



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE CUENCA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**ESTUDIO DE COSTOS UNITARIOS DE UNA VIVIENDA DE DOS PISOS EN LA
CIUDAD DE CUENCA, PARA LA EMPRESA FENIXCONSTRUCTORA CÍA.
LTDA., CONSIDERANDO DOS TIPOS DE ESTRUCTURAS: CONCRETO Y
ACERO**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de Ingeniero Civil

AUTOR: JORGE XAVIER CHUMBI SÁNCHEZ

TUTOR: ING. PAÚL BOLÍVAR TORRES JARA, MSC.

Cuenca - Ecuador

2024

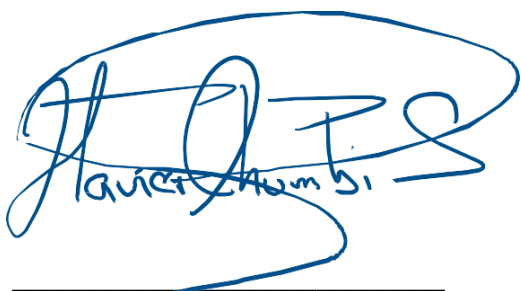
CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Jorge Xavier Chumbi Sánchez con documento de identificación N° 0105199798, manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 05 de febrero del 2024

Atentamente,



Jorge Xavier Chumbi Sánchez

0105199798

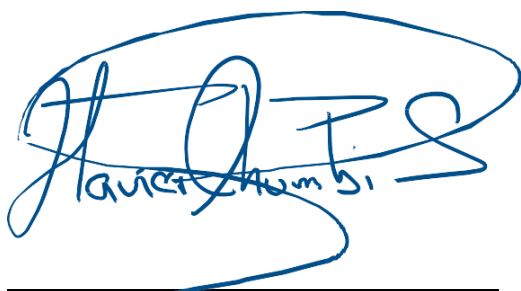
**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Jorge Xavier Chumbi Sánchez con documento de identificación N° 0105199798, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del Proyecto técnico: “Estudio de costos unitarios de una vivienda de dos pisos en la ciudad de Cuenca, para la empresa Fenixconstructora Cía. Ltda., considerando dos tipos de estructuras: concreto y acero”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Civil, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 05 de febrero del 2024

Atentamente,



Jorge Xavier Chumbi Sánchez

0105199798

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Paúl Bolívar Torres Jara con documento de identificación N° 0102776036, docente de la Universidad Politécnica Salesiana declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: ESTUDIO DE COSTOS UNITARIOS DE UNA VIVIENDA DE DOS PISOS EN LA CIUDAD DE CUENCA, PARA LA EMPRESA FENIXCONSTRUCTORA CÍA. LTDA., CONSIDERANDO DOS TIPOS DE ESTRUCTURAS: CONCRETO Y ACERO, realizado por Jorge Xavier Chumbi Sánchez con documento de identificación N° 0105199798, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 05 de febrero del 2024

Atentamente,



Ing. Paúl Bolívar Torres Jara, Msc.

0102776036

Dedicatoria

Al Gran Arquitecto del Universo. A mi familia, a mi padre José Alejandro, a mis madres Guillermina y Marlene, a mi tía Gabriela y a mi compañera de vida Adriana del Pilar.

En el vasto lienzo de mi vida, agradezco al Gran Arquitecto del Universo por la maravillosa sinfonía de experiencias y conexiones que ha tejido en mi existencia. A ti, Padre José Alejandro Chumbi Buestan, por haber sido mi guía espiritual y ejemplo de bondad, agradezco por iluminar mi camino con tu sabiduría y humildad en la tierra y ahora desde el cielo.

A mis queridas madres, Guillermina y Marlene, quienes han sido los cimientos de mi ser, les dedico mi profundo agradecimiento. Su amor incondicional y sacrificio han modelado mi historia con cariño y dedicación. A mi Tía Gabriela por tu apoyo incondicional y comprensión a mis aciertos y desaciertos.

A ti, Adriana del Pilar Guamán, un pilar sólido en mi vida, mente y corazón, agradezco por ser ese apoyo constante en cada desafío que la vida nos ha puesto en nuestro camino. Tu presencia ha sido un regalo valioso que han enriquecido mi camino y corazón.

A mis amigos queridos, Pablo “Negro” Albornoz, María Isabel “Mayta” Vásconez, Luis Salgado y Carlos Granda, quienes han sido faros de luz en mi universo, iluminando nuestras vidas con risas, lealtad y amistad sincera. A cada uno de ustedes, dedico mi gratitud por ser parte esencial de mi viaje por la vida.

En este universo de conexiones y afectos, celebro la influencia del amor y la amistad que cada uno de ustedes me brindan.

Jorge Xavier Chumbi Sánchez

Agradecimiento

Agradezco a la Universidad Politécnica Salesiana por formar profesionales con sentido humanitario.

Quiero expresar mi sincero agradecimiento a la Ing. Adriana del Pilar Guamán Buestan PhD., por su confianza y amor, por impartirme valiosas lecciones, especialmente por enseñarme que incluso en momentos difíciles, hay enseñanzas que nos conducen hacia nuestras metas. Su sabiduría y respaldo han sido elementales para mi crecimiento personal, sentimental y profesional. Así mismo, agradezco su constante recordatorio de que, a pesar de los desafíos que la vida nos presente, el amor incondicional de la divina gracia de Dios siempre estará presente en nuestras vidas.

Deseo manifestar mi más profundo agradecimiento a mi tutor, Ing. Paul Torres Jara Msc., por generosamente brindar su amplio conocimiento y valiosa experiencia en el diseño y construcción de estructuras de acero. Su amistad, entrega y disposición para compartir su conocimiento han sido invaluable en mi proceso de aprendizaje. La orientación y respaldo que he recibido no solo han enriquecido mi comprensión en esta disciplina, sino que también han sido esenciales para mi desarrollo académico y profesional.

Deseo expresar mi más profundo agradecimiento al Ing. Christian Mera Parra Msc., que ha compartido amablemente su amplio conocimiento sobre Obras Hidráulicas. Su dedicación hacia la enseñanza y disposición para transmitir sus experiencias y conocimiento han sido fundamentales en mi proceso de aprendizaje. También quiero destacar su humildad y sencillez, las cuales han facilitado la comprensión de su conocimiento de una manera amena.

Jorge Xavier Chumbi Sánchez

Resumen

La elaboración de presupuestos para proyectos de construcción civil se ve influenciada por la metodología de costos unitarios, cuya ausencia puede causar sobrecostos. En un estudio sobre una vivienda unifamiliar, se compararon las estructuras de concreto y acero, analizando sus cargas y factores estructurales. Tras diseñar y dimensionar ambas estructuras, se evaluaron los costos unitarios para determinar el presupuesto total. La estructura de acero demostró ser la opción más rentable, con un ahorro del 7.22% en comparación con la de concreto. Este enfoque analítico proporciona una base sólida para decisiones eficientes en construcción, priorizando la calidad y la eficiencia financiera.

Palabra Clave: Concreto, Acero, Costos Unitarios, Presupuesto, Estructuras

Abstract

The budgeting process for civil construction projects is influenced by the methodology of unit costs, whose absence can lead to cost overruns. In a study on a single-family dwelling, concrete and steel structures were compared, analyzing their loads and structural factors. After designing and sizing both structures, unit costs were evaluated to determine the total budget. The steel structure proved to be the most cost-effective option, with a savings of 7.22% compared to concrete. This analytical approach provides a solid foundation for efficient decision-making in construction, prioritizing quality and financial efficiency

Keywords: Concrete, Steel, Unit Costs, Budgets. Structure

Índice de Contenidos

1.	Introducción	1
2.	Problema	3
2.1	Antecedentes.....	3
2.2	Importancia y Alcances.....	4
2.2.1	<i>Importancia Teórica</i>	4
2.2.2	<i>Importancia Práctica</i>	4
2.3	Delimitación	4
2.4	Objetivos	5
2.4.1	<i>Objetivo General</i>	5
2.4.2	<i>Objetivos Específicos</i>	5
3.	Revisión de la Literatura.....	7
3.1	Entorno Económico del Ecuador.....	7
3.1.1	<i>Análisis Macroeconómico</i>	7
3.1.2	<i>Impacto del Sector de la Construcción en la Economía del Ecuador</i>	9
3.1.3	<i>Proyectos de Vivienda de Interés Social (Vis)</i>	10
3.1.4	<i>Proyecto Vip-Ecuador</i>	11
3.2	Sistemas Constructivos	11
3.2.1	<i>Estructuras</i>	12

3.2.1.1	Tipos de Estructuras para Edificaciones.....	12
3.2.1.2	Exigencias de Comportamiento	13
3.2.2	<i>Sistema Constructivo de Concreto</i>	15
3.2.2.1	Propiedades del Concreto	15
3.2.3	<i>Sistema Constructivo de Acero</i>	18
3.2.3.1	Propiedades del Acero	18
3.2.4	<i>Condiciones Iniciales de Diseño</i>	20
3.2.4.1	Cargas de Diseño.....	20
3.3	Costos Unitarios.....	21
3.3.1	<i>Costos en la Construcción</i>	22
3.3.2	<i>Análisis de los Costos Unitarios</i>	25
3.3.3	<i>Presupuesto</i>	27
4.	Marco Metodológico	28
4.1	Descripción General del Proyecto	28
4.1.1	Descripción de la Edificación.....	29
4.2	Condiciones Iniciales para la Vivienda.....	30
4.2.1	<i>Carga Permanente</i>	30
4.2.2	<i>Carga Variable</i>	31
4.2.3	<i>Carga Accidentales</i>	32
4.3	Diseño de los Elementos Estructurales de la Vivienda.....	43

4.3.1	<i>Diseño en Concreto</i>	44
4.3.1.1	Diseño de Losa en Concreto	44
4.3.1.2	Diseño de Vigas en Concreto.....	45
4.3.1.3	Diseño de Columnas en Concreto	49
4.3.2	<i>Diseño en Acero</i>	50
4.3.2.1	Diseño de Losa con Placa Colaborante	51
4.3.2.2	Diseño de Viga Principal y Secundarias.....	53
4.3.2.3	Diseño de Columnas.....	54
4.4	Análisis Precios Unitarios	55
4.4.1	<i>Análisis de Precio Unitario por Mano de Obra</i>	56
4.4.2	<i>Análisis de Precio Unitario por Material</i>	58
4.4.3	<i>Análisis de Precio Unitario por Equipo</i>	59
4.4.4	<i>Costo Total del Rubro</i>	60
4.4.5	<i>El Costo Indirecto</i>	61
4.4.6	<i>Realización del Presupuesto</i>	62
5.	Resultados.....	63
5.1	Resultados del Diseño en Acero	63
5.1.1	<i>Diseño de Losa con Placa Alivianada y Conectores Tipo Nelson Stud</i>	63
5.1.2	<i>Dimensionamiento de la Viga Secundaria</i>	66
5.1.3	<i>Dimensionamiento de Vigas Principales</i>	67

5.1.4	<i>Predimensionamiento de Columnas</i>	69
5.2	Resultados del Diseño del Concreto	70
5.3	<i>Diseño de Losas</i>	70
5.4	<i>Diseño de Vigas de Concreto</i>	72
5.5	<i>Diseño de Columnas por Gravedad</i>	74
5.6	<i>Diseño de Columnas por Sismo</i>	74
5.7	Descripción y Argumentación Teórica de Resultados del Presupuesto de la Estructura en Acero Vs la Estructura de Concreto	77
5.7.1	<i>Presupuesto de la Estructura en Acero</i>	77
5.7.2	<i>Presupuesto de la Estructura en Concreto</i>	81
5.7.3	<i>Comparación de Resultados</i>	84
	Conclusiones	86
	Recomendaciones.....	88
	Referencias Bibliográficas	89
	Anexos	93

Índice de Figuras

FIGURA 1. <i>MAPA DE CUENCA</i>	5
FIGURA 2. <i>VALOR AGREGADO BRUTO DEL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN</i>	10
FIGURA 3. <i>METODOLOGÍA DEL ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS</i>	26
FIGURA 4. <i>UBICACIÓN DE LA VIVIENDA</i>	29
FIGURA 5. <i>PLANO ARQUITECTÓNICO DE LA VIVIENDA</i>	30
FIGURA 6. <i>ESTRUCTURA DE CONCRETO PARA EL ANÁLISIS POR RIGIDEZ</i>	38
FIGURA 7. <i>PERIODO DE LOS MODOS DEL ETABS 2017</i>	38
FIGURA 8. <i>MODOS FUNDAMENTALES DE VIBRACIÓN</i>	39
FIGURA 9. <i>DEFINICIÓN DE PSEUDO ACELERACIÓN EN LAS DIRECCIONES X-X, Y-Y</i>	40
FIGURA 10. <i>DISTORSIÓN MÁXIMA EN LA DIRECCIÓN X Y Y</i>	41
FIGURA 11. <i>DATOS DEL CORTANTE ELÁSTICO Y DINÁMICO</i>	42
FIGURA 13. <i>CONDICIONES INICIALES PARA EL DISEÑO DE LA LOSA</i>	71

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. <i>FACTORES DE REDUCCIÓN DE RESISTENCIA</i>	17
TABLA 2. <i>VALORES DEL FACTOR Z EN FUNCIÓN DE LA ZONA SÍSMICA</i>	33
TABLA 3. <i>PERFILES DEL SUELO</i>	34
TABLA 4. <i>COEFICIENTE DE IMPORTANCIA SEGÚN EL TIPO, DESTINO E IMPORTANCIA DE LA EDIFICACIÓN</i>	36
TABLA 5. <i>SISTEMAS ESTRUCTURALES</i>	36
TABLA 6. <i>ESPESOR MÍNIMO DE LAS LOSAS DE DOS DIRECCIONES CON VIGAS ENTRE LOS APOYOS EN TODOS LOS LADOS</i>	44
TABLA 7. <i>ALTURAS MÍNIMAS RECOMENDADAS PARA VIGAS</i>	46
TABLA 8. <i>PERALTES MÍNIMOS DE VIGAS</i>	48
TABLA 9. <i>DATOS PARA PLACA COLABORANTE</i>	52
TABLA 10. <i>TABLA PARA CÁLCULO DEL PRECIO UNITARIO DE MANO DE OBRA</i>	57
TABLA 11. <i>TABLA PARA EL CÁLCULO DEL PRECIO UNITARIO DEL MATERIAL</i>	59
TABLA 12. <i>TABLA PARA LOS CÁLCULOS DE PRECIOS UNITARIOS DE LOS EQUIPOS</i>	60
TABLA 13. <i>TABLA PARA EL CÁLCULO DEL COSTO TOTAL DE CADA RUBRO</i>	61
TABLA 14. <i>TABLA PARA CALCULAR EL PRESUPUESTO</i>	62
TABLA 15. <i>RESULTADOS DEL DIMENSIONAMIENTO PARA LA LOSA DE LA VIVIENDA</i>	63
TABLA 16. <i>SELECCIÓN DEL ESPESOR DE LA LOSA</i>	64
TABLA 17. <i>RESULTADOS DE LA CARGA MUERTA DE LA LOSA</i>	65
TABLA 18. <i>CONDICIONES INICIALES PARA EL DISEÑO DE LA LOSA</i>	71
TABLA 19. <i>RESULTADO DEL DIMENSIONAMIENTO DE LA LOSA</i>	72
TABLA 20. <i>RESULTADOS DEL DISEÑO DE VIGAS DE CONCRETO</i>	73
TABLA 21. <i>DISEÑO DE COLUMNAS POR GRAVEDAD</i>	75

TABLA 22. <i>DISEÑO DE COLUMNAS POR SISMO</i>	76
TABLA 23. <i>PRESUPUESTO DE LA VIVIENDA CON ESTRUCTURA DE ACERO</i>	78
TABLA 24. <i>PRESUPUESTO DE LA VIVIENDA CON ESTRUCTURA DE CONCRETO</i>	81
TABLA 25. <i>RESULTADO DE ANÁLISIS COMPARATIVO</i>	85

1. Introducción

Los proyectos de construcción civil constituyen un eje fundamental del desarrollo económico y social de un país, sin embargo, el costo se convierte en el principal limitante pues, nueve de cada diez proyectos se enfrentan a un problema de sobrepagos por factores como: desconocimiento de metodologías de costeo de cada unidad de obra y desempeño en la ejecución, que afecta los plazos establecidos para la entrega y que a su vez incrementa el riesgo para el contratista y el beneficiario; ya que, el presupuesto estimado se incrementa entre el 21% y 55% antes de iniciar el proyecto, dando como resultado el encarecimiento de los recursos humanos, materiales y económicos (Musarat et al., 2020). Siendo así importante determinar el impacto de los costos de los recursos que influye en el presupuesto, teniendo en cuenta que su estimación es un factor crítico para la finalización exitosa de los proyectos de construcción, especialmente en la fase inicial, donde las decisiones se toman en función de los datos de costos disponibles que puede ser simplificado a través del análisis de costos unitarios.

Es conocido que toda obra civil inicia con una planificación que involucra el establecimiento de objetivos que convergen en entregables que demuestren su grado de cumplimiento. Esto marca un punto de partida a través de la elaboración de un presupuesto que, según Einspruch, (2008) lo considera como “una suposición previa, representada en términos particulares, de las actividades que se supone que se realizará en un proyecto para alcanzar determinadas metas”. Por lo tanto, los presupuestos se convierten en referentes para la planificación y evaluación de los proyectos de obras civiles, siendo así importante conocer cómo se calculan los costos unitarios, cuál es la incidencia en el presupuesto y qué implicaciones tiene en los resultados económicos en el cierre de un proyecto.

De esta manera, se puede afirmar que el análisis de costos unitarios es de gran importancia, porque representa un factor decisivo en la elaboración del presupuesto de una obra

civil ya que, integra “costos directos” que surgen del desglose de la estructura de trabajo, donde se consideran todas la erogaciones hechas por materiales, mano de obra y maquinaria que se requieren para ejecutar las unidades de obra en la ejecución del proyecto; y, por otro lado, también se adiciona los costos indirectos que involucra: el costo por financiamiento, los gastos administrativos, cargos adicionales, entre otros. La suma de estos valores se convierte en el importe o pago total que debe cubrir el contratista por unidad de concepto terminado y ejecutado conforme al proyecto, especificaciones de construcción y normas de calidad (G. P. Ortiz, 2005).

2. Problema

2.1 Antecedentes

La empresa Fenixconstructora Cía. Ltda., fue fundada en el año 2017 y corresponde al sector de bienes raíces; y, la construcción. Dentro de su cartera de negocios consta la contratación de pavimentación de rutas y calles, contratación-trabajos de infraestructura, contratación y construcción de infraestructura, terraplenes, contratación y construcción de carreteras y calles. En los últimos dos años, el negocio estrella es la construcción de infraestructura, especialmente de viviendas de interés social, pues ha visto como una oportunidad el aprovechamiento de la demanda insatisfecha, ya que el 31% de los hogares de la ciudad de Cuenca no cuentan con vivienda propia, según el Ministerios de Desarrollo y Vivienda (MIDUVI, 2019), teniendo así un déficit cuantitativo de 45000 viviendas y que corresponde principalmente al segundo segmento, (Rodas et al., 2019). Esto ha representado para la constructora una gran oportunidad de crecimiento, considerando como referencia la construcción de viviendas de interés social con precios de venta que oscilan entre 177,66 hasta 288,42 salarios básicos unificados.

En este contexto, se requiere emprender proyectos con una planificación que considere aspectos relevantes como: optimización del uso de espacio, eficiencia energética, selección de materiales resistentes, asequibles y amigables con el ambiente; con lo cual se garantizará que los resultados sean efectivos y sostenibles en la construcción de viviendas de interés social y con costos preferenciales para el segmento de mercado correspondiente a la población con acceso a financiamiento a través de créditos VIP. Además de ello, también es necesario asegurar que la construcción brinde seguridad y resistencia con estándares adecuados de acuerdo a la normativa vigente, para garantizar la protección de los usuarios contra desastres naturales y otros riesgos propios de la zona donde se construya. Esto exige que se considere principalmente

un estudio de los costos unitarios con diferentes opciones de diseño estructural para garantizar los parámetros anteriormente descritos, pues la empresa ve como una oportunidad de mejora el desarrollo de una metodología de cálculo de costos unitarios para obviar costos que pueden ser representativos para los resultados económicos de un proyecto. Por lo tanto, el presente proyecto es importante para proporcionar a la empresa una forma adecuada de abordar el presupuesto de proyectos de obra civil, pues se orienta a identificar cuáles son las actividades que representan un costo que alimenta al presupuesto total del proyecto en la construcción de una vivienda de interés social, considerando dos componentes estructurales: concreto y acero.

2.2 Importancia y Alcances

2.2.1 Importancia Teórica

Desde la dimensión social, este proyecto es de vital relevancia pues, se establecerá el procedimiento y las herramientas necesarias para desarrollar el análisis de costos unitarios en obras civiles con la aplicación de un caso de estudio, determinando la forma de cálculo por unidad de obra a ejecutar, convirtiéndose en referente para futuros proyectos de la empresa y de otros interesados en esta área.

2.2.2 Importancia Práctica

Este proyecto es importante desde la dimensión práctica ya que la empresa Fenixconstructora Cía. Ltda., será la principal beneficiaria, pues con el análisis de costos unitarios permitirá optimizar los costos por cada unidad de ejecución, refiriéndose al valor de una partida asignada, con esto se volverá más competitiva en el sector de la construcción y podrá cumplir sus metas de crecimiento.

2.3 Delimitación

El estudio tiene como caso la construcción de una vivienda de dos pisos de interés social, cuyo precio de venta no supera los 101.00 dólares y corresponde a un producto de la cartera de

negocios de la empresa Fenixconstructora Cía. Ltda., domiciliada en la ciudad de Cuenca-Ecuador. El análisis de los costos unitarios se delimita a la realidad del austro ecuatoriano en la región correspondiente a la provincia del Azuay, en la zona geográfica que se muestra en la Figura 1.

Figura 1

Mapa de Cuenca



Nota. La figura muestra el área de intervención del proyecto. Tomada de (*mapa de Cuenca, Ecuador - Buscar con Google, 2024.*).

2.4 Objetivos

2.4.1 Objetivo General

Realizar un estudio de costos unitarios en la construcción de una vivienda de dos pisos en la ciudad de Cuenca, para la empresa Fenixconstructora. Cía. Ltda., considerando dos tipos de estructuras: concreto y acero.

2.4.2 Objetivos Específicos

- Obtener las condiciones iniciales para el diseño de una vivienda de dos pisos en la ciudad de Cuenca, considerando dos tipos de estructuras en concreto y acero.

- Diseñar dos tipos de estructuras para una vivienda de dos pisos en concreto y acero con la finalidad de realizar el cálculo volumétrico de cada caso.
- Determinar los costos unitarios de cada tipo de estructura que permita diferenciar el costo global y los posibles ahorros.

3. Revisión de la Literatura

3.1 Entorno Económico del Ecuador

El entorno económico del Ecuador está marcado por cambios drásticos originados por elementos internos y externos que han generado alto impacto en la economía. Desde el año 2017 han existido tres transiciones de gobierno y ajuste en las políticas fiscales, a esto se suma la emergencia sanitaria producida por el COVID 19 que desencadenó medidas de confinamiento, interrupción de viajes e interrupción en las cadenas de suministro que complejizaron aún más el escenario económico a nivel nacional, regional y global. Para completar este panorama, el país actualmente se enfrenta a un conflicto interno armado por el aumento exponencial de la violencia que ha obligado al gobierno a tomar acciones urgentes e imprevisibles para enfrentar y mitigar los daños que genera la pérdida de imagen internacional, incremento del riesgo país y por ende la disminución de la inversión con repercusión en la economía en todos los sectores económicos (Platón et al., 2023). A pesar de este escenario, se miran tasas de crecimiento en varios sectores con indicadores sustanciales con resultados positivos, demostrando resiliencia pues, las empresas han mostrado adaptarse y ajustarse a los desafíos altamente dinámicos e impredecibles al aprovechar las oportunidades emergentes (Bernal et al., 2021).

3.1.1 Análisis Macroeconómico

El análisis macroeconómico es de gran relevancia, pues permite determinar el estado económico de un país, más aún cuando sufre perturbaciones que inciden directamente en la economía. En este sentido, el Ecuador ha sufrido fenómenos como una pandemia y cambio de tres gobiernos en menos de 10 años que repercuten en la economía. Ortiz (2022), en un análisis macroeconómico pre y post covid-19 hace un estudio del periodo 2016-2021, donde señala que antes de la pandemia la economía ecuatoriana mostraba una tendencia decreciente que condujo

a un escenario de enfrentamiento coyuntural económico adverso, pues se elevó el endeudamiento por la ocurrencia de una catástrofe natural, a esto se sumó las deudas fiscales de periodos anteriores, se redujo la inversión y se dio la adhesión a mercados internacionales que agudizaron la situación económica. Durante la pandemia el producto interno bruto tuvo su punto más bajo siendo de \$23.544.804 miles de millones de dólares que representó una contracción del 7.8%, además se incrementó la inflación al 0.64%, la tasa de desempleo subió al 5% y la deuda externa fue de \$41.011,399 miles de millones marcando un escenario nada alentador (Pinta et al., 2022). En el año 2021 la situación económica mejoró, pues el PIB se incrementó en el 2.8% y la economía creció un 4.2% (Banco Central del Ecuador, 2022). En el año 2022 se reportó por parte del Banco Central un crecimiento interanual del de 4.3% en el cuarto trimestre, a pesar del paro nacional a mediados de año, los sectores de mayor crecimiento fueron: petróleo y minas, correo y comunicaciones, enseñanza y servicios sociales y de salud y alojamiento y servicios de economía, teniendo un incremento del 2.9% de incremento del PIB impulsado por el gasto del gobierno (Banco Central del Ecuador, 2023b). Para el año 2023 se tiene el reporte del segundo trimestre del Banco Central del Ecuador, donde se señala una variación positiva del 3.3% de la economía en comparación con el mismo periodo del año 2022, este desempeño favorable refleja el consumo de los hogares impulsado por el incremento de las remesas, así como de los créditos de consumo y el crecimiento del sector de la construcción, cumpliéndose así las previsiones que se realizó al finalizar el año 2022 (Banco Central del Ecuador, 2023a). Este estudio retrospectivo de la macroeconomía del Ecuador muestra que a pesar de las perturbaciones inesperadas que ha sufrido durante los últimos 7 años la economía muestra un crecimiento y en especial el sector de la construcción en el último año se muestra con alentadores porcentajes de crecimiento, determinándose así como una oportunidad para los inversionistas, pues el consumo de los hogares se ha incrementado y las remesas de los

migrantes se orientan a la inversión de bienes inmuebles que ven en la adquisición de viviendas como una oportunidad de mejorar la calidad de vida.

3.1.2 Impacto del Sector de la Construcción en la Economía del Ecuador

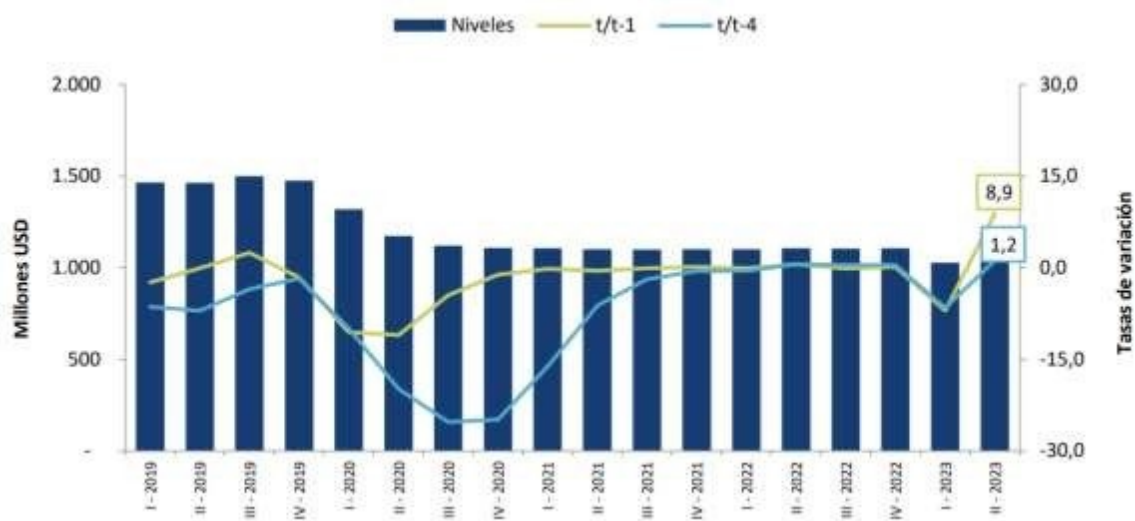
El sector de la construcción es una fuente dinamizadora de la economía de un país, pues genera un encadenamiento productivo con la venta de materiales e insumos y mano de obra directa e indirecta, generando empleo que potencializa el crecimiento económico en diferentes sectores a lo largo de la cadena de diseño, formulación, ejecución y evaluación de proyectos constructivos, pues por su naturaleza se da la contratación laboral desde la mano de obra no calificada hasta profesionales altamente capacitados que representa una cantidad significativa de empleo. Por otro lado, el sector constructivo es un estímulo económico ya que atrae la inversión y la fabricación a toda escala siendo atractivo para grandes inversionistas. Desde otra perspectiva, la construcción genera un entorno propicio para el crecimiento económico al conectar el país con infraestructura vial que facilite el transporte de bienes y servicios; y, a más de ello impulsa la innovación y adopción de nuevas tecnologías con el desarrollo de nuevos métodos de construcción y nuevos materiales que sean sostenibles y tecnológicamente avanzados con impacto positivo en la productividad y competitividad (Díaz-Kovalenko et al., 2022).

Partiendo de esta premisa, se puede comprender que el sector de la construcción es el motor del crecimiento de la economía de todo país, sin embargo, la tendencia de crecimiento se asocia a las variables macroeconómicas que tienen impacto directo. Si es de referirse al caso de Ecuador, según informes del Banco Central del Ecuador, “El sector de la construcción experimenta una tendencia de crecimiento del 8.9% en relación con el aumento de las operaciones de crédito inmobiliario por el sistema financiero nacional en 2.7% frente al trimestre anterior del año 2023” (Banco Central del Ecuador, 2023a). A continuación, se

muestra la Figura 2 que presenta el Valor Agregado Bruto (VAB) del sector constructivo, dando una idea de la contribución de este sector a la economía del país.

Figura 2

Valor Agregado Bruto del sector de la construcción



Nota. La figura muestra la evolución del valor creado durante el proceso constructivo (VAB). Tomada de (Banco Central del Ecuador, 2023a).

3.1.3 Proyectos de Vivienda de Interés Social (VIS)

Un proyecto de vivienda de interés social es un programa destinado a dotar de viviendas asequibles a segmentos de población con ingresos moderados o bajos. La intención de este programa es solventar la carencia de viviendas adecuadas para personas que no pueden acceder fácilmente al mercado inmobiliario convencional por condiciones económicas. Para que una vivienda sea considerada de interés social debe cumplir las siguientes características (Baena y Olaya, 2013):

- **Accesibilidad.** - Dotación de préstamos con tasas de interés bajas, subsidios e incentivos fiscales para constructores.

- Participación del gobierno. - El gobierno participa directamente facilitando financiamiento, estableciendo políticas de planificación urbana y territorial.
- Requisito de ingreso. - Los requisitos para los beneficiarios se enmarcan bajo ciertos umbrales pre-definidos en el diseño del programa como estabilidad laboral, umbral de ingreso, entre otros.
- Tipos de viviendas. – La variedad de viviendas busca adaptarse a las necesidades de los grupos poblacionales, pudiendo ser viviendas individuales, apartamentos, casas adosadas o viviendas multifamiliares.

3.1.4 Proyecto Vip-Ecuador

El proyecto de vivienda de interés público (VIP) en el Ecuador se orienta a personas de nivel económico medio, que por primera vez acceden a un crédito hipotecario con una tasa efectiva mínima de 4.99% anual para viviendas con un avalúo máximo de USD 105.340. Entre los requisitos para calificar como beneficiario se detalla que el umbral de sueldo mensual no debe exceder 3.5 del salario básico unificado, no haber recibido subsidio anterior de vivienda de interés social, no poseer un bien inmueble anterior, entre otros. Con respecto a la tipología de la vivienda no existe restricción, sin embargo, pueden conjuntos habitacionales, viviendas individuales, casas adosadas o multifamiliares que cumplan con las condiciones de presupuesto. Finalmente, en cuanto a los requisitos para el constructor de proyectos VIP se detalla que deberán ser registrados y calificados por el Ministerio de Desarrollo Humano y Vivienda (MIDUVI, 2019).

3.2 Sistemas Constructivos

Un sistema constructivo se refiere al conjunto de métodos, técnicas, materiales, componentes y procesos utilizados en la construcción de edificaciones o infraestructuras. Es una estructura organizada y coordinada de elementos que se combinan de manera específica

para lograr la construcción de un proyecto. El sistema constructivo abarca desde la fase de diseño hasta la ejecución y finalización de la construcción (Salas Parra, 2016).

3.2.1 Estructuras

Hablar del principio de una estructura es hablar del fundamento básico que rige su diseño y funcionamiento. Según este principio, cuando una estructura resiste las fuerzas, cargas o impactos a los que está expuesta y garantiza su capacidad para realizar su función, ya sea para brindar soporte, resistir cargas o cerrar su función, es espacio habitable. Este principio básico es necesario para la integridad y eficiencia de cualquier estructura construida (García, 2014).

3.2.1.1 Tipos de Estructuras para Edificaciones

En las edificaciones se emplean varios tipos de estructuras y su selección depende de factores como: el uso previsto de la estructura, su forma arquitectónica, el entorno circundante o los recursos accesibles. Conocer el tipo estructural es de vital importancia para elegir el tipo de estructura considerando los factores indicados y adicionalmente los costos involucrados en la opción seleccionada repercutirá en el presupuesto total del proyecto. Varias estructuras ofrecen sus propias ventajas y desventajas, existiendo actualmente tres tipos de estructuras que se aplican para viviendas de dos pisos que se detallan a continuación (Novas Cabrera, 2010):

- a) **Estructuras de concreto armado.** - Utilizan superficies de barras reforzadas para aumentar la resistencia y durabilidad de una estructura. A menudo se utiliza en edificios de gran altura y estructuras de luces largas.
- b) **Estructuras de acero.** - Son los marcos de acero conocidos por su capacidad para resistir las condiciones climáticas y ofrecer una excelente flexibilidad. Y se emplean en estructuras industriales, comerciales y residenciales, así como en puentes y rascacielos.
- c) **Estructuras mixtas.** - Se conocen como estructuras mixtas a las que utilizan acero y hormigón para beneficiarse mutuamente. Varios proyectos hacen uso de ellos.

3.2.1.2 Exigencias de Comportamiento

Para garantizar que una estructura se comporte de forma adecuada, se deberá cumplir una serie de requisitos operativos, entre ellos:

- a) **Resistencia.** - La resistencia de una estructura es su capacidad intrínseca para resistir cargas y fuerzas, asegurando su integridad y estabilidad en diversas condiciones. Esta resistencia es esencial para garantizar la seguridad y durabilidad de la estructura en toda su vida útil y depende en gran medida de la calidad de los materiales utilizados y del diseño. La resistencia de una estructura es su capacidad intrínseca para resistir cargas y fuerzas, asegurando su integridad y estabilidad en diversas condiciones. Esta resistencia es esencial para garantizar la seguridad y durabilidad de la estructura en toda su vida útil y depende en gran medida de la calidad de los materiales utilizados y del diseño (Winter y Nilson, 2021).
- b) **Estabilidad.** - Cuando una estructura es vertical, debe permanecer fija y poder soportar cambios o deformaciones no deseadas. Para garantizar la seguridad tanto de la edificación como de sus habitantes, esta característica es necesaria. Además, la estabilidad puede verse afectada por el terreno que lo rodea y otros factores como las cargas aplicadas o las condiciones climáticas, por lo que la consideración de estos factores es importante al planificar/construir (Mccormac, 2011a).
- c) **Cumplimiento de condiciones de servicio.** - Las condiciones de servicio se definen como el nivel de capacidad de servicio que puede exhibir una estructura, en términos de los requisitos funcionales para los cuales fue diseñada. Esto significa que debe ser capaz de brindar seguridad, comodidad y propósito a todos sus habitantes ya sea un edificio de oficinas, una vivienda, un puente o cualquier otro tipo de construcción. El cumplimiento requiere que la estructura esté en buen estado de funcionamiento y que sus piezas cumplan con los requisitos de calidad y durabilidad. La efectividad y el éxito de un proyecto de

construcción pueden estar directamente correlacionados con la satisfacción de las condiciones de servicio (Morales, 2004).

- d) **Ductilidad.** - La deformación de una estructura se conoce como ductibilidad, lo que significa que puede soportar cargas importantes sin romperse ni colapsar. La importancia de esta característica radica en su capacidad de absorber y disipar la energía generada por fuerzas externas, lo que puede minimizar el riesgo de daños importantes a la estructura y sus habitantes. La estabilidad de una estructura altamente dúctil permanece intacta, lo que le permite contraerse y deformarse suavemente sin pérdida de susceptibilidad al peligro. El diseño de los edificios debe considerar su durabilidad, particularmente en regiones susceptibles a los terremotos (Harmsen, 2019).
- e) **Costo.** - El costo de la estructura significa la inversión económica necesaria para diseñar, construir y mantener la estructura durante su vida útil. Este elemento es muy importante en el plan del proyecto porque afecta la eficiencia técnica y económica de la construcción. La gestión eficaz de costos implica tener en cuenta no sólo los costos iniciales de construcción, como los materiales y la mano de obra, sino también los costos de mantenimiento, operaciones y posibles reparaciones a lo largo del tiempo. La optimización de costos es importante para encontrar un equilibrio entre la calidad de la construcción y la eficiencia económica y para garantizar la sostenibilidad de la inversión y el cumplimiento de los objetivos del proyecto (Rady et al., 2024).
- f) **Factibilidad de construcción.** - A la evaluación integral de la viabilidad de llevar a cabo un proyecto de construcción en términos técnicos, económicos y legales se refiere a la factibilidad de construcción en una estructura. Esto implica analizar si es posible realizar la construcción de la estructura en un lugar determinado, teniendo en cuenta factores como la

disponibilidad de recursos, las condiciones del terreno, la normativa y regulaciones locales, y la relación coste-beneficio (Khan y McNally, 2023)

3.2.2 Sistema Constructivo de Concreto

“El concreto es un material compuesto con características similares a las de los materiales rocosos, se obtiene mediante la mezcla de agregados pétreos, con una gradación en su tamaño que puede ir desde la fracción de milímetro hasta varios centímetros de grava y arena, ligados por medio de una pasta de cemento hidráulico” (McCormac, 2011b).

3.2.2.1 Propiedades del Concreto

El diseño de estructura de concreto para viviendas de dos pisos requiere cumplir requerimientos de resistencia para garantizar seguridad, para lo cual es necesario utilizar factores de carga y los factores de reducción de resistencia (Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC, 2014).

a) Resistencia requerida. - La resistencia requerida U debe ser al menos igual o mayor al efecto de las cargas mayoradas en las combinaciones estipuladas en la norma NEC-SE-CG, para lo cual la resistencia de diseño que proporciona un elemento, sus conexiones con otros elementos, así como sus secciones transversales, en términos de flexión, carga axial, cortante y torsión, deben tomarse como la resistencia nominal calculada, multiplicada por los factores ϕ de reducción, para lo cual se debe considerar las siguientes condiciones (Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC, 2014).

$$\text{Resistencia de diseño} \geq \text{Resistencia requerida} \quad (1)$$

Para lo cual se necesita:

$$\phi P_n \geq P_u$$

$$\phi M_n \geq M_u$$

$$\phi V_n \geq V_u$$

Donde:

P_u Resistencia a carga axial requerida

M_u Resistencia a momento requerida

V_u Resistencia a cortante requerida

b) Resistencia a la compresión. – Mide la capacidad del concreto para resistir fuerzas que tienden a comprimir o reducir su volumen. Se expresa en términos de esfuerzo, que es la fuerza aplicada por unidad de área. De acuerdo a las condiciones ambientales de exigencias de obra como resistencias mecánicas, resistencia a agentes agresivos e intemperie y asegurar cumplir con el requisito de resistencia estructural, se debe considerar los siguientes valores de resistencia según la norma NEC (Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC, 2014):

- Valor mínimo para hormigón normal: $f'_c = 21MPa$
- Valor máximo para elementos de hormigón liviano: $f'_c = 35MPa$

Donde f'_c es la resistencia a la compresión del Hormigón (MPa).

c) Resistencia a la fluencia. - Describe la capacidad del concreto para soportar cargas sin experimentar una deformación plástica significativa. En otras palabras, es el punto en el que el concreto pasa de su comportamiento elástico a su comportamiento plástico bajo carga (McCormac, 2011b). Para lo cual la norma (Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC, 2014) establece los siguientes valores:

- Resistencia real a la fluencia basada en ensayos realizados por el fabricante no debe ser mayor que f_y en más de 125 MPa.
- La relación entre la resistencia real de tracción y la resistencia real de fluencia no debe ser mayor de 1.25.

d) Módulo de elasticidad. – Es una propiedad mecánica que describe la capacidad del concreto para deformarse elásticamente bajo la aplicación de cargas. Es una medida de la

rigidez del concreto y se utiliza en el diseño estructural para predecir cómo responderá el material a diferentes fuerzas. Viene dada por la fórmula:

$$E_c = 1.15 * \sqrt[3]{E_a} * \sqrt[2]{f'_c} \quad (2)$$

Dónde:

E_c Módulo de elasticidad para el concreto (GPa)

E_a Módulo de elasticidad del agregado (GPa)

f'_c Resistencia a la compresión del concreto (MPa)

- e) **Factores de reducción de resistencia.** - Son ajustes aplicados a la resistencia nominal del concreto para tener en cuenta diferentes variables y consideraciones en el diseño estructural. Estos factores se utilizan para garantizar un nivel adecuado de seguridad y para considerar la variabilidad inherente en las propiedades del concreto y las condiciones de construcción. En la Tabla 1, se muestra algunos de los factores de reducción más comunes que incluyen:

Tabla 1

Factores de reducción de resistencia

Solicitaciones	Factores de reducción de resistencia ϕ
Secciones controladas por tracción	0.90
Tracción axial	0.90
Secciones controladas por la compresión	
▪ Elementos con esfuerzo transversal en espiral	0.75
▪ Otros elementos reforzados	0.65
Cortante y torsión	0.75
Aplastamiento	0.65

Nota: La tabla muestra diferentes factores de resistencia de acuerdo a las solicitaciones. Tomado de (Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC, 2014)

3.2.3 Sistema Constructivo de Acero

Se refiere a la utilización del acero como material principal en la construcción de estructuras, edificaciones u otros elementos arquitectónicos. Este tipo de sistema constructivo aprovecha las propiedades mecánicas del acero, como su resistencia y ductilidad, para crear estructuras duraderas y eficientes (Vivar, 2013).

3.2.3.1 Propiedades del acero

- a) **Tenacidad.** - La tenacidad del acero es una propiedad mecánica que mide la capacidad del material para absorber energía antes de fracturarse, dicho de otro modo, está relacionada con la resistencia del acero a la fractura bajo cargas de impacto o carga cíclica. La tenacidad se evalúa mediante la prueba de impacto, que mide la cantidad de energía absorbida por una muestra de acero antes de fracturarse bajo una carga de impacto. La tenacidad se expresa comúnmente en términos de energía absorbida por unidad de área, y la unidad típica es el julio por metro cuadrado (J/m^2) o el kilojulio por metro cuadrado (kJ/m^2). En el diseño de estructuras, se busca utilizar aceros con una tenacidad adecuada para garantizar la seguridad y el rendimiento bajo diversas condiciones de carga (Sierra Restrepo, 2012).
- b) **Elasticidad.** – Es la capacidad del material para deformarse temporalmente bajo la aplicación de una carga y luego recuperar su forma inicial una vez que la carga se retira. En otras palabras, un material elástico, como el acero, tiene la capacidad de experimentar deformaciones reversibles cuando se somete a fuerzas, siempre que estas deformaciones no superen ciertos límites. Algunos aspectos clave relacionados con la elasticidad del acero incluyen (Ashby y Jones, 2018)
- **Deformación elástica.** - Cuando se aplica una carga al acero dentro de su rango elástico, el material se deforma elásticamente. Esta deformación es temporal y reversible; el acero regresará a su forma original una vez que se retire la carga.

- **Límite elástico.** - El límite elástico es el punto en el cual el acero comienza a experimentar deformaciones permanentes después de haber superado su rango elástico. El límite elástico es un parámetro importante para describir la capacidad de un material para soportar deformaciones elásticas.
 - **Módulo de elasticidad.** - Es una medida de la rigidez del material. Indica la relación entre el esfuerzo aplicado y la deformación elástica resultante en el rango elástico.
 - **Comportamiento lineal elástico.** – Se considera lineal dentro de su rango elástico. Esto significa que la relación entre el esfuerzo y la deformación sigue siendo constante.
- c) **Ductilidad.** – Esta propiedad permite que el acero absorba grandes cantidades de energía por deformación sin fallar bajo altos esfuerzos de tracción como en sismos (González. et al., 2005)
- d) **Durabilidad.** - Se refiere al hecho de que, si a una estructura de acero se le proporciona un adecuado mantenimiento, la estructura fácilmente podrá durar indefinidamente (Sierra Restrepo, 2012).
- Alta resistencia.** - Es la capacidad del acero para soportar grandes cargas o tensiones sin experimentar deformaciones permanentes. Este atributo se logra mediante procesos de fabricación y aleaciones que fortalecen la estructura cristalina del acero. La alta resistencia del acero lo hace valioso en la construcción de estructuras y componentes que requieren fuerza y durabilidad, permitiendo la creación de estructuras más ligeras y eficientes sin comprometer su integridad estructural (Segui, 2000).
- e) **Uniformidad.**- Las propiedades del acero se mantienen constante a lo largo del tiempo, desde este aspecto mantiene una ventaja con respecto al hormigón (Segui, 2000).

3.2.4 Condiciones Iniciales de Diseño

Las condiciones iniciales de diseño, se refieren a los parámetros y requisitos iniciales que deben considerarse al planificar y diseñar una estructura de concreto y acero. Estas condiciones se establecen en las etapas iniciales del proceso de diseño y son esenciales para garantizar la seguridad, durabilidad y funcionalidad de la estructura. Algunas de las condiciones iniciales de diseño comunes incluyen (American Concrete Institute, ACI, 2016, (Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC, 2014):

3.2.4.1 Cargas de Diseño

Son todas las cargas que actuarán sobre la estructura durante su vida útil. Esto incluye cargas gravitacionales, cargas sísmicas, cargas de viento y otras cargas aplicables según la ubicación y el propósito de la estructura entre las que están:

- a) **Cargas permanentes.** - Son todos los pesos de los elementos estructurales que actuarán de constantemente como muros, paredes, recubrimiento e instalaciones eléctricas, sanitarias y otras que consten de forma permanente durante toda la vida útil del bien.
- b) **Cargas variables.** - Dentro de este tipo de cargas constan las generadas por efectos naturales como lluvia, granizo y viento.
- c) **Cargas vivas.** - Corresponde a sobrecargas de uso a la que estará destinada la vivienda donde constan, muebles, personas, equipos; es decir las cargas móviles o temporales.
- d) **Cargas accidentales.** - Son cargas laterales producidas por sismos. Según la norma NEC se debe analizar las cargas laterales estáticas y/o mediante un análisis dinámico.
- e) **Cargas combinadas.** - Se refiere a las cargas de todo tipo que pueden ocurrir en la estructura y resulta de la suma de todas las cargas descritas anteriormente y que deben no deberá ser menor a los efectos de las cargas incrementadas, es decir reales. La norma NEC sugiere las siguientes combinaciones para el diseño de edificaciones.

$$U = 1.4D \quad (3)$$

$$U = 1.2D + 1.6L + 0.5(Lr \text{ ó } S \text{ ó } R) \quad (4)$$

$$U = 1.2D + 1.6(Lr \text{ ó } S \text{ ó } R) + (1.0L \text{ ó } 0.5W) \quad (5)$$

$$U = 1.2D + 1.0W + 1.0L + 0.5(Lr \text{ ó } S \text{ ó } R) \quad (6)$$

$$U = 1.2D + 1.0E + 1.0L + 0.2S \quad (7)$$

$$U = 0.9D + 1.0W \quad (8)$$

$$U = 0.9D + 1.0E \quad (9)$$

Dónde

D	Carga muerta
L	Carga viva
Lr	Carga viva de techo
S	Carga de nieve
R	Carga por lluvia
W	Carga de viento
E	Carga de sismo

3.3 Costos Unitarios

Los costos unitarios hacen referencia al costo relacionado con la realización de una unidad de trabajo o de un componente específico en un proyecto de construcción, donde se identifican unidades de medida que referencian el costo por metro cuadrado, mano de obra directa y materiales directos e indirectos. Partiendo de este concepto, se puede entender que el análisis de los costos unitarios de un proyecto de construcción civil es de vital importancia, pues tiene incidencia directa en el presupuesto total del proyecto y su rendimiento económico, ya que si se considera que el sector de la construcción es dinamizador de la economía de un país la variabilidad de la estimación de costos debe ser mínima con respecto al valor real, pues

podría desencadenar efectos sociales, económicos no favorables, esta razón determina la importancia que el profesional de la ingeniería civil determine de forma adecuada las cantidades de obra y sus costos, para entender cómo se generan, es necesario conocer la terminología siguiente (Peterson, 2012), Rodríguez, 2023):

- **Rubro.** - Hace referencia a una categoría concreta o un componente detallado del trabajo que constituye una parte de un proyecto de construcción. Los rubros descomponen y categorizan las distintas actividades, materiales y costos relacionados con la construcción de una obra. Cada rubro representa un elemento específico de trabajo o una categoría de gastos dentro del proyecto de construcción.
- **Cuadrilla tipo.** - La cuadrilla estándar establece la cantidad de personal requerido para llevar a cabo una determinada cantidad de trabajo en un período de tiempo específico. Dicho de otro modo, es la estimación estándar de un determinado número de trabajadores y su respectiva productividad que se plantea en la planificación del proyecto con el fin de facilitar la elaboración de presupuestos y programaciones.
- **Rendimiento.** - Se refiere a la eficiencia general del proyecto en términos de cumplimiento de plazos, presupuestos y especificaciones, por lo tanto, proporciona la posibilidad de evaluar la efectividad de los recursos empleados y la eficiencia en el cumplimiento de las labores. Comúnmente, los responsables de construcción llevan a cabo un seguimiento de la capacidad de desempeño para detectar oportunidades de mejora, realizar ajustes en los planes y presupuestos, y maximizar la ejecución del proyecto.

3.3.1 Costos en la Construcción

Los costos de construcción son los costos involucrados en la preparación, concepción, implementación y conclusión de un proyecto. Estos gastos engloban una amplia variedad de

actividades y elementos indispensables para llevar a cabo la construcción de una estructura o proyecto y están agrupados por costos directos e indirectos:

a) **Costos directos.** - Son los costos que inciden de manera directa en la ejecución y realización de las actividades de construcción de un proyecto de construcción. Entre los costos directos se encuentran: mano de obra directa, equipos utilizados para la construcción, materiales y según el tipo de proyecto se pueden identificar también: obras preliminares, movimientos de tierras, estructura, albañilería, instalaciones hidrosanitarias, instalaciones eléctricas y acabados (Municipio de Quito, 2019).

- **Mano de obra.** - Se consideran los costos de remuneración y beneficios de ley de los trabajadores que se involucran de manera directa en la construcción como albañiles, carpinteros, electricistas, plomeros, mecánicos, entre otros.
- **Materiales.** - Son los costos asociados a los materiales requeridos para la construcción como: hormigón, madera, acero, cemento, ladrillos, vidrio, material eléctrico, tuberías, entre otros.
- **Equipos y maquinaria.** - En este rubro se considera al costo de uso de equipos y maquinaria necesaria para la construcción como: grúas, camiones, excavadoras, volquetas, maquinaria especializada, etc.
- **Costos de subcontratación.** - Se refiere a los costos de subcontratación de trabajos especializados como instalaciones eléctricas, instalaciones de seguridad, fontanería, etc.
- **Costos de cimentación.** - Valores asociados a la preparación del sitio de la construcción como excavaciones, construcción de cimientos y adquisición de materiales de para la cimentación.
- **Gastos generales directos.** - Valores que involucra el pago a supervisiones y residentes de obra, es decir a todo aquel personal que se involucra en la obra.

b) Costos indirectos. - Son aquellos desembolsos relacionados con la elaboración de un proyecto de construcción que no se pueden asignar directamente a una actividad o componente específico del proyecto, pero son indispensables para el funcionamiento global de la obra y para apoyar las actividades directas. Estos gastos son fundamentales para el correcto desarrollo del proyecto en su conjunto y no están directamente relacionados con la cantidad de material, mano de obra o equipo utilizado en una tarea específica, entre los costos que se consideran indirectos están los siguientes (Municipio de Quito, 2019):

- **Gastos administrativos y generales.** - Comprenden los desembolsos vinculados a la gestión general del proyecto, tal como los sueldos y las prestaciones del personal administrativo, las oficinas temporales, el material de oficina, los servicios públicos, el arrendamiento de equipo de oficina y otros gastos generales.
- **Seguros.** - Gastos que abarcan los aspectos generales del proyecto, tales como la responsabilidad civil, seguros generales de propiedad y otros seguros que no guardan una relación directa con una tarea particular.
- **Gastos de seguridad en las instalaciones.** - Contemplan los gastos asociados a las medidas de seguridad en el entorno laboral, tales como la contratación de personal especializado en seguridad, la implementación de protocolos de seguridad y la adquisición de equipamiento de protección.
- **Alquiler de instalaciones.** - Estos costos comprenden el arrendamiento de instalaciones temporales, como oficinas en el lugar de la construcción, áreas de almacenamiento o cualquier otro espacio requerido para el proyecto.
- **Costos financieros.** - Estos gastos incluyen los intereses de los préstamos, cargos bancarios y otros gastos financieros asociados con la financiación del proyecto.

- **Publicidad y marketing.** - Estos costos abarcan los gastos de publicidad y marketing relacionados con la promoción del proyecto, incluso si no están directamente vinculados con la construcción física.
- **Depreciación de equipos.** - Representa la devaluación de los equipos utilizados en el proyecto a lo largo del tiempo, aunque no tenga un impacto directo en las tareas diarias de ejecución.
- **Impuestos y licencias.** - Estos costos incluyen los impuestos locales, licencias y permisos necesarios para llevar a cabo la construcción.

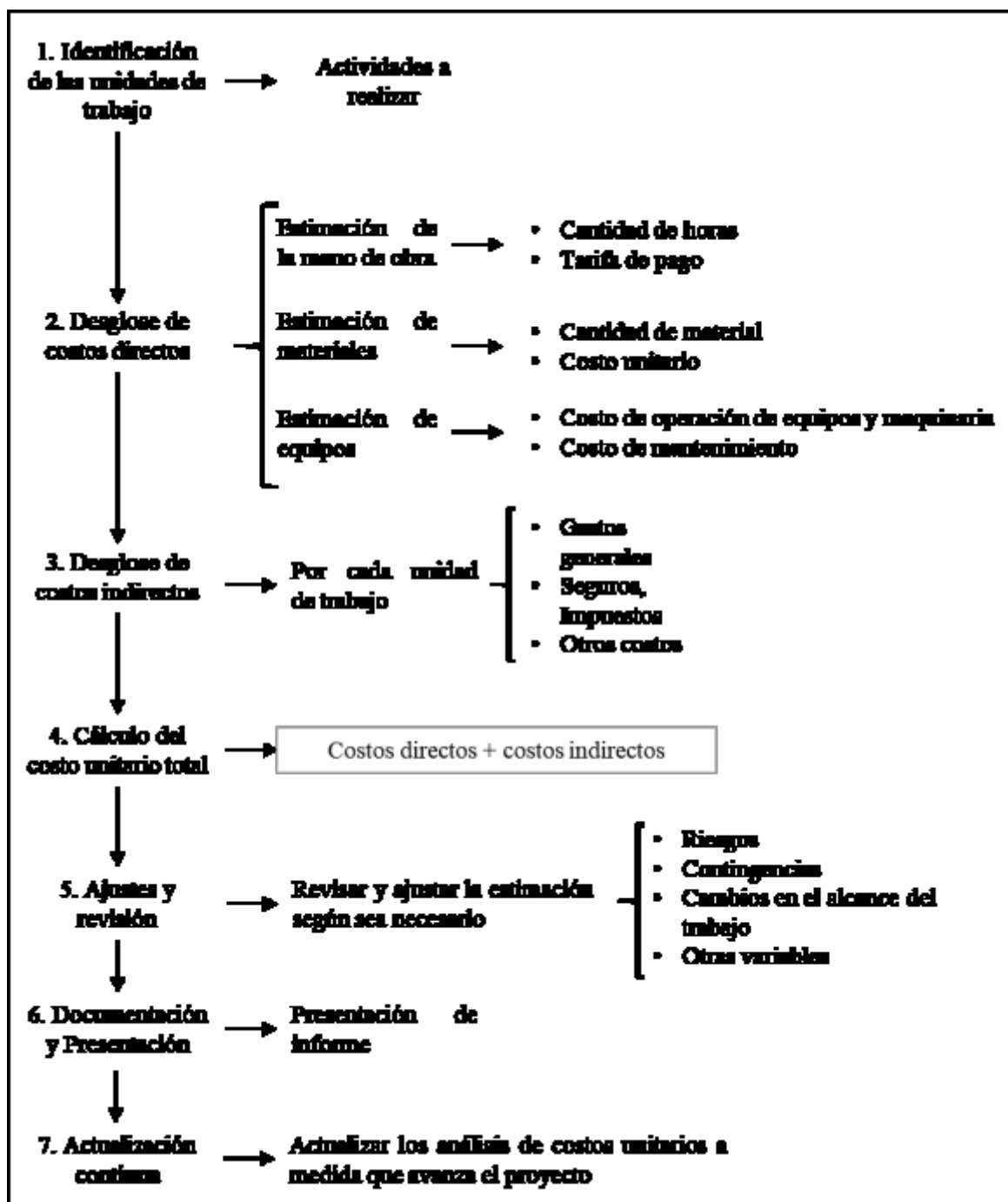
3.3.2 Análisis de los Costos Unitarios

El análisis de los costos unitarios se basa en la identificación de los rubros generados por cada unidad de obra para determinar qué tan eficiente es el proyecto y poder tomar acciones correctivas a tiempo, pues pueden existir desviaciones importantes generadas por factores como riesgos, contingencias, cambios en el alcance del trabajo y otras variables que puedan afectar los costos (Vergara, 2020). La metodología de los costos unitarios en primer lugar, se realiza un análisis detallado del diseño y especificaciones del proyecto para identificar las partidas de trabajo necesarias. Luego, se cuantifican las cantidades de cada ítem, considerando aspectos como materiales, mano de obra y equipo. En el tercer paso, se asignan los costos unitarios a cada partida, basándose en la experiencia previa y en datos actualizados del mercado. Posteriormente, se calculan los costos indirectos y se suman a los costos directos para obtener el costo total. El quinto paso implica la aplicación de márgenes de utilidad y contingencia para asegurar la viabilidad financiera. Finalmente, se presenta la propuesta de precios unitarios detallada, acompañada de justificaciones y desgloses, facilitando la comprensión y evaluación por parte de las partes involucradas en el proyecto de construcción. En la Figura 3 se esquematiza los pasos que configuran la metodología descrita. La precisión y la atención a los

detalles son esenciales para obtener estimaciones de costos realistas y así obtener el presupuesto estimado para cada opción de construcción.

Figura 3

Metodología del análisis de costos unitarios



Nota. La figura muestra la metodología paso a paso del análisis de costos unitarios. Tomado de (Vergara, 2020).

3.3.3 *Presupuesto*

El presupuesto es la estimación del costo total del proyecto y es elaborado en función de los costos totales por unidad de obra que se obtienen con la metodología de análisis de costos unitarios. Su finalidad es conocer el valor de la inversión previo a la ejecución del proyecto, permitiendo a los profesionales de la construcción diseñar y planificar una obra civil que en la ejecución contrastarán con los valores reales y los contemple dentro de los límites establecidos (Granda, 2017).

4. Marco Metodológico

4.1 Descripción General del Proyecto

El presente estudio se enmarca en la determinación de los costos unitarios como referente para la comparación de los costos totales de dos tipos de estructuras: (i) estructura convencional de concreto armado y (ii) estructura metálica. Ambas, serán utilizadas para construir una vivienda de dos pisos de uso residencial. Es importante señalar que el enfoque de este proyecto está orientado a proyectos habitacionales de interés social, para residencias calificadas para créditos VIP, pues según los objetivos estratégicos de la empresa, se considera que su mercado objetivo se encuentra en el estrato socioeconómico medio. Para lograr con el objetivo, se inicia con el diseño de cada tipo de estructura considerando los parámetros que intervienen en él, luego se valida con simulación y se determinan los rubros que son considerados para el análisis de los costos unitarios. Finalmente, se consolida el presupuesto total y se compara los valores de cada opción, proporcionando así un sustento para la toma de decisiones de la empresa sobre el costo beneficio según los resultados obtenidos.

Para el desarrollo del estudio, se ha tomado como referente el proyecto de construcción ubicado en la parroquia rural Baños, barrio Los Tilos, en la ciudad de Cuenca, provincia del Azuay, considerado como un sector de alto crecimiento residencial pues, como se puede observar en el mapa de la Figura 4 el área circundante del proyecto de la vivienda, existen varios condominios habitacionales construidos y otros en desarrollo de construcción, con este antecedente, la empresa ha planificado este proyecto con una expectativa de construcción de 21 viviendas, siendo el estudio de costos unitarios de gran relevancia para considerar un cambio en el proceso constructivo que conducirá a la optimización de los tiempos de construcción, optimización en el uso de recursos materiales, humanos y tecnológicos, que finalmente se verán

reflejados en los presupuestos de cada vivienda y por ende en los resultados económicos y financieros para la empresa.

Figura 4

Ubicación de la vivienda



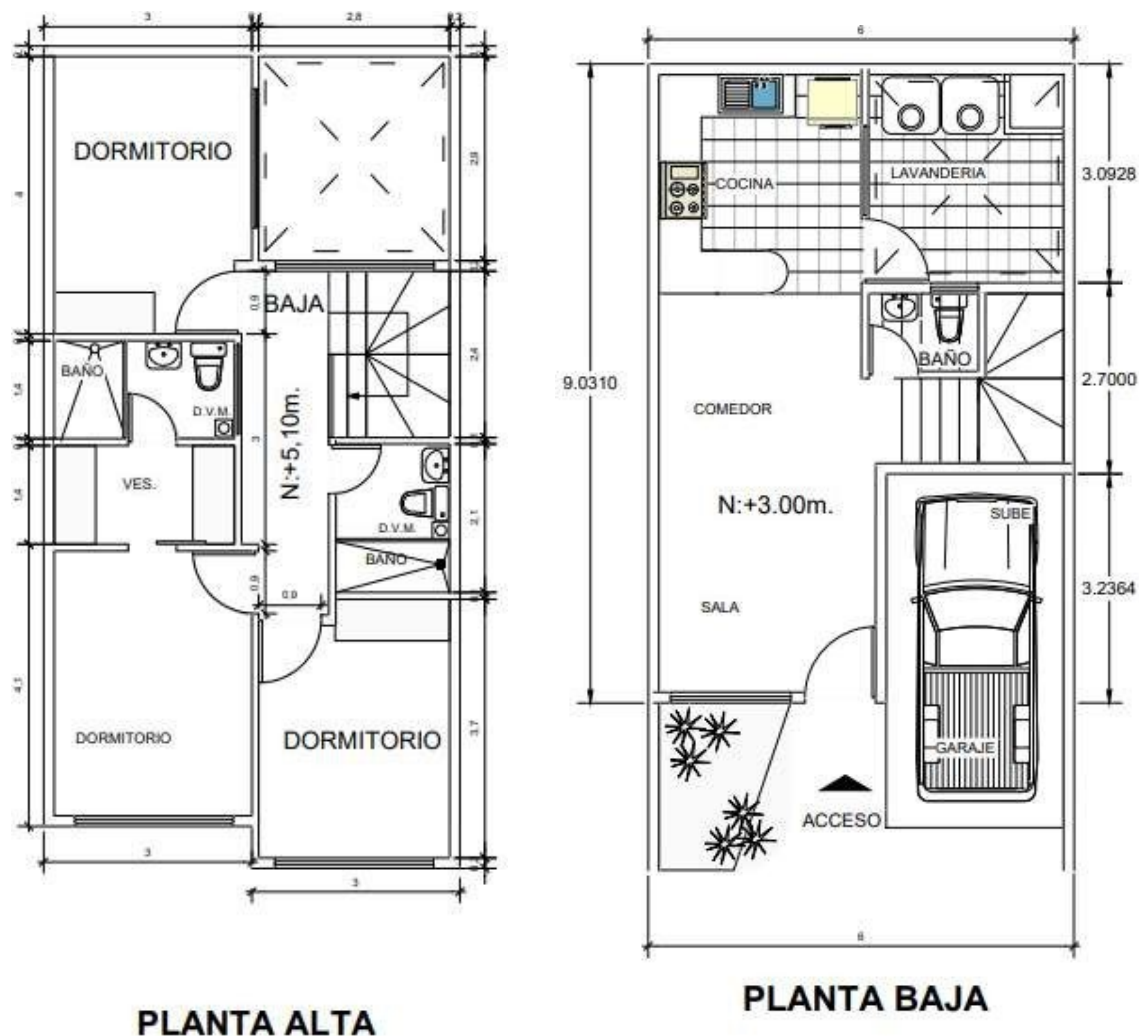
Nota. La figura muestra la ubicación de la vivienda. Tomada de (*mapa de Cuenca, Ecuador - Buscar con Google, 2024.*)

4.1.1 Descripción de la Edificación

Para el caso de estudio se ha considerado una vivienda unifamiliar de dos pisos, de acuerdo a las especificaciones para que sea considerada para crédito VIP. Cada nivel cuenta con una planta típica con una altura de entrepiso de 2.7 metros tanto en la planta baja como en el nivel superior. La distribución constructiva se expande en una superficie construida de $58.8m^2$ en el primer piso y $70m^2$ en el segundo piso, logrando así, un diseño integral eficiente que aprovecha al máximo el espacio habitable en ambos niveles y que cumple con los requerimientos de la empresa sobre la eficiencia en el uso del espacio y versatilidad. Este enfoque estructural se basa en consideraciones técnicas destinadas a mejorar la habitabilidad y funcionalidad de la vivienda, tal como se muestra en los planos arquitectónicos a continuación de la Figura 5.

Figura 5

Plano arquitectónico de la vivienda



Nota. La gráfica, muestra el plano arquitectónico de la vivienda con la distribución de los espacios en las dos plantas.

4.2 Condiciones Iniciales para la Vivienda

4.2.1 Carga Permanente

Se considerarán como carga permanente las cargas muertas debidas al peso propio de la estructura. Para el efecto, se calcula el volumen de cada elemento estructural y se multiplica por el peso del material correspondiente. Esta consideración se aplica a elementos como paredes internas y externas, mortero, escaleras, entre otros. Es importante destacar que en este cálculo

se excluye la planta baja, ya que su peso se distribuye directamente al suelo. Los pesos utilizados para esta evaluación son los siguientes:

Peso propio elementos de concreto armado:	$2.40 \frac{t}{m^3}$
Peso propio elementos de albañilería:	$1.80 \frac{t}{m^3}$
Peso propio del enlucido:	$2.00 \frac{t}{m^3}$
Peso propio de losa aligerada ($h = 0.20m$):	$0.21 \frac{t}{m^2}$
Peso propio de piso terminado	$0.12 \frac{t}{m^2}$

Cada elemento estructural produce cargas muertas, que se manifiestan como fuerzas estáticas permanentes. La consideración de estas cargas es fundamental en el análisis estructural para calcular las reacciones, tensiones y deformaciones en los componentes de la edificación. Desde la etapa de diseño hasta la ejecución, el examen detallado de las cargas inertes permite prever el comportamiento estructural en diversas condiciones, contribuyendo a la creación de viviendas que cumplen con los requisitos normativos y aseguran la salvaguardia a lo largo de su vida útil.

4.2.2 *Carga Variable*

Una carga viva implica una fuerza dinámica que se ejerce sobre una estructura debido a la presencia elementos como ocupantes, materiales, muebles y otros elementos móviles que se proyecta estarán presentes en la vivienda. Estas fuerzas dinámicas, conocidas como cargas vivas, son variables en magnitud y posición, representando las influencias temporales derivadas de la actividad humana y la existencia de objetos móviles dentro del espacio estructural aquí algunas cargas vivas tomadas para el diseño:

Sobrecarga en piso típico (vivienda):	$0.20 \frac{t}{m^2}$
---------------------------------------	----------------------

Sobrecarga en corredores y escaleras: $0.20 \frac{t}{m^2}$

Sobrecarga en azotea: $0.10 \frac{t}{m^2}$

Resulta esencial evaluar y tener en cuenta minuciosamente estas cargas en el diseño, ya que ejercen un impacto considerable en la capacidad de carga y la respuesta dinámica de la estructura frente a condiciones cambiantes. La adecuada anticipación y gestión de estas cargas no permanentes, garantizan la integridad estructural y la seguridad en diversas circunstancias de uso y ocupación del espacio.

4.2.3 Carga Accidentales

El análisis de las cargas, ya sea estáticas o dinámicas que simulan un evento sísmico, está sujeto a las regulaciones de la NEC-SE-DS que abordan específicamente el peligro sísmico y el diseño sismorresistente. Para llevar a cabo un análisis dinámico de la estructura de la vivienda, se consideran esta norma que toma en cuenta los movimientos de superposición espectral. Esta aproximación consiste en emplear los ciclos naturales y las formas de oscilación, determinadas por medio de un meticuloso análisis, tomando en cuenta la rigidez y la distribución de masas en la estructura. Entre los criterios de ubicación utilizados están:

- **Zonificación (Z)**

Se basa en la distribución espacial de los temblores observados y en las características esenciales de los movimientos sísmicos. La regulación NEC-SE-DS asigna un factor "Z" a cada una de las regiones del país, representando la máxima aceleración del terreno con una probabilidad del 10% de ser excedida en un lapso de 50 años. Para este diseño en particular, la ubicación del proyecto en la ciudad de Cuenca se clasifica como zona 2, con un factor "Z" establecido en 0.25, según datos extraídos de la Tabla 2 (Estrada y Orihuela, 2016).

Tabla 2*Valores del factor Z en función de la zona sísmica*

Zona Sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor del 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

Nota. La tabla señala el factor Z en referencia a la categorización de las zonas sísmicas. Tomado de (Estrada Porras & Orihuela Gonzales, 2016)

Los conceptos básicos de las zonas sísmicas y los factores de área son fundamentales en las estructuras, ya que tienen en cuenta los efectos de la actividad sísmica en una región específica. Una zona sísmica se refiere a un área geográfica que presenta riesgo sísmico. Estas zonas se clasifican en función de la probabilidad y magnitud de los eventos sísmicos, y es importante comprenderlas para evaluar la vulnerabilidad de las estructuras en estos lugares específicos.

Según la norma NEC-SE-DS el coeficiente de área es un parámetro utilizado en el diseño estructural para cuantificar la fuerza de un terremoto en una zona sísmica en particular. Este factor ajusta las fuerzas sísmicas que actúan sobre la estructura teniendo en cuenta la probabilidad de que ocurra un terremoto. Los valores más altos del coeficiente de área indican un mayor riesgo sísmico, y tener esto en cuenta durante el diseño permite que las estructuras se adapten de manera efectiva a las fuerzas sísmicas esperadas.

- **Parámetros del suelo (s)**

Se establecen seis categorías de perfiles de suelo, las cuales se describen en la siguiente Tabla 3.

Tabla 3*Perfiles del suelo*

Tipo de Perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente.	$V_s \geq 1500 \text{ m/s}$
B	Perfil de roca de rigidez media.	$1500 \text{ m/s} > V_s \geq 760 \text{ m/s}$
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$760 \text{ m/s} > V_s \geq 360 \text{ m/s}$
	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios.	$N \geq 50.0$ $S_u \geq 100 \text{ kPa}$
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$360 \text{ m/s} > V_s \geq 180 \text{ m/s}$
	Perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones.	$50 > N \geq 15.0$ $100 \text{ kPa} > S_u \geq 50 \text{ kPa}$
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$V_s < 180 \text{ m/s}$
	Perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas.	$IP > 20$ $w \geq 40\%$ $S_u < 50 \text{ kPa}$
Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista. Se contemplan las siguientes subclases:		
F	F1—Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como; suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc.	
	F2—Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H > 3m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas).	
	F3—Arcillas de muy alta plasticidad (H > 7.5 m con índice de Plasticidad IP	

Tipo de Perfil	Descripción	Definición
	> 75).	
	F4—Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda ($H > 30m$)	
	F5—Suelos con contrastes de impedancia α ocurriendo dentro de los primeros 30 m superiores del perfil de subsuelo, incluyendo contactos entre suelos blandos y roca, con variaciones bruscas de velocidades de ondas de corte.	
	F6—Rellenos colocados sin control ingenieril.	

Nota. La tabla del perfil de suelo, su descripción y los valores referenciales. Tomado de (Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC, 2014)

Los parámetros utilizados en la clasificación se aplican a los primeros 30 metros del perfil en los perfiles A, B, C, D y E. Si un perfil presenta estratos claramente diferenciables, se realiza una subdivisión mediante la asignación de un subíndice "i" que varía desde 1 en la superficie hasta "n" en la parte inferior de los primeros 30 metros. Se procede a realizar la clasificación de los perfiles de suelo, teniendo en cuenta distintas variables como las propiedades mecánicas, el espesor del estrato, el período fundamental de vibración y la velocidad de propagación de las ondas de corte. Siguiendo la normativa NEC-SE-DS: peligro sísmico, diseño sismo resistente, se llega a la conclusión de que el perfil de suelo en la zona bajo análisis cumple con el tipo D. Este enfoque integral en la evaluación de los parámetros del suelo contribuye a obtener una caracterización más precisa y detallada con respecto a los objetivos específicos de este estudio.

▪ **Categoría de edificio y coeficiente de importancia (I)**

El objetivo del factor I es amplificar la demanda sísmica de diseño para aquellas estructuras que, debido a sus particularidades de uso o relevancia, necesitan mantenerse en funcionamiento o sufrir daños mínimos durante y después de un terremoto de diseño. De

acuerdo con la categoría de uso asignada a cada estructura, y considerando que en este caso se trata de una vivienda de uso común, las regulaciones establecen un factor de importancia $U = 1.0$. Este valor se aplicará en este análisis siguiendo las directrices establecidas como se puede observar en la Tabla 4:

Tabla 4

Coefficiente de importancia según el tipo, destino e importancia de la edificación

Categoría	Tipo de uso, destino e importancia	Coefficiente
Estructuras de ocupación especial	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores	1.0

Nota. En la tabla se muestra el coeficiente de importancia de acuerdo a la categoría de edificio seleccionado para la vivienda. Tomado de (Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC, 2014)

▪ **Sistemas estructurales (R) y desplazamientos laterales permisibles**

Los factores de reducción de resistencia (R) están intrínsecamente vinculados a diversas variables, entre las que se incluyen el tipo de estructura, pues incide directamente en la determinación de los factores R, desempeñando un papel crucial en la evaluación de la capacidad sísmica. La determinación del factor de reducción de la fuerza sísmica (R) se realiza basándose en la categoría específica de la estructura, como se especifica en la Tabla 5 que se presenta a continuación:

Tabla 5

Sistemas Estructurales

Sistema estructural	Coefficiente básico de reducción R_0
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7

Sistema estructural	Coeficiente básico de reducción R_0
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería armada o confinada	3
Madera	7

Nota. La tabla muestra los sistemas estructurales y los coeficientes básicos de reducción de acuerdo a cada estrato. Tomado de (Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC, 2014)

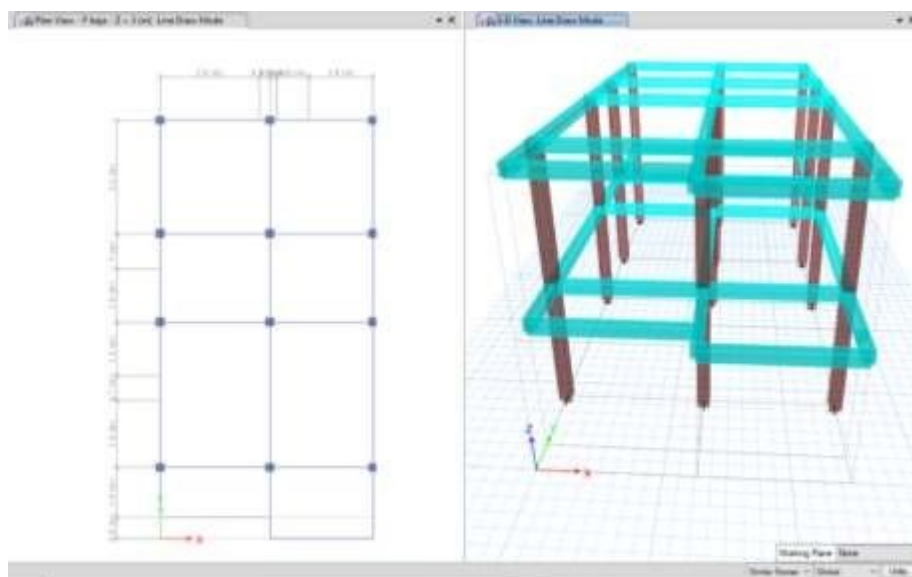
Para el caso de estudio la dirección X-X, la resistencia y rigidez totales de la estructura son proporcionadas por columnas de concreto armado, lo que resulta en un factor de reducción (R) de 6.00 para eventos sísmicos severos. Por otro lado, en la ubicación Y-Y, la estructura se basa completamente en muros de albañilería confinada, lo que se traduce en un R de 3.00 para sismos severos y un R de 6.00 para sismos moderados. Para determinar la aceleración espectral en cada dirección analizada, se utilizan espectros de pseudo-aceleraciones inelásticas. Se realiza este cálculo siguiendo los procedimientos establecidos, tomando en consideración las características de los materiales y las cargas que afectan la respuesta de la estructura ante las fuerzas sísmicas.

▪ **Modelo Estructural Adoptado**

El análisis de la dinámica del comportamiento de las estructuras implica crear modelos matemáticos que incluyan la contribución de los elementos estructurales como vigas y columnas. De esta manera, se puede calcular la rigidez lateral en cada nivel de la construcción. Es importante definir con precisión la cantidad y distribución de las masas en la estructura, ya que las fuerzas sísmicas son inerciales y proporcionales al peso. A continuación, se muestran las figuras que ilustran el modelo estructural utilizado para evaluar el comportamiento dinámico de la vivienda, en el caso de la Figura 6, muestra la estructura de concreto para el análisis de la rigidez.

Figura 6

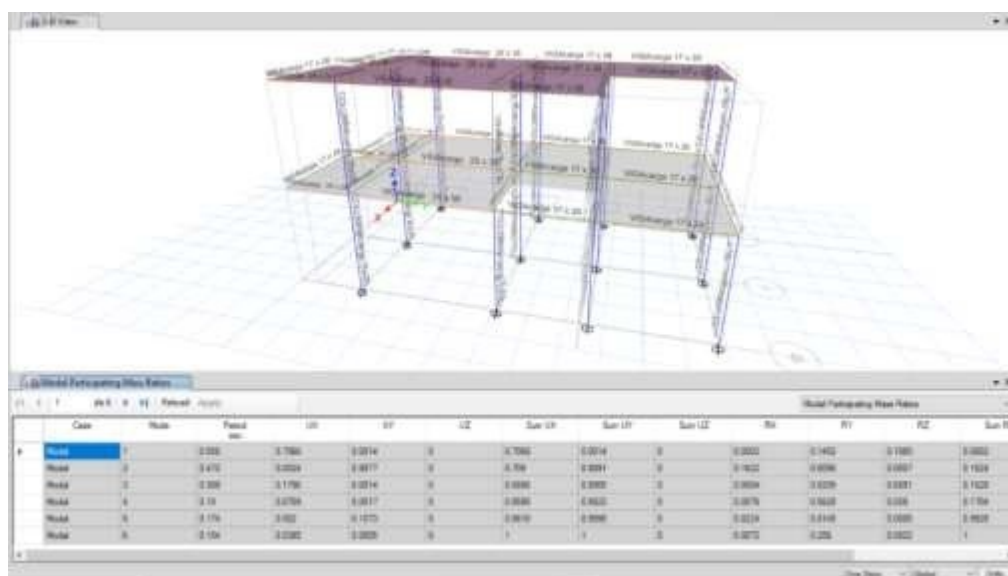
Estructura de concreto para el análisis por rigidez



Nota. La figura muestra la simulación de la estructura de la vivienda.

Figura 7

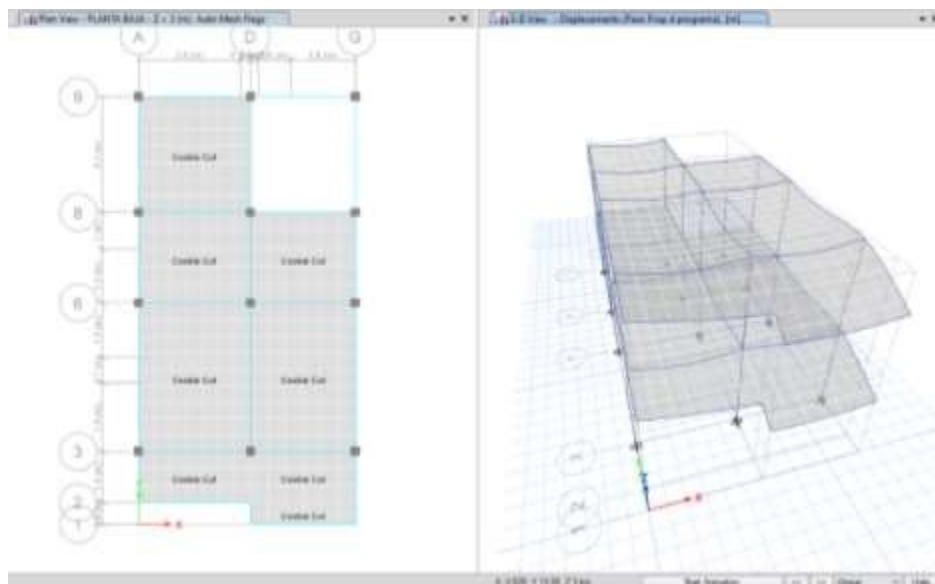
Periodo de los modos del software especializado de estructuras.



Nota. La Figura muestra los periodos de los modos del software especializado de estructuras. Los modos fundamentales para $T_x = x = 0.556$.

En el software especializado de estructuras se lleva a cabo el cálculo de las frecuencias naturales y los primeros 12 modos de vibración, ya que son los más representativos de la estructura debido a que la suma de las masas efectivas supera el 90 % de la masa total. En la tabla de la Figura 7 se encuentran los periodos de vibración acompañados del porcentaje de masa involucrada, lo cual brinda una clara indicación de la importancia de cada modo en su respectiva dirección. A continuación, en la Figura 8 se muestra los modos fundamentales de vibración.

Figura 8. *Modos fundamentales de vibración*

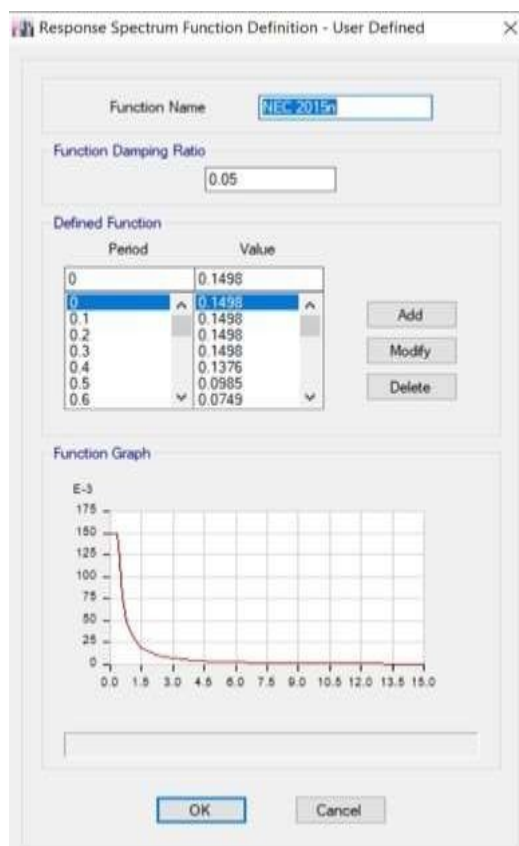


Nota. La Figura muestra los modos de vibración que generan en la estructura por acción sísmica.

En el caso de construcciones tradicionales, el análisis dinámico se lleva a cabo utilizando combinaciones espectrales preestablecidas según las normas de NEC-SE-DS, tal como se mencionó previamente. Siguiendo esta línea de pensamiento, y tomando en cuenta los parámetros locales y las características específicas de la edificación. A continuación, en la Figura 9, se presenta una descripción de las señales sísmicas utilizadas en el software especializado de estructuras para considerar las cargas sísmicas en las direcciones X-X e Y-Y.

Figura 9

Definición de pseudo aceleración en las direcciones X-X, Y-Y



Nota. La ilustración muestra las señales sísmicas empleadas en el software especializado de estructuras para considerar las cargas sísmicas en las direcciones X-X y Y-Y.

Con el fin de mantener coherencia con el enfoque elástico en el análisis estructural, se recomienda llevar a cabo un análisis de la construcción al someterla a las fuerzas generadas por un "sismo de magnitud moderada" con un valor de R igual a 6. De acuerdo con el análisis lineal elástico utilizando las cargas sísmicas reducidas por medio del coeficiente R, es importante considerar que el desplazamiento máximo relativo entre pisos no debe superar una fracción de su altura, según el tipo de material predominante en la estructura con el máximo desplazamiento relativo de entrepiso:

$$Dl_x = \frac{0.75Rd}{h} \leq 0.007 \quad (10)$$

$$Dl_Y = \frac{0.75Rd}{h} \leq 0.005 \quad (11)$$

Donde:

Dl_X : Desplazamiento en x entre columnas

Dl_Y : Desplazamiento en y

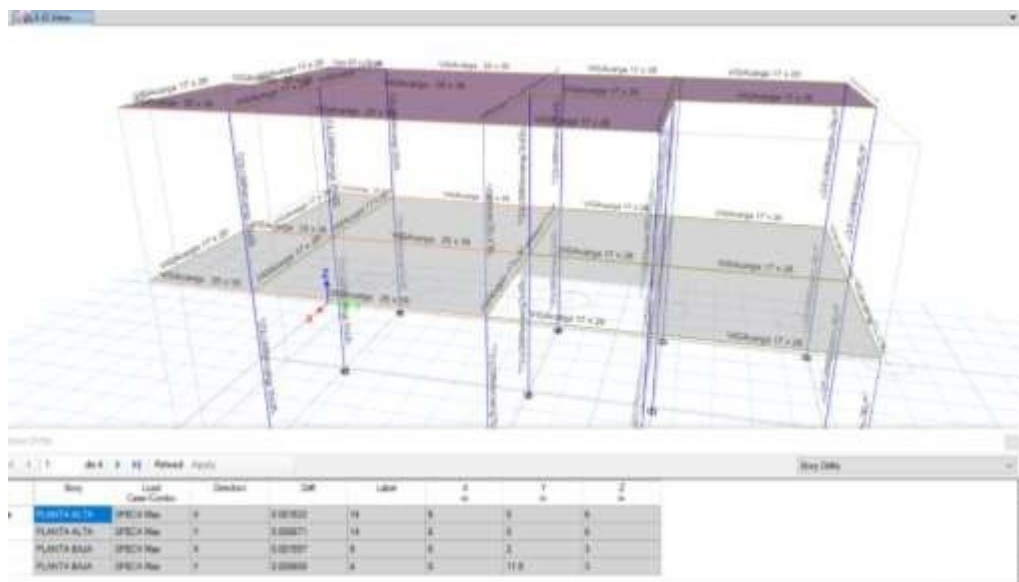
Rd: Resistencia del diseño del elemento considerado h:

Espesor total de la losa

La regulación NEC-SE-DS, estipula que la distorsión máxima entre pisos para sistemas de concreto debe ser de 0.007, y que esta condición debe cumplirse tanto en la dirección X-X como en la dirección Y-Y. Se ha realizado un ajuste en los desplazamientos elásticos relativos máximos, incrementándolos en un factor de 0.75xR. A continuación, en la Figura 10 se detallan estos valores.

Figura 10

Distorsión máxima en la dirección X y Y



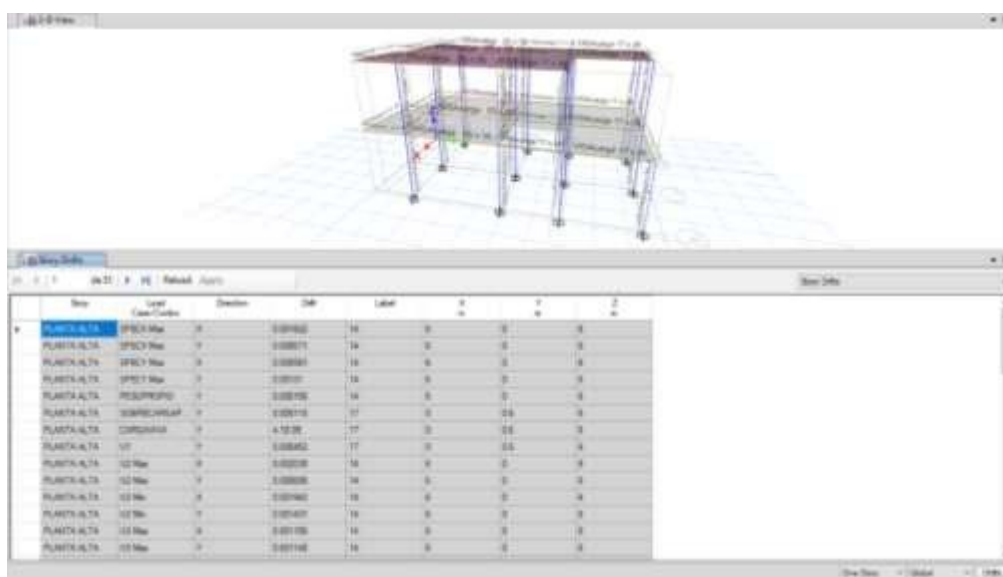
Nota. Las Figura, muestra las distorsiones son inferiores a los límites establecidos por el reglamento.

▪ *Verificación del Cortante en la Base*

El corte en la base, adquirido del análisis dinámico en todas las direcciones consideradas, es igual o mayor al 80% del corte en la base, calculado a través de un análisis estático. Por consiguiente, los cortes obtenidos para el análisis dinámico son los mostrados en la siguiente Figura 11.

Figura 11

Datos del cortante elástico y dinámico



Nota. Las Figura, muestra datos del cortante elástico y dinámico producto del análisis dinámico.

Siguiendo las indicaciones establecidas en la guía práctica de diseño de viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5 metros, de acuerdo a la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 2015, se aplican los coeficientes de aumento de carga y de reducción de resistencia (ϕ). La determinación del tamaño de la base se realiza considerando las condiciones de funcionamiento, teniendo en cuenta las cargas permitidas del suelo y diseñando para resistencia máxima. Las combinaciones de cargas utilizadas en el análisis son las siguientes.

$$COMBO 1 = 1.4D + 1.6L \quad (12)$$

$$COMBO 2 = 1.25(D + L) + SX \quad (13)$$

$$COMBO 3 = 1.25(D + L) - SX \quad (14)$$

$$COMBO 4 = 1.25(D + L) + 1.25SY \quad (15)$$

$$COMBO 5 = 1.25(D + L) - 1.25SY \quad (16)$$

$$COMBO 6 = 0.9D + SX \quad (17)$$

$$COMBO 7 = 0.9D - SX \quad (18)$$

$$COMBO 8 = 0.9D + 1.25SY \quad (19)$$

$$COMBO 9 = 0.9D - 1.25SY \quad (20)$$

Donde:

D: Carga muerta

L: Carga viva

SX: Sismo en X

SY: Sismo en Y

Las combinaciones mencionadas están descritas detalladamente en la Guía Práctica de Diseño de Viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5 metros, de acuerdo con la Norma Ecuatoriana de Construcción NEC 2015. La evaluación de la estructura ocurre en su última etapa. Por otro lado, la resistencia de diseño de un elemento se determina considerando su resistencia nominal, es decir, la resistencia teniendo en cuenta el refuerzo real colocado, multiplicada por un factor ϕ de reducción de resistencia, dependiendo del tipo de carga a la que se someta el elemento. A continuación, se presentan los factores de reducción correspondientes:

Flexión: 0.9

Cortante: 0.85

Flexo compresión: 0.7

4.3 Diseño de los Elementos Estructurales de la Vivienda

Para el diseño de la estructura en acero y concreto se utiliza las condiciones iniciales descritas en el apartado anterior, a continuación, se consideran los siguientes aspectos:

4.3.1 Diseño en Concreto

4.3.1.1 Diseño de Losa en Concreto

Si se refiere a losas que tienen vigas distribuidas entre sus apoyos en todas sus caras, resulta imprescindible que el espesor total de la losa, simbolizado como "h", cumpla con los límites señalados en la Tabla 6.

Tabla 6

Espesor mínimo de las losas de dos direcciones con vigas entre los apoyos en todos los lados

a_{fm}	Espesor mínimo, h, mm	
$a_{fm} \leq 0.2$	Se aplica ACI 318-19, Tab 3.8.1.1	(a)
$0.2 \leq a_{fm} \leq 2.0$	Mayor	$h = \frac{l_n (0.8 + \frac{f_y}{1400})}{36 + 5\alpha}$
	de:	$h = \frac{f_m}{36 + 9\beta - 0.2}$
$a_{fm} > 2.0$	Mayor	$h = \frac{125}{l_n (0.8 + \frac{f_y}{1400})}$
	de:	$h = \frac{90}{36 + 9\beta}$

Nota. La tabla muestra los valores referenciales y las fórmulas que se aplican para el diseño de una losa. Tomado de (ACI 318 PLUS, 2024)

Donde:

α_{fm} : Valor promedio de α_f para todas las vigas en el borde de un panel

α_n : Corresponde a la luz libre en la dirección larga, medida cara a cara de las vigas (mm).

β : Relación de la luz libre en la dirección larga a la luz libre en la dirección corta de la losa.

f_y : Resistencia del concreto

En el diseño de losas, es fundamental tener en cuenta varios aspectos cruciales. En primer lugar, es necesario calcular el grosor de las losas de manera que no sea necesario agregar

refuerzos por cortante, asegurando que el concreto pueda resistir la fuerza cortante sin depender del aporte de estribos de acero como refuerzo. Además, a menos que haya circunstancias especiales que lo requieran, se evitará la instalación de refuerzos continuos en la parte superior de las losas. Además, el área mínima de refuerzo debe cumplir con los requisitos de contracción y temperatura, por lo que se establece en $0.0018bh$. En cuanto a la mejora para el momento flector negativo, se estipula que debe estar compuesta por barras de dos diámetros iguales o diferentes. Por último, para reforzar el momento flector positivo, es imprescindible usar acero continuo junto con barras adicionales, asegurando que al menos un tercio del acero requerido en la sección de máximo momento positivo llegue al eje del soporte.

- **Diseño por flexión y cortante**

Dentro del ámbito del diseño considerando la flexión y el cortante, se ha determinado que el ancho de las losas macizas debe ser de 0.13m. En base a esta medida, se establece la cantidad mínima de refuerzo a colocar.

$$A_{smin} = 0.0018 \cdot b \cdot h \quad (21)$$

Donde:

A_{smin} : Área mínima del acero

b: Ancho de la viga

h: Espesor de la viga

4.3.1.2 Diseño de Vigas en Concreto

Los componentes de concreto armado en una sola dirección, en particular aquellos expuestos a momentos de flexión como las vigas, deben poseer la suficiente rigidez para prevenir deformaciones excesivas y evitar consecuencias negativas en términos de funcionalidad y resistencia, especialmente frente a cargas verticales durante su uso. En esta

ocasión, se proporciona la Tabla 7 que muestra los espesores respecto a la longitud de una viga específica con el fin de lograr dicho propósito.

Tabla 7

Alturas mínimas recomendadas para vigas

Hasta (m)	Peralte (cm)
4.00	35.00
5.00	45.00
6.00	55.00
7.00	65.00

Nota. La tabla muestra las aturas mínimas que se recomiendan en una viga en relación al peralte. Tomado de (R. Morales, 2014)

En el proceso de diseño de vigas, es esencial tener en cuenta las siguientes indicaciones: (i) para asegurar la formación de estribos cerrados, es necesario agregar barras de refuerzo en la parte inferior y superior de la viga, (ii) la suma total del área de las barras utilizadas debe ser igual o mayor al valor mínimo, (iii) la cantidad de barras de refuerzo debe estar en proporción directa con el ancho de la viga y (iv) la sección designada para el diseño por cortante en los apoyos se encuentra a una distancia "d" desde el extremo libre, medida con respecto al peralte efectivo.

La armadura destinada al momento flector positivo debe contener barras continuas, y, si es necesario, añadir barras adicionales. Es crucial que, en el punto de apoyo, al menos un tercio del acero positivo de la sección de máxima demanda llegue hasta la viga. Para vigas que estén expuestas a cargas sísmicas considerables, se recomienda un ancho mínimo de 17 centímetros y un espesor efectivo que sea menos de una cuarta parte de la luz libre. Si las vigas tienen un espesor mayor, el diseño debe ajustarse para parecerse a una viga de pared. Además, todas las barras que se anclen a las columnas extremas deben tener un gancho estándar de 90° o 180° en el extremo. Para lograr la correcta adaptación de las vigas a las condiciones estructurales, es fundamental ajustar el número de barras en cada capa según el ancho de la viga

y el espaciamiento mínimo requerido entre ellas. Además, es importante tener en cuenta la opción de fijar las vigas a elementos verticales como placas o columnas. En las secciones ubicadas en los extremos, se recomienda que la resistencia al momento flector positivo sea al menos un tercio de la resistencia al momento flector negativo. De igual modo, en el punto de inflexión, se debe garantizar que al menos una tercera parte del acero calculado para el soporte se extienda más allá de ese punto, a una distancia no menor a 12 veces el diámetro nominal de la varilla.

En el caso de viguetas de longitud reducida entre dos elementos verticales sometidos a una alta carga sísmica, se deberá optar por el diseño basado en la capacidad de flexión y corte. El objetivo de este enfoque es brindar a la vigueta una resistencia que evite su fallo inicial debido al corte. Para las viguetas expuestas a carga sísmica, es esencial incluir regiones reforzadas con estribos cercanos en los puntos de unión con las columnas o placas, ya que estas áreas experimentarán los momentos sísmicos máximos, generando compresiones significativas en las superficies. La longitud del refuerzo se establece como el doble de la altura de la vigueta.

Con respecto a la disposición de los estribos a lo largo de la longitud del refuerzo, es importante asegurarse de que el espacio entre ellos no supere la cuarta parte de la altura efectiva, ocho veces el diámetro de la barra longitudinal, o treinta centímetros. El estribo inicial deberá colocarse a una distancia de cinco centímetros desde la cara del punto de unión.

▪ ***Control de Deflexiones y Fisuración***

Con el fin de controlar rigurosamente las deflexiones y prevenir la fisuración, se establecen peraltes mínimos que sirven como criterio para evitar la necesidad de verificar las deflexiones en las vigas.

Para obtener una orientación más detallada sobre este tema, es posible consultar la información proporcionada en la tabla correspondiente. Este enfoque proactivo busca no sólo

asegurar la resistencia estructural, sino también mantener la integridad y el comportamiento adecuado de las vigas frente a diferentes cargas y solicitaciones.

La adopción de estos parámetros mínimos contribuye de manera significativa a la robustez y durabilidad de la estructura, reduciendo al mínimo los riesgos asociados con deflexiones excesivas y la aparición de fisuras indeseadas como se puede ver en la Tabla 8 de peraltes mínimo a continuación:

Tabla 8

Peraltes mínimos de vigas

Elementos	Espesor o peralte mínimo h			
	Simplemente apoyados	Con un extremo continuo	Ambos extremos continuos	En voladizo
Vigas	$\frac{l}{16}$	$\frac{l}{18.5}$	$\frac{l}{21}$	$\frac{l}{8}$

Nota. La tabla muestra los peraltes mínimos de vigas de acuerdo a los elementos y vigas.

Tomado de (ACI, 2016).

Los valores registrados en la tabla actual deben usarse directamente en elementos de hormigón de peso normal con una densidad de $210 \frac{kg}{m^3}$ y refuerzo con una resistencia de fluencia

$$f_y = 42000 \frac{t}{m^2}.$$

La longitud máxima de luz en el proyecto es de 4,1m. Como resultado, estos parámetros específicos, ajustados a las características mencionadas del hormigón y el refuerzo, ofrecen una base sólida y adaptada a las necesidades del proyecto, asegurando la coherencia y eficiencia en la implementación de los valores contenidos en la tabla. Este enfoque meticuloso y específico demuestra la atención detallada y la precisión necesaria para obtener resultados óptimos en el diseño y ejecución de los elementos estructurales, los cuales se puede ir observado en el modelaje del proyecto con el software especializado de estructuras.

4.3.1.3 Diseño de Columnas en Concreto

El dimensionamiento de las columnas se realiza tomando en cuenta las fuerzas gravitacionales y considerando la carga máxima de compresión que puede soportar la columna.

$$P_u = 0.80 \times \phi [0.85 \times f'_c (A_g - A_{st}) + f_y \times A_{st}] \quad (22)$$

$\phi = 0.65$ para columnas con estribos

Donde:

P_u : Carga última a compresión

ϕ : Factor de reducción de capacidad de carga de secciones controladas por compresión

f'_c : Resistencia a compresión del concreto

A_g : Área bruta de la sección de concreto

A_{st} : Área total de esfuerzo longitudinal.

f_y : Resistencia a la fluencia del esfuerzo

En la fase previa a la concepción, se suprime el requerimiento del acero de refuerzo, dado que se logra una resistencia superior a la compresión sin recurrir a dicho refuerzo.

$$P_u = 0.80 \times \phi (0.85 \times f'_c \times A_g) \quad (23)$$

$$A_g = 0.80 \times \phi \times 0.85 \times f'_c \quad (24)$$

En el diseño de columnas, se tienen en cuenta varias consideraciones esenciales que abarcan desde la cantidad mínima de acero necesaria hasta la importancia de contar con zonas de confinamiento. Con el objetivo de asegurar un adecuado control del flujo plástico del hormigón comprimido, se establece un mínimo del 1% de acero requerido. Este valor se convierte en un punto de referencia vital para mantener la integridad estructural.

Así mismo, se recomienda que las columnas sean diseñadas con una cantidad de acero entre el 1% y el 4%, para evitar la congestión de los refuerzos y mejorar la calidad de la construcción. Sin embargo, se establece un límite máximo permitido del 6%. Superar el 4% implica la necesidad de detallar el cruce de refuerzos en cada unión de columnas y vigas, lo que resalta la importancia de seguir estos límites para garantizar la seguridad estructural.

Es importante tener en cuenta el impacto de las placas de concreto armado en la carga sísmica de las columnas. En viviendas con placas, el diseño de las columnas está predominantemente influenciado por las cargas de gravedad, debido a que las placas absorben una parte importante del cortante sísmico. No obstante, la cantidad de placas en la vivienda tiene un efecto directo en las cargas sísmicas que las columnas deben soportar, y esto influye en las combinaciones de carga que determinan el diseño estructural.

En los puntos de unión, la resistencia de las columnas desempeña un papel crucial. Es esencial asegurar que, cuando se enfrenten cargas extremas, se generen articulaciones plásticas en los extremos de los elementos horizontales para evitar el colapso de la estructura. Este principio se complementa con la exigencia de que la suma de los momentos nominales de las columnas en un punto de unión sea igual o mayor a 1.4 veces la suma de los momentos nominales de las vigas que convergen en dicho punto.

4.3.2 *Diseño en Acero*

El acero A36 es la opción principal para el diseño de la vivienda, ya que cumple con estrictas normas de calidad establecidas. Este material cuenta con propiedades mecánicas específicas que se mantienen sin alteraciones, a menos que, se encuentre expuesto a temperaturas cercanas a su punto de fusión. Durante el proceso de fabricación del acero, se realiza un riguroso control del contenido de carbono, eliminando de manera significativa las

impurezas, generando un producto ideal para ser utilizado como materia prima en la construcción de estructuras metálicas.

Esta función esencial posibilita la fabricación y manipulación de componentes estructurales con altos niveles de seguridad, dado que sus límites de elasticidad aparente y su carga unitaria de ruptura son siempre predecibles. El acero A36, debido a su asequibilidad, se distingue como la elección favorita en el ámbito de la construcción, brindando una resistencia y solidez sobresalientes, aunque es importante mencionar su propensión a la oxidación. Para el análisis del caso de estudio se utilizará soldadura por arco con electrodos 7011, siguiendo rigurosamente las regulaciones establecidas por la American Welding Society (AWS).

4.3.2.1 Diseño de Losa con Placa Colaborante

El diseño de la losa con placas colaborante que será utilizada para el diseño de la vivienda, tienen como finalidad distribuir eficientemente las cargas a los componentes estructurales, como vigas secundarias, vigas primarias y columnas. En los últimos años, en Ecuador ha se adoptado la tecnología de las placas colaborantes, la cual es ampliamente utilizada en la industria de la construcción a nivel global. Dentro del proyecto de la vivienda, las placas colaborantes desempeñarán un papel fundamental, ya que actuarán como refuerzo de acero para contrarrestar las tensiones generadas en las fibras internas de la losa debido a las cargas de servicio. Además, estas placas servirán como encofrado para recibir el hormigón en estado fresco y soportar las cargas durante el proceso de vaciado.

Cabe destacar que el uso de estas placas no sólo reduce considerablemente la cantidad de mano de obra necesaria, ya que elimina bloques de aliviamiento y gran parte de las barras de refuerzo, sino que también genera un importante ahorro de material. Durante el proceso de selección de las placas colaborantes, se han tenido en consideración las indicaciones del fabricante, las cuales se adjuntarán en la tabla 15. Con esta referencia, la placa colaborante

elegida para el diseño de la vivienda tiene un grosor de 0.65 mm. La separación recomendada entre los apoyos es de 1.60 m, una decisión que se adapta a las luces que existen en la estructura de la vivienda.

En lo que respecta a las sobrecargas vivas, estas hacen referencia a la capacidad de carga sobre la sección compuesta una vez que el hormigón ha alcanzado su resistencia (f_c), ya no ejerce un peso sobre la placa, sólo se tomarán en cuenta las cargas extras que actuarán sobre la losa, sin incluir el peso propio del hormigón y de la placa colaborante, como se puede verificar en la Tabla 9.

Tabla 9

Datos para placa colaborante

ESPESOR KUBILOS A	ESPESOR LOSA	CARGA SOBREPUESTA (KG/M)										MÁXIMA LUZ SIN APUNTALAR SEGÚN CONDICIONES DE APOYO					
		SEPARACIÓN ENTRE APOYOS (m)										CONDICIÓN DE APOYO	ESPESOR DE LA LOSA (cm)				
		1,60	1,80	2,00 3,00	2,20	2,40	2,60	2,80	3,20	3,40	(mm)		5	6	7	8	
0,65	5	2.200	1.727	1.365	1.098	894	736	610	509	426	357	0,65	una luz	1,59	1,52	1,47	1,42
	6	2.200	1.979	1.565	1.258	1.025	844	700	584	489	410		dos luces	2,06	1,98	1,90	1,84
	7	2.200	2.229	1.763	1.418	1.156	951	789	659	552	463		tres luces	1,91	1,83	1,76	1,70
0,76	5	2.200	2.046	1.624	1.311	1.074	889	742	624	527	446	0,76	una luz	1,67	1,60	1,54	1,49
	6	2.200	2.345	1.861	1.503	1.231	1.019	851	716	605	513		dos luces	2,17	2,08	2,01	1,94
	7	2.200	2.641	2.097	1.694	1.388	1.149	960	807	682	579		tres luces	2,01	1,92	1,85	1,79
0,90	5	2.200	2.450	1.951	1.582	1.301	1.082	909	744	582	456	0,90	una luz	1,77	1,70	1,63	1,58
	6	2.200	2.808	2.236	1.813	1.492	1.241	1.043	883	751	643		dos luces	2,30	2,20	2,12	2,05
	7	2.200	2.200	2.519	2.043	1.681	1.399	1.175	995	847	725		tres luces	2,12	2,03	1,96	1,89

Nota. La figura muestra los datos referenciales para el diseño de losas con placa colaborante.

Tomado de (chavezcr27, 2018)

Con el fin de asegurar la resistencia a los efectos de la temperatura y la retracción del fraguado del hormigón, será necesario que la placa colaborante seleccionada para la vivienda cuente con un refuerzo térmico. En este sentido, es de vital importancia incorporar una malla electrosoldada en cualquier losa estructural. El espesor mínimo de recubrimiento de la malla

térmica se establecerá entre 2 y 2.5 cm. Dependiendo de la magnitud de las cargas, se contemplará la instalación de una armadura de refuerzo adicional tanto por encima como por debajo de la malla electrosoldada.

4.3.2.2 Diseño de Viga Principal y Secundarias

Durante la fase inicial del diseño de las vigas secundarias, se considera el uso del área cooperante específica destinada a estas vigas. La elección de los perfiles de acero se realizará consultando diferentes tablas proporcionadas por múltiples proveedores. En dichos catálogos, se buscan valores de la sección resistente (Z_{req}) que sean similares al requerido y calculado para asegurar la pertinencia de la viga.

Durante el proceso de elección entre los perfiles principales y secundarios, se tiene en cuenta criterios importantes. Se busca seleccionar el perfil que sea más ligero y que cumpla con los requisitos de esfuerzo, otorgando prioridad a la eficiencia estructural. También es crucial limitar las deflexiones, ya que deflexiones excesivas podrían comprometer la integridad de los elementos y afectar la apariencia de la estructura, generando una sensación de inseguridad en los ocupantes. Como práctica habitual se recomienda elegir vigas con un peralte no menor a $L/20$, siendo L la longitud de la viga según las siguientes fórmulas:

$$\frac{L}{24} \quad \text{Para vigas simplemente apoyadas} \quad (25)$$

$$\frac{L}{20} \quad \text{Para minimizar la sensación de que el piso se mueve con el paso de las} \quad (26)$$

personas.

En lo que respecta al diseño preliminar de las vigas principales, se tomarán en cuenta las siguientes sugerencias. Estas vigas desempeñan un papel fundamental al recibir las fuerzas generadas por las vigas secundarias y transferirlas a las columnas. La unión de las vigas principales con las columnas será tomada en consideración y se investigarán métodos de diseño centrados en la máxima resistencia y el diseño plástico. La utilización del diseño plástico

implica el aprovechamiento de la resistencia de reserva de la estructura, especialmente útil en estructuras que carecen de determinación estética.

En el caso de las vigas con extremos fijos, se considera que tienen una indeterminación estática, lo cual permite aprovechar las ventajas económicas del diseño plástico. Siguiendo estos criterios, se reconoce que las estructuras sin determinación estática tienen la capacidad de redistribuir sobrecargas gracias a la ductilidad del acero, generando ahorros significativos al retrasar la formación de articulaciones plásticas hasta que se alcance una plasticidad más notable después de llegar al límite de resistencia.

4.3.2.3 Diseño de Columnas

El diseño de columnas implica un proceso repetitivo que se desarrolla mediante un enfoque de prueba y error. En este contexto, es importante presentar el procedimiento descrito en el código LRFD, el cual se destaca por su método de selección rápida de secciones de prueba. Para llevar a cabo esta selección eficiente, se utiliza el método de carga concéntrica equivalente o carga efectiva, en el cual la carga axial y los momentos flectores son reemplazados por una carga axial ficticia.

El cálculo de la carga equivalente tiene como objetivo representar la carga axial real del diseño junto con el momento de diseño. Es fundamental que la carga efectiva sea capaz de generar un esfuerzo equivalente al máximo producido por la carga axial y los momentos flectores. Cuando se encuentra con columnas que soportan carga concéntrica y actúan exclusivamente a compresión, el proceso de predicción se simplifica de manera significativa. En este caso, la carga efectiva se determina de manera más directa, lo que simplifica el diseño y acelera el procedimiento.

Este enfoque iterativo, respaldado por el método de carga concéntrica equivalente, facilita la toma de decisiones durante el diseño de columnas al ofrecer una evaluación rápida y

efectiva de las secciones de prueba. Con la información suministrada en las tablas de códigos LRFD que corresponden a los esfuerzos críticos permisibles para elementos sometidos solo a compresión, se busca colaborar con el software especializado de estructuras en relación a un elemento de acero con una resistencia A36.

4.4 Análisis Precios Unitarios

El Análisis de Precios Unitarios (APU), también conocido como análisis de costo unitario, es ampliamente utilizado en la gestión de proyectos de construcción, especialmente en países de habla latina. El APU, en línea con las mejores prácticas de gestión de proyectos y la teoría de la triple restricción (Alcance, Tiempo y Costo) se convierte en una técnica esencial para mejorar la precisión en las estimaciones durante los procesos de planificación. Una vez diseñado los dos tipos de estructuras con sus principales materiales a emplearse como el concreto y el acero, es necesario empezar crear los rubros correspondientes a cada estructura mencionada, pues de ellos parte el presente estudio para determinar el presupuesto final de cada opción de construcción convirtiéndose en un referente para la toma de decisiones de Fenixconstructora Cía. Ltda. pues en sus objetivos empresariales busca construir con eficiencia, eficacia y optimización en sus costos de construcción.

Por lo tanto, el presente estudio es de vital importancia para la empresa pues al momento no se cuenta con el estudio comparativo de los dos tipos de estructuras, ya que en sus objetivos estratégicos se direccionan a la construcción con materiales alternativos para ellos es necesario realizar un estudio de costos unitarios para elegir la mejor opción determinado sus costo y beneficio.

La metodología utilizada para determinar los costos de los dos tipos de estructuras concreto y acero se organizan en varios pasos clave que incluyen la selección de elementos del presupuesto, la identificación y consideración de insumos, y la elaboración del precio unitario

básico. En la primera fase, se eligieron las categorías más utilizadas para realizar análisis de precios unitarios, estableciendo así la base del presente estudio. Para determinar el precio unitario, se tuvieron en cuenta diversos elementos, como materiales, herramientas, equipos, mano de obra y transporte. Es importante destacar que el costo de transporte asociado a cada elemento se refiere al traslado dentro de la zona urbana de Cuenca, lo que proporciona un contexto específico para la estimación de los costos.

En el siguiente paso, la estructuración del precio unitario básico se basa en tres elementos esenciales: maquinaria, materiales y mano de obra. En cuanto a la maquinaria, se incluyen los gastos relacionados con el uso de herramientas básicas y equipos de última generación. La categoría de materiales abarca todos los insumos necesarios para completar el proyecto, especificando sus cantidades y precios en la tabla correspondiente. Por último, el factor de mano de obra considera tanto el personal calificado como no calificado necesario para llevar a cabo la tarea, ofreciendo una perspectiva completa de los recursos humanos requeridos.

Asimismo, se incluyen las especificaciones fundamentales, las cuales representan los requisitos técnicos mínimos requeridos por la supervisión para certificar los trabajos de construcción de la vivienda de dos pisos, según las regulaciones aplicables. Por último, la elaboración del presupuesto se concreta a través de un listado de elementos organizados según los parámetros previamente explicados, junto con sus respectivos códigos, unidades de pago, cantidades de trabajo y valores unitarios deducidos de los análisis de precios unitarios. Estos valores parciales se obtienen al multiplicar las cantidades de trabajo por los valores unitarios, creando una estructura detallada y cuantificada del presupuesto de obra.

4.4.1 Análisis de Precio Unitario por Mano de Obra

El parámetro de mano de obra, se procede a la determinación del tiempo de ejecución necesario para llevar a cabo una actividad, considerando el personal obrero involucrado en el

rubro en cuestión. En este proceso, se establece el valor correspondiente por hora de trabajo, siendo el costo resultante por hora del obrero el componente clave en el análisis. La eficiencia y productividad se sustentan en la comprensión del tiempo que requiere un obrero o grupo de obreros para completar una tarea específica, sirviendo este dato como base para estimar el rendimiento del equipo laboral en la ejecución del trabajo asignado. La completa comprensión de un campo particular en el ámbito de la construcción es fundamental para asegurar su fiabilidad y una ejecución eficiente. En conclusión, en este análisis, se brinda una descripción en profundidad de dicho campo, tratando varios parámetros que tienen un impacto directo en su confiabilidad y son fundamentales para su posterior ejecución, como se detalla en la Tabla 10.

Tabla 10

Tabla para cálculo del precio unitario de mano de obra

Mano de Obra					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	SALARIO/HORA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	$C = A \times B$	R	$D = C \times R$
Subtotal					

Nota. La tabla muestra el formato que se utiliza para el cálculo del precio unitario de mano de obra por cada unidad de trabajo.

Resulta pertinente resaltar que los valores establecidos para el precio de la labor por hora se sustentan en las pautas proporcionadas por la Contraloría General del Estado. Estos valores, cuidadosamente fijados y actualizados de acuerdo con los salarios mínimos estipulados por ley en el año 2024, ofrecen una base sólida y confiable para la planificación y ejecución del ámbito en cuestión. La transparencia y el cumplimiento de las regulaciones gubernamentales

garantizan no solo la equidad en las prácticas laborales, sino también la coherencia y la confiabilidad en los cálculos vinculados al precio de la labor, componentes esenciales para el éxito y la sostenibilidad del proyecto en desarrollo.

4.4.2 Análisis de Precio Unitario por Material

La selección de materiales va más allá de la simple especificación, comprendiendo un análisis detallado de los costos asociados, teniendo en cuenta factores como las fluctuaciones del mercado y las condiciones específicas del entorno de construcción. La transparencia en la determinación de costos por material es esencial para una planificación precisa y la elaboración de presupuestos detallados, aspectos fundamentales para el éxito financiero del proyecto. Este minucioso enfoque no solo garantiza el cumplimiento de los requisitos económicos, sino que también facilita la toma de decisiones informada, lo que permite ajustes estratégicos en la elección de materiales según factores económicos y de calidad. La cuidadosa consideración de los costos de los materiales contribuye a prevenir posibles desafíos financieros durante la ejecución del proyecto, fortaleciendo así su viabilidad y éxito general.

La precisión en la estimación de costos proporciona una base sólida para la adaptabilidad del proyecto ante cambios en los precios de los materiales e innovaciones en el mercado de la construcción. En resumen, prestar atención detallada al parámetro de los materiales es fundamental para asegurar la eficiencia en la gestión de recursos y la entrega de un proyecto construido sobre bases financieras sólidas y sostenibles.

En la Tabla 11, se muestra una detallada descripción de los nombres de cada material junto con su respectivo costo individual. Es importante destacar que los valores consignados se obtienen de los índices de precios de la construcción del Índice de Precios de la Construcción (IPCO). Este enfoque garantiza la transparencia y precisión al determinar los costos, al utilizar

indicadores confiables del mercado de la construcción para establecer una base sólida en la estimación de los precios unitarios.

Tabla 11. *Tabla para el cálculo del precio unitario del material*

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		<i>A</i>	<i>B</i>	$D = A \times B$
Subtotal				

Nota. La tabla muestra el formato que se utiliza para el cálculo del precio unitario del material por cada unidad de trabajo.

4.4.3 Análisis de Precio Unitario por Equipo

En el análisis de los parámetros relacionados con los equipos y herramientas, se lleva a cabo una minuciosa identificación de los recursos a utilizar en el ámbito específico. Durante este proceso, se establece el valor por hora de trabajo y los costos asociados a cada operación, aspectos fundamentales para llevar a cabo una evaluación precisa de los recursos necesarios. La eficiencia operativa se basa en la comprensión del tiempo de utilización del equipo durante la jornada diaria, lo cual tiene un impacto directo en el rendimiento global del proyecto. Para el análisis el análisis no solo se aborda la selección y valoración de los equipos, sino que también se tienen en cuenta el detalle de los costos relacionados con su funcionamiento.

La transparencia en la determinación de los costos por hora y por operación resulta esencial para que la planificación sea precisa y sea posible la elaboración de presupuestos detallados que son elementos críticos para lograr el éxito financiero del proyecto de construcción de la vivienda de dos pisos. Para el cálculo se ha propuesto el formato detallado en la Tabla 12, donde se consideran todos los parámetros necesarios.

Tabla 12. *Tabla para los cálculos de precios unitarios de los equipos.*

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	$C = A \times B$	R	$D = C \times R$
Subtotal					

Nota. La tabla muestra el formato que se utiliza para el cálculo del precio unitario de los requeridos por cada unidad de obra.

Dentro de la sección de equipos, se describen las herramientas que desempeñan un rol vital en el sector, brindando información detallada sobre el tipo de herramienta utilizada, tal como se muestra en la tabla adjunta. En este análisis, se profundiza en los indicadores de costos asociados con la maquinaria y los equipos de construcción, obteniendo información precisa del Índice de Precios de la Construcción (IPCO). Este enfoque exhaustivo no solo identifica y clasifica las herramientas relevantes, sino que también realiza una evaluación detallada de los costos relacionados con la maquinaria y los equipos, basándose en indicadores confiables del mercado de la construcción.

La transparencia al presentar estos índices de costos no solo fortalece la estimación precisa de los presupuestos, sino que también contribuye a la toma de decisiones bien fundamentadas en lo que respecta a la asignación y el uso eficiente de los recursos de maquinaria y equipos en el proyecto de construcción.

4.4.4 Costo Total del Rubro

El cálculo del costo total asociado al rubro se realiza sumando tres elementos clave: trabajo manual, materiales y equipos. Además, se incluyen los costos indirectos y las ganancias, los cuales están expresados en forma de un porcentaje que oscila entre el 0% y el 20%, la Tabla 13 muestra un desglose detallado de cada uno de estos elementos.

Tabla 13. *Tabla para el cálculo del costo total de cada rubro*

COSTO TOTAL DEL RUBRO					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	$C = A \times B$	R	$D = C \times R$
Subtotal					

Nota. La tabla muestra el formato que se utiliza para el cálculo del costo total de cada rubro.

Este análisis integral no sólo contempla los elementos directos del proyecto, como el trabajo manual, los materiales y los equipos, sino que también incorpora los gastos indirectos y las ganancias, lo que refleja el porcentaje de beneficio que la empresa espera obtener. La presentación detallada en la tabla 13 permite comprender con transparencia la estructura de costos, lo cual facilita tomar decisiones informadas en la gestión financiera del presente proyecto.

4.4.5 El Costo Indirecto

Se encuentra en un rango variable del 5% al 20%, cubriendo gastos asociados con la oficina, los servicios básicos y los desplazamientos, entre otros. La rentabilidad del sistema se incrementa a través de la optimización de los procesos, lo cual implica la implementación y verificación de todas las partidas necesarias para llevar a cabo una obra. Este enfoque engloba mejoras en los pedidos a los proveedores, la eficiente entrega a las obras y un cálculo preciso de los materiales y los costos totales de la vivienda.

El objetivo principal del proyecto es agilizar la elaboración de presupuestos, mejorar el cálculo de precios por metro cuadrado y los costos unitarios de cada rubro vinculado. Esta perspectiva posibilita un seguimiento detallado de las etapas del presupuesto, desde su inicio hasta su conclusión, cubriendo aspectos como materiales, mano de obra y equipos. Se planifican minuciosamente los costos de cada etapa para asegurar el progreso de la obra, logrando resultados tangibles como una planificación financiera efectiva en términos de dinero y

volumen para la empresa constructora, un control preciso de los ingresos y gastos, la coordinación y dirección de un cronograma basado en las actividades a realizar, y la obtención de resultados periódicos.

Esta perspectiva holística no solo impulsa la eficiencia operativa, sino que también contribuye a la gestión estratégica y sostenible de la empresa en el ámbito de la construcción.

4.4.6 Realización del Presupuesto

En la elaboración del presupuesto, se procede a identificar con precisión los elementos que han sido cuidadosamente analizados mediante la aplicación de la metodología conocida como Análisis de Precio Unitario (APU). Este enfoque proporciona de manera minuciosa los parámetros fundamentales, así como las actividades, equipos y materiales que serán empleados en la construcción de la vivienda. Por lo tanto, El APU no solamente facilita la determinación exacta de los costos unitarios, sino que también se convierte en una referencia fundamental para la planificación y estimación de recursos en cada fase del proyecto, brindando así una formulación de presupuesto más eficaz y precisa. En la Tabla 14 se muestra los parámetros a considerar para el cálculo.

Tabla 14

Tabla para calcular el presupuesto

Presupuesto				
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unitario
			Presupuesto Total	

Nota. La tabla muestra el formato que se utiliza para el cálculo del presupuesto de cada opción de estructura de la vivienda.

5. Resultados

5.1 Resultados del Diseño en Acero

El resultado obtenido en el diseño de estructuras para acero se detalla en los siguientes ítems.

5.1.1 Diseño de Losa con Placa Colaborante

La placa colaborante cumplen una función clave al distribuir las cargas hacia los elementos estructurales, por lo tanto, se ha tomado como referente para el diseño una placa colaborante accesible en el mercado nacional ecuatoriano. A continuación, se observa la Tabla 15 del diseño para la losa para la vivienda.

Tabla 15

Resultados del dimensionamiento para la losa de la vivienda

DIMENSIONAMIENTO DE LOSA EN PLACA DECK		
Separación promedio entre apoyos	1,5	m
Selección del espesor de la placa deck	0,65	cm
Espesor de la Losa	6	mm
Volumen de Hormigón m ³ /m ²	0,0695	m ³ /m ²
Espesor Total de la Losa	11	cm



Carga muerta de Losa

Peso de la Placa en 0.65 mm 6,38 kg/m²

Peso del Hormigón 210 kg/m²

Peso propio de la Losa 216,38 kg/m²

Enlucido 44 kg/m²

Rasanteo de pisos 44 kg/m²

Peso de la Mampostería

DIMENSIONAMIENTO DE LOSA EN PLACA DECK

Carga Permanente	288 kg/m ²
Carga Viva	200 kg/m ²

Nota. La tabla muestra el diseño de la losa con placa colaborante. Adaptado de (Kubilosa, 2024)

Es fundamental considerar un grosor de 11cm para la placa colaborante, junto con un espesor de 0.65mm. Estos valores son elegidos de acuerdo con las pautas establecidas según el catálogo de (chavezcr27, 2018), tal y como se desglosa en la Tabla 16 de referencia que se adjunta para el cálculo del espesor total de la losa de concreto más placa colaborante.

Tabla 16

Selección del espesor de la losa

CARGA SOBREPUESTA (KG/M)											MÁXIMA LUZ SIN APUNTALAR SEGÚN CONDICIONES DE APOYO						
ESPESOR KUBILOSA	ESPESOR LOSA	SEPARACIÓN ENTRE APOYOS (m)										CONDICIÓN DE APOYO	ESPESOR DE LA LOSA (cm)				
		(mm)	(cm)	1,60	1,80	2,00 3,00	2,20	2,40	2,60	2,80	3,20		3,40	(mm)	5	6	7
0,65	5	2.200	1.727	1.365	1.098	894	736	610	509	426	357	0,65	una luz	1,59	1,52	1,47	1,42
	6	2.200	1.979	1.565	1.258	1.025	844	700	584	489	410		dos luces	2,06	1,98	1,90	1,84
	7	2.200	2.229	1.763	1.418	1.156	951	789	659	552	463		tres luces	1,91	1,83	1,76	1,70
	8	2.200	2.478	1.960	1.557	1.285	1.058	878	733	614	516		cuatro luces				
0,76	5	2.200	2.046	1.624	1.311	1.074	889	742	624	527	446	0,76	una luz	1,67	1,60	1,54	1,49
	6	2.200	2.345	1.861	1.503	1.231	1.019	851	716	605	510		dos luces	2,17	2,08	2,01	1,94
	7	2.200	2.641	2.097	1.694	1.388	1.149	960	807	682	579		tres luces	2,01	1,92	1,85	1,79
	8	2.200	2.936	2.331	1.884	1.543	1.278	1.068	898	759	644		cuatro luces				
0,90	5	2.200	2.450	1.951	1.582	1.301	1.082	909	744	582	456	0,90	una luz	1,77	1,70	1,63	1,58
	6	2.200	2.808	2.236	1.813	1.492	1.241	1.043	883	751	643		dos luces	2,30	2,20	2,12	2,05
	7	2.200	2.200	2.519	2.043	1.681	1.399	1.175	995	847	725		tres luces	2,12	2,03	1,96	1,89
	8	2.200	2.200	2.801	2.272	1.869	1.556	1.307	1.107	943	807		cuatro luces				

Nota. En la tabla se muestra los criterios la selección del espesor de la losa.

▪ Carga muerta de la losa

De acuerdo al fundamento teórico se considera carga muerta a las cargas que constan en la parte estructural de la vivienda de dos pisos, entonces se tienen los siguientes valores mostrados en la Tabla 17.

Tabla 17

Resultados de la carga muerta de la losa

Peso de la placa ($e=0.65\text{mm}$)	$Pp = 6.38\text{kg}/\text{m}^2$		
Peso del hormigón por unidad de área	m^3	kg	kg
	$p = 0.075 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2} \times 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 180 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$		
Peso propio de la losa por unidad de área	$186.38 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$		
Enlucido y masillado	$1\text{m} \times 1\text{m} = 0.02\text{m}$		
	kg	kg	
	$0.02\text{m} \times 2200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 44 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$		
Peso del piso	$1\text{m} \times 1\text{m} = 0.02\text{m}$		
	kg	kg	
	$0.02\text{m} \times 2200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 44 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$		
Peso de la mampostería	$\frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$		
p_n	$= 200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$		

Nota. La tabla muestra los resultados obtenidos de cada uno de las cargas que componen la carga muerta de la losa.

- **Carga permanente (Cp)**

La carga permanente en una estructura se refiere al peso invariable que opera de forma continua, como el peso inherente de la estructura, las paredes y otros componentes permanentes y tiene el siguiente valor de $CP = 288 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$.

- **Carga viva (L)**

La carga viva se refiere a las cargas producidas por muebles, peso de las personas y objetos sobre la vivienda, en este caso se considera un valor de $L = 200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$ considerando que constará de dos pisos.

5.1.2 dimensionamiento de la Viga Secundaria

El peso a considerar para la viga secundaria está en función de la carga permanente (c_p) y el peso propio de la losa (c_l).

$$\text{Peso de la viga secundaria} = c_p + c_l \quad (28)$$

El peso resultante para la viga secundaria es de $473.38 \frac{kg}{m^2}$

▪ Carga viva

Para el diseño se desprecia el peso propio de la viga secundaria y a continuación se trabaja en la siguiente combinación de carga *LRFD*

$$U = 1.2D + 1.6L$$

$$U = 1.2(474.38 + 1.6(200))$$

$$U = 889.26 \text{ kg/m}^2$$

Multiplicando por el ancho cooperante se obtiene la carga por longitud uniforme distribuida:

$$U = 889.26 \times 1.5 = 1.33 \text{ t/m}$$

Si se tiene una carga muerta de $474.38 \frac{kg}{m^2}$ y una carga viva de $200 \frac{kg}{m^2}$ el valor de la carga viva será de $889.26 \frac{kg}{m^2}$

Con este valor se determina el momento positivo máximo para la viga simplemente apoyada. Adicionalmente se determina reacciones en los apoyos, que las vigas secundarias transmitirán a las vigas principales.

$$M_U = \frac{Wl^2}{8} \quad (29)$$

Donde

W carga viva total

l longitud total

Para los datos se tiene que el momento positivo máximo $M_U = 2.79tm$ y luego de obtener este valor se calcula la reacción que es R_1 .

$$R_1 = \frac{M_U \times l}{2} \quad (30)$$

Obteniéndose un valor de 2.73 toneladas. Ahora, mediante la siguiente expresión 31, se calcula el valor del módulo plástico $Z_{x_{req}}$, donde se tiene el siguiente valor.

$$Z_{x_{req}} = \frac{M_U}{\phi \times F_y} \quad (31)$$

$$Z_{x_{req}} = \frac{2.79 \times 10^5}{0.9 \times 2534}$$

El valor obtenido de $Z_{x_{req}} = 122.33cm^3$ transformada a pulgada será de $7.47pulg^3$.

Con este $Z_{x_{req}}$ se consulta el catálogo y se observa que cumple con el parámetro requerido y el perfil para las vigas secundarias es el W5-16.

A continuación, se utiliza la siguiente relación para minimizar la sensación de movimiento del piso con la circulación de personas, es decir este factor sirve para limitar las vibraciones:

$$N_0 < \frac{l}{20} \quad (32)$$

Sustituyendo los valores de $l = 4.1m$, se obtiene un valor de 20.5cm.

5.1.3 Dimensionamiento de Vigas Principales

La tarea de las vigas principales es recibir las respuestas provenientes de las vigas secundarias y, a su vez, transferirlas a las columnas. Por otro lado, las vigas secundarias se apoyan simplemente sobre la viga principal, por lo tanto, solo transmitirán una carga puntual

cuyo valor es igual a la reacción calculada previamente $R_1 = 2.73t$. Además, el valor de 1,66t corresponde a las respuestas generadas por las vigas secundarias.

$$M_A = \frac{Pa}{L} (L - a) \quad (33)$$

$$M_A = \frac{4.39 \times 1.5}{3} (3 - 1.5)$$

$$M_A = 3.20tn$$

A continuación, se realiza la sumatoria de todas las fuerzas con la finalidad de conocer las reacciones generadas.

$$\sum F_y = 0 \quad (34)$$

$$R_a - P + R_b = 0$$

$$R_b = P - R_a$$

$$\sum M_A = 0$$

$$R_a(0) - 4.39 \times 1.5 + R_b(3) = 0$$

$$R_b(3) = 2.195$$

$$R_a = P - R_b$$

$$R_a = 4.39 - 2.195$$

$$R_a = 2.195 \text{ tn}$$

Como se puede evidencia las dos reacciones de fuerza son iguales y es aceptable, pues se encuentran a la misma distancia.

$$M = Ra \frac{l}{2} \quad (35)$$

Sustituyendo los valores se tiene que el momento es $M = 3.285$. Posteriormente, se buscamos el valor del módulo plástico $Z_{x_{req}}$ para las vigas principal con la siguiente fórmula:

$$Z_{x_{req}} = \frac{M_U}{\phi \times F_y} \quad (36)$$

$$Z_{x_{req}} = \frac{3.285 \times 10^5}{0.9 \times 2534} = 144.04 \text{ cm}^3$$

Donde se tiene un valor de $Z_{x_{req}} = 144.04 \text{ cm}^3$. Con este Z_x se consulta el catálogo y se observa que cumple con el parámetro requerido y el perfil para las vigas principal es un IPN 180.

5.1.4 Predimensionamiento de columnas

La predeterminación de columnas es un proceso que implica ensayos y ajustes iterativos, en este contexto es importante explicar el procedimiento de acuerdo con el código LRFD, que facilita la selección rápida de secciones de prueba. Este método utiliza la carga centrada equivalente o la carga efectiva, donde la carga axial y los momentos flectores se reemplazan por una carga axial ficticia, llamada Pu_{eq} , que es igual a la carga axial de diseño más el momento de diseño. El valor de esta carga equivalente debe generar un esfuerzo igual al máximo esfuerzo producido por la carga axial y los momentos flectores. Para el cálculo de la carga viva (L) se considera la carga permanente (c_p) y el peso propio de la losa (c_l).

$$L = \text{Carga permanente} + \text{Peso propio de la losa} = 474.38 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$L = \text{Peso de las vigas} + \text{Peso de columnas} = 35 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times 1 = 35 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Carga viva} = 200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Con fines de diseño, no se considera el peso propio de la viga secundaria y se trabaja con la siguiente combinación de carga LRFD.

$$U = 1.2D + 1.6L$$

$$U = (1.2 \times 474.38 \frac{kg}{m^2} + 35 \frac{kg}{m^2}) + 1.6 (200 \frac{kg}{m^2})$$

$$U = 931.25 \frac{kg}{m^2}$$

Con la ayuda del área cooperante se calcula la carga axial que soportará la columna del primer piso.

$$Pu = 931.25 \frac{kg}{m^2} \times 9.21m^2 \times 2 = 17.15t$$

A partir de este valor se procede a determinar el valor del esfuerzo crítico con el uso de las tablas del código LRFD, obteniendo un valor de 28.4ksi o 2000 $\frac{kg}{cm^2}$. Luego, de los conceptos básicos de la resistencia de materiales se tiene la siguiente expresión.

$$A_{req} = \frac{P}{\sigma} \quad (37)$$

Donde

A_{req} Área requerida

P : Carga axial última

σ : Esfuerzo admisible de compresión

Finalmente, se determina que para las columnas de la vivienda se utilizarán tubos cuadrados de 100 × 100 × 25 mm.

5.2 Resultados del Diseño del Concreto

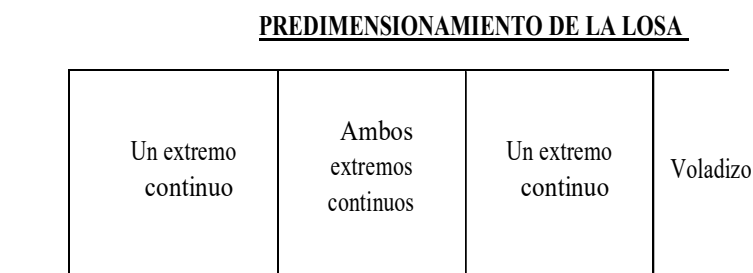
5.3 Diseño de Losas

El diseño de una losa maciza comienza con una evaluación precisa de las cargas que la losa deberá soportar, teniendo en cuenta tanto las cargas permanentes como las variables. La selección del material adecuado, generalmente concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$, es crucial y se consideran las propiedades mecánicas y de resistencia. Al principio, se realiza un

dimensionamiento previo que incluye factores de seguridad y regulaciones locales, como se puede observar en la Figura 12.

Figura 12

Condiciones Iniciales para el diseño de la losa



Nota. La Figura muestra las condiciones de apoyo entre columnas para la determinación del modelo matemático.

En la Tabla 18, se muestra las condiciones iniciales de apoyo de vigas y columnas para poder modelar de forma adecuada y de acuerdo a la normativa vigente.

Tabla 18

Condiciones iniciales para el diseño de la losa

	Espesor mínimo h			
	Simplemente apoyados	Con un extremo continuo	Ambos extremos continuos	En voladizo
Elementos	Elementos que no soporten o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes			
Losas macizas en una dirección	1/20	1/24	1/28	1/10
Vigas o losas nervadas en una dirección	1/16	1/18.5	1/21	1/8

Nota. La tabla muestra los tipos de apoyos que pueden tener las vigas, simplemente apoyadas, con un extremo continuo, ambos extremos continuos y en voladizo.

Los términos utilizados en la Tabla 19 son extraídos de la norma ACI 318-19, donde se da las condiciones de apoyo de las vigas.

Tabla 19*Resultado del dimensionamiento de la losa*

DATOS Y GEOMETRÍA DE LOSA	Datos	unidades
fy	4200	kg/cm ²
Distancia de eje a eje (simplemente apoyada)	0	m
Distancia de eje a eje (un extremo continuo)	4,1	m
Distancia de eje a eje (ambos extremos continuos)	2,5	m
Distancia del voladizo	2	m
TIPO DE LOSA	h mín	unidades
Unidireccional maciza	13,00	cm
Unidireccional alivianada	18,000	cm
Bidireccional maciza	12,53	cm
Bidireccional alivianada	35,00	cm
Unidireccional alivianada volado	25,00	cm

Nota. La tabla muestra los resultados del dimensionamiento de la losa de concreto.

Después, se lleva a cabo un análisis estructural detallado para evaluar las capacidades de carga, deflexiones y otros comportamientos fundamentales. Este análisis guía la determinación de la cantidad y disposición del refuerzo estructural necesario para optimizar la resistencia de la losa.

El diseño detallado sigue este análisis, especificando dimensiones exactas, detalles constructivos y disposición del refuerzo. Este proceso implica cumplir estrictamente con los códigos de construcción y regulaciones actuales obteniendo los siguientes resultados.

5.4 Diseño de Vigas de Concreto

Se lleva a cabo el análisis estructural con el objetivo de evaluar la capacidad de carga, las deflexiones y otros comportamientos clave que se muestran en la tabla 18.

Tabla 20

Resultados del diseño de vigas de concreto

GENERAL (ESTRUCTURACION IRREGULAR)												TIPOS		
EJE	TIP O	LUZ LIBRE	ANCHO TRIBUT L(m)	H(cm)=Ln/11	H(cm) Ln/(4/RAIZ(W	b(cm)=L/20	b (cm) (minimo)	H (cm) (calculado)	b x H	Verifica				
A - A	P	3.20	4.80	29.09	32.64	24.00	15	14	210.00	OK !!!	15x14	V1		
A - A	P	2.50	3.75	22.73	25.50	18.75	15	12	180.00	OK !!!	15x12	V1		
A - A	P	4.10	6.15	37.27	41.82	30.75	20	25	500.00	OK !!!	20x25	V3		
A - A	P	2.00	3.00	18.18	20.40	15.00	15	10	150.00	OK !!!	15x10	V3		
B - B	P	3.20	9.60	29.09	32.64	48.00	15	14	210.00	OK !!!	15x14	V4		
B - B	P	2.50	7.50	22.73	25.50	37.50	15	12	180.00	OK !!!	15x12	V1		
B - B	P	4.10	12.30	37.27	41.82	61.50	20	30	600.00	OK !!!	20x30	V5		
B - B	P	2.00	6.00	18.18	20.40	30.00	15	10	150.00	OK !!!	15x10	V3		
C - C	P	3.20	4.80	29.09	32.64	24.00	15	14	210.00	OK !!!	15x14	V3		
C - C	P	2.50	3.75	22.73	25.50	18.75	15	12	180.00	OK !!!	15x12	V1		
C - C	P	4.10	6.15	37.27	41.82	30.75	20	25	500.00	OK !!!	20x25	V5		
C - C	P	2.00	3.00	18.18	20.40	15.00	15	10	150.00	OK !!!	15x10	V3		
1 - 1	S	3.00	4.50	27.27	30.60	22.50	15	14	210.00	OK !!!	15x14	V2		
1 - 1	S	3.00	4.50	27.27	30.60	22.50	15	14	210.00	OK !!!	15x14	V2		
2 - 2	S	3.00	5.55	27.27	30.60	27.75	15	14	210.00	OK !!!	15x14	V2		
2 - 2	S	3.00	5.55	27.27	30.60	27.75	15	14	210.00	OK !!!	15x14	V2		
3 - 3	S	3.00	9.90	27.27	30.60	49.50	15	14	210.00	OK !!!	15x14	V2		
3 - 3	S	3.00	9.90	27.27	30.60	49.50	15	14	210.00	OK !!!	15x14	V2		
4 - 4	S	3.00	9.15	27.27	30.60	45.75	15	14	210.00	OK !!!	15x14	V2		
4 - 4	S	3.00	9.15	27.27	30.60	45.75	15	14	210.00	OK !!!	15x14	V2		
5 - 5	S	3.00	3.00	27.27	30.60	15.00	15	14	210.00	OK !!!	15x14	V2		
5 - 5	S	3.00	3.00	27.27	30.60	15.00	15	14	210.00	OK !!!	15x14	V2		

Nota. La tabla muestra los resultados obtenidos de las vigas en concreto.

A partir de estos resultados, se determina la distribución y cantidad de refuerzo necesario, si se requiere, para resistir las tensiones y garantizar la integridad estructural. Por

último, el diseño detallado de las vigas especifica las dimensiones exactas, la cantidad y disposición del acero de refuerzo, y otros detalles constructivos. Es crucial que este proceso se realice de acuerdo con las normativas locales y códigos de construcción para asegurar la seguridad y durabilidad de la vivienda.

5.5 *Diseño de Columnas por Gravedad*

El objetivo principal del diseño de columnas de concreto por el método de la gravedad es asegurar que las columnas puedan soportar el peso de la estructura de manera eficiente. Para lograr esto, en primer lugar, se lleva a cabo un análisis exhaustivo de las cargas, incluyendo el peso de la columna y otros elementos. A continuación, se selecciona el tipo de concreto apropiado y se dimensiona la columna teniendo en cuenta su capacidad de carga, al mismo tiempo que se aplican factores de seguridad. El diseño detallado implica definir las dimensiones exactas y la disposición del refuerzo de acero, en estricto cumplimiento de las normativas de construcción que garantizan la resistencia y seguridad adecuadas como se puede observar en la tabla 19 de diseño.

5.6 *Diseño de Columnas por Sismo*

El diseño preliminar de columnas para resistir sismos se centra en garantizar la capacidad de estas para resistir las fuerzas sísmicas. Se consideran elementos como la aceleración sísmica de la región y se aplican evaluaciones estructurales para determinar las cargas sísmicas que deben soportar las columnas. Durante este proceso, se presta especial atención a la resistencia y ductilidad necesarias ante un sismo, tomando en cuenta tanto las características del concreto como el refuerzo utilizado.

Además, se siguen normativas específicas que incorporan detalles constructivos para reforzar la capacidad de las columnas frente a eventos sísmicos, con el objetivo de garantizar la seguridad estructural. Esto se puede verificar en la tabla 20.

Tabla 21

Diseño de columnas por gravedad

PREDIMENSIONAMIENTO DE COLUMNAS POR GRAVEDAD											
(VIVIENDA)											
Numero de Pisos:						02 Pisos					
Carga muerta (WD):											
ALIGERADO	Luz (m) =	4.10	H (cm) =	20.00					300.00	Kg/m2	
TABIQUERIA	Tipo (*): HUECO	Ancho (cm) =	15.00	Altura (m) =	3.00				270.00	Kg/m2	
ACABADOS									100.00	Kg/m2	
VIGAS									48.91	Kg/m2	
COLUMNAS									100.00	Kg/m2	
(*) Tipo de Ladrillo: SOLIDO / HUECO, Altura mayor de tabiqueria											
Carga viva (WL):											
VIVIENDA									200.00	kg/m2	
AZOTEA O CUBIERTA									100.00	kg/m2	
Carga total (PU):											
Peso total de cargas de gravedad que soporta la columna cada piso						1,588.37 Kg/m2					
Peso total de cargas de gravedad que soporta la columna 1 er Piso						3,176.73 Kg/m2					
Peso total de cargas de gravedad que soporta la columna 2 er Piso						1,408.37 Kg/m2					
Peso total de cargas de gravedad por 02 Pisos						4,585.10 Kg/m2					
Resistencia del concreto en columna						210.00 Kg/cm2					
COLUMNA DE CONCRETO											
Tipo de columna	Area tributaria	γt	n	Pg	b x D	si b=D (cm)	b (cm) (minimo)	D (cm) (calculado)	b x D	Verifica	TIPOS
Interior	58.63	1.10	0.25	22402.01	469.38	21.67	25	25	625.00	OK !!!	25x25
DISTRIBUCION DE LAS COLUMNAS											
Tipo de columna	Area tributaria	γt	n	Pg	b x D	si b=D (cm)	b (cm) (minimo)	D (cm) (calculado)	b x D	Verifica	TIPOS
C1 Esquinera	2.25	1.50	0.20	10316.46	368.45	19.19	20	25	500.00	OK !!!	20x25
C2 Interior	4.27	1.10	0.25	19578.36	410.21	20.25	20	25	500.00	OK !!!	20x25
C3 Interior	4.95	1.10	0.25	22696.22	475.54	21.81	20	25	500.00	OK !!!	20x25
C4 Esquinera	3.07	1.50	0.20	14076.24	502.72	22.42	25	25	625.00	OK !!!	25x25
C5 Interior	4.80	1.10	0.25	22008.46	461.13	21.47	20	25	500.00	OK !!!	20x25
C6 Interior	8.55	1.10	0.25	39202.56	821.39	28.66	20	45	900.00	OK !!!	20x45
C7 Interior	9.90	1.10	0.25	45392.44	951.08	30.84	20	50	1000.00	OK !!!	20x50
C8 Interior	6.15	1.10	0.25	28198.33	590.82	24.31	25	25	625.00	OK !!!	25x25
C9 Esquinera	2.40	1.50	0.20	11004.23	393.01	19.82	20	25	500.00	OK !!!	20x25
C10 Interior	4.27	1.10	0.25	19578.36	410.21	20.25	20	25	500.00	OK !!!	20x25
C11 Interior	4.95	1.10	0.25	22696.22	475.54	21.81	20	25	500.00	OK !!!	20x25
C12 Esquinera	3.07	1.50	0.20	14076.24	502.72	22.42	25	25	625.00	OK !!!	25x25

Nota. La tabla muestra los resultados obtenidos de las columnas por gravedad.

Tabla 22

Diseño de columnas por sismo

PREDIMENSIONAMIENTO DE COLUMNAS POR SISMO										
(VIVIENDA)										
Datos por Sismo:										
DATOS					CALCULOS			CORTANTE POR SISMO		
CATEGORIA DE EDIFICACION		C			U =	1.00		Vs = ZUCS x Pe		
ZONA SISMICA		2			Z =	0.25				
TIPO DE SUELO		D			Tp (s) =	0.90				
PERIODO FUNDAMENTAL (*)		1			S =	1.40				
ALTURA DE LA EDIFICACION (m)		6.00			CT =	35				
(*)					T =			0.17		
1 Elementos resistentes en la dirección de los pórticos					C =			2.50		
2 Elementos resistentes pórticos, cajas de ascensores					ZUCS =			0.88		
3 Elementos sismorresistentes por muros de corte										
Calculo del Peso de la Estructura:										
Numero de Pisos: <input type="text" value="02"/> Pisos										
Carga muerta (WD):										
ALIGERADO	Luz (m) =	<input type="text" value="4.10"/>	H (cm) =	20.00	300.00 Kg/m2					
TABQUERIA	Tipo (*) =	HUECO	Ancho (cm) =	<input type="text" value="15.00"/>	Altura (m) =	<input type="text" value="3.00"/>	270.00 Kg/m2			
ACABADOS					100.00 Kg/m2					
VIGAS					48.91 Kg/m2					
COLUMNAS					100.00 Kg/m2					
(*) Tipo de Ladrillo: SOLIDO / HUECO, Altura mayor de tabiqueria										
					WD = 818.91 Kg/m2					
Carga viva (WL):										
VIVIENDA					<input type="text" value="200.00"/> kg/m2					
AZOTEA O CUBIERTA					100.00 kg/m2					
					WL = 300.00 Kg/m2					
Carga total (PU):										
Peso total de cargas de gravedad que soporta la columna cada piso					1,588.37 Kg/m2					
Peso total de cargas de gravedad que soporta la columna					1 er Piso	1 er Piso	3,176.73 Kg/m2			
Peso total de cargas de gravedad que soporta la columna					2 er Piso	2 er Piso	1,408.37 Kg/m2			
Peso total de cargas de gravedad por					02 Pisos		PU = 4,585.10 Kg/m2			
Calculo de Seccion de la Columna:										
DATOS					CORTANTE POR SISMO					
ALTURA DEL PRIMER NIVEL (m)		3.00			Vs = ZUCS x Pe					
Nro de Columnas		12.00			Vs = 4,011.96 kg/m2					
Resistencia del Concreto		210.00			Pe = PU x Area Trib					
Distorsion Permisible		0.007								
Modulo de Elasticidad del Concreto		2.17E+05								
COLUMNA DE CONCRETO										
Tipo de columna	Area tributaria	Vs (Kg)	b x D	SI b=D (cm)	b (cm) (minimo)	D (cm) (calculado)	b x D	Verifica	TIPOS	
COLUMNAS	58.63	235,221.10	538.38	23.20	25	25	625.00	OK !!!	25x25	GENERAL
DISTRIBUCION DE COLUMNAS										
Tipo de columna	Area tributaria	Vs (Kg)	b x D	SI b=D (cm)	b (cm) (minimo)	D (cm) (calculado)	b x D	Verifica	TIPOS	
C1 Esquinera	2.25	9,026.91	365.35	19.11	20	25	500.00	OK !!!	20x25	C1
C2 Interior	4.27	17,131.06	503.31	22.43	25	25	625.00	OK !!!	25x25	C2
C3 Interior	4.95	19,859.19	541.90	23.28	25	25	625.00	OK !!!	25x25	C2
C4 Esquinera	3.07	12,316.71	426.77	20.66	20	25	500.00	OK !!!	20x25	C1
C5 Interior	4.80	19,257.40	533.63	23.10	25	25	625.00	OK !!!	25x25	C2
C6 Interior	8.55	34,302.24	712.20	26.69	20	40	800.00	OK !!!	20x40	C3
C7 Interior	9.90	39,718.39	766.37	27.68	20	40	800.00	OK !!!	20x40	C3
C8 Interior	6.15	24,673.54	604.03	24.58	25	25	625.00	OK !!!	25x25	C2
C9 Esquinera	2.40	9,628.70	377.33	19.43	20	25	500.00	OK !!!	20x25	C1
C10 Interior	4.27	17,131.06	503.31	22.43	25	25	625.00	OK !!!	25x25	C2
C11 Interior	4.95	19,859.19	541.90	23.28	25	25	625.00	OK !!!	25x25	C2
C12 Esquinera	3.07	12,316.71	426.77	20.66	25	25	625.00	OK !!!	25x25	C2

Nota. La tabla muestra los resultados obtenidos de las columnas por sismo.

5.7 Descripción y Argumentación teórica de Resultados del Presupuesto de la Estructura en Acero Vs la Estructura de Concreto

En esta investigación se ha realizado un análisis comparativo entre una vivienda que utiliza una estructura de acero y otra con una estructura convencional en concreto. La elección de utilizar una vivienda con estructura de acero se basa en los resultados superiores que proporciona en comparación con la alternativa convencional en concreto. Para llevar a cabo este estudio, se ha diseñado una vivienda unifamiliar utilizando una estructura de acero, integrando todas las disciplinas de ingeniería necesarias para elaborar el presupuesto. Los resultados finales del análisis comparativo respaldan la preferencia por la vivienda con estructura de acero. Cabe destacar que la vivienda con estructura de acero ofrece una reducción significativa en el tiempo de ejecución, lo cual se traduce directamente en una disminución de los costos de construcción. A continuación, se presenta los rubros de cada presupuesto.

5.7.1 Presupuesto de la Estructura en Acero

El presupuesto logrado para la edificación de la casa en estructura de acero ha sido minuciosamente elaborado, considerando cada aspecto necesario para asegurar la solidez y eficiencia del proyecto. Se han examinado en detalle los costos asociados con los materiales específicos para estructuras de acero, así como los honorarios profesionales de las diferentes disciplinas de ingeniería involucradas en el diseño y construcción. La eficiencia en el uso del acero, sumado a su durabilidad y resistencia, ha contribuido a optimizar los gastos de construcción en comparación con estructuras tradicionales. Este presupuesto no solo refleja la viabilidad económica del proyecto, sino también la inversión inteligente en tecnologías y materiales que garantizan un rendimiento superior y una vida útil prolongada de la vivienda. Obteniendo un presupuesto de 52188.74 dólares americanos para la estructura de acero como se puede observar en la Tabla 23 presentada a continuación.

Tabla 23

Presupuesto de la vivienda con estructura de acero

PRESUPUESTO DE LA VIVIENDA EN ESTRUCTURA DE ACERO					
TABLA DE CANTIDADES Y PRECIOS					
ITEM	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT	P. TOTAL
INSTALACIONES DE OBRA					
IO-3450	Caseta para guardianía	GLB	1,00	445,17	445,17
IO-3461	Instalaciones provisional agua no incluye tarifa de consumo	PT	1,00	53,96	53,96
IO-3123	Instalación provisional de luz ele. no incluye tarifa de consumo	GLOBAL	1,00	48,61	48,61
IO-3482	Limpieza y desbroce manual	M2	102,00	1,03	105,06
IO-3412	Replanteo y nivelación	M2	102,00	1,67	170,34
IO-3496	Cerramiento provisional h= 2.40M metal galvalume E=0,40MM	M	37,00	32..36	0,00
CIMIENTO EXCAVACIONES Y RELLENO					
CER-9512	Cadenas de amarre H.S. F´C=210 KG/CM2	M3	29,41	213,04	6265,51
CER-9631	Excavación a mano cimientos y plintos	M3	22,35	10,64	237,80
CER-9732	Relleno en cimiento con material de excavación	M3	18,00	5,67	102,06
CER-9699	Muros de H. Ciclopeo 60% H.S F´C=180 KG/CM2+40% P	M3	20,70	90,34	1870,04
FASE ESTRUCTURA EN GENERAL EN ACERO					
EC-8137	Replanteo de Ho.So F`c=180kg/cm2. ESP.=5cms.	M2	58,80	5,99	352,21
EC-8923	Plinto de HS F`c=210 KG/CM2. (Inc. Parrilla í=12mm	M3	1,62	326,27	528,56
EC-8674	Columna tubo cuadrado 100x100x0.25	ML	72,00	16,21	1167,12
EC-8044	Losa con placa colaborante esp. 11cm	ML	60,00	13,00	780,00
EC-8500	Viga principal IPN 180	ML	9,70	43,53	422,24

PRESUPUESTO DE LA VIVIENDA EN ESTRUCTURA DE ACERO

TABLA DE CANTIDADES Y PRECIOS

EC-8142	Viga secundaria W5-16	ML	42,00	13,22	555,24
EC-8889	Escaleras en estructura metálica	GLOBAL	1,00	250,12	250,12
EC-8120	Dinteles 10 X 20 CM (2Ø 10 + 1Ø8 C/20 CM.)	M	8,00	13,29	106,32
PC-0204	Mampostería de ladrillo hueco E=10CM	M2	214,20	12,45	2666,79
PC-0475	Mampostería de ladrillo hueco E=15CM	M2	144,60	14,26	2062,00
PC-0129	Enlucido de paredes interior	M2	560,06	7,82	4379,67
PC-0984	Enlucido de paredes exterior	M2	57,60	9,23	531,65
PC-0934	Enlucido de filos	M	166,40	3,85	640,64
PC-0234	Nivelado de piso con hormigón fc=180 kg/cm2 E=5 cm	m2	129,60	12,01	1556,50
REVESTIMIENTO Y TERMINADOS					
RT-5323	Piso flotante 8MM AC3	M2	61,20	18,23	1115,68
RT-5431	Cerámica en paredes de baño	M2	69,50	26,34	1830,63
RT-5763	Piso de porcelanato nacional rectificado	M2	58,80	32,34	1901,59
RT-5967	Pintura de látex interior	M2	48,28	3,47	167,53
RT-5922	Pintura de látex exterior	M2	249,54	5,12	1277,89
RT-5931	Empaste Interior	M2	249,54	3,49	870,89
CARPINTERIA MADERA / VIDRIO / GYPSUM					
CMV-7321	Puerta de laurel lacada 140/270	U	1,00	289,23	289,23
CMV-7954	Puerta tambor MDFA=0,90,H=2,05M	U.	3,00	184,23	552,69
CMV-7724	Puerta tambor MDFA=0,70, H=2,05M	U.	3,00	159,12	477,36
CMV-7832	Closets de malamina	M	15,00	145,98	2189,70
CMV-7093	Muebles altos y bajos en cocina terminados en malamina	M2	20,25	190,23	3852,16
CMV-7832	Puerta de aluminio tipo PU 11	M2	1,00	193,23	193,23
CMV-7754	Cielo raso Gypsum bloques 01,02	M2	139,51	15,20	2120,55
INSTALACIONES ELECTRICAS					
IE-5230	Acometida	GLB	1,00	24,10	24,10

PRESUPUESTO DE LA VIVIENDA EN ESTRUCTURA DE ACERO					
TABLA DE CANTIDADES Y PRECIOS					
IE-5863	Panel de control	PTO	1,00	74,91	74,91
IE-5199	Punto de iluminación en (2X12)AWG-TW en tubería conduit galvanizada EMT de 1/2" sin bajante	U	28,00	16,56	463,68
IE-5348	Tomacorriente regulado	U	16,00	3,36	53,76
INSTALACIONES SANITARIAS					
IS-2534	Provisión e instalación de Ventanas de Aluminio	M2	25,92	41,98	1088,12
IS-2234	Acometida de agua potable	M	17,00	106,95	1818,15
IS-2265	Punto de agua potable 1/2 pulgada	PTO	9,00	66,23	596,07
IS-2964	Lavadero acero inoxidable un pozo	U.	19,95	106,95	2133,65
IS-2982	Sanitario	U.	1,00	259,23	259,23
IS-2008	Ducha de acero inoxidable	U	2,00	39,23	78,46
IS-2477	Llave cromada tipo F.V	U.	4,00	123,23	492,92
IS-2833	Bajante de agua servidas PVC 110mm	M	37,78	11,57	437,27
IS-2379	Bajante de aguas lluvias PVC 110 mm	M	19,74	13,41	264,71
IS-2136	Tubería PVC 2" y accesorios	M	7,50	7,98	59,85
IS-2916	Caja de revisión 30 x 30 cm, con tapa cerco metálico	U	1,00	60,52	60,52
VARIOS					
V-1173	Granito en meson de cocina	M2	4,60	145,30	668,38
V-1643	Pasamano de madera H=0.9M	M	6,62	65,23	431,82
V-1992	piso de tablon en gradas	M2	5,00	42,33	211,65
V-1766	Rastreras de madera	M	159,00	5,25	834,75
COSTO TOTAL				52.188,74	
SON: cincuenta y dos mil ciento ochenta y ocho con 74/100					

Nota. La tabla muestra los resultados del presupuesto para la vivienda con estructura de acero.

5.7.2 Presupuesto de la Estructura en Concreto

Para el cálculo minucioso del presupuesto para la construcción de la vivienda en concreto se ha tenido en cuenta todos los aspectos necesarios para garantizar la solidez y durabilidad del proyecto. A continuación, se muestra en la Tabla 24 el presupuesto de la vivienda considerando el concreto como elemento base.

Tabla 24

Presupuesto de la vivienda con estructura de concreto

PRESUPUESTO DE LA VIVIENDA EN ESTRUCTURA DE CONCRETO.					
TABLA DE CANTIDADES Y PRECIOS					
ITEM	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT	P. TOTAL
INSTALACIONES DE OBRA					
IO-3450	Caseta para Guardianía	GLB	1,00	445,17	445,17
IO-3461	Instalaciones provisional agua no incluye tarifa de consumo	PT	1,00	53,96	53,96
IO-3123	Instalación provisional de luz ele. No incluye tarifa de consumo	GLOBAL	1,00	48,61	48,61
IO-3482	Limpieza y desbroce manual	M2	102,00	1,03	105,06
IO-3412	Replanteo y nivelación	M2	102,00	1,67	170,34
IO-3496	Cerramiento provisional h= 2.40M metal galvalume e=0,40mm	M	37,00	32..36	0,00
CIMIENTO EXCAVACIONES Y RELLENO					
CER-9512	Cadenas de amarre h.s. f'c=210 kg/cm2	M3	29,41	213,04	6265,51
CER-9631	Excavación a mano cimientos y plintos	M3	22,35	10,64	237,80
CER-9732	Relleno en cimiento con material de excavación	M3	18,00	5,67	102,06
CER-9699	Muros de h. Ciclpeo 60% h.s f'c=180 kg/cm2+40% p	M3	20,70	90,34	1870,04
FASE ESTRUCTURA EN GENERAL EN CONCRETO					

PRESUPUESTO DE LA VIVIENDA EN ESTRUCTURA DE CONCRETO.

TABLA DE CANTIDADES Y PRECIOS

EC-8137	Replanteo de Ho.So F`c=180kg/cm2. ESP.=5cms.	M2	58,80	5,99	352,21
EC-8923	PLINTO DE HS f`c=210 KG/CM2. (INC. PARRILLA í=12mm	M3	1,62	326,27	528,56
EC-8674	Hormigon simple en columnas fc=210 kg/cm2 incluye encofrado	M3	4,50	240,97	1084,37
EC-8044	LOSA DE HORMIGON E= 14CM	M2	60,00	40,00	2400,00
EC-8500	Losa alivianada E = 20 CM; F'C = 210 KG / CM2	M2	69,00	38,23	2637,87
EC-8142	Escalera de hormigón fc=210 kg/cm2	M3	0,87	285,23	247,21
EC-8889	Hormigón simple en vigas FC=210 KG/CM2 incluye encofrado	M3	5,44	159,22	866,16
EC-8120	Dinteles 10 X 20 CM (2Ø 10 + 1Ø8 C/20 CM.)	M	8,00	13,29	106,32
PC-0204	Mampostería de ladrillo hueco E=10CM	M2	214,20	12,45	2666,79
PC-0475	Mampostería de ladrillo hueco E=15CM	M2	144,60	14,26	2062,00
PC-0129	Enlucido de paredes interior	M2	560,06	7,82	4379,67
PC-0984	Enlucido de paredes exterior	M2	57,60	9,23	531,65
PC-0934	enlucido de filos	M	166,40	3,85	640,64
PC-0234	Nivelado de piso con hormigon fc=180 kg/cm2 E=5 cm	m2	129,60	12,01	1556,50
REVESTIMIENTO Y TERMINADOS					
RT-5323	Piso flotante 8MM AC3	M2	61,20	18,23	1115,68
RT-5431	Cerámica en paredes de baño	M2	69,50	26,34	1830,63
RT-5763	Piso de porcelanato Nacional rectificado	M2	58,80	32,34	1901,59
RT-5967	Pintura de látex interior	M2	48,28	3,47	167,53
RT-5922	Pintura de látex exterior	M2	249,54	5,12	1277,89

PRESUPUESTO DE LA VIVIENDA EN ESTRUCTURA DE CONCRETO.

TABLA DE CANTIDADES Y PRECIOS

RT-5931	Empaste Interior	M2	249,54	3,49	870,89
CARPINTERIA MADERA / VIDRIO / GYPSUM					
CMV-7321	Puerta de laurel lacada 140/270	U	1,00	289,23	289,23
CMV-7954	Puerta tambor MDFA=0,90,H=2,05M	U.	3,00	184,23	552,69
CMV-7724	Puerta tambor MDFA=0,70, H=2,05M	U.	3,00	159,12	477,36
CMV-7832	Closets de malamina	M	15,00	145,98	2189,70
CMV-7093	muebles altos y bajos en cocina terminados en malamina	M2	20,25	190,23	3852,16
CMV-7832	Puerta de aluminio tipo PU 11	M2	1,00	193,23	193,23
CMV-7754	Cielo raso Gypsum bloques 01,02	M2	139,51	15,20	2120,55
INSTALACIONES ELECTRICAS					
IE-5230	Acometida	GLB	1,00	24,10	24,10
IE-5863	Panel de control	PTO	1,00	74,91	74,91
IE-5199	Punto de iluminación en (2X12)AWG-TW en tubería conduit galvanizada emt DE 1/2" SIN BAJANTE	U	28,00	16,56	463,68
IE-5348	Tomacorriente regulado	U	16,00	3,36	53,76
INSTALACIONES SANITARIAS					
IS-2534	Provisión e instalación de Ventanas de Aluminio	M2	25,92	41,98	1088,12
IS-2234	Acometida de agua potable	M	17,00	106,95	1818,15
IS-2265	Punto de agua potable 1/2 pulgada	PTO	9,00	66,23	596,07
IS-2964	Lavadero acero inoxidable un pozo	U.	19,95	106,95	2133,65
IS-2982	Sanitario	U.	1,00	259,23	259,23
IS-2008	Ducha de acero inoxidable	U	2,00	39,23	78,46
IS-2477	Llave cromada tipo F.V	U.	4,00	123,23	492,92
IS-2833	Bajante de agua servidas PVC 110mm	M	37,78	11,57	437,27

PRESUPUESTO DE LA VIVIENDA EN ESTRUCTURA DE CONCRETO.					
TABLA DE CANTIDADES Y PRECIOS					
IS-2379	Bajante de aguas lluvias PVC 110 mm	M	19,74	13,41	264,71
IS-2136	Tubería PVC 2" y accesorios	M	7,50	7,98	59,85
IS-2916	Caja de revisión 30 x 30 cm, con tapa cerco metálico	U	1,00	60,52	60,52
VARIOS					
V-1173	Granito en mesón de cocina	M2	4,60	145,30	668,38
V-1643	Pasamano de madera H=0.9M	M	6,62	65,23	431,82
V-1992	piso de tablón en gradas	M2	5,00	42,33	211,65
V-1766	Rastreras de madera	M	159,00	5,25	834,75
COSTO TOTAL					56.249,63

SON: cincuenta y seis mil doscientos cuarenta y nueve dólares con sesenta y tres centavos

Nota. La tabla muestra los resultados del presupuesto para la vivienda con estructura de concreto.

5.7.3 Comparación de Resultados

Se ha realizado un análisis detallado de los costos asociados a los materiales específicos destinados a las estructuras de concreto, así como de los honorarios profesionales de las diferentes disciplinas de ingeniería involucradas en el diseño y construcción. La disponibilidad y versatilidad del concreto han sido factores fundamentales para mantener los costos dentro de un rango competitivo, lo que ha permitido una planificación eficiente y económica del proyecto. Este presupuesto no sólo demuestra la viabilidad financiera del plan de construcción, sino también la elección de un material arraigado en la tradición constructiva que garantiza una resistencia duradera y un rendimiento sólido a lo largo del tiempo para la vivienda. Obteniendo un presupuesto de 56249.63 dólares americanos, consolidándose como la opción que mejor resultados tiene como alternativa para la estructura de una vivienda de dos pisos. En la Tabla 25 se muestran los resultados del análisis comparativo.

Tabla 25*Resultado de análisis comparativo*

VIVIENDA EN ESTRUCTURA DE ACERO	VIVIENDA EN ESTRUCTURA DE CONCRETO
Presupuesto calculado	Presupuesto calculado
Costo total= \$ 52188.74	Costo total= \$ 56249.63
Opción con el menor costo	Opción con el costo mayor

Nota. La tabla muestra los resultados de la comparación de presupuestos, mostrando la mejor opción.

CONCLUSIONES

A continuación, se muestran las conclusiones producto del desarrollo de los objetivos específicos:

- El diseño de una estructura en acero y concreto requiere una evaluación detallada para que contribuya a un buen análisis de precios unitarios, por lo cual condiciones iniciales son de gran importancia para asegurar su integridad y rendimiento óptimo en los materiales a utilizarse en los dos tipos de estructuras. En cuanto al acero, es crucial examinar las propiedades mecánicas, como la resistencia a la tracción y flexión, teniendo en cuenta las condiciones climáticas locales que podrían influir en su durabilidad. La atención a las especificaciones de soldadura y los métodos de conexión es fundamental para garantizar una unión sólida y segura de los componentes estructurales de acero.
- A pesar de que las distancias entre los miembros de la estructura son iguales en los dos escenarios: concreto y acero, sin embargo, los resultados revelan diferencias significativas en términos de eficiencia y requisitos de material. El diseño de concreto destaca por su solidez y resistencia, pero requiere una cantidad considerable de material. Por otro lado, la estructura de acero, aunque presenta una menor demanda volumétrica, demuestra ser igualmente capaz en términos de estabilidad estructural. Esta conclusión resalta la importancia de evaluar no sólo la resistencia y durabilidad, sino también la eficiencia en el uso de los recursos, al considerar diferentes materiales para la construcción de viviendas de dos pisos.
- Al calcular los costos por unidad de cada tipo de estructura y comparar el costo total, se pone de manifiesto que la estructura de acero con un precio de 52188.74 dólares, resulta una opción más rentable desde el punto de vista financiero en comparación a los 56249.62 dólares asociados a la estructura de concreto. Este análisis permite distinguir claramente los

costos entre ambas alternativas, predominando la capacidad de la estructura de acero para generar ahorros significativos. Este descubrimiento representa un ahorro significativo del 7.22% en costos al elegir la estructura de acero. Estos resultados proporcionan información valiosa a Fenixconstructora Cía.Ltda. para la toma de decisiones, resaltando la eficiencia financiera y económica de la estructura de acero, lo cual respalda no sólo la viabilidad económica del proyecto, sino también la optimización de recursos en la construcción de viviendas en Cuenca. Finalmente, esta conclusión enfatiza la importancia de evaluar no sólo la resistencia y calidad estructural, sino también la rentabilidad al momento de tomar decisiones en la planificación y construcción de viviendas, ofreciendo una visión valiosa para la toma de decisiones informadas en el campo de la ingeniería y la construcción.

RECOMENDACIONES

- Para un buen análisis de precios unitarios, la experiencia, el conocimiento y la técnica es importante, pues sin estos requisitos el riesgo es más alto.
- Fomenta el uso de nuevos programas que faciliten la cuantificación de los materiales, basándose en las nuevas metodologías como BIN.
- Se recomienda que la empresa fomente alianzas estratégicas con proveedores para obtener mejores costos de adquisición de insumos y materiales.
- Se sugiere que la empresa consulte el anexo informático producto de este proyecto, donde constan la base de datos de los costos unitarios por cada unidad de obra con su debida simulación en cada estructura, a fin de que pueda dimensionar el costo/beneficio de cada alternativa.
- Con la información proporcionada se sugiere realizar un análisis Costo/Beneficio, evaluando diferentes escenarios.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACI. (2016). *Guide To Simplified Design For Reinforced Concrete Buildings*.

Ashby, M. F., y Jones, D. R. H. (2018). *Materiales para ingeniería 1: Introducción a las propiedades, las aplicaciones y el diseño*. Reverte.

Baena, A., y Olaya, C. (2013). Quality social housing in Colombia: Towards an integral solution. *Sistemas y Telemática*, 11(24), 9. <https://doi.org/10.18046/syt.v11i24.1521>

Banco Central del Ecuador. (2022). *Informe de la evolución de la economía ecuatoriana en 2021 y perspectivas 2022* (p. 90). https://contenido.bce.fin.ec/documentos/Administracion/EvolEconEcu_2021pers2022.pdf

Banco Central del Ecuador. (2023a). *Cuentas nacionales de segundo trimestre de 2023*.

Banco Central del Ecuador. (2023b). *Informe de la evolución económica ecuatoriana en 2022 y perspectivas 2023*.

Bernal, J. L. C., Cuenca, L. A. B., y Vásquez, J. A. C. (2021). Variables determinantes en el crecimiento económico del Ecuador función Cobb-Douglass 2007-2019. *Sociedad & Tecnología*, 4(2), Article 2. <https://doi.org/10.51247/st.v4i2.98>

chavezcr27. (2018, julio 26). KUBILOSIA. *Kubiec*. <https://kubiec.com/kubilosa/>

Díaz-Kovalenko, I. E., Larrea-Rosas, K. P., y Barros-Naranjo, J. (2022). El sector de la construcción en la economía ecuatoriana, importancia y perspectivas. *Ciencias Sociales y Económicas*, 6(2), Article 2. <https://doi.org/10.18779/csye.v6i2.598>

Einspruch, A. (2008). *¿Qué son los presupuestos? (What Are Budgets?) (Spanish Version)*. Teacher Created Materials.

Estrada Porras, F., y Orihuela Gonzales, B. (2016). *Diseño estructural de un edificio de oficinas en concreto armado de 6 pisos considerando dos tipos de suelos*.
<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio//handle/20.500.12404/7284>

G., V., . J. C., . R., . J., y . M. (2005). Propiedades mecánicas del acero de refuerzo utilizado en Colombia. *Ingeniería y Ciencia, 1*, 67-76.

García, I. J. E. O. (2014). *Diseño de estructuras de concreto armado. Tomo I*. Editorial Macro.

Granda, P. (2017). *Análisis de costos y proceso constructivo de una vivienda unifamiliar en mampostería confinada*.

Harmsen, T. E. (2019). *Diseño de estructuras de concreto armado*. Alpha Editorial.

Khan, M., y McNally, C. (2023). A holistic review on the contribution of civil engineers for driving sustainable concrete construction in the built environment. *Developments in the Built Environment, 16*, 100273. <https://doi.org/10.1016/j.dibe.2023.100273>

Kubilosá. (2024). *Catálogo, Placa Colaborante Kubilosá*. <https://kubiec.com/kubilosá/>

Maccormac, J. (2011a). *Diseño de concreto reforzado 8ª Edición*. Alfaomega Grupo Editor.

Maccormac, J. (2011b). *Diseño de concreto reforzado 8ª Edición*. Alfaomega Grupo Editor.

MIDUVI. (2019). *Proyecto de vivienda casa para todos*.

Morales, R. (2014). *Diseño en Concreto Armado*. ICG.

Morales, R. M. (2004). *Diseño en concreto armado*. Fondo Editorial ICG.

Municipio de Quito. (2019). *Norma técnica para la valoración de bienes inmuebles urbanos y rurales del distrito metropolitano de Quito*.

- Musarat, M. A., Alaloul, W. S., Liew, M. S., Maqsoom, A., y Qureshi, A. H. (2020). Investigating the impact of inflation on building materials prices in construction industry. *Journal of Building Engineering*, 32, 101485. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2020.101485>
- Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC (2014). <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/8.-NEC-SE-HM-Hormigon-Armado.pdf>
- Novas Cabrera, J. (2010). *Construcción de casas sismorresistentes de uno y dos pisos. Componentes estructurales que garantizan la sismorresistencia* [Univserdidad Politécnica de Madrid]. https://oa.upm.es/4514/1/TESIS_MASTER_JOEL_NOVAS_CABRERA.pdf
- Ortiz, C., Cuenca, S., y Ahumada, I. (2022). Análisis macroeconómico del Ecuador periodo 2006-2017: ¿El crecimiento económico ha generado desarrollo en Ecuador? *Revista Económica*, 10(1), Article 1. <https://doi.org/10.54753/rve.v10i1.1289>
- Ortiz, G. P. (2005). *Planeamiento de un presupuesto de construcción*. Univ. Nacional de Colombia.
- Peterson, S. J. (2012). *Construction Estimating Using Excel*. Pearson Prentice Hall.
- Pinta, A. M. M., Ramon, A. A. R., & Herrera, J. S. D. (2022). Análisis macroeconómico pre y post covid-19 sobre una economía en recesión, Ecuador 2016-2021. *Revista angolana de ciências*, 4(2), 1-16.
- Platón, M. A. N. y, Zambrano, C. J. M., y Cruz, L. E. P. (2023). Análisis de la Evolución Económica en Ecuador: Un Enfoque en Ventas, Utilidades Netas y el Crecimiento Empresarial en el sector comercial, desde 2019 a 2022. *X-pedientes Económicos*, 7(18), Article 18.

Rady, M., Tawfik, A. B., & Alasow, A. A. (2024). Impact of unit prices on the optimal costs of reinforced concrete beams: A comparative study. *Journal of Engineering Research*.
<https://doi.org/10.1016/j.jer.2024.01.002>

Rodas, A., Ulloa, J., y Domínguez, K. (2019). *Análisis Social y Espacial de la Vivienda en la Periferia de la ciudad de Cuenca*. [2019].

Rodríguez, M. (2023). *Diseño de un sistema de estimación de costos unitarios y presupuestos de construcción para edificaciones de baja altura*.

Salas Parra, J. J. (2016). *Propuesta de un sistema constructivo para vivienda social para las zonas andinas de Colombia* [Master thesis, Universitat Politècnica de Catalunya].
<https://upcommons.upc.edu/handle/2117/102623>

Segui, W. T. (2000). *Diseño de estructuras de acero con LRFD*. International Thomson.

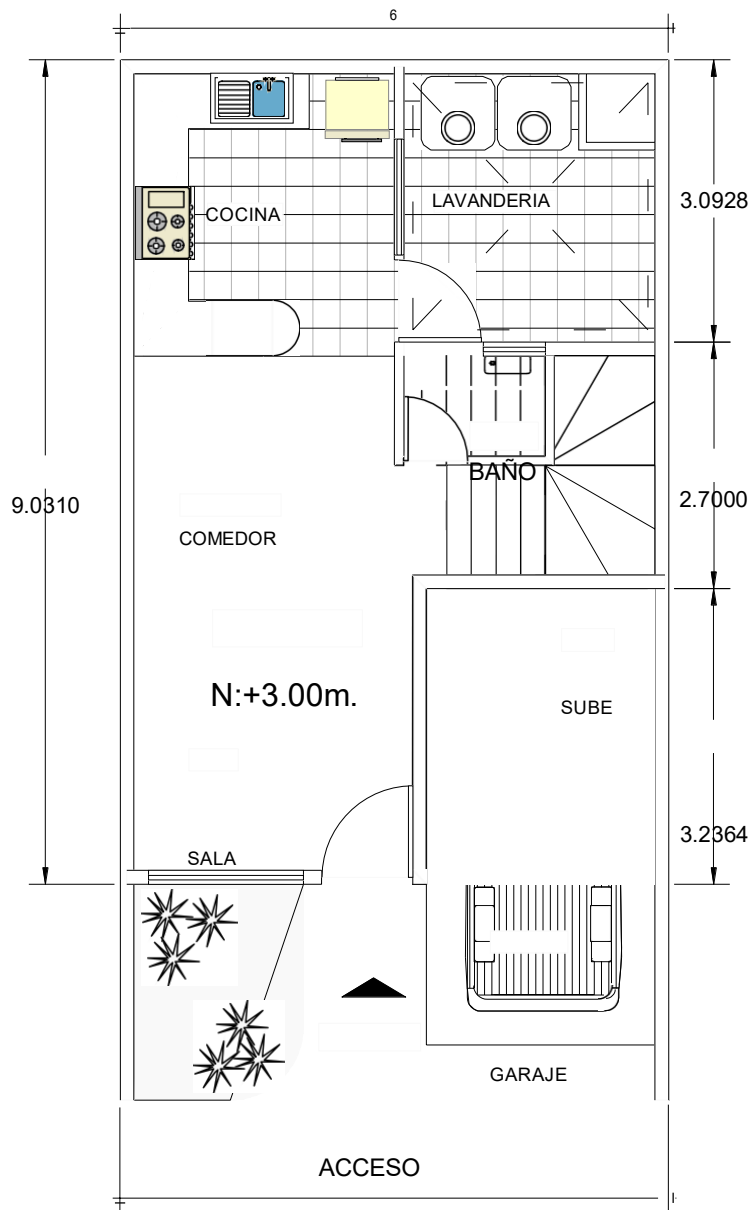
Sierra Restrepo, H. (2012). Propiedades mecánicas del acero 15B30. *Revista Universidad EAFIT*, 37(124), 66-75.

Vergara, C. (2020). *Presupuesto de Obras Análisis de Precios Unitarios: Construcción*. Independently Published.

Vivar, C. H. J. (2013). *Estudio técnico económico comparativo entre proyectos estructurales de hormigón armado, acero y madera para viviendas y edificios*.
https://www.academia.edu/106929232/Estudio_t%C3%A9cnico_econ%C3%B3mico_comparativo_entre_proyectos_estructurales_de_hormig%C3%B3n_armado_acero_y_madera_para_viviendas_y_edificios

Winter, G., & Nilson, A. H. (2021). *Proyecto de estructuras de hormigón*. Reverte.

ANEXOS



6

PLANTA BAJA

TÍTULO:

VIVIENDA EN ESTRUCTURA DE CONCRETO

RESPONSÁVEL TÉCNICO:

ESCALA:

PLANO ARQUITECTONICO PLANTA BAJA

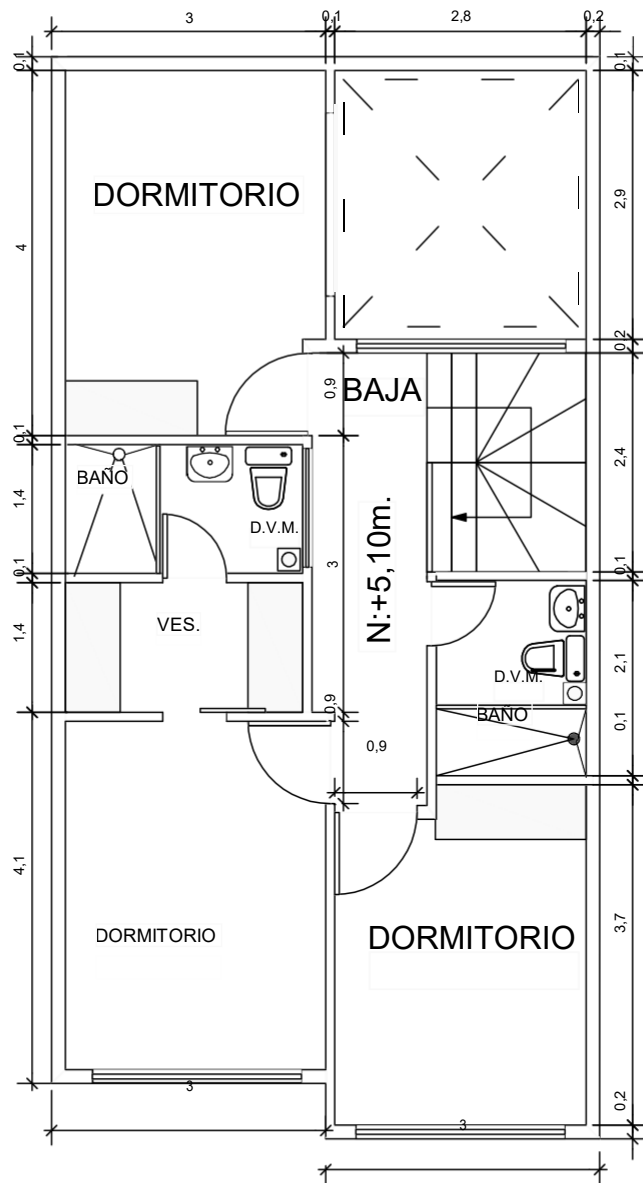
FOLHA:

FOLHA:

CLIENTE:

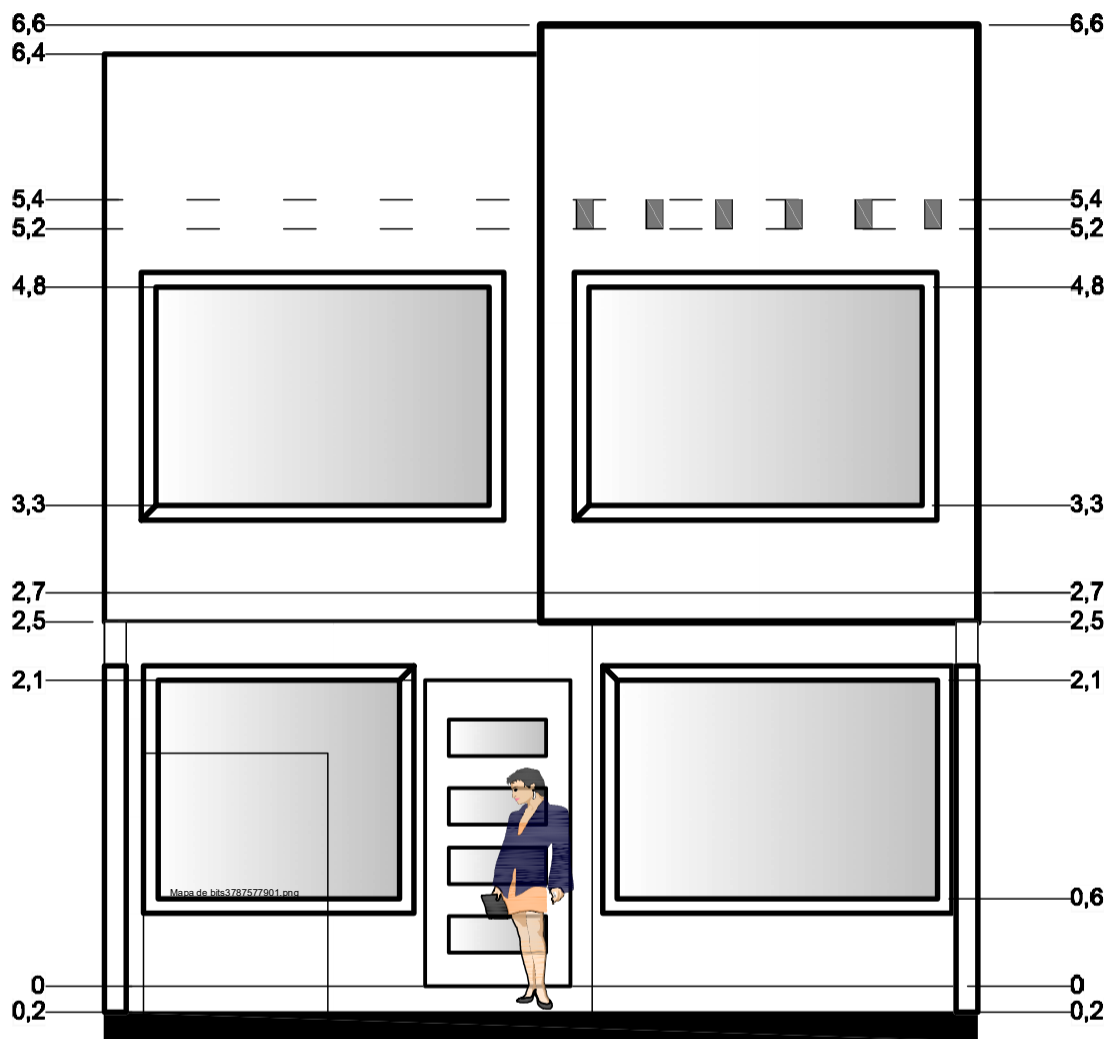
REVISOR:

DATA:



PLANTA ALTA

TÍTULO:	VIVIENDA EN ESTRUCTURA DE CONCRETO	RESPONSÁVEL TÉCNICO:	
ASSUNTO:	PLANO ARQUITECTÓNICO PLANTA BAJA	ESCALA:	FOLHA:
CLIENTE:		REVISOR:	DATA:



VISTA FRONTAL

VIVIENDA EN ESTRUCTURA DE CONCRETO

RESPONSÁVEL TÉCNICO:

ASSUNTO:

VISTA FRONTAL DE LA VIVIENDA

ESCALA:

FOLHA:

CLIENTE:

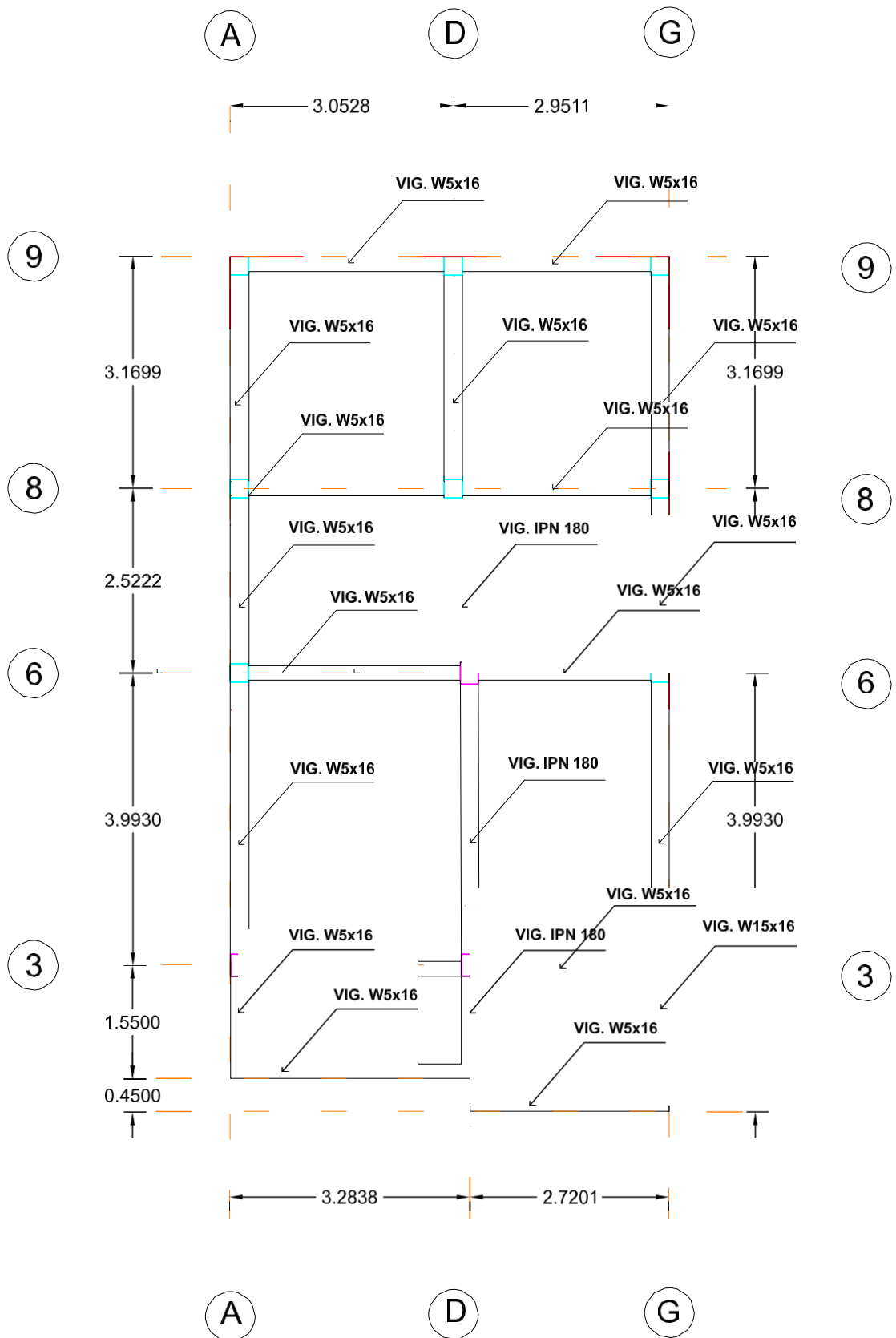
REVISOR:

DATA:

PRESUPUESTO DE LA VIVIENDA EN ESTRUCTURA DE ACERO

TABLA DE CANTIDADES Y PRECIOS

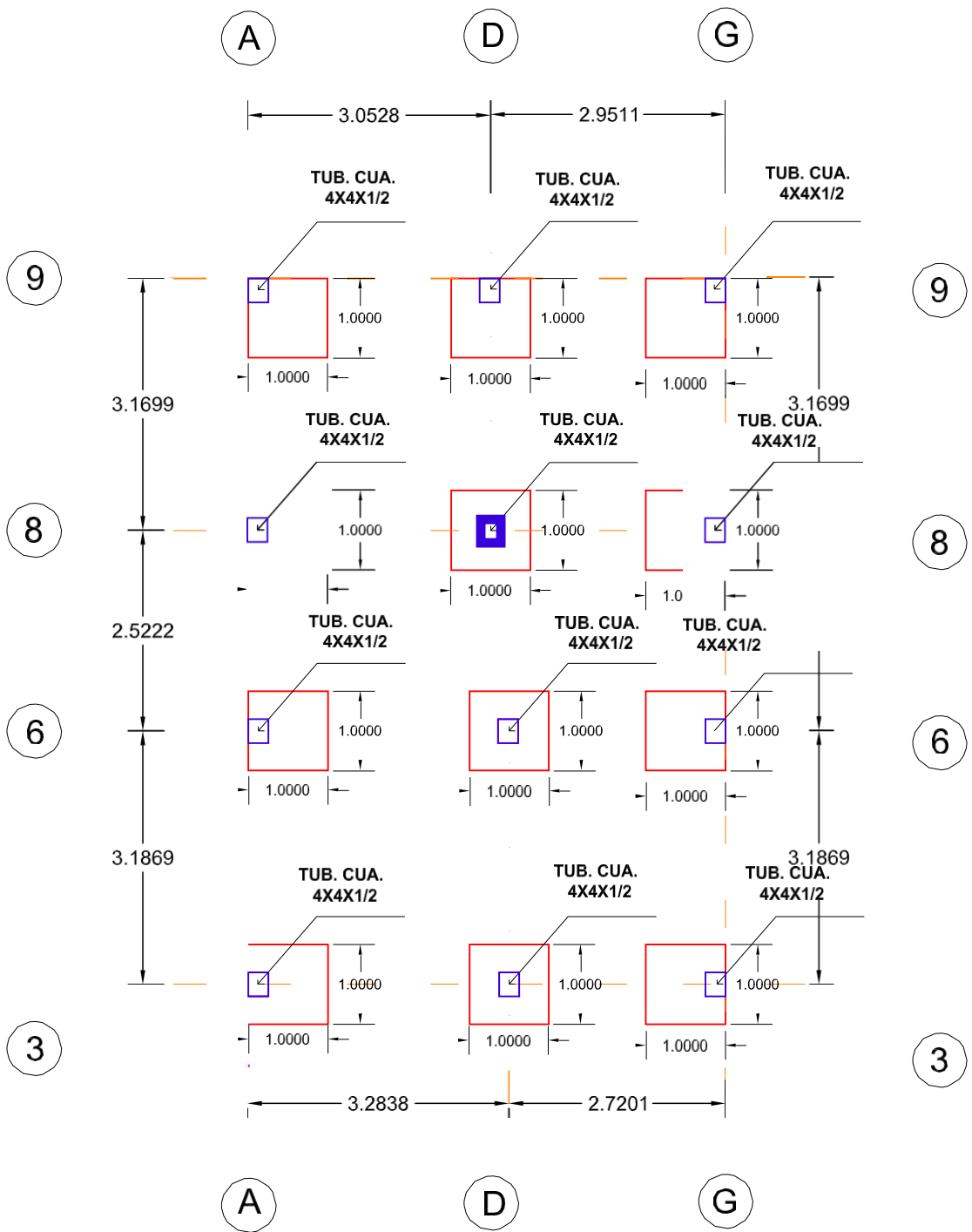
ITEM	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT	P. TOTAL
INSTALACIONES DE OBRA					
IO-3450	Caseta para Gaurdiania	GLB	1.00	445.17	445.17
IO-3461	INSTALACIONES PROVISIONAL AGUA. No incluye tarifa de consumo	PT	1.00	53.96	53.96
IO-3123	INSTALACION PROVISIONAL DE LUZ ELE. No incluye tarifa de consumo	GLOBAL	1.00	48.61	48.61
IO-3482	Limpieza y desbroce manual	M2	102.00	1.03	105.06
IO-3412	REPLANTEO Y NIVELACION	M2	102.00	1.67	170.34
IO-3496	CERRAMIENTO PROVISIONAL h= 2.40M METAL GALVALUME E=0.40MM	M	37.00	32.36	0.00
CIMIENTO EXCAVACIONES Y RELLENO					
CER-9512	CADENAS DE AMARRE H.S. F° C°=210 KG/CM2	M3	29.41	213.04	6265.51
CER-9631	EXCAVACION A MANO CIMIENTOS Y PLINTOS	M3	22.35	10.64	237.80
CER-9732	RELLENO EN CIMIENTO CON MATERIAL DE EXCAVACION	M3	18.00	5.67	102.06
CER-9699	MUROS DE H. CICLPEO 60% H.S F° C°=180 KG/CM2+40% P	M3	20.70	90.34	1870.04
FASE ESTRUCTURA EN GENERAL EN ACERO					
EC-8137	REPLANTILLO DE Ho. So F° c°=180kg/cm2. ESP. =5cms.	M2	58.80	5.99	352.21
EC-8923	PLINTO DE HS F° c°=210 KG/CM2. (INC. PARRILLA l=12mm	M3	1.62	326.27	528.56
EC-8674	COLUMNA TUBO CUADR. 100x100x0.25	ML	72.00	16.21	1167.12
EC-8044	LOSA CON PLACA COLABORANTE esp. 11cm	ML	60.00	13.00	780.00
EC-8500	VIGA PRINCIPAL IPN 180	ML	9.70	43.53	422.24
EC-8142	VIGA SEGUNDARIA W5-16	ML	42.00	13.22	555.24
EC-8889	ESCALERAS EN ESTRUCTURA METALICA	GLOBAL	1.00	250.12	250.12
EC-8120	DINTELES 10 X 20 CM (2Ø 10 + 1Ø8 C/20 CM.)	M	8.00	13.29	106.32
MAMPOSTERIA					
PC-0204	MAMPOSTERIA DE LADRILLO HUECO E=10CM	M2	214.20	12.45	2666.79
PC-0475	MAMPOSTERIA DE LADRILLO HUECO E=15CM	M2	144.60	14.26	2062.00
PC-0129	Enlucido de paredes interior	M2	560.06	7.82	4379.67
PC-0984	Enlucido de paredes exterior	M2	57.60	9.23	531.65
PC-0934	enlucido de filos	M	166.40	3.85	640.64
PC-0234	Nivelado de piso con hormigon fc=180 kg/cm2 E=5 cm	m2	129.60	12.01	1556.50
REVESTIMIENTO Y TERMINADOS					
RT-5323	PISO FLOTANTE 8MM AC3	M2	61.20	18.23	1115.68
RT-5431	ceramica en paredes de baño	M2	69.50	26.34	1830.63
RT-5763	Piso de porcelanato Nacional rectificado	M2	58.80	32.34	1901.59
RT-5967	Pintura de latex interior	M2	48.28	3.47	167.53
RT-5922	Pintura de latex exterior	M2	249.54	5.12	1277.89
RT-5931	Empaste Interior	M2	249.54	3.49	870.89
CARPINTERIA MADERA / VIDRIO / GYPSUM					
CMV-7321	PUERTA DE LAUREL LACADA 140/270	U	1.00	289.23	289.23
CMV-7954	PUERTA TAMBOR MDFA=0.90,H=2.05M	U.	3.00	184.23	552.69
CMV-7724	PUERTA TAMBOR MDFA=0.70, H=2.05M	U.	3.00	159.12	477.36
CMV-7832	Closets de malamina	M	15.00	145.98	2189.70
CMV-7093	muebles altos y bajos en cocina terminados en malamina	M2	20.25	190.23	3852.16
CMV-7832	PUERTA DE ALUMINIO TIPO PU 11	M2	1.00	193.23	193.23
CMV-7754	CIELO RASO GYPSUM BLOQUES 01.02	M2	139.51	15.20	2120.55
INSTALACIONES ELECTRICAS					
IE-5230	ACOMETIDA	GLB	1.00	24.10	24.10
IE-5863	PANEL DE CONTROL	PTO	1.00	74.91	74.91
IE-5199	PUNTO DE ILUMINACION EN (2X12)AWG-TW EN TUBERIA CONDUIT GALVANIZADA EMT DE 1/2" SIN BAJANTE	U	28.00	16.56	463.68
IE-5348	TOMACORRIENTE REGULADO	U	16.00	3.36	53.76
INSTALACIONES SANITARIAS					
IS-2534	Provisión e instalacion de Ventanas de Aluminio	M2	25.92	41.98	1088.12
IS-2234	ACOMETIDA DE AGUA POTABLE	M	17.00	106.95	1818.15
IS-2265	punto de agua potable 1/2 pulgada	PTO	9.00	66.23	596.07
IS-2964	LAVADERO ACERO INOXIDABLE UN POZO	U.	19.95	106.95	2133.65
IS-2982	SANITARIO	U.	1.00	259.23	259.23
IS-2008	Ducha de acero inoxidable	U	2.00	39.23	78.46
IS-2477	LLAVE CROMADA TIPO F.V	U.	4.00	123.23	492.92
IS-2833	BAJANTE DE AGUA SERVIDAS PVC 110MM	M	37.78	11.57	437.27
IS-2379	BAJANTE DE AGUAS LLUVIAS PVC 110 MM	M	19.74	13.41	264.71
IS-2136	TUBERIA PVC 2" Y ACCESORIOS	M	7.50	7.98	59.85
IS-2916	CAJA DE REVISIÓN 30 X 30 CM. CON TAPA CERCO METÁLICO	U	1.00	60.52	60.52
VARIOS					
V-1173	Granito en meson de cocina	M2	4.60	145.30	668.38
V-1643	PASAMANO DE MADERA H=0.9M	M	6.62	65.23	431.82
V-1992	piso de tablon engradas	M2	5.00	42.33	211.65
V-1766	Rastreras de madera	M	159.00	5.25	834.75
COSTO TOTAL					52,188.74
SON: cincuenta y dos mil ciento ochenta y ocho con 74/100					



DISTRIBUCION DE VIGAS Y COLUMNAS

TÍTULO: VIVIENDA EN ESTRUCTURA METALICA
 ASSUNTO: DISTRIBUCIÓN DE VIGAS Y COLUMNAS
 CLIENTE:

RESPONSÁVEL TÉCNICO:
 ESCALA:
 REVISOR:
 FOLHA:
 DATA:



PLANTA CIMENTACION

TÍTULO: VIVIENDA EN ESTRUCTURA METÁLICA

RESPONSÁVEL TÉCNICO:

ASSUNTO: PLANTA DE CIMENTACIONES

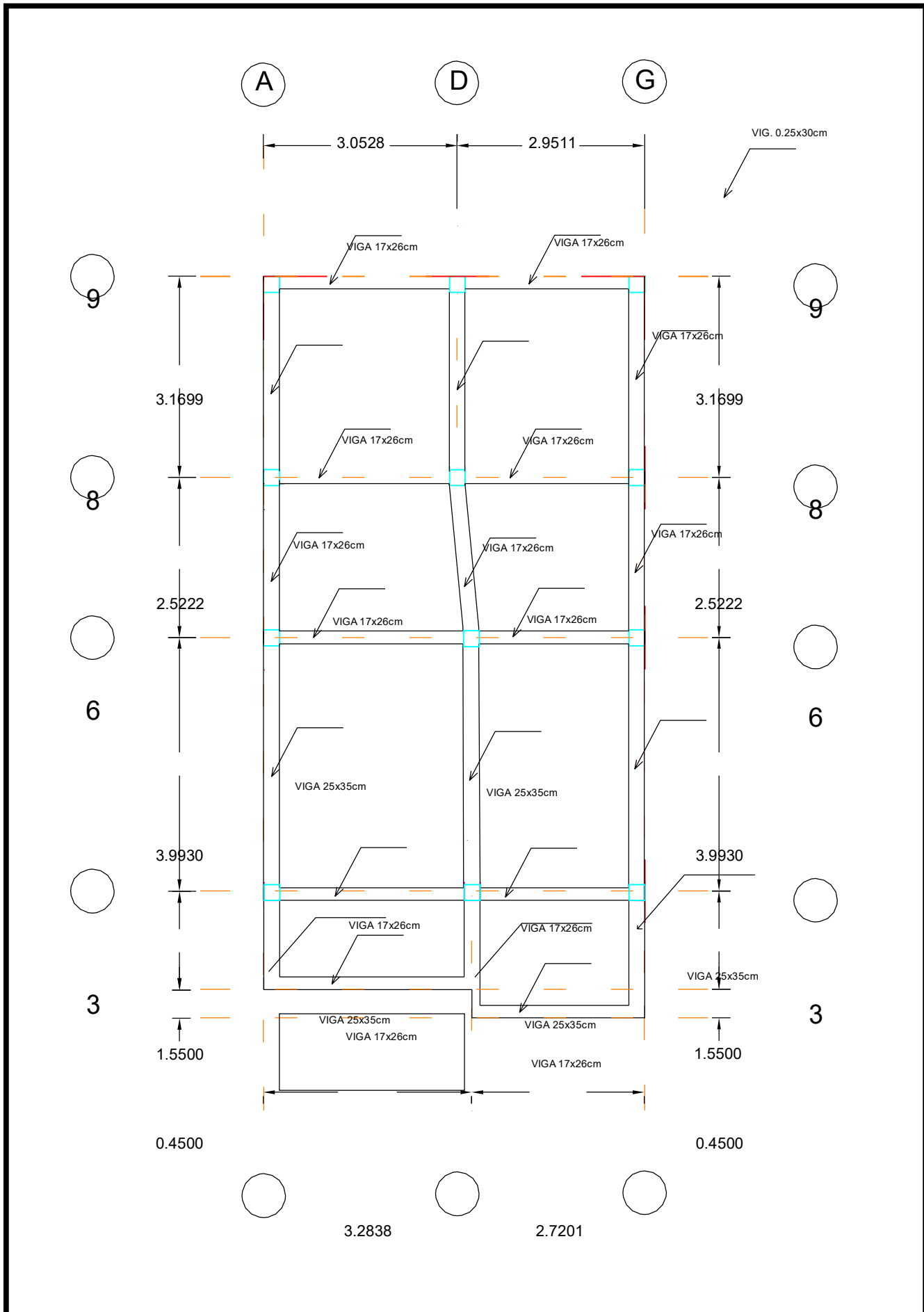
ESCALA:

FOLHA:

CLIENTE:

PRESUPUESTO DE LA VIVIENDA EN ESTRUCTURA DE CONCRETO.**TABLA DE CANTIDADES Y PRECIOS**

ITEM	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT	P. TOTAL
INSTALACIONES DE OBRA					
IO-3450	Caseta para Gaurdiania	GLB	1.00	445.17	445.17
IO-3461	INSTALACIONES PROVISIONAL AGUA. No incluye tarifa de consumo	PT	1.00	53.96	53.96
IO-3123	INSTALACION PROVISIONAL DE LUZ ELE. No incluye tarifa de consumo	GLOBAL	1.00	48.61	48.61
IO-3482	Limpieza y desbroce manual	M2	102.00	1.03	105.06
IO-3412	REPLANTEO Y NIVELACION	M2	102.00	1.67	170.34
IO-3496	CERRAMIENTO PROVISIONAL h= 2.40M METAL GALVALUME E=0.40MM	M	37.00	32.36	0.00
CIMIENTO EXCAVACIONES Y RELLENO					
CER-9512	CADENAS DE AMARRE H.S. F'C=210 KG/CM2	M3	29.41	213.04	6265.51
CER-9631	EXCAVACION A MANO CIMIENTOS Y PLINTOS	M3	22.35	10.64	237.80
CER-9732	RELLENO EN CIMIENTO CON MATERIAL DE EXCAVACION	M3	18.00	5.67	102.06
CER-9699	MUROS DE H. CICLPEO 60% H.S F'C=180 KG/CM2+40% P	M3	20.70	90.34	1870.04
FASE ESTRUCTURA EN GENERAL EN CONCRETO					
EC-8137	REPLANTILLO DE Ho. So F'c=180kg/cm2. ESP.=5cms.	M2	58.80	5.99	352.21
EC-8923	PLINTO DE HS F'c=210 KG/CM2. (INC. PARRILLA l=12mm	M3	1.62	326.27	528.56
EC-8674	HORMIGON SIMPLE EN COLUMNAS FC=210 KG/CM2 INCLUYE ENCOFRADO	M3	4.50	240.97	1084.37
EC-8044	LOSA DE HORMIGON E= 14CM	M2	60.00	40.00	2400.00
EC-8500	LOSA ALIVIANADA E = 20 CM; F'C = 210 KG / CM2	M2	69.00	38.23	2637.87
EC-8142	Escalera de hormigon fc=210 kg/cm2	M3	0.87	285.23	247.21
EC-8889	HORMIGON SIMPLE EN VIGAS FC=210 KG/CM2 INCLUYE ENCOFRADO	M3	5.44	159.22	866.16
EC-8120	DINTELES 10 X 20 CM (2Ø 10 + 1Ø8 C/20 CM.)	M	8.00	13.29	106.32
MAMPOSTERIA					
PC-0204	MAMPOSTERIA DE LADRILLO HUECO E=10CM	M2	214.20	12.45	2666.79
PC-0475	MAMPOSTERIA DE LADRILLO HUECO E=15CM	M2	144.60	14.26	2062.00
PC-0129	Enlucido de paredes interior	M2	560.06	7.82	4379.67
PC-0984	Enlucido de paredes exterior	M2	57.60	9.23	531.65
PC-0934	enlucido de filos	M	166.40	3.85	640.64
PC-0234	Nivelado de piso con hormigon fc=180 kg/cm2 E=5 cm	m2	129.60	12.01	1556.50
REVESTIMIENTO Y TERMINADOS					
RT-5323	PISO FLOTANTE 8MM AC3	M2	61.20	18.23	1115.68
RT-5431	ceramica en paredes de baño	M2	69.50	26.34	1830.63
RT-5763	Piso de porcelanato Nacional rectificado	M2	58.80	32.34	1901.59
RT-5967	Pintura de latex interior	M2	48.28	3.47	167.53
RT-5922	Pintura de latex exterior	M2	249.54	5.12	1277.89
RT-5931	Empaste Interior	M2	249.54	3.49	870.89
CARPINTERIA MADERA / VIDRIO / GYPSUM					
CMV-7321	PUERTA DE LAUREL LACADA 140/270	U	1.00	289.23	289.23
CMV-7954	PUERTA TAMBOR MDFA=0.90,H=2.05M	U.	3.00	184.23	552.69
CMV-7724	PUERTA TAMBOR MDFA=0.70, H=2.05M	U.	3.00	159.12	477.36
CMV-7832	Closets de malamina	M	15.00	145.98	2189.70
CMV-7093	muebles altos y bajos en cocina terminados en malamina	M2	20.25	190.23	3852.16
CMV-7832	PUERTA DE ALUMINIO TIPO PU 11	M2	1.00	193.23	193.23
CMV-7754	CIELO RASO GYPSUM BLOQUES 01.02	M2	139.51	15.20	2120.55
INSTALACIONES ELECTRICAS					
IE-5230	ACOMETIDA	GLB	1.00	24.10	24.10
IE-5863	PANEL DE CONTROL	PTO	1.00	74.91	74.91
IE-5199	PUNTO DE ILUMINACION EN (2X12)AWG-TW EN TUBERIA CONDUIT GALVANIZADA EMT DE 1/2" SIN BAJANTE	U	28.00	16.56	463.68
IE-5348	TOMACORRIENTE REGULADO	U	16.00	3.36	53.76
INSTALACIONES SANITARIAS					
IS-2534	Provisión e instalacion de Ventanas de Aluminio	M2	25.92	41.98	1088.12
IS-2234	ACOMETIDA DE AGUA POTABLE	M	17.00	106.95	1818.15
IS-2265	punto de agua potable 1/2 pulgada	PTO	9.00	66.23	596.07
IS-2964	LAVADERO ACERO INOXIDABLE UN POZO	U.	19.95	106.95	2133.65
IS-2982	SANITARIO	U.	1.00	259.23	259.23
IS-2008	Ducha de acero inoxidable	U	2.00	39.23	78.46
IS-2477	LLAVE CROMADA TIPO F.V	U.	4.00	123.23	492.92
IS-2833	BAJANTE DE AGUA SERVIDAS PVC 110MM	M	37.78	11.57	437.27
IS-2379	BAJANTE DE AGUAS LLUVIAS PVC 110 MM	M	19.74	13.41	264.71
IS-2136	TUBERIA PVC 2" Y ACCESORIOS	M	7.50	7.98	59.85
IS-2916	CAJA DE REVISIÓN 30 X 30 CM. CON TAPA CERCO METÁLICO	U	1.00	60.52	60.52
VARIOS					
V-1173	Granito en meson de cocina	M2	4.60	145.30	668.38
V-1643	PASAMANO DE MADERA H=0.9M	M	6.62	65.23	431.82
V-1992	piso de tablon engradas	M2	5.00	42.33	211.65
V-1766	Rastreras de madera	M	159.00	5.25	834.75
COSTO TOTAL					56,249.63
SON: cincuenta y seis mil doscientos cuarenta y nueve dólares con sesenta y tres centavos					



DISTRIBUCION DE VIGAS Y COLUMNAS

ASSUNTO:

DISTRIBUCIÓN DE VIGAS Y COLUMNAS

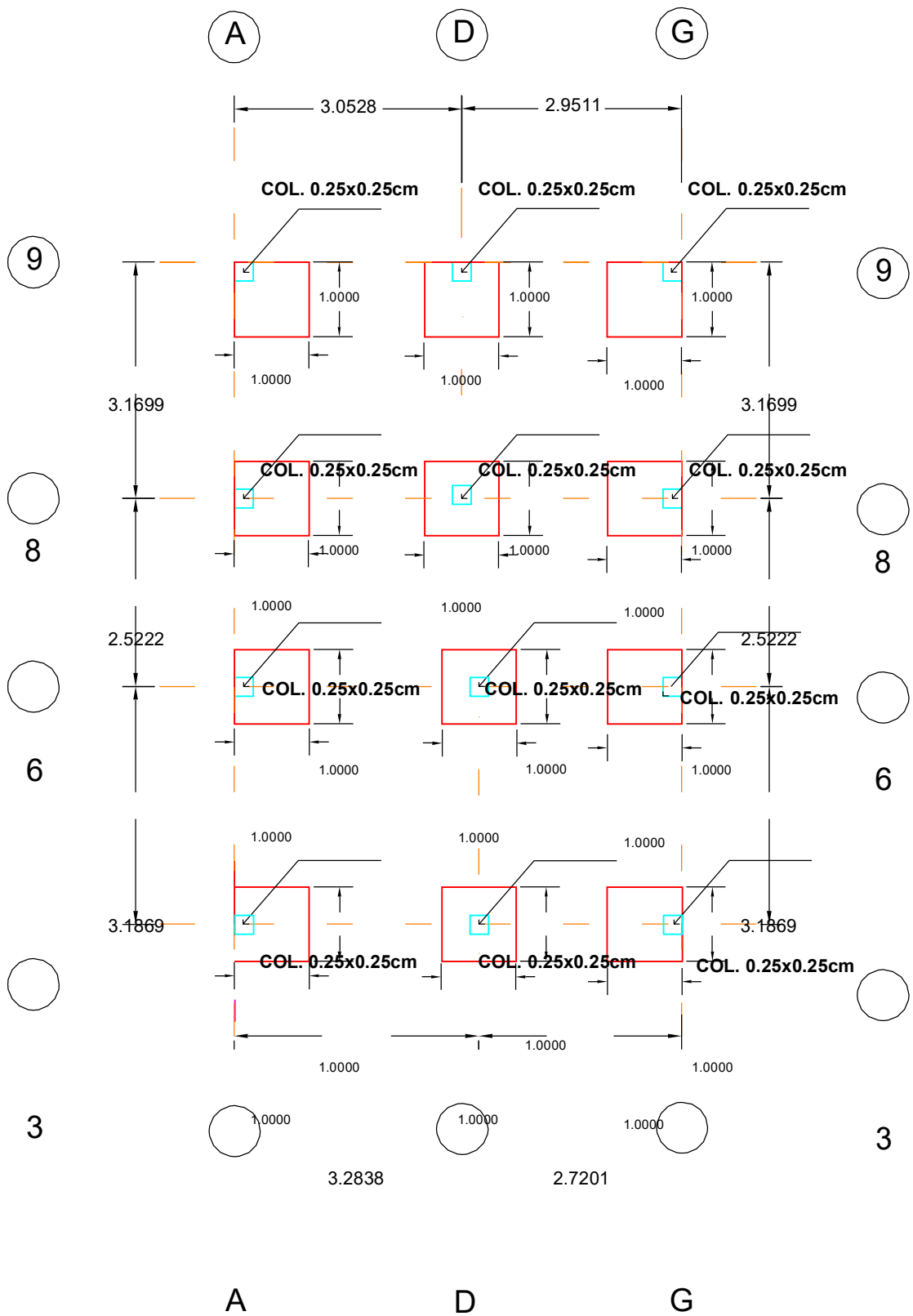
ESCALA:

FOLHA:

CLIENTE:

REVISOR:

DATA:



PLANTA CIMENTACION

TÍTULO:

VIVIENDA EN ESTRUCTURA DE CONCRETO

RESPONSÁVEL TÉCNICO:

ASSUNTO:

PLANTA DE CIMENTACIONES

ESCALA:

FOLHA:

CLIENTE: