8	3,53		3,00	84,72	
			CONTRATADO			
			EJECUTADO		728,12	
KEVIN GONZÁLEZ- RASHELL ALVARADO	Ing. Juan Garcés V.					
CONTRATISTAS	FISCALIZADOR		ESTA PLANILLA		728,12	

MEMORIA DE CALCULO

OBRA:	**CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN CHIPIPE**				
Entidad contratante:		**Contratistas:**	**Fiscalizador:**		
UPSE		Kevin González-Rashell Alvarado	Ing. Juan Garcés V.		
Item:	**Descripcion:**		**Fecha:**	**Unidad:**	**Planilla Nº**
11	Pared de gypsum 12,7 mm (Sicon 1,22X2,44m)			m2	1



DETALLE	VOLUMEN - AREA				Total	PESO
	Nº	a (m)	l(m)	h (m)	m2	Kg.
BAÑO	8	1,05		3,00	18,20	
	8	1,50		3,00	36,00	
	8	2,50		3,00	54,00	
	8	1,30		3,00	30,20	
			CONTRATADO			
			EJECUTADO		138,40	
KEVIN GONZÁLEZ- RASHELL ALVARADO	Ing. Juan Garcés V.					
CONTRATISTAS	FISCALIZADOR		ESTA PLANILLA		138,40	

MEMORIA DE CALCULO

OBRA:	CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN CHIPIPE				
Entidad contratante: UPSE		**Contratistas:** Kevin González-Rashell Alvarado		**Fiscalizador:** Ing. Juan Garcés V.	
Item: 12	**Descripcion:** Fibrocemento 12,7mm (Sicom 1,22x2,44m)			**Fecha:**	**Unidad:** m2 / **Planilla Nº** 1

DETALLE	VOLUMEN - AREA				Total	PESO
	Nº	a (m)	l(m)	h (m)	m2	Kg.
PLANTA BAJA	1	65,00		3,00	195,00	
	4	0,90		1,20	-4,32	
	4	0,50		0,50	-1,00	
	2	0,85		2,00	-0,92	
	2	2,50		3,00	-21,80	
PLANTA ALTA	1	65,00		3,00	195,00	
	4	0,90		1,20	-4,32	
	4	0,50		0,50	-1,00	
	2	0,85		2,00	-0,92	
	2	2,50		3,00	-21,80	
CUBIERTA	1				175,00	
			CONTRATADO			
			EJECUTADO		508,92	
KEVIN GONZÁLEZ- RASHELL ALVARADO	Ing. Juan Garcés V.					
CONTRATISTAS	FISCALIZADOR		ESTA PLANILLA		508,92	

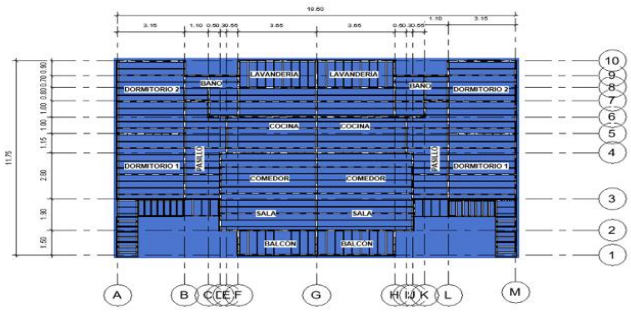
MEMORIA DE CALCULO

OBRA:	CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN CHIPIPE				
Entidad contratante: UPSE		**Contratistas:** Kevin González-Rashell Alvarado		**Fiscalizador:** Ing. Juan Garcés V.	
Item: 13	**Descripcion:** Panel de OSB 11,1 mm (Edimca 1,22X2,44m)			**Fecha:**	**Unidad:** m2 / **Planilla Nº** 1

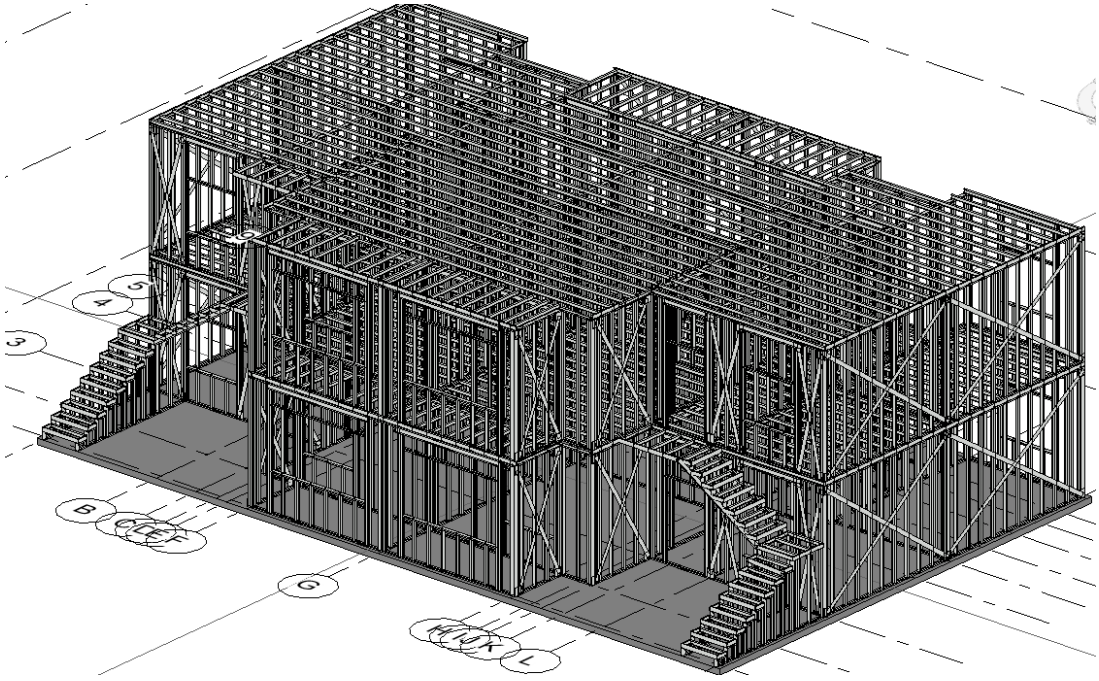
DETALLE	VOLUMEN - AREA				Total	PESO
	Nº	a (m)	l(m)	h (m)	m2	Kg.
Entrepiso	1				175,00	
			CONTRATADO			
			EJECUTADO		175,00	
KEVIN GONZÁLEZ- RASHELL ALVARADO	Ing. Juan Garcés V.					
CONTRATISTAS	FISCALIZADOR		ESTA PLANILLA		175,00	

MEMORIA DE CALCULO

OBRA:	CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES EN CHIPIPE				
Entidad contratante: UPSE		**Contratistas:** Kevin González-Rashell Alvarado		**Fiscalizador:** Ing. Juan Garcés V.	
Item: 14	**Descripcion:** Conector y varilla roscada para anclaje			**Fecha:**	**Unidad:** u / **Planilla Nº** 1



DETALLE	VOLUMEN - AREA				Total	PESO
	Nº	a (m)	l(m)	h (m)	u	Kg.
DEPARTAMENTO 1	54				54,00	
DEPARTAMENTO 2	54				54,00	
			CONTRATADO			
			EJECUTADO		108,00	
KEVIN GONZÁLEZ- RASHELL ALVARADO	Ing. Juan Garcés V.					
CONTRATISTAS	FISCALIZADOR		ESTA PLANILLA		108,00	

DISEÑO 3D SISTEMA DE HORMIGÓN ARMADO

DISEÑO 3D SISTEMA DE LIGHT STEEL FRAMING