

**Escuela Superior Politécnica del Litoral**

**Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra**

Diseño estructural de una vivienda unifamiliar ubicada en el Km 22 vía a Daule.

INGE-3038

**Proyecto Integrador**

Previo la obtención del Título de:

**Ingeniero Civil**

Presentado por:

Mell Verónica Barzola Limones

Guayaquil - Ecuador

Año: 2025

## Dedicatoria

---

Este proyecto está dedicado a mi núcleo y motor: a mis padres.

Desde el primer día han sido mi mayor impulso, acompañándome en el constante sube y baja de emociones y experiencias que han marcado este camino llamado vida.

Gracias a su apoyo, paciencia y guía, he conseguido ser quien soy hoy. Aunque pasen los años, mi gratitud hacia ustedes vivirá siempre en estas palabras y en este logro hoy alcanzado.

Asimismo, me dedico este trabajo a mí, porque a pesar de los miedos, los tropiezos y el cansancio, logré llegar hasta aquí. A mi yo que dejó horas de sueño entre estas páginas, que persistió y no se rindió. Continúa esforzándote, sigue siendo valiente y sé más ingeniera que nunca.

## Agradecimientos

---

Agradezco a mi tutor, por la paciencia, la disposición y las horas dedicadas a la revisión y mejora de este proyecto, aportando de manera fundamental a su culminación.

De manera especial, agradezco a mis abuelos, por el apoyo brindado durante todos mis años como estudiante.

A mis amigos y colegas de trabajo, mis *Bimers*, quienes con risas y sonrisas hicieron este proceso sea más llevadero.

A mi hermana, agradezco profundamente por traer, en medio de mi caos, a un ser tan pequeño y significativo, mi Riachuelo.

Finalmente, agradezco a ese amigo que fue mi soporte en los días de mayor desesperación; hasta donde la memoria alcance, te agradeceré, perenne Valor.

## Declaración Expresa

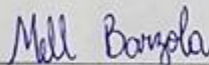
---

Yo Mell Verónica Barzola Limones acuerdo y reconozco que:

La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor o autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores. La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por mí durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que me corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de mi innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique al autor que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, 17 de Octubre del 2025.



---

Mell Verónica Barzola Limones

## **Evaluadores**

---

---

**Ing. Lenin Alexander Dender Aguilar,  
MSc.**

Profesor de Materia

---

**Ing. David Enrique Valverde  
Burneo, MSc.**

Tutor de proyecto

## Resumen

A lo largo de los años, la ciudad de Guayaquil ha experimentado diversos eventos sísmicos que han puesto en evidencia la necesidad de evaluar y mejorar la seguridad estructural de las edificaciones existentes. El presente proyecto tiene como objetivo el rediseño arquitectónico y estructural de una vivienda unifamiliar de dos plantas ubicada en un sector con condiciones geotécnicas desfavorables, con la finalidad de incrementar su estabilidad, seguridad y funcionalidad, justificándose en la importancia de cumplir con las normativas de construcción vigentes y responder adecuadamente a las condiciones del entorno. El desarrollo del proyecto se realizó mediante la aplicación de metodologías de modelado BIM, el uso de programas de análisis estructural y la adopción de las Normas Ecuatorianas de la Construcción, junto con lineamientos internacionales para el diseño de estructuras de hormigón armado. Como resultado, se obtuvo una propuesta estructural optimizada, con elementos correctamente dimensionados para resistir acciones sísmicas y cargas gravitacionales, así como un diseño arquitectónico funcional acorde a las necesidades del usuario. En conclusión, el proyecto demuestra que la integración adecuada de criterios técnicos, normativos y de diseño permite generar soluciones habitacionales seguras, eficientes y adaptadas al contexto sísmico de la ciudad.

**Palabras Clave:** diseño estructural, riesgo sísmico, normativa constructiva, modelado BIM.

## Abstract

Over the years, the city of Guayaquil has experienced several seismic events that have highlighted the need to assess and improve the structural safety of existing buildings. The purpose of this project is the architectural and structural redesign of a two-story single-family house located in an area with unfavorable soil conditions, with the aim of increasing its stability, safety, and functionality. This work is justified by the importance of complying with current construction regulations and responding adequately to environmental conditions. The project was developed using BIM modeling methodologies, structural analysis software, and the application of Ecuadorian Construction Standards, along with international guidelines for reinforced concrete design. As a result, an optimized structural proposal was obtained, with properly sized elements capable of resisting seismic actions and gravity loads, as well as a functional architectural layout adapted to user needs. In conclusion, the project demonstrates that the proper integration of technical, regulatory, and design criteria allows the development of safe, efficient housing solutions adapted to the seismic context of the city.

**Keywords:** structural design, seismic risk, building regulations, BIM modeling.

## Índice general

|           |  |          |
|-----------|--|----------|
| <b>1.</b> | <b>Introducción .....</b>                        | <b>2</b> |
| 1.1       | Antecedentes .....                               | 3        |
| 1.2       | Descripción del Problema .....                   | 4        |
| 1.3       | Justificación del Problema .....                 | 5        |
| 1.4       | Objetivos .....                                  | 6        |
| 1.4.1     | Objetivo general.....                            | 6        |
| 1.4.2     | Objetivos específicos .....                      | 6        |
| <b>2.</b> | <b>Materiales y métodos .....</b>                | <b>8</b> |
| 2.1       | Revisión de literatura .....                     | 8        |
| 2.2       | Área de estudio .....                            | 10       |
| 2.2.1     | Ubicación geográfica .....                       | 10       |
| 2.2.2     | Descripción física o técnica del sitio .....     | 12       |
| 2.3       | Trabajo de campo y laboratorio .....             | 14       |
| 2.3.1     | Trabajo de campo.....                            | 14       |
| 2.3.2     | Trabajo en laboratorio.....                      | 15       |
| 2.4       | Análisis de datos .....                          | 15       |
| 2.4.1     | Estratigrafía del Suelo.....                     | 15       |
| 2.4.2     | Nivel Freático.....                              | 16       |
| 2.4.3     | Granulometría (Análisis de Finos y Gruesos)..... | 16       |
| 2.4.4     | Límites de Atterberg .....                       | 16       |
| 2.4.5     | Contenido de Humedad.....                        | 16       |
| 2.4.6     | Compresión no Confinada (qu).....                | 17       |
| 2.4.7     | Corte Directo en Arenas.....                     | 17       |

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| 2.4.8     | Propiedades del Estrato Nro.2 (Estrato Arcilloso).....  | 17        |
| 2.5       | Análisis de alternativas .....                          | 17        |
| 2.5.1     | Viviendas de Hormigón Armado .....                      | 18        |
| 2.5.2     | Viviendas de Estructuras Metálicas .....                | 19        |
| 2.5.3     | Viviendas Mixtas (Acero estructural-Hormigón) .....     | 21        |
| 2.5.4     | Evaluación de alternativas .....                        | 22        |
| 2.5.5     | Selección de la mejor alternativa .....                 | 23        |
| <b>3.</b> | <b>Diseños y especificaciones.....</b>                  | <b>25</b> |
| 3.1       | Definición de Cargas Gravitacionales .....              | 25        |
| 3.1.1     | Carga Viva .....  | 25        |
| 3.1.2     | Carga muerta.....                                       | 25        |
| 3.2       | Pre-dimensionamiento .....                              | 28        |
| 3.2.1     | Losa.....   | 28        |
| 3.2.2     | Viga Principal .....                                    | 29        |
| 3.2.3     | Vigas Secundarias .....                                 | 33        |
| 3.2.4     | Columnas .....  | 35        |
| 3.3       | Análisis y estudios preliminares .....                  | 39        |
| 3.3.1     | Periodo Fundamental de la Estructura .....              | 39        |
| 3.3.2     | Espectro Elástico.....                                  | 40        |
| 3.3.3     | Periodos de vibración.....                              | 44        |
| 3.3.4     | Espectro de aceleración.....                            | 45        |
| 3.3.5     | Coefficiente de Importancia (I) .....                   | 45        |
| 3.3.6     | Factor de Reducción de Resistencia Sísmica (R) .....    | 46        |
| 3.3.7     | Coefficiente de Regularidad en Planta y Elevación ..... | 46        |
| 3.3.8     | Espectro de Aceleración .....                           | 47        |

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| 3.4       | Diseño definitivo - Estructural.....                 | 48        |
| 3.4.1     | Definición de Materiales.....                        | 48        |
| 3.4.4     | Modelo Estructural en 3D.....                        | 52        |
| 3.4.5     | Periodo Fundamental de Vibración .....               | 52        |
| 3.4.6     | Irregularidades .....                                | 55        |
| 3.4.7     | Derivas .....  | 57        |
| 3.4.8     | Índice de Estabilidad.....                           | 58        |
| 3.5       | Diseño de Vigas .....                                | 59        |
| 3.5.1     | Diseño a flexión .....                               | 59        |
| 3.5.2     | Viga Principal Eje X, Eje Y .....                    | 61        |
| 3.5.3     | Viga Secundaria .....                                | 65        |
| 3.6       | Columnas .....                                       | 66        |
| 3.6.1     | Confinamiento en columnas .....                      | 71        |
| 3.7       | Cimentación .....                                    | 73        |
| 3.7.1     | Capacidad de Carga .....                             | 74        |
| 3.7.2     | Capacidad de caga admisible.....                     | 75        |
| 3.7.3     | Cohesión no drenada.....                             | 77        |
| 3.7.4     | Pre-Dimensionamiento Y Dimensionamiento .....        | 79        |
| <b>4.</b> | <b>Análisis de impacto ambiental .....</b>           | <b>88</b> |
| 4.1       | Descripción del proyecto .....                       | 88        |
| 4.2       | Línea base ambiental.....                            | 88        |
| 4.3       | Actividades del proyecto.....                        | 90        |
| 4.4       | Identificación de impactos ambientales .....         | 91        |
| 4.5       | Valoración de impactos ambientales .....             | 92        |
| 4.6       | Propuestas de medidas de prevención/mitigación ..... | 95        |

|           |   |            |
|-----------|---|------------|
| 4.7       | Resultados de medidas .....                 | 96         |
| <b>5.</b> | <b>Presupuesto.....</b>                     | <b>98</b>  |
| 5.1       | Estructura Desglosada de Trabajo .....      | 98         |
| 5.2       | Especificaciones Técnicas .....             | 99         |
| 5.3       | Rubros y análisis de precios unitarios..... | 105        |
| 5.4       | Cantidades de obra.....                     | 107        |
| 5.5       | Costo del proyecto .....                    | 108        |
| 5.6       | Cronograma de obra.....                     | 109        |
| <b>6.</b> | <b>Conclusiones y Recomendaciones.....</b>  | <b>111</b> |
| 6.1       | Conclusiones .....                          | 111        |
| 6.2       | Recomendaciones .....                       | 111        |
|           | <b>Bibliografía .....</b>                   | <b>113</b> |

**Abreviaturas**

|       |  |
|-------|--|
| ESPOL | Escuela Superior Politécnica del Litoral   |
| ASTM  | American Society for Testing and Materials |
| BIM   | Building Information Modeling              |
| CAD   | Computer-Aided Design                      |
| NEC   | Norma Ecuatoriana de la Construcción       |
| APU   | Análisis de Precios Unitarios              |
| MEP   | Mechanical, Electrical, and Plumbing       |
| ODS   | Objetivos de Desarrollo Sostenible         |
| ACI   | American Concrete Institute                |
| ASCE  | American Society of Civil Engineer         |

**Simbología**

|                    |                             |
|--------------------|-----------------------------|
| Km                 | Kilómetro                   |
| m                  | Metro                       |
| cm                 | Centímetro                  |
| mm                 | Milímetro                   |
| ton                | Tonelada                    |
| Ton/m <sup>2</sup> | Tonelada por metro cuadrado |
| kg                 | Kilogramo                   |
| kN                 | Kilo Newtons                |
| MPa                | Mega Pascales               |
| kPa                | Kilo Pascal                 |

**Índice de figuras**

|                 |    |
|-----------------|----|
| Figura 1 .....  | 10 |
| Figura 2 .....  | 11 |
| Figura 3 .....  | 11 |
| Figura 4 .....  | 13 |
| Figura 5 .....  | 13 |
| Figura 6 .....  | 14 |
| Figura 7 .....  | 18 |
| Figura 8 .....  | 20 |
| Figura 9 .....  | 21 |
| Figura 10 ..... | 28 |
| Figura 11 ..... | 35 |
| Figura 12 ..... | 36 |
| Figura 13 ..... | 40 |
| Figura 14 ..... | 41 |
| Figura 15 ..... | 43 |
| Figura 16 ..... | 44 |
| Figura 17 ..... | 45 |
| Figura 18 ..... | 46 |
| Figura 19 ..... | 46 |
| Figura 20 ..... | 47 |
| Figura 21 ..... | 47 |
| Figura 22 ..... | 52 |
| Figura 23 ..... | 56 |
| Figura 24 ..... | 57 |
| Figura 25 ..... | 63 |
| Figura 26 ..... | 63 |
| Figura 27 ..... | 64 |
| Figura 28 ..... | 65 |

|                 |     |
|-----------------|-----|
| Figura 29 ..... | 66  |
| Figura 30 ..... | 68  |
| Figura 31 ..... | 69  |
| Figura 32 ..... | 71  |
| Figura 33 ..... | 73  |
| Figura 34 ..... | 76  |
| Figura 35 ..... | 76  |
| Figura 36 ..... | 98  |
| Figura 37 ..... | 109 |
| Figura 38 ..... | 117 |
| Figura 39 ..... | 117 |

### Índice de tablas

|                |    |
|----------------|----|
| Tabla 1 .....  | 23 |
| Tabla 2 .....  | 25 |
| Tabla 3 .....  | 25 |
| Tabla 4 .....  | 27 |
| Tabla 5 .....  | 29 |
| Tabla 6 .....  | 32 |
| Tabla 7 .....  | 39 |
| Tabla 8 .....  | 41 |
| Tabla 9 .....  | 42 |
| Tabla 10 ..... | 43 |
| Tabla 11 ..... | 43 |
| Tabla 12 ..... | 48 |
| Tabla 13 ..... | 49 |
| Tabla 14 ..... | 49 |
| Tabla 15 ..... | 50 |
| Tabla 16 ..... | 50 |

|               |    |
|---------------|----|
| Tabla 17..... | 51 |
| Tabla 18..... | 51 |
| Tabla 19..... | 52 |
| Tabla 20..... | 53 |
| Tabla 21..... | 53 |
| Tabla 22..... | 53 |
| Tabla 23..... | 54 |
| Tabla 24..... | 54 |
| Tabla 25..... | 55 |
| Tabla 26..... | 55 |
| Tabla 27..... | 55 |
| Tabla 28..... | 59 |
| Tabla 29..... | 59 |
| Tabla 30..... | 59 |
| Tabla 31..... | 61 |
| Tabla 32..... | 62 |
| Tabla 33..... | 67 |
| Tabla 34..... | 68 |
| Tabla 35..... | 68 |
| Tabla 36..... | 69 |
| Tabla 37..... | 78 |
| Tabla 38..... | 79 |
| Tabla 39..... | 79 |
| Tabla 40..... | 79 |
| Tabla 41..... | 80 |
| Tabla 42..... | 81 |
| Tabla 43..... | 81 |
| Tabla 44..... | 81 |
| Tabla 45..... | 81 |

|               |     |
|---------------|-----|
| Tabla 46..... | 82  |
| Tabla 47..... | 82  |
| Tabla 48..... | 83  |
| Tabla 49..... | 84  |
| Tabla 50..... | 84  |
| Tabla 51..... | 85  |
| Tabla 52..... | 85  |
| Tabla 53..... | 86  |
| Tabla 54..... | 90  |
| Tabla 55..... | 92  |
| Tabla 56..... | 93  |
| Tabla 57..... | 94  |
| Tabla 58..... | 106 |
| Tabla 59..... | 107 |
| Tabla 60..... | 108 |

**ÍNDICE DE PLANOS**

- PLANO 1 Planos De Planta - Pb y P1
- PLANO 2 Cimentación y Riostra
- PLANO 3 Columnas y Vigas Planta Alta-Cubierta-1
- PLANO 4 Columnas y Vigas Planta Alta-Cubierta-2
- PLANO 5 Losa- Steel Deck- Primera Planta
- PLANO 6 Losa- Steel Deck- Cubierta
- PLANO 6 Escalera

# Capítulo 1

## 1. Introducción

En las zonas rurales donde predominan los terrenos amplios, abundante vegetación y limitada dotación de servicios básicos, junto con vías de acceso poco adecuadas para el tránsito cotidiano, se evidencia un crecimiento sostenido de construcciones de viviendas unifamiliares ejecutadas de manera empírica y sin supervisión profesional. Esta situación ha dado lugar a edificaciones con deficiencias ergonómicas y estructurales, que comprometen tanto la seguridad como la funcionalidad de los espacios habitables. En este contexto, resulta fundamental promover la transición de la construcción tradicional hacia el uso de métodos técnicos más avanzados, lo que permite el desarrollo de viviendas seguras, eficientes y planificadas, optimizando tiempos, materiales y costos. Asimismo, se busca incorporar el principio de sostenibilidad mediante el aprovechamiento de la iluminación natural, orientando el diseño hacia un menor consumo energético y un mayor confort ambiental.

El presente proyecto se enmarca en un entorno natural ubicado a las afueras de la ciudad de Guayaquil, específicamente en el kilómetro 22 de la vía a Daule, sector Los Ángeles. Esta zona se caracteriza por contar con vías de acceso secundarias y una población que en su mayoría recurre a la construcción informal, lo cual refuerza la necesidad de implementar modelos constructivos más eficientes y técnicamente fundamentados. Se propone, por tanto, un diseño que garantice la seguridad estructural frente a las condiciones particulares del terreno y del clima, a la vez que ofrezca espacios funcionales que respondan a las necesidades y expectativas de sus habitantes. De esta manera, el proyecto no solo responde a una exigencia técnica, sino también a una realidad social que demanda soluciones habitacionales seguras, accesibles y sostenibles.

El objetivo principal de este trabajo es diseñar estructuralmente una vivienda unifamiliar de dos plantas en el sector antes mencionado, aplicando herramientas digitales y metodologías contemporáneas de diseño, entre ellas la metodología BIM (Building Information Modeling) y programas de análisis estructural, bajo el cumplimiento de las Normas Ecuatorianas de la Construcción (NEC). Con ello se busca garantizar la integración entre el modelo arquitectónico y el estructural, logrando una propuesta eficiente, segura y adaptable a las condiciones del entorno.

Finalmente, el desarrollo del documento abarcará desde la fundamentación teórica hasta la metodología empleada en el proceso de diseño estructural. Se presentarán los resultados obtenidos a través del modelado y análisis, así como los planos estructurales, análisis de precios unitarios (APU), presupuesto referencial y especificaciones técnicas. Todo ello conformará una

propuesta integral, técnica y aplicable a la realidad constructiva del sector, que sirva como referencia para futuras edificaciones en zonas rurales con características similares.

### **1.1 Antecedentes**

En las últimas décadas, las áreas periféricas del noroeste de Guayaquil, incluyendo sectores como el Km 22 de la vía a Daule, Los Ángeles y zonas próximas a Puente Lucía, han mostrado un crecimiento habitacional sostenido, impulsado por la demanda de familias que buscan terrenos más amplios y contacto con el entorno natural. Aunque históricamente estas zonas han carecido de infraestructura urbana como calles pavimentadas, redes de agua potable, alcantarillado y sistemas de transporte, en los últimos años se observa una llegada progresiva de servicios básicos que convierte estos sectores en potenciales áreas de expansión residencial. Un claro ejemplo de lo anterior es el proyecto Urbanización NovoAires, pensado desde un inicio como un desarrollo donde las villas estarán rodeadas de abundante vegetación, áreas de recreación y espacios dedicados al bienestar, convirtiéndose en el primer proyecto verde de la zona vía a Daule según Ambiansa (2024). Este cambio ha generado un aumento de proyectos de vivienda unifamiliar, muchos de ellos construidos mediante prácticas tradicionales y con ausencia de profesionales, lo cual remarca la necesidad de incorporar criterios técnicos en el diseño y la ejecución de las obras.

La evolución que ha tenido el sector de la construcción en Ecuador refleja una transición gradual, yendo desde procesos empíricos y oficios heredados hasta la adopción de herramientas digitales como CAD (Computer-Aided Design), modelado BIM y software de análisis estructural. Estas herramientas han permitido mejorar la coordinación interdisciplinaria, detectar interferencias en etapas tempranas y optimizar el uso de materiales, con impactos directos en los costos y los tiempos de obra. Guzmán y Mohammadfarid (2023) mencionan que en el ámbito ecuatoriano, estudios y propuestas académicas han promovido modelos de gestión para la implementación de BIM y han documentado mejoras en eficiencia y reducción de. No obstante, la adopción de estos recursos se ve interferida por barreras como la falta de capacitación, resistencia al cambio y limitaciones tecnológicas en pequeñas empresas y en obras en pequeñas.

Por otro lado, en los años 2023 y 2024, el país atravesó una crisis energética relevante. La sequía prolongada que afectó los embalses hidroeléctricos y fallas en la infraestructura de transmisión provocó racionamientos y apagones de alcance nacional que perjudicó a millones de habitantes y a actividades productivas. Estos eventos, así como los apagones generalizados en 2024 evidenciaron la vulnerabilidad de la matriz energética y el impacto que cortes de suministro prolongados tienen en la vida cotidiana, la seguridad y la economía. Las interrupciones reiteradas

incentivaron medidas de contingencia tales como la modificación de horarios y la adopción de generadores en sectores críticos, expresó AP News (2024).

En el sector de las viviendas, esta realidad del suministro eléctrico refuerza la importancia de estrategias de diseño que mejoren la habitabilidad sin depender continuamente de la energía por ello se es necesaria la implementación de buenas prácticas constructivas como una correcta distribución de iluminación y aeración natural en el diseño arquitectónico. Por otro lado, ante estos retos las respuestas institucionales y empresariales han ido desde propuestas regulatorias y planes de inversión en el sector energético hasta iniciativas académicas y privadas para impulsar la capacitación en BIM poniendo de ejemplo, los cursos ofrecidos por la Cámara de la Construcción de Guayaquil, donde personas de universidades y empresas pueden acceder a clases virtuales, y se enseña modelado arquitectónico, estructural y MEP (Mechanical, Electrical, and Plumbing), esto evidencia el esfuerzo por incluir nuevas metodologías en las construcciones actuales. Finalmente, para Levy (2024), la convergencia entre las normas de construcción vigentes, la incorporación de herramientas digitales y el enfoque en soluciones pasivas de diseño configuran la tendencia actual de proyectar viviendas que sean seguras, eficientes en recursos y adaptadas a condiciones reales de la periferia urbana ecuatoriana.

## **1.2 Descripción del Problema**

La problemática que este proyecto busca abordar es pasar de la construcción informal hacia enfoques normativos y técnicamente fundamentados, especialmente en zonas como la Cooperativa Los Ángeles ubicada en vía a Daule, donde la construcción de viviendas unifamiliares se realiza mayoritariamente de forma empírica, sin supervisión profesional ni aplicación de normas técnicas. Esta práctica provoca edificaciones con deficiencias estructurales y baja durabilidad, además de un uso ineficiente de materiales y recursos. Así mismo, la falta de estudios de suelo y el desconocimiento de las Normas Ecuatorianas de la Construcción (NEC) incrementan los riesgos en zonas sísmicas.

En este contexto, en el proyecto también emerge una segunda necesidad y es la vulnerabilidad al suministro eléctrico debido a la falta de lluvias que atraviesa el país en algunos periodos del año. La falta de iluminación adecuada y una correcta orientación de ventanas para maximizar luz natural en viviendas agravan la situación ya que los apagones prolongados implican falta de luz, mayores riesgos interiores, inseguridad, incomodidad y un mayor consumo energético al restablecerse el servicio.

Tanto la construcción estructural segura como la habitabilidad eficiente (desde el punto de vista energético) en zonas en expansión urbana como la vía a Daule se convierten en la

necesidad a resolver y es que esto afecta principalmente a los habitantes de viviendas unifamiliares en zonas periféricas donde la supervisión profesional no existe, y quienes se enfrentan a consecuencias como fallas estructurales, mayor deterioro, altos costos de mantenimiento, y una menor resiliencia ante cortes de energía o condiciones climáticas adversas. Por lo tanto, a través de este proyecto no solo se busca mitigar deficiencias existentes, sino también establecer un modelo capaz de ser replicado cuando se trate de diseñar edificaciones seguras, eficientes y resilientes en zonas de expansión.

Guzmán y Mohammadfarid (2023), indican que, si bien se han promovido campañas de capacitación en buenas prácticas constructivas y difusión de normativas en Ecuador, es el acceso limitado en zonas periféricas y la falta de recursos técnicos por parte de los habitantes de las zonas que han limitado su eficacia. No obstante, impulsar y fortalecer estas iniciativas resulta fundamental, ya que es la formación técnica la que permitiría reducir errores comunes en el proceso constructivo y conseguir los beneficios mencionados en párrafos anteriores.

### **1.3 Justificación del Problema**

La presencia de construcciones informales sin supervisión técnica en áreas rurales y periféricas de Guayaquil, como el sector Los Ángeles, en el km 22 de la vía a Daule, compromete la calidad, la seguridad y la sostenibilidad de las viviendas. Ignorar esta problemática trae como consecuencia edificaciones vulnerables frente a fenómenos naturales, con deficiente eficiencia estructural y elevados costos de mantenimiento. Resolver este problema implica promover la aplicación de enfoques técnicos y normativos que garanticen construcciones seguras, optimizadas y sostenibles, acorde con las Normas Ecuatorianas de la Construcción (NEC) y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) relacionados con ciudades y comunidades sostenibles (ODS 11) (Ramos Gavilán et al., 2023).

Los principales beneficiarios son los habitantes del sector, quienes contarán con una vivienda correctamente diseñada y construida, que no presente problemas mayores en sus años de vida útil. Además, el proyecto aporta al desarrollo ordenado de la zona, reduciendo la informalidad constructiva y con ello los errores constructivos recurrentes del sector. El implementar herramientas tecnológicas como la metodología BIM y el uso de software de análisis estructural representa una innovación técnica que genera impactos positivos tanto económicos como ambientales al mejorar la planificación, reducir errores durante la construcción y optimizar el uso de materiales. Asimismo, recurrir a estrategias de iluminación natural mediante la correcta disposición de ventanas y orientación de espacios se convierte en una respuesta funcional ante contingencias energéticas como los apagones. De no abordarse esta

problemática, se repetirían prácticas constructivas inseguras y viviendas con alto consumo energético, afectando la calidad de vida de las familias y limitando el desarrollo sostenible de las comunidades en expansión urbana.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

Diseñar una vivienda unifamiliar de dos plantas en el Km 22 vía a Daule Los Ángeles mediante el uso de metodologías de diseño como BIM y programas de análisis estructural conforme a las Normas Ecuatorianas de la Construcción (NEC), con el fin de que se garantice un proyecto arquitectónico y estructural eficiente, seguro y sostenible que responda a las necesidades habitacionales requeridas por el cliente y la zona.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

1. Proponer el diseño arquitectónico de una vivienda unifamiliar de dos plantas aplicando la metodología BIM y considerando las normativas de construcción vigentes, para la optimización del proceso de diseño y construcción.
2. Diseñar estructuralmente una vivienda mediante el uso de programas de análisis estructural, con el objetivo de que se asegure la estabilidad y seguridad de la edificación de acuerdo con los estándares de construcción actuales.
3. Generar la documentación técnica del proyecto, incluyendo planos arquitectónicos y estructurales, memoria de cálculo, un presupuesto detallado y cronograma de obra, con el propósito de que haya precisión, coherencia y eficiencia en la planificación y ejecución del proyecto.

## **Capítulo 2**

## 2. Materiales y métodos

### 2.1 Revisión de literatura

De manera sostenida, la densidad poblacional en lugares como la vía a Daule ha ido incrementando a tal punto que de forma acelerada se han impulsado proyectos habitacionales tanto para venta como para arriendo. En estas áreas se han hecho presente hogares de diversos modelos gracias a la mano de obra accesible y en su mayoría informal, esto como consecuencia de responder a la presión de la demanda y mejorar la calidad de vida de las familias mediante entornos con servicios y equipamientos básicos. De acuerdo con lo planteado por Rivera (2024), en muchos proyectos, la elección de materiales y métodos constructivos no cumple en su totalidad con los estándares ambientales ni con los principios de sostenibilidad. Esto genera el reto de equilibrar la construcción de viviendas asequibles con prácticas que minimicen los impactos y promuevan la resiliencia del entorno.

Las viviendas unifamiliares que no poseen grandes alturas en zonas tropicales y sísmicas, como lo es el área de estudio de este proyecto, exige que se integren criterios de seguridad estructural, estudio geotécnico y eficiencia ambiental desde el anteproyecto. Como lo explica la literatura clásica de geotecnia de Terzaghi et al. (1996), el comportamiento de los cimientos está directamente relacionado a la ubicación del estrato y los parámetros índices del suelo, es por ello por lo que se recurre a estudios de granulometría, plasticidad, humedad natural y resistencia no drenada, entre otros, que permiten clasificar el material (USCS) y estimar su capacidad portante y deformabilidad. En el caso de edificaciones de una a dos plantas, los asentamientos diferenciales que comprometen la durabilidad y habitabilidad pueden ser inducidos debido a pequeñas variaciones en el contenido de humedad del suelo y plasticidad. Ciertamente, por ello se recomienda una caracterización mínima mediante calicatas y ensayos índice antes de definir el sistema de cimentación.

La NEC-15 en Ecuador abarca varios criterios acerca de zonificación sísmica, cargas, detalle de acero y requisitos mínimos de geotecnia para vivienda de interés social y vivienda convencional. Hilando un poco más fino, se debe también analizar puntos la continuidad y Karl Terzaghi et al. (1996) confinamiento de muros/columnas, diafragmas rígidos y anclajes adecuados a la cimentación, y la homogeneidad del apoyo del suelo para evitar torsiones y concentraciones de demanda, ya que estos juegan un papel importante en el desempeño de viviendas de mampostería y hormigón armado.

En este contexto, en viviendas de baja altura resulta fundamental aplicar el principio de que los muros deben mantenerse debidamente confinados y continuos, a fin de garantizar un adecuado desempeño sísmico. Esta idea se refuerza en *Design Guidelines for Confined Masonry Buildings*, donde Chourasia (2017) señala que los elementos de confinamiento, columnas de amarre y vigas de unión de hormigón armado, contribuyen a lograr una mayor resistencia, integridad y estabilidad estructural, tanto en el plano como fuera de él, incluso durante movimientos sísmicos de gran magnitud.

El incluir una buena conexión entre muros, columnas, vigas y cimentación junto con un diafragma rígido en techo/piso es esencial para evitar deformaciones excesivas y demandas concentradas. Adicional, en el artículo *Evaluation of soil–foundation–structure interaction effects on seismic response demands*, donde Abdel Raheem et al. (2015) afirman que las condiciones del suelo influyen considerablemente en los daños a las estructuras durante los terremotos. Por lo tanto, la investigación del mecanismo de transferencia de energía del suelo a los edificios durante los sismos es fundamental; ignorar la interacción suelo-estructura (ISE) en el análisis puede conducir a un diseño poco conservador; esto se traduce a que asegurar un apoyo del suelo lo más homogéneo posible o al menos reconocer variaciones e incorporar la interacción en el diseño, ayuda a evitar asentamientos diferenciales, torsiones de la estructura y daños asociados.

Por otro lado, con respecto al ambiente térmico y la resiliencia energética, en *Passive Design for Thermal Comfort in Hot Humid Climates*, Chenvidyakarn (2018) resalta que el diseño pasivo puede referirse a una forma de diseñar edificaciones que aprovechan el clima predominante y los recursos energéticos naturales, como la luz del día, el viento y la flotabilidad térmica, para lograr un ambiente confortable al tiempo que se minimiza el uso de energía y la dependencia de los sistemas mecánicos.

Así mismo, Demir (2025) explica que, en climas cálidos y húmedos, el confort térmico depende principalmente de disminuir la humedad y favorecer la circulación del aire. Por ello, las fachadas deben diseñarse priorizando la ventilación natural, de manera que se facilite el flujo de aire y se reduzca la sensación de calor. Esto respalda la importancia de implementar ventilación cruzada y envolventes que permitan la extracción eficiente del aire caliente.

Para (Manzaba Carvajal et al., 2024) “la integración de BIM en el proceso de diseño ha permitido identificar soluciones más sostenibles y eficientes, alineadas con los objetivos de sostenibilidad a largo plazo.” Además, la metodología BIM potencia la fase de ideación gráfica al posibilitar una representación más precisa de las propuestas, lo que favorece la generación de

soluciones constructivas factibles. Esta fabricación digital brinda la oportunidad de elaborar prototipos, estimulando la creatividad y fortaleciendo la comprensión de los procesos constructivos, según He et al. (2021)

El implementar nuevas herramientas y más actualizadas, tiene sin duda numerosos beneficios, Das et al., (2025) dice que al abordar las ineficiencias vinculadas a las prácticas de construcción tradicionales, BIM reduce significativamente los costos y los plazos de los proyectos, también agrega que “Los resultados cuantitativos revelan que la adopción de BIM reduce los plazos de los proyectos en un promedio del 20 % y los costos en un 15 %, al tiempo que disminuye los errores de diseño en un 30 % y las solicitudes de información en un 25 %” (Das et al., 2025).

Sin más, el proyecto converge en cuatro premisas aplicables al caso de estudio: primero, la caracterización geotécnica mínima pero representativa antes de decidir la cimentación; segundo, el detalle sismo-resistente estricto conforme NEC-15; tercero, estrategias pasivas de iluminación y ventilación que reduzcan la vulnerabilidad durante interrupciones eléctricas, mejorando el confort y disminuyendo el consumo energético posterior; y cuarto, la implementación de la metodología BIM y otras herramientas de análisis estructural que permitan reducir tiempos y costos en el diseño de una vivienda unifamiliar.

## **2.2 Área de estudio**

### **2.2.1 Ubicación geográfica**

La vivienda unifamiliar toma lugar en la cooperativa Los Ángeles, localizada a la altura del km. 22 vía a Daule, en la provincia del Guayas. Principalmente, es una zona periurbana habitada, con trazas viales secundarias y lotes de vivienda unifamiliar. En particular, el área de la edificación se encuentra en X: 613776.00 m y Y: 9779609.00 m, en un sector esquinero del camino principal, y cuenta con 264 m<sup>2</sup>. Para mayor detalle, se muestra la **Figura 1, Figura 2, y Figura 3.**

#### **Figura 1**

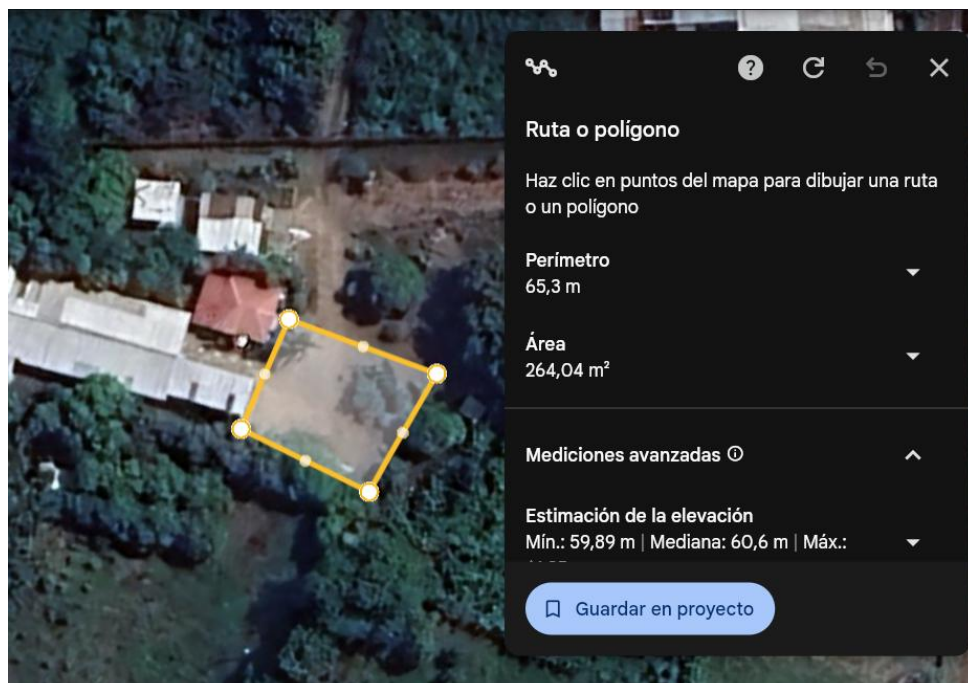
*Ubicación del terreno*



*Nota.* La figura muestra la ubicación del terreno desde la vía principal, la vía a Daule.

### Figura 2

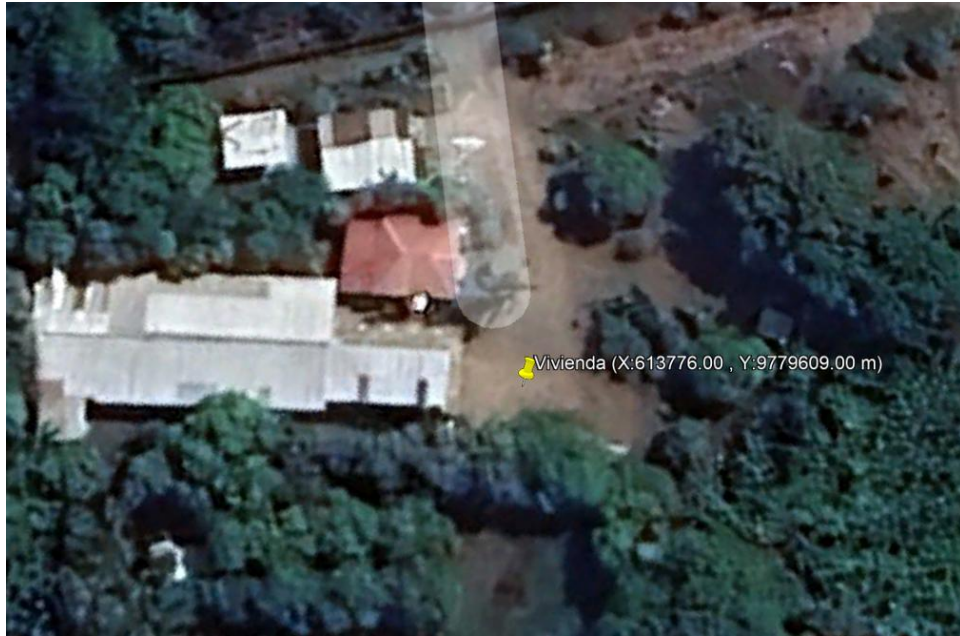
*Área del terrero*



*Nota.* La figura muestra el área total del terreno donde se encontrará ubicada la vivienda a diseñarse.

### Figura 3

*Coordenadas del terreno*



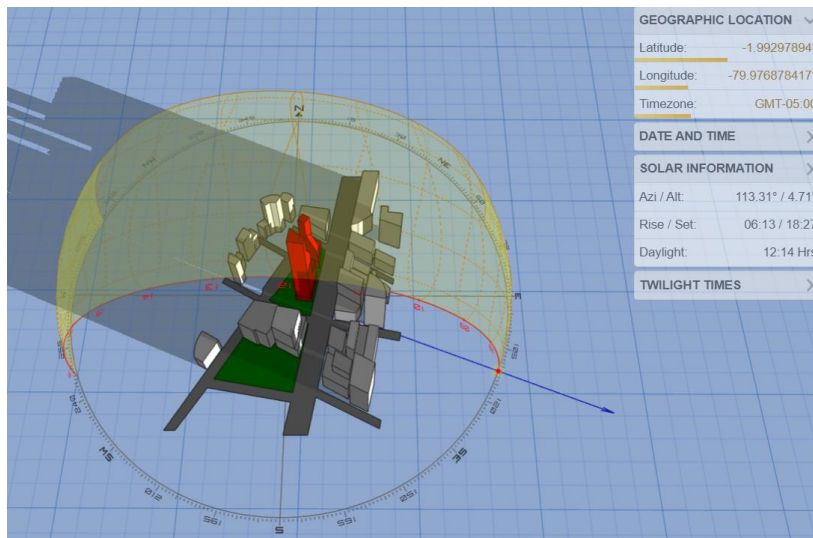
*Nota.* La figura muestra las coordenadas exactas de donde se encontrará ubicada la vivienda a diseñarse.

En los últimos años, la cooperativa los Ángeles ha experimentado un crecimiento demográfico y rural, que ha permitido la mejora de los servicios básicos en la zona, pero con infraestructura vial casi nula, sin embargo, el movimiento habitacional y comercial han incrementado significativamente. En este sentido, el desarrollo rural ha traído pequeños negocios como tiendas de víveres, panaderías y ferreterías, lo que indica una tendencia a la construcción rápida e informal.

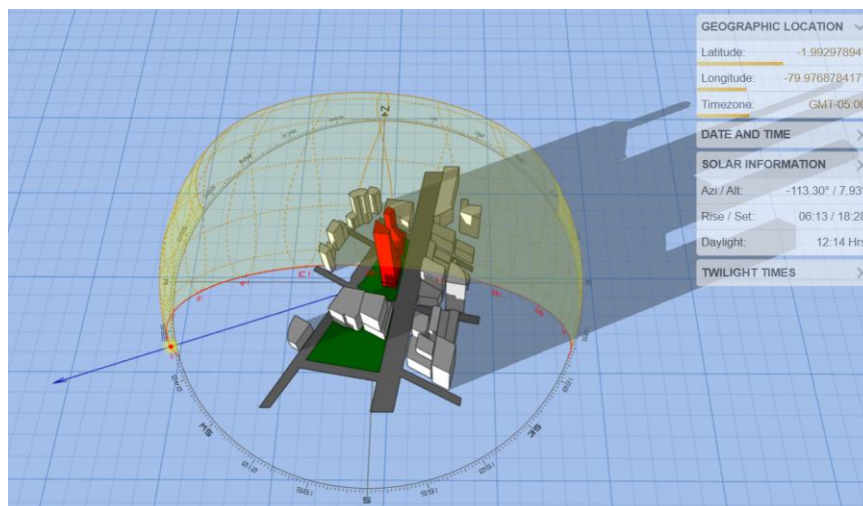
### **2.2.2 Descripción física o técnica del sitio**

El proyecto está situado en un terreno rodeado de vegetación y las temperaturas en esta zona oscilan entre 25°C y 30°C con humedades relativamente elevadas. El clima regional es cálido-húmedo con estación lluviosa marcada, es decir, precipitaciones concentradas entre diciembre y mayo. Un punto por destacar es que la presencia de vegetación en los alrededores favorece de manera significativa la ventilación natural del área.

Analizando el punto de vista constructivo, el sector evidencia construcciones informales frecuentes, limitada de supervisión técnica y bajo uso de estudios de suelo, lo que aumenta la posible presencia de daños por sismo y por asentamientos diferenciales en su manera. Por otro lado, se encuentra el tema de los apagones que evidencian la necesidad de integrar un diseño pasivo y métodos de respaldo básico para mantener condiciones mínimas de seguridad y confort durante cortes de energía.

**Figura 4***Salida del sol*

*Nota.* La figura muestra el patrón que sigue el sol durante un día, saliendo del este. (3D SUN-PATH)(ANDREW MARSH)

**Figura 5***Caída del sol*

*Nota.* La figura muestra el patrón que sigue el sol durante un día, escondiéndose por el oeste. (3D SUN-PATH) (ANDREW MARSH)

Analizar este tipo de información es necesario dado que las medidas pasivas aprovechan la orientación de la edificación junto a la trayectoria solar para maximizar ganancias térmicas en periodos fríos y para minimizar el sobrecalentamiento en estaciones como el verano. Las ventanas bien ubicadas, permiten captar radiación cuando el sol está en su punto mas bajo,

mientras elementos de sombra bloquean la radiación directa en épocas calurosas. Elementos como muros o pisos almacenan el calor del día para liberarlo por la noche, amortiguando los cambios de temperatura.

Es por ello por lo que considerar la ruta solar es fundamental para diseñar el tamaño, la orientación y la protección de las aberturas, controles de sombreado y ventilación natural. Herramientas como la aplicación web Sun-Path de Andrew Marsh permiten visualizar las posiciones del sol a lo largo del año, facilitando la toma de decisiones de diseño bioclimático para optimizar confort y eficiencia energética.

## **2.3 Trabajo de campo y laboratorio**

### **2.3.1 Trabajo de campo**

El trabajo de campo abarca las actividades de toma de muestras del suelo, a través de métodos directos, para lo cual se procedió con la ejecución de una calicata o perforación, con dimensiones de 1m por 1m con profundidad de 1.50 m y en donde se recuperó muestras alteradas para posteriormente realizar los ensayos de laboratorio que permitirán definir el tipo de suelo presente en la zona de estudio, la estratigrafía de este, así como también la presencia del nivel freático y la capacidad portante. Este tipo de datos son fundamentales para escoger el tipo de cimentación que formará parte del diseño y para tomar las correspondientes medidas que eviten asentamientos, licuefacciones o deslizamientos.

La profundidad alcanzada en calicata fue:

- Estrato Nro.1 – Profundidad alcanzada (-1 m)
- Estrato Nro.2 – Profundidad alcanzada (-1.50 m)

Por otro lado, a partir de las muestras recuperadas, se identificó la ausencia de nivel freático, además de la presencia de materia orgánica (hojas, raíces, microorganismos), y se seleccionó la muestra representativa de cada estrato durante la calicata, para ensayos de laboratorio.

#### **Figura 6**

*Excavación realizada en zona de estudio*



*Nota.* Las figuras muestran el suelo obtenido a través de la excavación realizada.

### **2.3.2 Trabajo en laboratorio**

Para el presente proyecto se obtuvieron las muestras representativas de los estratos mencionados en el apartado anterior, que posteriormente fueron trasladadas al laboratorio de geotecnia y construcción de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL). Conforme a los requerimientos del diseño de la vivienda, es necesario conocer la caracterización física de los suelos del lugar, para lo cual se efectuaron ensayos de identificación y clasificación (SUCS), que consiste en la determinación de los límites de Atterberg, granulometría de gruesos y finos, humedad, y adicional, compresión no confinada ( $q_u$ ) y corte en arenas.

## **2.4 Análisis de datos**

### **2.4.1 Estratigrafía del Suelo**

El terrero evidencia dos estratos claramente identificados, se obtuvo:

- Estrato Nro.1: Corresponde al estrato superior entre 0.00 m a -1.00 m, constituido por relleno natural de grano fino a grueso, de color café claro a tonalidad amarillenta.
- Estrato Nro.2: Corresponde al estrato inferior entre -1.00 m a -1.50 m, conformado en primera instancia por un suelo arcilloso, de color café oscuro a negro, muy compacto.

### 2.4.2 Nivel Freático

En cuanto a la presencia del nivel freático, **no se identificó** la existencia de este hasta la profundidad excavada, motivo por el cual se descarta la posibilidad de afectación en los trabajos de cimentación. Esto se debe principalmente a que el terreno se encuentra ubicado en una zona alta y al lado opuesto del río Daule.

Con las muestras de suelo obtenidas, se realizaron los ensayos en laboratorio, siguiendo las normas de NTE INEN 0856 y NTE INEN 0857, con el fin de conocer la caracterización física y las propiedades mecánicas del suelo.

### 2.4.3 Granulometría (Análisis de Finos y Gruesos)

La ASTM D422-63 (2007), indica que el propósito de este ensayo es determinar la distribución de tamaños de partícula del suelo, es decir, que porcentaje que pasa o se retiene en cada malla para así clasificar el suelo como grava, arena, limo o arcilla; además se obtienen parámetros derivados como D10, D30, D60, Cu, Cc, que influyen en permeabilidad, compacidad y comportamiento mecánico.

### 2.4.4 Límites de Atterberg

Por otro lado, el objetivo de conocer los límites de Atterberg según la ASTM (2017), es caracterizar la consistencia de suelos de partículas finas, según el contenido de humedad, es decir, permite identificar los estados sólido, semisólido, plástico y líquido. Estos son claves para la clasificación del suelo y también para analizar el comportamiento compresible o expansivo. Dentro de los límites de Atterberg se tiene:

- Límite Líquido (LL): Ensayo de Casagrande que consiste en determinar el contenido de agua con el que la muestra se junta tras un número estándar de golpes.
- Límite Plástico (PL): Ensayo en el que se toma una porción de suelo y se moldea hasta formar un hilo de 3 mm; en el momento donde el hilo se rompe es el contenido de agua.
- Límite de Plasticidad (PI):  $LL - PL$

### 2.4.5 Contenido de Humedad

El contenido de humedad (agua) en el suelo es una de las propiedades más importantes que se utilizan para establecer una correlación entre el comportamiento del suelo y sus propiedades. Este ensayo toma valor significativo en la resistencia, compresibilidad y la estabilidad del suelo (ASTM D2216-19, 2019).

### 2.4.6 Compresión no Confinada ( $q_u$ )

El ensayo de compresión no confinada busca obtener una medida rápida de la resistencia no drenada de suelos cohesivos (en su mayoría arcillas) usando una probeta cilíndrica, como resultado se obtiene el valor de  $q_u$  con el cual se puede estimar la resistencia cortante no drenada  $s_u \approx q_u/2$ , misma que es útil para evaluación preliminar y control de obra (Hossain et al., 2021).

### 2.4.7 Corte Directo en Arenas

El propósito es medir la resistencia al corte, es decir, cohesión ( $c$ ) y ángulo de fricción ( $\phi$ ) de suelos granulares como arenas. Dentro de los ensayos más usados están el Corte Directo y los ensayos triaxiales (consolidado-drenado o no drenado), indica la NEC (2015) en el código NEC-SE-GC.

### 2.4.8 Propiedades del Estrato Nro.2 (Estrato Arcilloso)

- El estrato analizado presenta un comportamiento correspondiente a una *arcilla de plasticidad media-baja (CL - Lean Clay)*, reflejado en un índice de plasticidad del 20 % ( $I_p$ ), obtenido en el ensayo de Límites de Atterberg.
- El porcentaje más fino que el tamiz N° 200 es aproximadamente 80.6 %, lo que indica que el suelo se clasifica como un suelo fino, no como un suelo granular.
- El material se clasifica como un suelo cohesivo de tipo arcilloso o limoso.
- La humedad natural que se obtuvo se encuentra próximo al límite plástico, lo cual da a entender que el suelo está en un estado de consistencia semisólida y una condición muy compacta en campo, acorde con las características observadas durante la excavación.
- El contenido de humedad se encuentra entre 30% y 60%, lo cual reduce su resistencia al corte y grandes asentamientos bajo cargas, también que podría haber problemas en excavaciones y estabilidad de taludes ya que el suelo llega a ser pegajoso.
- Los ensayos de límite líquido, reflejan que la muestra presenta una transición de comportamiento según la humedad real en cada punto.
- Importante controlar la humedad y considerar medidas de mejora o drenaje para garantizar la estabilidad y capacidad portante sobre este estrato en el diseño.

## 2.5 Análisis de alternativas

Ya definido el tipo de suelo presente en el terreno donde se construirá la vivienda, y considerando las restricciones establecidas por el cliente, así como la distribución de los

espacios, se pueden plantear las diferentes opciones que brinden al actual proyecto una solución frente las necesidades presentadas en apartados anteriores. A continuación, se evaluarán tres alternativas de sistema estructural compatibles con vivienda unifamiliar de dos plantas:

1. Hormigón armado
2. Estructura metálica
3. Sistema mixto acero estructural-hormigón

Es importante mencionar que para realizar la comparación se tomará en cuenta factores como costo, velocidad de construcción, frecuencia de mantenimiento (corrosión, humedad, fuego, plagas), disponibilidad de material en alrededores de la construcción, personal calificado y sostenibilidad (emisiones de CO<sub>2</sub>).

### **2.5.1 Viviendas de Hormigón Armado**

Es la solución de referencia por disponibilidad de materiales y mano de obra en Guayaquil. Materiales bases para este tipo de construcción como lo es el cemento, los agregados y las varillas son ampliamente producidos y comercializados localmente. Un claro ejemplo favorable al área de la construcción, son las plantas de Holcim, que reducen el transporte y costo de materiales. No obstante, construir con hormigón armado es un proceso más lento que hacerlo de acero prefabricado, ya que requiere de encofrados, curado y colocación de armaduras en sitio. Sin embargo, implementar ciertos elementos prefabricados como losas alivianadas muestran optimizaciones que pueden reducir la huella de carbono y costos, según un estudio de Abdel Raheem et al., (2015).

Con respecto al mantenimiento, se pueden presentar problemas ya sea por corrosión o por humedad. La vida útil de la vivienda es buena si el recubrimiento y la calidad del concreto son los adecuados, así se puede evitar tener reparaciones que pueden llegar a ser costosas. Agregando que existe abundante mano de obra local para hormigón in-situ, esto incluye armadores, carpinteros, albañiles, entre otros.

Finalmente, Belizario-Silva et al., (2025) expresa que una estructura de hormigón puede presentar mayor huella en la etapa de construcción ya que materiales como el cemento presentan una alta intensidad de CO<sub>2</sub> por tonelada, pero en su fase de uso esto representa un factor a considerar en cuanto a sostenibilidad.

#### **Figura 7**

*Vivienda de hormigón armado*



*Nota.* La figura muestra una vivienda elaborada de hormigón armado, con encofrados, curado y colocación de armaduras en sitio.

### **Guía constructiva de Vivienda de Hormigón Armado**

1. Se empieza por el diseño estructural, donde se obtiene el cálculo y el diseño a partir de las normas sísmicas y de carga. Se procede con la definición de secciones, armados y se escoge el tipo de cimentación.
2. Por parte de la cimentación, se procede con la excavación y el vaciado de ya sea zapata aislada, corrida o losas. Se coloca el acero de refuerzo.
3. En cuanto a la estructura vertical, se compone por el armado y el encofrado de las columnas, para este caso de hormigón armado, donde el concreto es vertido y curado.
4. Luego el entrepiso y las vigas, donde se colocan las vigas principales y secundarias con su respecto armado y se monta la losa, misma que puede ser maciza, aligerada o prefabricada.
5. Siguen los muros y cerramientos que consisten en la instalación de los muros de bloque o ladrillo.
6. La cubierta abarca una de las partes finales, y esta puede ser de hormigón armado, estructura metálica o de madera, según el diseño que se tenga.

### **2.5.2 Viviendas de Estructuras Metálicas**

Es una excelente alternativa que permite luces mayores, sin embargo, el material estructural suele ser más costoso por kilogramo que el hormigón. También la mano de obra puede ser menor en tiempo ya que el montaje es más rápido, esto es útil en el caso de que se necesite acelerar la entrega, factor que no es de gran importancia en este proyecto.

Por parte del mantenimiento, este si es considerable dado que presenta mayor riesgo de corrosión que el hormigón, es decir, requiere protección ya sea por pinturas intumescentes, o

galvanizado, lo que resulta en un mantenimiento periódico. Dada la ubicación, en una zona costera (húmeda) como es el caso de Guayaquil, esto es crítico y la inspección y mantenimiento son claves (Murtazayev et al., 2023).

La disponibilidad de material en alrededores del Km 22 vía a Daule (Guayaquil), no es gran inconveniente dado que están distribuidores y fabricantes como Acesco, Grupo Ferromax, y otros distribuidores locales. Sin embargo, se necesita un personal calificado a la hora de trabajar con este tipo de materiales dado que se requiere soldadores certificados, montadores de estructuras y conocimientos en ensamblaje. Otro punto para considerar es que todo este personal debe tener certificaciones (AWS u homologaciones locales) puesto que debe existir constancia de que saben trabajar con soldadura estructural y conexiones especiales.

Algunos estudios comparativos como el de Oladazimi et al., (2020) muestran que, las estructuras de acero pueden resultar con menor huella de carbono que el hormigón en varios casos, pero los resultados dependen del estudio y la región. También se debe considerar, el proceso de colocación de las estructuras donde se hace uso de soldaduras.

### **Figura 8**

*Vivienda de Estructura Metálica*



*Nota.* La figura muestra una vivienda de dos plantas armada en 4 días, casa de 7m por 12m.

### **Guía constructiva de Vivienda de Estructuras Metálicas**

1. Se empieza por el diseño estructural de manera similar a la otra alternativa, en donde se obtiene el diseño estructural a partir de los planos arquitectónicos. Se debe escoger los perfiles metálicos y se aplica normas sísmicas y estructurales.
2. Esta alternativa requiere se hagan cortes, armados y se use soldadura para unir algunas piezas metálicas. Dado el material se debe hacer uso de pintura anticorrosiva o galvanizada.

3. En las cimentaciones se elige ya sea zapatas o losas, y se toma en consideración que se deben colocar placas de anclaje para asegurar las columnas.
4. Para poder montar toda la estructura, se ensambla a los elementos siendo estos columnas, vigas y entrepisos con una fijación mediante tornillos o soldadura.
5. Esta alternativa finaliza con la colocación de muros livianos, cubierta y losa de entrepiso.

La NEC 2015 es la base de todos estos procesos, para ser específicos los códigos de la NEC-SE-DS (Diseño sismorresistente), NEC-SE-E (Estructuras de acero), NEC-SE-CG (Cargas y gravedad) y la AISC 360 (Diseño de acero estructural) correspondiente a una fuente internacional.

### **2.5.3 Viviendas Mixtas (Acero estructural-Hormigón)**

Es un tipo de sistema muy competitivo dado que combina rapidez de montaje con las ventajas del hormigón. Suele ser de gran utilidad en construcciones donde se requieren grandes luces. Por otra parte (Liew et al., 2019) destaca que, la velocidad de construcción es alta si se usa elementos compuestos prefabricados (vigas metálicas con losa compuesta) puesto que presenta menos tiempo en obra in-situ que el hormigón puro.

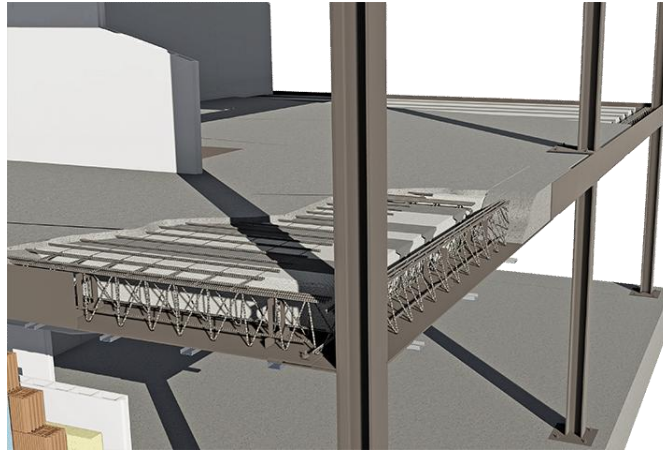
Similar a lo anteriormente dicho, la parte metálica puede quedar en parte protegida por el hormigón, pero las conexiones metálicas expuestas deben protegerse, y esto a su vez va a requerir inspección, pero generalmente menor mantenimiento que acero expuesto.

Dado que ambos insumos a usarse están disponibles en la zona de la vivienda, es una gran ventaja, solo aumentaría la coordinación entre proveedores. Una gran desventaja por su parte es que se requiere personal con experiencia en montaje compuesto. Si bien es cierto se ocupa menos mano de obra in-situ que, en el caso de hormigón puro, pero se necesitaría gente más especializada que para un montaje de acero simple.

Así es como esta puede resultar en una opción eficiente, ya que puede ofrecer mejor relación resistencia-peso y, por tanto, menos material para la misma capacidad estructural. Cabe destacar que al final esto siempre va a depender del diseño.

#### **Figura 9**

*Estructura Mixta (Acero-Hormigón)*



*Nota.* La figura muestra una construcción mixta donde se permite combinar acero estructural y hormigón.

### **Guía constructiva de Vivienda de Estructura Mixta**

1. En cuanto a la alternativa mixta, se coloca el acero en cimentaciones y de luego se procede con el vaciado del hormigón además de colocar anclajes o placas base que se encuentren embebidas en columnas.
2. Elementos como las columnas pueden ser de ambos materiales, es decir, hormigón y/o acero. Si es hormigón, se debe hacer el armado de acero vertical y estribos; además, de el vaciado y curado del hormigón. Si es metálica, se empieza por el montaje sobre placas base niveladas, fijación mediante pernos de anclaje, soldadura o atornillado de uniones.
3. La losa metálica tomaría relevancia en todas las alternativas, esta se compone de la colocación de láminas colaborantes o placas metálicas, la instalación de la malla electrosoldada y el vaciado de capa de hormigón sobre la lámina.
4. Se finaliza con la construcción de paredes de hormigón armado donde se verifica el armado del refuerzo vertical y horizontal, se aseguran los puntos de anclaje con vigas y columnas y finalmente, el vaciado continuo del hormigón para evitar juntas.

#### **2.5.4 Evaluación de alternativas**

- A1: Viviendas de Hormigón Armado
- A2: Viviendas de Estructuras Metálicas
- A3: Viviendas Mixtas (Acero estructural-Hormigón)

A continuación, se presenta el desglose para evaluar cada criterio:

- Costo: 1 muy costoso – 10 menos costoso

- Velocidad de construcción: 1 muy demorado – 10 rápido de construir
- Frecuencia de mantenimiento: 1 mucho mantenimiento – 10 poco mantenimiento
- Disponibilidad de material: 1 difícil de conseguir – 10 a disposición
- Personal calificado: 1 poca mano de obra – 10 abundante mano de obra
- Emisiones de CO2: 1 mucha contaminación – 10 poca contaminación

**Tabla 1**

*Evaluación de cada alternativa de acuerdo con los criterios propuestos*

| Criterio                    | F.I. | A1          |      | A2          |      | A3          |      |
|-----------------------------|------|-------------|------|-------------|------|-------------|------|
| Costo                       | 1    | 8           | 8    | 6           | 6    | 7           | 7    |
| Velocidad de construcción   | 0.5  | 6           | 3    | 9           | 4.5  | 7           | 3.5  |
| Frecuencia de mantenimiento | 0.8  | 8           | 6.4  | 5           | 4    | 6           | 4.8  |
| Disponibilidad de material  | 0.8  | 9           | 7.2  | 3           | 2.4  | 5           | 4    |
| Personal calificado         | 0.7  | 9           | 6.3  | 5           | 3.5  | 7           | 4.9  |
| Emisiones de CO2            | 0.4  | 4           | 1.6  | 7           | 2.8  | 6           | 2.4  |
|                             |      | Total<br>A1 | 32.5 | Total<br>A2 | 23.3 | Total<br>A3 | 26.6 |

*Nota.* Datos generados por el autor.

### 2.5.5 Selección de la mejor alternativa

Ya que se ha analizado las distintas propuestas constructivas para diseñar la vivienda unifamiliar de dos pisos, se procede a analizar cuál es la alternativa más viable tanto en costo, velocidad de construcción, facilidad de obtención de material, etc.; que mejor se ajuste a al proyecto.

Dados los resultados de la **Tabla 1**, se escoge la alternativa de una vivienda de hormigón armado como la opción más viable para este proyecto. También se toma en consideración la opinión del cliente quien desde un inicio solicitó la vivienda sea de hormigón, sin embargo, se presentan estas otras alternativas para que tenga en consideración las diversas maneras en que se puede construir la vivienda y al final obtener un producto que considere los parámetros propuestos en un inicio siendo estos seguridad, eficiencia y planificación.

## **Capítulo 3**

### 3. Diseños y especificaciones

#### 3.1 Definición de Cargas Gravitacionales

Las cargas gravitacionales se encuentran abordadas de manera más detalladas en la NEC-SE-CG. Está conformada por las cargas permanentes, que son aquellas originadas por el peso propio de la edificación. Luego se encuentra las cargas variables que incluye tanto las cargas vivas como las climáticas. Finalmente incluye a todas las combinaciones entre ellas, dichas combinaciones toman en consideración las cargas accidentales que se detallan en la norma NEC-SE-DS y la NEC-SE-RE.

##### 3.1.1 Carga Viva

La estructura de este proyecto pertenece a una de uso residencial, específicamente a una vivienda por lo que, para valores de cargas viva, se considerarán los especificados en el apéndice 4.2 en la NEC-SE-CG, Carga viva: sobrecargas mínimas.

**Tabla 2**

*Carga Viva en edificación*

| Carga                    | Valor de Carga ( $\text{ton}/\text{m}^2$ ) |
|--------------------------|--|
| Primera y segunda planta | 0.20                                       |
| Cubierta                 | 0.07                                       |

##### 3.1.2 Carga muerta

Por su parte, los valores de carga muerta se encuentran especificados en el apéndice 4.1 en la NEC-SE-CG, Carga muerta: pesos de los materiales.

**Tabla 3**

*Carga Muerta en edificación*

| Carga              | Valor de Carga ( $\text{ton}/\text{m}^2$ ) |       |          |
|--------------------|--|-------|----------|
|                    | PB   | P1    | Cubierta |
| Paredes + enlucido | 0.198                                      | 0.361 | 0.043    |
| Baldosas           |  | 0.02  |          |
| Instalaciones      |  | 0.01  |          |
| Cielo Raso         |  | 0.02  |          |

|      |       |
|------|-------|
| Losa | 0.185 |
|------|-------|

### 3.1.2.1 Paredes

Para realizar el cálculo del peso muerto en paredes, se parte de que en  $1\text{ m}^2$  de pared caben 12.5 ladrillos de 10X19X39 (Vipresa), y que el peso de cada ladrillo es de 9.4 kg, con ello se estima el peso de pared por  $\text{m}^2$  de losa.

- **PB**

$$W_{\text{paredes}} = 12.5 \frac{\text{unidades}}{\text{m}^2 \text{ pared}} \times \left( 1.10 \frac{\text{m}^2 \text{ pared}}{\text{m}^2 \text{ losa}} \right) \times 9.4 \frac{\text{kg}}{\text{unidad}}$$

$$W_{\text{paredes}} = 129.25 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \text{ losa}} = 0.129 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2 \text{ losa}}$$

- **P1**

$$W_{\text{paredes}} = 12.5 \frac{\text{unidades}}{\text{m}^2 \text{ pared}} \times \left( 2.00 \frac{\text{m}^2 \text{ pared}}{\text{m}^2 \text{ losa}} \right) \times 9.4 \frac{\text{kg}}{\text{unidad}}$$

$$W_{\text{paredes}} = 235 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \text{ losa}} = 0.235 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2 \text{ losa}}$$

- **Cubierta**

$$W_{\text{paredes}} = 12.5 \frac{\text{unidades}}{\text{m}^2 \text{ pared}} \times \left( 0.24 \frac{\text{m}^2 \text{ pared}}{\text{m}^2 \text{ losa}} \right) \times 9.4 \frac{\text{kg}}{\text{unidad}}$$

$$W_{\text{paredes}} = 28.2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \text{ losa}} = 0.028 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2 \text{ losa}}$$

### 3.1.2.2 Enlucidos

Lo siguiente, es obtener el peso producido por los enlucidos, y para poder determinarlo para toda la vivienda se debe considerar para toda la cantidad de paredes. Con ayuda de Revit, se obtiene la lista cantidades de  $\text{m}^2 \text{ pared}$  por piso, además de considerar un  $e= 1.5\text{cm}$  para ambos lados y un mortero  $2100 \text{ kg/m}^3$ , se obtienen los siguientes resultados:

- **PB**

$$W_{\text{enlucidos}} = 2 \times 1.5 \text{ cm} \times \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} \times \left( 2100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) \times 1.10 \frac{\text{m}^2 \text{ pared}}{\text{m}^2 \text{ losa}}$$

$$W_{\text{enlucidos}} = 69.3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \text{ losa}} = 0.069 \text{ ton/m}^2$$

- **P1**

$$W_{entucidos} = 2 \times 1.5 \text{ cm} \times \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} \times \left( 2100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) \times 2.00 \frac{\text{m}^2 \text{ pared}}{\text{m}^2 \text{ losa}}$$

$$W_{entucidos} = 126 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \text{ losa}} = 0.126 \text{ ton/m}^2$$

- **Cubierta**

$$W_{entucidos} = 2 \times 1.5 \text{ cm} \times \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} \times \left( 2100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) \times 0.24 \frac{\text{m}^2 \text{ pared}}{\text{m}^2 \text{ losa}}$$

$$W_{entucidos} = 15.12 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \text{ losa}} = 0.015 \text{ ton/m}^2$$

### 3.1.2.3 Combinaciones de cargas (NEC-SE-CG)

De acuerdo con el apéndice 3.4 Combinaciones de cargas de NEC-SE-CG, se presenta la que contiene las combinaciones de carga, en diseños sísmicos.

**Tabla 4**

*Combinaciones de carga*

| Combinación                            |
|--|
| 1.4D                                   |
| 1.2D+1.6L                              |
| 1.2D+1.6L+0.5max [L; S; R]             |
| 1.2D+1.6L+max [L; S; R] +max [L; 0.5W] |
| 1.2D+1.0E+L+0.2S                       |
| 0.9D+1.0W                              |
| 0.9D+1.0E                              |

*Nota.* D: Carga muerta

L: Carga viva

S: Carga de granizo

W: Carga de Viento

E: Carga sísmica

## 3.2 Pre-dimensionamiento

### 3.2.1 Losa

Para el caso de este proyecto se hará uso de una Novalosa, la cual tiene un espesor de losa de 5.5 cm y el peso propio de la placa es de 7.47 kg/m<sup>2</sup> junto a un volumen de hormigón de 0.07491 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>. Además, el espesor para una losa de 5.5cm es de 0.076 cm. Esta información es obtenida del catálogo y se puede observar más a detalle en anexos (anexo #).

$$Volumen_h = 0.07491 \frac{m^3}{m^2} \quad Peso_{placa} = 7.47 \frac{kg}{m^2} = 0.008 \frac{ton}{m^2}$$

Paso siguiente será determinar el peso propio del hormigón, para ello:

$$Peso_h = Volumen_h * \gamma_h \quad (3.1)$$

$$Peso_h = 0.07491 \frac{m^3}{m^2} * 2400 \frac{kg}{m^3}$$

$$Peso_h = 179.784 \frac{kg}{m^2} = 0.179 \frac{ton}{m^2}$$

Por ende, para la losa, el peso propio total sería:

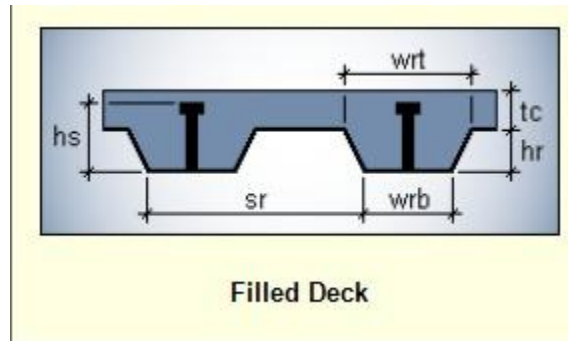
$$Peso_{Propiolosa} = Peso_h + Peso_{placa} \quad (3.2)$$

$$Peso_{Propiolosa} = 185.47 \frac{kg}{m^2} = 0.185 \frac{ton}{m^2}$$

Definir desde un inicio las dimensiones de la losa deck es necesario dado que estos datos serán ingresados en el software de análisis estructural, por ello se deben obtener datos del catálogo adjunto en el anexo #. Del catálogo de novalosa, se obtiene una losa de espesor de 5.5 cm, para determinado espesor de losa y por la separación de apoyos que hay en plano arquitectónico, se determina un espesor de placa colaborante de 0.076cm con una altura definida de 12 cm.

### Figura 10

*Dimensiones de losa deck*



### 3.2.2 Viga Principal

Para dar inicio al pre-dimensionamiento de la viga principal es necesario tomar en consideración las recomendaciones y comentarios que se detallan en el ACI 318, especialmente en sus comentarios y guías prácticas ya que estos permiten asegurar un comportamiento estructural adecuado sin realizar aún un diseño detallado (ACI, 2017). Así, la altura mínima de una viga se obtiene aplicando proporciones empíricas basadas en la luz libre (L) entre apoyos, el tipo de apoyo y si la viga está pre o postensada.

**Tabla 5**

*Altura mínima inicial de viga principal*

| <i>Condición de Apoyo</i> | <i>Altura mínima</i> |
|---------------------------|----------------------|
| Simplemente apoyada       | 1/16                 |
| Con un extremo continuo   | 1/18.5               |
| Ambos extremos continuos  | 1/21                 |
| En voladizo               | 1/8                  |

*Nota.* l: luz entre ambas caras de la viga

Por efectos del proyecto, se usará vigas con un extremo continuo, obteniendo así la siguiente altura mínima:

$$h = \frac{l}{18.5} \quad (3.3)$$

$$h = \frac{4.625 \text{ m}}{18.5} = 25 \text{ cm}$$

$$h = 25 \text{ cm}$$

Partiendo del apéndice 18.6.2 del ACI 318, sección b, se puede encontrar información para obtener una base para la viga, esto es:

- El ancho  $b$  de la viga, debe ser al menos igual al menor de  $0.3h$  y  $250$  mm
- $0.3 * 25 = 7.5$  cm
- $25$  cm

Con los resultados obtenidos, se escoge una base de viga de  $25$  cm, y es importante verificar que se cumpla el apartado 5.2 *Pórticos de hormigón armado con secciones de dimensión menor a la especificada* de la NEC-SE-HM, para elementos sometidos en flexión, en el que se indica que el ancho mínimo de la base de la viga para viviendas de dos pisos es de  $20$  cm. Finalmente, la viga principal tendrá dimensiones de  $V25 \times 30$ .

### 3.2.2.1 Acero mínimo y máximo

Para determinar el acero que irá en la viga, se calculará el acero máximo y el acero mínimo que la viga pueda tener, para ello ACI (2017) establece:

- Cuantía de balance en vigas

$$\rho_b = \beta_1 * 0.85 * \frac{f'_c}{f_y} \left( \frac{6000}{6000 + f_y} \right) \quad (3.4)$$

$$\rho_b = 0.85 * 0.85 * \frac{210}{4200} \left( \frac{6000}{6000 + 4200} \right) = 0.0213$$

- Cuantía mínima de acero

$$\rho_{min} = 0.7 * \frac{\sqrt{f'_c}}{f_y} \quad (3.5)$$

$$\rho_{min} = 0.7 * \frac{\sqrt{210}}{4200} = 0.0024$$

- Cuantía máxima de acero

$$\rho_{max} = 0.75 * \rho_b \quad (3.6)$$

$$\rho_{max} = 0.75 * 0.0213 = 0.016$$

Una vez definidos los valores mínimo y máximo de la cuantía en la viga, es posible establecer la cantidad mínima y máxima de acero que puede necesitarse en la sección de hormigón armado. Con esta información se determina el número de varillas a colocar, lo que permite iniciar el modelado en un programa de análisis estructural.

- Acero mínimo para vigas

$$AS_{min} = b * d * \rho_{min} \quad (3.7)$$

- Acero máximo para vigas

$$AS_{max} = b * d * \rho_{max} \quad (3.8)$$

Para obtener el peralte efectivo de la viga, se usa la siguiente ecuación:

$$d = h - rec - \phi_{estribo} - \frac{\phi_{longitudinal}}{2} \quad (3.9)$$

$$d = 30 - 4 - 1 - \frac{1.4}{2} = 24.3 \text{ cm}$$

Este paso realmente permite calcular de manera aproximada la distancia entre la fibra extrema comprimida del concreto y el centroide del acero de tracción. Si bien este valor no es preciso, debido a que depende del tipo y la disposición real del refuerzo, resulta adecuado para la fase de pre-dimensionamiento, donde se requiere una estimación razonable para analizar el comportamiento estructural inicial. Para dar inicio, se considera el uso de estribos de 10 mm y varillas longitudinales de 14 mm, mismas que son implementadas en prácticas constructivas habituales.

$$AS_{min} = 25 * 24.3 * 0.0024 = 1.458 \text{ cm}^2 = 145.8 \text{ mm}^2$$

$$AS_{max} = 25 * 24.3 * 0.016 = 9.72 \text{ cm}^2 = 972 \text{ mm}^2$$

Con los valores obtenidos de acero mínimo y máximo para las vigas, se procede a definir la cantidad de varillas que se emplearán en la viga principal, tomando como referencia la siguiente tabla:

**Tabla 6**

*Diámetro y áreas de varillas (autoría propia)*

| Diámetro nominal (mm) | Sección nominal ( $mm^2$ ) |
|-----------------------|----------------------------|
| 6                     | 28.3                       |
| 8                     | 50.3                       |
| 10                    | 78.5                       |
| 12                    | 113                        |
| 14                    | 154                        |
| 16                    | 201                        |
| 20                    | 314                        |
| 25                    | 491                        |

La Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-H) establece la colocación mínima de dos varillas longitudinales tanto en la parte superior como inferior de las vigas, con el fin de garantizar un comportamiento dúctil y prevenir fallas frágiles en viviendas de hasta dos pisos y luces de hasta 5 m. Con base en esta recomendación y en los valores de cuantía mínima y máxima, se adopta una configuración de refuerzo compuesta por dos varillas de 12 mm en la parte superior y dos varillas de 12 mm en la parte inferior.

- Acero colocado en vigas

$$\text{Acero colocado} = \#Varillas * Sección Nominal \quad (3.10)$$

$$\text{Acero colocado} = 4 * 1.13 = 4.52cm^2$$

### 3.2.3 Vigas Secundarias

En vigas secundarias el proceso es similar al de primarias, teniendo en cuenta que el  $l$  es uno diferente, así que por ende se obtendrá una altura distinta al de la viga principal.

Por efectos del proyecto, se usará vigas con un extremo continuo, obteniendo así la siguiente altura mínima:

$$h = \frac{l}{18.5}$$

$$h = \frac{3.125 \text{ m}}{18.5} = 17 \text{ cm}$$

$$h = 20 \text{ cm}$$

Según lo establecido en la (NEC 2015, 2015) para elementos sometidos en flexión, la dimensión de base mínima de la viga para viviendas de dos pisos es de 20 cm, por ende, se establece:

$$b = 20 \text{ cm}$$

Se obtiene finalmente vigas secundarias con dimensiones de V20x20.

#### 3.2.3.1 Acero mínimo y máximo

Para determinar el acero que irá en la viga, se calculará el acero máximo y el acero mínimo que la viga pueda tener, para ello ACI (2017) establece:

- Cuantía de balance en vigas

$$\rho_b = \beta_1 * 0.85 * \frac{f'_c}{f_y} \left( \frac{6000}{6000 + f_y} \right)$$

$$\rho_b = 0.85 * 0.85 * \frac{210}{4200} \left( \frac{6000}{6000 + 4200} \right) = 0.0213$$

- Cuantía mínima de acero

$$\rho_{min} = 0.7 * \frac{\sqrt{f'_c}}{f_y}$$

$$\rho_{min} = 0.7 * \frac{\sqrt{210}}{4200} = 0.0024$$

- Cuantía máxima de acero

$$\rho_{max} = 0.75 * \rho_b$$

$$\rho_{max} = 0.75 * 0.0213 = 0.016$$

Una vez definidos los valores mínimo y máximo de la cuantía en la viga, es posible establecer la cantidad mínima y máxima de acero que puede necesitarse en la sección de hormigón armado. Con esta información se determina el número de varillas a colocar, lo que permite iniciar el modelado en un programa de análisis estructural.

- Acero mínimo para vigas

$$AS_{min} = b * d * \rho_{min}$$

- Acero máximo para vigas

$$AS_{max} = b * d * \rho_{max}$$

Para obtener el peralte efectivo de la viga, se usa la siguiente ecuación:

$$d = h - rec - \emptyset_{estribo} - \frac{\emptyset_{longitudinal}}{2}$$

$$d = 20 - 4 - 1 - \frac{1.4}{2} = 14.3 \text{ cm}$$

Este paso realmente permite calcular de manera aproximada la distancia entre la fibra extrema comprimida del concreto y el centroide del acero de tracción. Si bien este valor no es preciso, debido a que depende del tipo y la disposición real del refuerzo, resulta adecuado para la fase de pre-dimensionamiento, donde se requiere una estimación razonable para analizar el comportamiento estructural inicial. Para dar inicio, se considera el uso de estribos de 10 mm y varillas longitudinales de 14 mm, mismas que son implementadas en prácticas constructivas habituales.

$$AS_{min} = 20 * 14.3 * 0.0024 = 0.6864 \text{ cm}^2$$

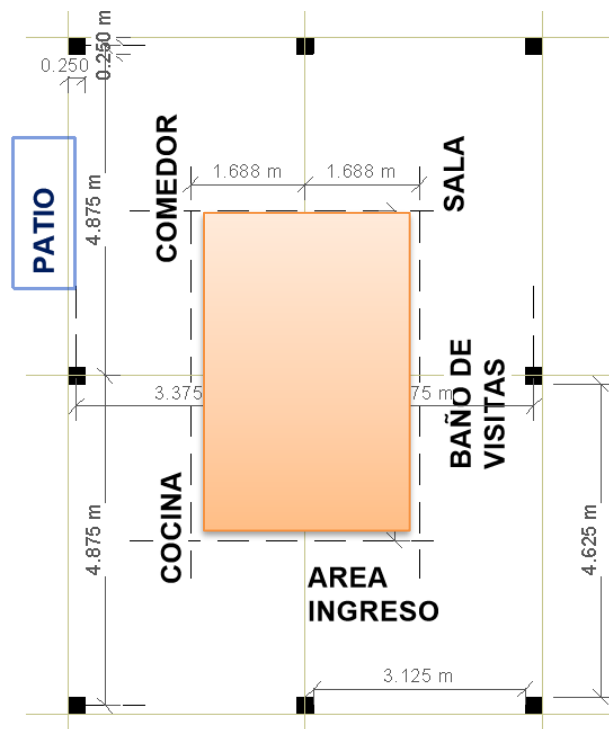
$$AS_{max} = 20 * 14.3 * 0.016 = 4.570 \text{ cm}^2$$

### 3.2.4 Columnas

En cuanto a columnas se parte de determinar las áreas tributarias, teniendo en cuenta que esto se hace a partir del plano arquitectónico. Una vez se conoce la ubicación de las columnas, se toma en consideración para el pre-dimensionamiento, aquella columna que presente un área tributaria más grande, es decir, aquella que soporte más cargas. En este caso el análisis se realiza en base a una columna central y no en una perimetral o esquinera.

**Figura 11**

*Columna central en plano arquitectónico*



$$\text{Área tributaria 1} = 1.688\text{m} + 1.688\text{m} = 3.375\text{m}$$

$$\text{Área tributaria 2} = 2.438\text{m} + 2.437\text{m} = 4.875\text{m}$$

$$\text{Área tributaria total} = 3.375 * 4.875 = 16.453 \text{ m}^2$$

Paso siguiente se determina la carga por losa, haciendo uso del área tributaria calculada.

$$Carga_{losa} = Peso_{Propiolosa} * \text{Área tributaria total} * \#pisos \quad (3.11)$$

$$Carga_{losa} = 0.187 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} * 16.453 \text{ m}^2 * 2$$

$$Carga_{losa} = 6.580 \text{ ton}$$

Luego se determina la carga que generan las baldosas o acabados.

$$Carga_{acabados} = Peso_{acabados} * \text{Área tributaria total} * \#pisos \quad (3.12)$$

$$Carga_{acabados} = 0.02 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} * 16.453 \text{ m}^2 * 2$$

$$Carga_{acabados} = 0.660 \text{ ton}$$

Determinamos las cargas de las vigas principales en la dirección x, y

$$Carga_{vigas\ x} = Volumen_{viga} * \delta_{concreto} * \#pisos \quad (3.13)$$

$$Carga_{vigas\ x} = (0.25 * 0.30 * 3.375) * 2.4 * 2$$

$$Carga_{vigas\ x} = 1.215 \text{ ton}$$

$$Carga_{vigas\ y} = Volumen_{viga} * \delta_{concreto} * \#pisos$$

$$Carga_{vigas\ y} = (0.25 * 0.30 * 4.625) * 2.4 * 2$$

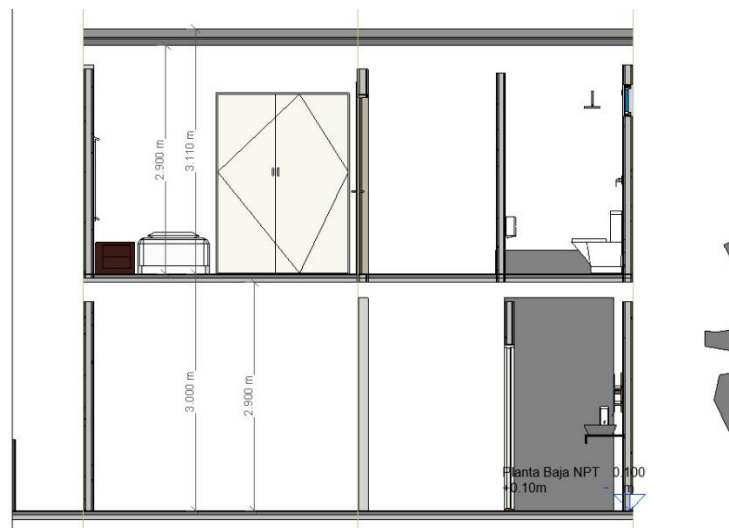
$$Carga_{vigas\ y} = 1.665 \text{ ton}$$

Para definir las dimensiones iniciales de la columna, se implementa el criterio de viga débil–columna fuerte, el cual establece que el ancho de la columna debe ser igual o mayor que el de la viga. En consecuencia, se consideran dimensiones iniciales para la columna de C25x25 cm.

Lo siguiente será determinar la carga de la columna con las dimensiones que fueron asignadas inicialmente, para ello un dato necesario es conocer la altura entrepiso.

### Figura 12

Altura de entrepiso, plano arquitectónico



$$Carga_{columna} = Volumen_{columna} * \delta_{concreto} \quad (3.14)$$

$$Carga_{columna} = (0.25 * 0.25 * 2.9) * 2.4$$

$$Carga_{columna} = 0.435 \text{ ton}$$

Conociendo las cargas puntuales que se relacionan directamente a la columna, se procede a determinar la carga muerta total para la columna.

$$CM_{columna} = Carga_{losa} + Carga_{acabados} + Carga_{paredes} + Carga_{vigas\ x} + Carga_{vigas\ y} + Carga_{columna} \quad (3.15)$$

$$CM_{columna} = 6.58 + 0.02 + 0.361 + 1.215 + 1.665 + 0.435$$

$$CM_{columna} = 10.276 \text{ ton}$$

Se procede a calcular la carga viva en el nivel de entrepiso, la cual, como se indicó al momento de asignar las cargas conforme a la NEC, depende del tipo de ocupación de la edificación. Dado que el edificio es de uso residencial, se adopta la carga viva establecida por la NEC para viviendas.

$$Cargaviva_{entrepiso} = Carga_{viva} * \text{Área tributaria total} * \#pisos(\text{entrepiso}) \quad (3.16)$$

$$Cargaviva_{entrepiso} = 0.2 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} * 16.453 \text{ m}^2 * 1$$

$$Cargaviva_{entrepiso} = 3.29 \text{ ton}$$

Luego de que se establece la carga viva correspondiente a la cubierta, considerando que se trata de una cubierta no accesible y que la carga adoptada responde únicamente a las labores de mantenimiento.

$$Cargaviva_{cubierta} = Carga_{viva} * \text{Área tributaria total} * \#pisos(\text{entrepiso})$$

$$Cargaviva_{cubierta} = 0.07 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} * 16.453 \text{ m}^2 * 1$$

$$Cargaviva_{cubierta} = 1.152 \text{ ton}$$

La carga viva total para la columna entonces se traduce como la suma de las cargas anteriormente calculadas, esto es:

$$CV_{total} = Cargaviva_{entrepiso} + Cargaviva_{cubierta} \quad (3.17)$$

$$CV_{total} = 3.290 + 1.152$$

$$CV_{total} = 4.440 \text{ ton}$$

Lo siguiente será obtener las dimensiones de las columnas, y para ello se requiere conocer la carga total que estas deben soportar. Esta carga se obtiene mediante la suma de la carga muerta, correspondiente al peso propio de los elementos estructurales y materiales permanentes, y la carga viva, asociada a las acciones variables de uso durante la vida útil de la edificación. Ambas cargas fueron obtenidas en cálculos previos, lo que permite contar con un valor confiable de carga total para el adecuado dimensionamiento de las columnas, garantizando así la seguridad y estabilidad estructural.

$$Carga\ total = CM_{columna} + CV_{total} \quad (3.18)$$

$$Carga\ total = 9.915 + 4.44$$

$$Carga\ total = 14.35\ ton$$

El área de las columnas se determina mediante el uso de la ecuación **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** la cual se ajusta según la posición que ocupe cada columna dentro de la estructura, ya sea ubicada en el interior, en exterior o en esquinas.

$$A_{col} = \frac{P_i}{\alpha * f'c} \quad (3.19)$$

Donde  $P_i$  de la fórmula solo considera las cargas de gravedad (viva y muerta sin mayorar)

Para los valores  $\lambda$ , se considerará lo siguiente:

$$\alpha = \begin{cases} 0.17 & (\text{Para columnas esquineras}) \\ 0.20 & (\text{Para columnas exteriores/perimetral}) \\ 0.25 & (\text{Para columnas interiores/central}) \end{cases}$$

$$A_{col_{central}} = \frac{14.35}{0.25 * 0.21} = 273.33\ cm^2$$

Una vez determinado el área correspondiente a la columna más crítica (central), es necesario considerar el criterio establecido de que el ancho mínimo de la columna debe ser de 25 cm, con el propósito de definir la altura de las columnas. Como procedimiento inicial, el cálculo se realizará comenzando por la columna que presenta el área más grande.

$$A_{col_{central}} = b * h \quad (3.20)$$

$$273.33 = 25 * h$$

$$h = \frac{273.33}{25} = 10.933\ cm$$

Aunque el valor obtenido para la altura fue de 10.933 cm, con el fin de conservar el criterio de columna fuerte y viga débil, se decide adoptar una altura igual al ancho de la columna. De este modo, la columna contará con dimensiones iniciales de 25x25, al igual que las vigas principales.

#### 3.2.4.1 Cuantía de refuerzo longitudinal

La cuantía de acero corresponde a la proporción entre el área del refuerzo y el área total de la sección transversal del elemento de hormigón, y suele expresarse como fracción o porcentaje. Este parámetro permite asegurar que se disponga de una cantidad suficiente y apropiada de acero para soportar las solicitaciones a las que estará expuesto el elemento

estructural, en particular en las zonas sometidas a tracción. De acuerdo con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), la cuantía de acero debe satisfacer el siguiente criterio:

$$0.01 \leq \frac{\rho_g}{A_g} \leq 0.03 \quad (3.21)$$

Donde:

$\rho_g$ : área de refuerzo longitudinal

$A_g$ : área bruta de la sección

Se selecciona una cuantía de 1% para con ello poder conocer la cantidad de acero longitudinal.

$$0.01 = \frac{\rho_g}{A_g}$$

$$\rho_g = 0.01 (25 \times 25) = 6.25 \text{ cm}^2$$

Entonces, se usará una distribución de 6 varillas de 14, obteniendo un área de  $9.24 \text{ cm}^2$  de acero.

### 3.3 Análisis y estudios preliminares

#### 3.3.1 Periodo Fundamental de la Estructura

El intervalo de tiempo que requiere la estructura para culminar un ciclo completo de vibración libre, una vez que ha sido afectada por un sismo. Este periodo está determinado por la rigidez y la masa de la estructura. Este periodo puede obtenerse implementando la siguiente formula, donde se obtiene como resultado un valor aproximado a (T).

$$T = C_t * h_n^\alpha \quad (3.22)$$

Donde:

$C_t$ : Coeficiente según el tipo de estructura.

$h_n$ : Altura máxima de la edificación de n plantas medida desde la base de la estructura.

$\alpha$ : Coeficiente según el tipo de estructura.

$C_t$  y  $\alpha$  son valores y se los obtiene mediante tablas dispuestas en la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-DS 2015.

**Tabla 7**

*Variables para calcular el Periodo Fundamental de la Estructura.*

| Tipo de estructura | $C_t$ | $\alpha$ |
|--------------------|-------|----------|
|--------------------|-------|----------|

| <b>Estructura de acero</b>   |       |       |
|--|-------|-------|
| Sin Arriostramientos   | 0,072 | 0,800 |
| Con Arriostramientos   | 0,073 | 0,750 |
| <b>Pórticos especiales de hormigón armado</b>  |       |       |
| Sin muros estructurales ni diagonales rigidizadoras  | 0,055 | 0,900 |
| Con muros estructurales o diagonales rigidizadoras y para otras estructuras basadas en muros y mampostería estructurales | 0,055 | 0,750 |

La **Tabla 7** presenta los valores de las variables necesarias para calcular el periodo fundamental, según el tipo de estructura. Para efectos de este proyecto, que va de una vivienda de dos plantas, en total se tendrá una altura de 6m, sin muros estructurales ni diagonales rigidizadores, ya que, al ser una vivienda relativamente pequeña no representa mayor peligro sísmico, y por otro lado esto ayuda a reducir costos se puede reducir los costos finales. Con aquellos valores, se tiene al reemplazar que:

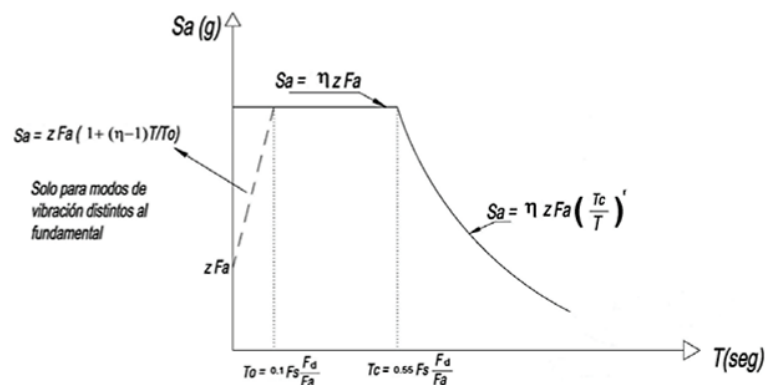
$$T = 0.276 \text{ s}$$

### 3.3.2 Espectro Elástico

En todo proyecto que requiera diseñar estructuras, es necesario elaborar el espectro de respuesta elástico de aceleraciones ( $S_a$ ), el cual se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad. El espectro elástico está en función del periodo de vibración anteriormente calculado y se establece considerando un nivel de amortiguamiento de aproximadamente el 5% del valor crítico, según lo indicado en la NEC-SE-DS (2015).

**Figura 13**

*Espectro de respuesta Elástico de la Estructura NEC-SE-DS (2015)*



Donde:

$S_a$ : Espectro de respuesta elástico.

$\eta$ : Relación entre  $S_a$  ( $T = 1$  s) y el PGA para el periodo de retorno seleccionado.

$F_a, F_d, F_s$ : Coeficiente de amplificación del suelo.

$r$ : Factor previamente utilizado en el diseño de espectro elástico, con valor de 1 para suelos tipo A, B, C o D y 1.5 para suelo tipo E.

$T_0, T_C$ : Periodos límite de vibración en el espectro elástico que representan el sismo de diseño.

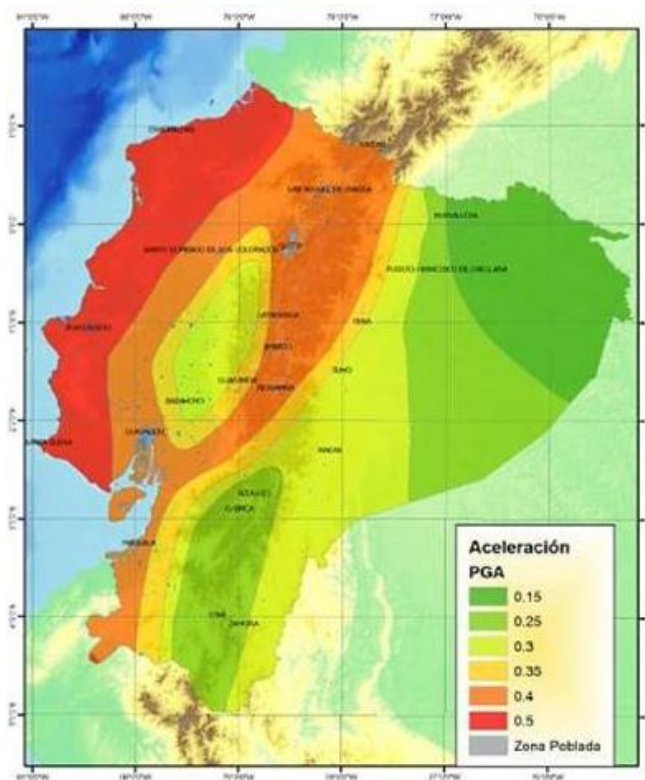
$Z$ : Aceleración máxima esperada en roca para diseño.

### 3.3.2.1 Factor Z

En el diseño sismorresistente, el factor Z representa la zonificación o la aceleración sísmicas en roca del sismo de diseño, según la NEC-SE-DS (2015). Este valor se define a partir de estudios geológicos e históricos y depende de la ubicación del proyecto, variando entre regiones del país. Por lo general, es más alto en zonas cercanas a la costa debido a sus condiciones geográficas.

#### Figura 14

*Zonas sísmicas en el Ecuador según su región NEC-SE-DS (2015)*



#### Tabla 8

*Valor de coeficiente Z en función de la zona de estudio NEC-SE-DS (2015)*

| Zona Sísmica                        | I          | II   | III  | IV   | V    | VI       |
|-------------------------------------|------------|------|------|------|------|----------|
| Valor factor Z                      | 0,15       | 0,25 | 0,3  | 0,35 | 0,4  | 0,5      |
| Caracterización del Peligro Sísmico | Intermedia | Alta | Alta | Alta | Alta | Muy Alta |

En este caso, para una vivienda de dos pisos que se encuentra ubicada en vía a Daule, Guayas, cae dentro de la zona V, y por tanto según lo indicado por la norma, el valor a asignarse será de  $Z=0.4$

### 3.3.2.2 Factores de Suelo

En los siguientes apartados es muy importante se haya establecido el tipo de suelo presente en el área de estudio. Por otro lado, el suelo una vez se culminaron los ensayos de laboratorio, se definió el suelo como tipo E. Este parámetro más el valor del factor Z de la **Tabla 8**, ayudan a obtener el valor de los parámetros  $F_a$ ,  $F_d$  y  $F_s$ :

Para obtener el parámetro  $F_a$ , entonces:

**Tabla 9**

*Factor de sitio y tipo de suelo  $F_a$ , NEC-SE-DS (2015)*

| Tipo de Perfil del Subsuelo | Zona Sísmica y Factor Z   |      |      |      |      |      |
|-----------------------------|---|------|------|------|------|------|
|                             | I   | II   | III  | IV   | V    | VI   |
|                             | 0,15  | 0,25 | 0,30 | 0,35 | 0,40 | 0,50 |
| A                           | 0,90  | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 |
| B                           | 1,00  | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| C                           | 1,40  | 1,30 | 1,25 | 1,23 | 1,20 | 1,18 |
| D                           | 1,60  | 1,40 | 1,30 | 1,25 | 1,20 | 1,12 |
| E                           | 1,80  | 1,40 | 1,25 | 1,10 | 1,00 | 0,85 |
| F                           | <b>Ver Tabla2: Clasificación de los perfiles de suelo y la sección 10.5.4</b> |      |      |      |      |      |

Para obtener el parámetro  $F_d$ , entonces:

**Tabla 10**

*Factor de sitio y tipo de suelo  $F_d$ , NEC-SE-DS (2015)*

| Tipo de Perfil del Subsuelo | Zona Sísmica y Factor Z   |      |      |      |      |      |
|-----------------------------|---|------|------|------|------|------|
|                             | I   | II   | III  | IV   | V    | VI   |
|                             | 0,15  | 0,25 | 0,30 | 0,35 | 0,40 | 0,50 |
| A                           | 0,90  | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 |
| B                           | 1,00  | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| C                           | 1,36  | 1,28 | 1,19 | 1,15 | 1,11 | 1,06 |
| D                           | 1,62  | 1,45 | 1,36 | 1,28 | 1,19 | 1,11 |
| E                           | 2,10  | 1,75 | 1,70 | 1,65 | 1,60 | 1,50 |
| F                           | <b>Ver Tabla2: Clasificación de los perfiles de suelo y la sección 10.6.4</b> |      |      |      |      |      |

Para obtener el parámetro  $F_s$ , entonces:

**Tabla 11**

*Factor de sitio y tipo de suelo  $F_s$ , NEC-SE-DS (2015)*

| Tipo de Perfil del Subsuelo | Zona Sísmica y Factor Z   |      |      |      |      |      |
|-----------------------------|---|------|------|------|------|------|
|                             | I   | II   | III  | IV   | V    | VI   |
|                             | 0,15  | 0,25 | 0,30 | 0,35 | 0,40 | 0,50 |
| A                           | 0,75  | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 |
| B                           | 0,75  | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 | 0,75 |
| C                           | 0,85  | 0,94 | 1,02 | 1,06 | 1,11 | 1,23 |
| D                           | 1,02  | 1,06 | 1,11 | 1,19 | 1,28 | 1,40 |
| E                           | 1,50  | 1,60 | 1,70 | 1,80 | 1,90 | 2,00 |
| F                           | <b>Ver Tabla2: Clasificación de los perfiles de suelo y la sección 10.6.4</b> |      |      |      |      |      |

### 3.3.2.3 Factor $\eta$

Este factor depende de la región en donde se encuentre ubicada la edificación, viene establecido en la normativa.

**Figura 15**

*Factor  $n$  según la región, NEC-SE-DS (2015)*

|   |
|---|
| $\eta = 1.80$ : Provincias de la Costa ( excepto Esmeraldas),   |
| $\eta = 2.48$ : Provincias de la Sierra, Esmeraldas y Galápagos |
| $\eta = 2.60$ : Provincias del Oriente                          |

La vivienda unifamiliar de este proyecto estará ubicada en Guayas, por ende,  $\eta=1.80$

### 3.3.2.4 Factor $r$

Similar al factor anterior, viene establecido en la normativa y depende únicamente del tipo de suelo donde se encuentre la edificación.

#### Figura 16

Factor  $r$  según el tipo de suelo, NEC-SE-DS (2015)

|           |   |
|-----------|---|
| $r = 1$   | para todos los suelos, con excepción del suelo tipo E |
| $r = 1.5$ | para tipo de suelo E.                                 |

La vivienda unifamiliar de este proyecto estará ubicada sobre un terreno de suelo tipo E, por ende,  $r = 1.5$

### 3.3.3 Periodos de vibración

Para obtener el espectro de respuesta elástico es necesario calcular los límites de  $T_0$  y  $T_C$ , los cuales se obtienen mediante las siguientes expresiones:

$$T_0 = 0.10 * F_s * \frac{F_d}{F_a} \quad (3.23)$$

$$T_0 = 0.10 * 1.9 * \frac{1.6}{1}$$

$$T_0 = 0.304 \text{ s}$$

$$T_C = 0.55 * F_s * \frac{F_d}{F_a} \quad (3.24)$$

$$T_C = 0.55 * 1.9 * \frac{1.6}{1}$$

$$T_C = 1.672 \text{ s}$$

### 3.3.4 Espectro de aceleración

Este factor funciona como un ajuste del espectro elástico, incorporando factores de reducción que dependen del uso, la importancia de la edificación y de los elementos que contribuyen a la rigidez estructural. Su valor se determina mediante la fórmula que se muestra a continuación, en función del período de vibración.

$$C_s(T) = \frac{S_a * I}{R * \emptyset p * \emptyset e} \quad (3.25)$$

Donde:

$S_a$ : Espectro de respuesta elástico

I: Coeficiente de importancia por normativa

R: Factor de reducción de resistencia sísmica

$\emptyset p$ : Coeficiente de regularidad en planta

$\emptyset e$ : Coeficiente de regularidad en elevación

### 3.3.5 Coeficiente de Importancia (I)

Este coeficiente se relaciona con la función de la edificación y su grado de importancia, tomando en cuenta el número de ocupantes y el impacto que un evento sísmico podría generar en sus actividades y seguridad. De acuerdo con la normativa, se considera un valor de **I = 1** para este tipo de proyecto.

#### Figura 17

*Coeficiente de importancia, NEC-SE-DS (2015)*

| Categoría                         | Tipo de uso, destino e importancia  | Coefficiente I |
|-----------------------------------|---|----------------|
| Edificaciones esenciales          | Hospitales, clínicas, Centros de salud o de emergencia sanitaria. Instalaciones militares, de policía, bomberos, defensa civil. Garajes o estacionamientos para vehículos y aviones que atienden emergencias. Torres de control aéreo. Estructuras de centros de telecomunicaciones u otros centros de atención de emergencias. Estructuras que albergan equipos de generación y distribución eléctrica. Tanques u otras estructuras utilizadas para depósito de agua u otras sustancias anti-incendio. Estructuras que albergan depósitos tóxicos, explosivos, químicos u otras sustancias peligrosas. | 1.5            |
| Estructuras de ocupación especial | Museos, iglesias, escuelas y centros de educación o deportivos que albergan más de trescientas personas. Todas las estructuras que albergan más de cinco mil personas. Edificios públicos que requieren operar continuamente  | 1.3            |
| Otras estructuras                 | Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores  | 1.0            |

### 3.3.6 Factor de Reducción de Resistencia Sísmica (R)

Este parámetro depende del sistema estructural seleccionado para el diseño, como sistemas dúctiles, de ductilidad restringida, pórticos resistentes a momentos o sistemas duales. Para este caso en particular, se asumirá un valor de **8**.

#### Figura 18

*Coefficiente R para sistemas estructurales dúctiles, NEC-SE-DS (2015)*

| Sistemas Estructurales Dúctiles   | R |
|---|---|
| Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas banda, con muros estructurales de hormigón armado o con diagonales rigidizadoras. | 7 |
| <b>Pórticos resistentes a momentos</b>  |   |
| Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas.  | 8 |
| Pórticos especiales sismo resistentes, de acero laminado en caliente o con elementos armados de placas.   | 8 |
| Pórticos con columnas de hormigón armado y vigas de acero laminado en caliente.   | 8 |
| <b>Otros sistemas estructurales para edificaciones</b>  |   |
| Sistemas de muros estructurales dúctiles de hormigón armado.  | 5 |
| Pórticos especiales sismo resistentes de hormigón armado con vigas banda.   | 5 |

Tabla 15: Coeficiente R para sistemas estructurales dúctiles

### 3.3.7 Coeficiente de Regularidad en Planta y Elevación

Para el coeficiente de regularidad en planta y elevación, ambos coeficientes dependen de la existencia de irregularidades en la edificación, tanto en altura como en planta. En ausencia de este tipo de irregularidades, a este factor se le asigna un valor igual a 1.

#### Figura 19

*Irregularidad en Planta, NEC-SE-DS (2015)*





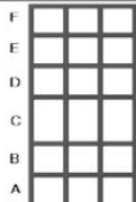
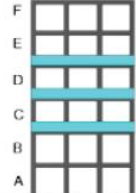
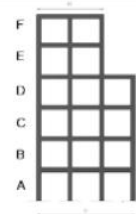
|   |  |
|---|--|
| <p><b>Tipo 1 - Irregularidad torsional</b><br/> <math>\phi_{tr}=0.9</math><br/> <math>\Delta &gt; 1.2 \frac{(\Delta 1 + \Delta 2)}{2}</math></p> <p>Existe irregularidad por torsión, cuando la máxima deriva de piso de un extremo de la estructura calculada incluyendo la torsión accidental y medida perpendicularmente a un eje determinado, es mayor que 1,2 veces la deriva promedio de los extremos de la estructura con respecto al mismo eje de referencia. La torsión accidental se define en el numeral 6.4.2 del presente código.</p>                            |  |
| <p><b>Tipo 2 - Retrocesos excesivos en las esquinas</b> <math>\phi_{tr}=0.9</math><br/> <math>A &gt; 0.15B</math> y <math>C &gt; 0.15D</math></p> <p>La configuración de una estructura se considera irregular cuando presenta entrantes excesivos en sus esquinas. Un entrante en una esquina se considera excesivo cuando las proyecciones de la estructura, a ambos lados del entrante, son mayores que el 15% de la dimensión de la planta de la estructura en la dirección del entrante.</p>   |  |
| <p><b>Tipo 3 - Discontinuidades en el sistema de piso</b><br/> <math>\phi_{tr}=0.9</math><br/> a) <math>CxD &gt; 0.5AxB</math><br/> b) <math>[Cx D + CxE] &gt; 0.5Ax B</math></p> <p>La configuración de la estructura se considera irregular cuando el sistema de piso tiene discontinuidades apreciables o variaciones significativas en su rigidez, incluyendo las causadas por aberturas, entrantes o huecos, con áreas mayores al 50% del área total del piso o con cambios en la rigidez en el plano del sistema de piso de más del 50% entre niveles consecutivos.</p> |  |
| <p><b>Tipo 4 - Ejes estructurales no paralelos</b><br/> <math>\phi_{tr}=0.9</math></p> <p>La estructura se considera irregular cuando los ejes estructurales no son paralelos o simétricos con respecto a los ejes ortogonales principales de la estructura.</p>  |  |
| <p>Nota: La descripción de estas irregularidades no faculta al calculista o diseñador a considerarlas como normales, por lo tanto la presencia de estas irregularidades requiere revisiones estructurales adicionales que garanticen el buen comportamiento local y global de la edificación.</p>   |  |

Figura 20

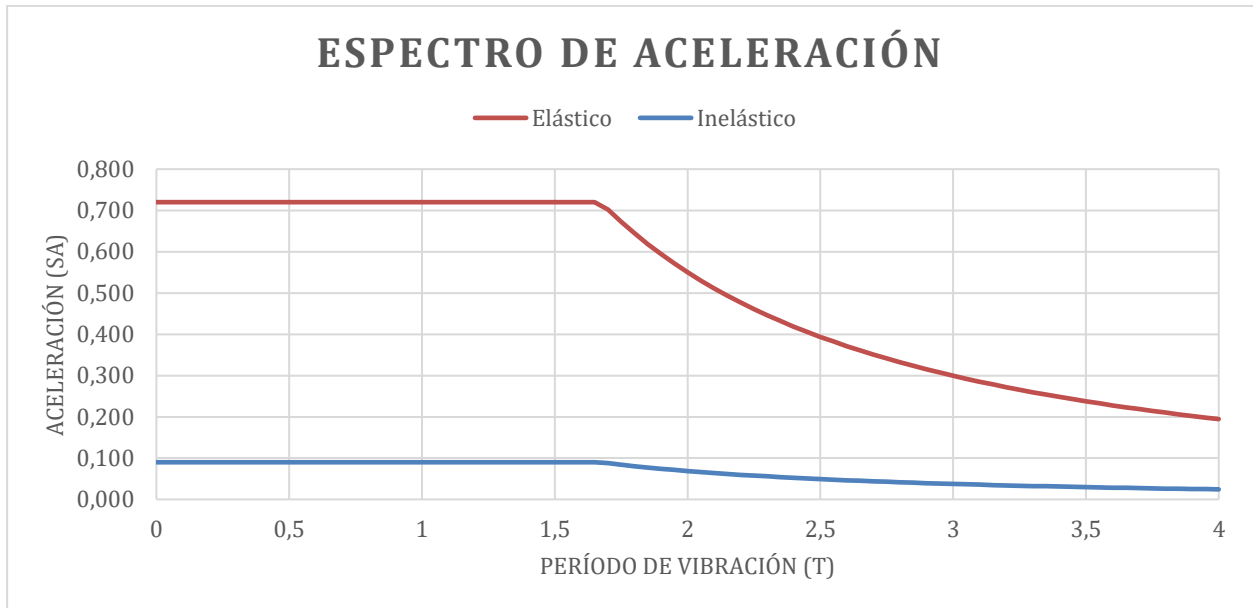
Irregularidad en Elevación, NEC-SE-DS (2015)

|   |  |
|---|--|
| <p><b>Tipo 1 - Piso flexible</b><br/> <math>\phi_{tr}=0.9</math><br/> Rigidez <math>K_x &lt; 0.70</math> Rigidez <math>K_y</math><br/> <math>Rigidez &lt; 0.80 \frac{(K_D + K_E + K_F)}{3}</math></p> <p>La estructura se considera irregular cuando la rigidez lateral de un piso es menor que el 70% de la rigidez lateral del piso superior o menor que el 80 % del promedio de la rigidez lateral de los tres pisos superiores.</p> |  |
| <p><b>Tipo 2 - Distribución de masa</b><br/> <math>\phi_{tr}=0.9</math><br/> <math>m_D &gt; 1.50 m_C</math> ó<br/> <math>m_D &gt; 1.50 m_E</math></p> <p>La estructura se considera irregular cuando la masa de cualquier piso es mayor que 1,5 veces la masa de uno de los pisos adyacentes, con excepción del piso de cubierta que sea más liviano que el piso inferior.</p>  |  |
| <p><b>Tipo 3 - Irregularidad geométrica</b><br/> <math>\phi_{tr}=0.9</math><br/> <math>a &gt; 1.3 b</math></p> <p>La estructura se considera irregular cuando la dimensión en planta del sistema resistente en cualquier piso es mayor que 1,3 veces la misma dimensión en un piso adyacente, exceptuando el caso de los altillos de un solo piso.</p>  |  |
| <p>Nota: La descripción de estas irregularidades no faculta al calculista o diseñador a considerarlas como normales, por lo tanto la presencia de estas irregularidades requiere revisiones estructurales adicionales que garanticen el buen comportamiento local y global de la edificación.</p>   |  |

### 3.3.8 Espectro de Aceleración

Figura 21

Espectro de aceleración.



### 3.4 Diseño definitivo - Estructural

Para dar inicio al diseño estructural, se procede a modelar la edificación en un software de análisis estructural, tomando como referencia las dimensiones definidas en los planos arquitectónicos. En esta etapa se incorporan las predimensiones de los principales elementos estructurales, tales como columnas, vigas y losas. Una vez establecido el modelo preliminar, se lleva a cabo la revisión de las derivas laterales con el fin de verificar el cumplimiento de los límites exigidos por la normativa vigente. Esta evaluación permite identificar las zonas y momentos críticos en los elementos estructurales, lo cual resulta esencial para la etapa posterior, que consiste en el cálculo y la adecuada distribución del acero de refuerzo necesario para asegurar la resistencia, estabilidad y buen desempeño estructural de la vivienda unifamiliar de dos niveles.

#### 3.4.1 Definición de Materiales

Lo primero será crear el hormigón a colocarse en la estructura, este será de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Luego se procederá a crear el acero, mismo que contará una resistencia a la fluencia de 2400 kg/cm<sup>2</sup>.

**Tabla 12**

*Definición del hormigón y acero en el programa.*

| <b>Hormigón 210</b>              |           |                    |
|----------------------------------|-----------|--------------------|
| Resistencia a compresión, $f'_c$ | 210       | kg/cm <sup>2</sup> |
| Módulo de elasticidad, $E_c$     | 2100      | ton/m <sup>2</sup> |
| Coefficiente de Poisson, $\nu$   | 0.20      |                    |
| Módulo de corte, $G$             | 911749.12 | ton/m <sup>2</sup> |

|                                |       |        |
|--------------------------------|-------|--------|
| Peso unitario, $\gamma$        | 2.40  | Ton/m3 |
| <b>Acero 4200</b>              |       |        |
| Límite de fluencia, $f_y$      | 4200  | kg/cm2 |
| Resistencia última, $f_u$      | 6300  | kg/cm2 |
| Módulo de elasticidad, $E_s$   | 20000 | ton/m2 |
| Coefficiente de Poisson, $\nu$ | 0.30  |        |
| Peso unitario, $\gamma$        | 7.85  | ton/m3 |

### 3.4.2 Definición de Secciones

#### 3.4.2.1 Columnas

Para las columnas, se partirá por definir las secciones obtenidas en el pre-dimensionamiento, C25X25 cm. Adicional, agregar los datos de recubrimiento, estribos y varillas.

**Tabla 13**

*Datos para ingresar en la creación de sección columna*

|                  |              |   |
|------------------|--------------|---|
| <b>C25X25 cm</b> |              |   |
| Material         | Hormigón 210 |   |
| Base             | 0.25         | m |
| Altura           | 0.25         | m |
| Recubrimiento    | 0.04         | m |
| Estribo          | 0.01         | m |
| Varilla          | 0.14         | m |

Es importante recordar que según lo establecido en la Nec (2015), cuando se cree una columna de hormigón armado, por cuestiones de derivas máximas y rigidez se debe usar un momento de inercia de **0.8** en el eje 2 y 3, valor que se especifica en la NEC-SE-HM (2014). Por ello en el software, en propiedades a modificarse para el análisis se coloca en los momentos el valor antes dicho.

#### 3.4.2.2 Vigas Principales

Para las columnas, se partirá por definir las secciones obtenidas en el pre-dimensionamiento, V25X30 cm. Adicional, agregar los datos correspondientes a la viga secundaria de Vs20X20 cm.

**Tabla 14**

*Datos para ingresar en la creación de sección viga principal (VPx y VPy)*

|                  |              |
|------------------|--------------|
| <b>V25X30 cm</b> |              |
| Material         | Hormigón 210 |

|               |           |                |
|---------------|-----------|----------------|
| Base          | 0.25      | m              |
| Altura        | 0.30      | m              |
| Recubrimiento | 0.04      | m              |
| Área Varilla  | 0.0002262 | m <sup>2</sup> |

De manera similar se realiza cuando se crea la sección para la viga secundaria.

**Tabla 15**

*Datos para ingresar en la creación de sección viga secundaria (VSx y VSy)*

| <b>VS20X20 cm</b> |              |                |
|-------------------|--------------|----------------|
| Material          | Hormigón 210 |                |
| Base              | 0.20         | m              |
| Altura            | 0.20         | m              |
| Recubrimiento     | 0.04         | m              |
| Área Varilla      | 0.000157     | m <sup>2</sup> |

Es importante recordar por el lado de las vigas, según lo establecido en la Nec (2015), cuando se cree una sección de hormigón armado, por cuestiones de derivas máximas y rigidez se debe usar un momento de inercia de **0.5** únicamente en el eje 3, valor que se especifica en la NEC-SE-HM (2014). Por ello en el software, en propiedades a modificarse para el análisis se coloca en el momento el valor antes dicho.

### 3.4.2.3 Losa

En el caso de la losa, se implementará una losa tipo Steel Deck, junto a una placa colaborante. El usar este tipo de elemento requiere se proporcionen diferentes dimensiones que están dadas en el catálogo en este caso el de novalosa (véase en anexos, anexo #). La altura total resultante de dicha losa es de 12 cm, donde 5 cm corresponden a espesor de hormigón y 5.5 cm de altura de placa colaborante.

**Tabla 16**

*Datos para ingresar en losa tipo Steel deck*

| <b>Novalosa 55</b>                   |              |                     |
|--------------------------------------|--------------|---------------------|
| Material                             | Hormigón 210 |                     |
| Material del deck                    | Acero 4200   |                     |
| Espesor de la losa, tc               | 0.05         | m                   |
| Altura de la nervadura, hr           | 0.055        | m                   |
| Ancho superior de la nervadura, wrt  | 0.145        | m                   |
| Ancho inferior de la nervadura, wrb  | 0.12         | m                   |
| Separación entre nervaduras, sr      | 0.26         | m                   |
| Espesor efectivo a cortante del deck | 0.0065       | m                   |
| Peso unitario del deck               | 0.187        | tonf/m <sup>2</sup> |

|   |       |                     |
|---|-------|---------------------|
| Diámetro del perno de cortante                          | 0.014 | m                   |
| Altura del perno de cortante, hs                        | 0.12  | m                   |
| Resistencia última a tracción del perno de cortante, Fu | 42000 | tonf/m <sup>2</sup> |

### 3.4.3 Cargas

Dentro de la asignación de cargas dentro del software, se procede a definir la carga viva y carga muerta. Es necesario recalcar que la carga muerta debe mantener su peso propio, por ello se le coloca un valor multiplicador de 1 para que de esta forma en la determinación de la carga se incluya el peso propio de la estructura. Además, se agregan las cargas Sx y Sy que corresponden a las cargas sísmicas en los ejes X y Y.

**Tabla 17**

*Cargas para la losa*

| Loads  |         |   |
|--------|---------|---|
| Muerta | Muerta  | 1 |
| Viva   | Viva    | 0 |
| Sx     | Sísmica | 0 |
| Sy     | Sísmica | 0 |

#### 3.4.3.1 Combinaciones de Carga

Con respecto a las combinaciones de carga, en la **Tabla 4** se especificaron todas las combinaciones dadas en la NEC, son las mismas que serán agregadas al software y adicional, se debe asignar también la combinación para la deriva sísmica tanto en el eje x como en el eje y (DerivaX y DerivaY). Por último, se debe agregar también la combinación de todas las combinaciones, es decir, la envolvente.

#### Asignación Cargas para Piso y Cubierta

En el apartado **3.1.1** y **3.1.2** se obtuvieron la carga viva y la carga muerta, estas serán ingresadas en el programa, con el fin de asignarla a la losa y simular el funcionamiento de la estructura. La cubierta si bien es cierto no es accesible, pero soporta un muro de aproximadamente 50 cm de altura, por lo que la carga muerta será diferente de 0, además considera un mínimo de instalaciones.

**Tabla 18**

*Carga muerta y viva de pisos en programa*

| Carga  | Valor de Carga (tonf/m <sup>2</sup> ) |
|--------|---------------------------------------|
| Muerta | 0.411                                 |
| Viva   | 0.20                                  |

**Tabla 19***Carga muerta y viva de cubierta en programa*

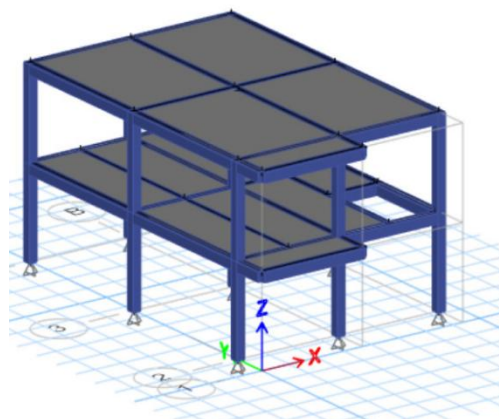
| <b>Carga</b> | <b>Valor de Carga (tonf/m<sup>2</sup>)</b> |
|--------------|--|
| Muerta       | 0.093                                      |
| Viva         | 0.07                                       |

**Diafragmas**

Una parte fundamental de asignar diafragmas a los pisos es representar de manera más realista el comportamiento estructural del edificio. En este caso, se dispone un diafragma en cada nivel, tanto en planta baja (PB) como en el primer piso (P1). Estos diafragmas se modelan como semirrígidos, ya que permiten cierta deformación dentro de su propio plano, lo que posibilita una distribución más realista de las fuerzas horizontales y una mejor aproximación a la respuesta estructural global.

**3.4.4 Modelo Estructural en 3D**

El modelo finalizado se muestra en la **Figura 22**. Una vez completado se procede a correr el programa para de esta manera obtener la información necesaria para el diseño, es decir, momentos, deflexiones, y más datos estructurales. El fin de todo esto es analizar los resultados y con ello determinar las dimensiones definitivas de los elementos estructurales.

**Figura 22***Modelado 3D***3.4.5 Periodo Fundamental de Vibración**

De acuerdo con lo dispuesto en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-DS), el período fundamental de vibración de una edificación debe calcularse utilizando tanto un

método empírico como mediante un análisis dinámico realizado en un software de modelación estructural. Dicho período fundamental, usualmente como  $T$ , corresponde al tiempo que emplea la estructura en realizar un ciclo completo de vibración natural cuando se encuentra sometida a la acción de un sismo.

Es necesario se cumpla que el periodo del programa sea menor o igual al 30% del periodo calculado, o en su defecto, 1.3 veces el periodo calculado.

En la sección 3.2.1 se calculó el periodo fundamental y se obtuvo 0.276s, mientras que el programa dio por resultado los siguientes periodos fundamentales:

**Tabla 20**

*Periodos Fundamentales de Vibración obtenidos de programas*

|                       |         |
|-----------------------|---------|
| Periodo fundamental X | 0.361 s |
| Periodo fundamental Y | 0.403 s |

Al realizar la comprobación de lo anteriormente dicho, con respecto al 30%, se obtiene:

$$0.361 \leq 0.358$$

Con esto se comprueba que el periodo resultante del programa excede al periodo calculado y por tanto se procede a rigidizar la estructura, aumentando las secciones de los elementos, con ello las dimensiones finales son:

**Tabla 21**

*Dimensiones modificadas de elementos estructurales*

| <b>Elemento Estructural</b> | <b>Dimensiones</b> |
|-----------------------------|--------------------|
| Columna                     | 35 cm x 35 cm      |
| Viga Principal X            | 30 cm x 35 cm      |
| Viga Principal Y            | 30 cm x 35 cm      |
| Viga Secundaria X           | 20 cm x 20 cm      |
| Viga Secundaria Y           | 20 cm x 20 cm      |

Con estas nuevas dimensiones se vuelve a correr el programa para revisar nuevamente el periodo de vibración y en efecto, el resultado obtenido es:

**Tabla 22**

*Periodos Fundamentales de Vibración obtenidos de dimensiones modificadas*

|                       |         |
|-----------------------|---------|
| Periodo fundamental X | 0.353 s |
| Periodo fundamental Y | 0.334 s |

Esto comprueba que el periodo de vibración cumple y se puede avanzar con el dimensionamiento. Por otro lado, para ambos casos el coeficiente de respuesta sísmico es de 0.09 pero una vez que este es calculado, la normativa pide se calcule el valor de relación con respecto al periodo de vibración de la estructura “k”, dada en la siguiente tabla:

**Tabla 23**

*Coefficiente relacionado al periodo de Vibración*

| Valores de T(s) | k             |
|-----------------|---------------|
| ≤0.5            | 1             |
| 0.5<T≤2.5       | 0.75 + 0.50 T |
| >2.5            | 2             |

De acuerdo con el valor cada periodo en la **Tabla 22**, se ubican en uno de los rangos de la **Tabla 23**, y se obtiene los valores de k, siendo esto:

**Tabla 24**

*Valores de k obtenidos*

| T(s)    | k |
|---------|---|
| 0.353 s | 1 |
| 0.334 s | 1 |

Con los resultados calculados, es necesario incorporarlos en el software de modelación estructural mediante la definición de una carga sísmica específica para cada eje. Dicha carga incluirá los valores correspondientes del coeficiente de respuesta y del factor K, lo cual permite que el programa determine el cortante basal. Posteriormente, este valor puede ser contrastado con el cortante basal previamente obtenido para verificar la coherencia de los resultados.

Una vez se asignan estos valores al software, se obtiene un cortante basal de 8.5709 para cada eje, y si lo comparamos con el calculado:

$$V = C_c * W \quad (3.26)$$

$$V = 0.09 * 100.203 = 9.018 \text{ ton}$$

El cortante basal calculado por el software resulta significativamente inferior al cortante determinado mediante la fórmula establecida en la NEC. Por esta razón, es necesario escalar el coeficiente de respuesta sísmica con el fin de obtener nuevos valores de cortante. Tras realizar el ajuste y efectuar diversas iteraciones, se obtuvieron los siguientes resultados: un cortante de 8.673 en la dirección X y el mismo valor en la dirección Y. De este modo, se cumple con el requisito de alcanzar un valor ligeramente superior al proporcionado por la ecuación normativa.

### 3.4.6 Irregularidades

A continuación, se analizarán las irregularidades presentes en la edificación. Existen tres tipos de irregularidades que deben evaluarse para determinar si la estructura se clasifica como regular o irregular. Una vez realizada esta verificación, los valores correspondientes del espectro de carga pueden verse modificados en función del comportamiento estructural identificado.

#### 3.4.6.1 Elevación

##### Tipo 1- Piso Flexible

Una estructura se clasifica como irregular cuando la rigidez lateral de un nivel es inferior al 70 % de la rigidez lateral del piso inmediatamente superior, o menor al 80 % del valor promedio de la rigidez lateral de los tres niveles superiores.

**Tabla 25**

*Tipo 1 elevación eje x*

| Story   | Stiff X (tonf/m) | Kc < 0.7 Kd       |
|---------|------------------|-------------------|
| Story 2 | 2631.20          |                   |
| Story 1 | 4948.28          | 4948.28 < 1841.84 |

Dicha asunción no se cumple por lo que no es una estructura irregular, y no habría penalización dentro de los cálculos.

**Tabla 26**

*Tipo 1 elevación eje y*

| Story   | Stiff X (tonf/m) | Kc < 0.7 Kd      |
|---------|------------------|------------------|
| Story 2 | 2024.87          |                  |
| Story 1 | 4260.6           | 4260.6 < 1417.41 |

Dicha asunción no se cumple por lo que no es una estructura irregular, y no habría penalización dentro de los cálculos.

##### Tipo 2- Distribución de Masa

La edificación se considera irregular cuando la masa de cualquiera de sus niveles supera en 1.5 veces la masa de alguno de los pisos adyacentes, con la salvedad del nivel de cubierta, el cual puede ser más liviano que el piso inmediatamente inferior.

**Tabla 27**

*Tipo 2 de elevación*

| Story   | P (tonf) | Relación | Comprobación |
|---------|----------|----------|--------------|
| Story 2 | 41.2402  |          |              |
| Story 1 | 4260.6   | 1.43     | 1.43 < 1.5   |

### Tipo 3- Irregularidad Geométrica

La estructura se clasifica como irregular cuando la dimensión en planta del sistema resistente de cualquier nivel excede en 1.3 veces la correspondiente dimensión de un piso adyacente, excluyendo el caso de altillos de un solo nivel. Dado que en nuestra edificación todas las dimensiones en planta son iguales en cada piso, esta se considera una estructura regular.

#### 3.4.6.2 Planta

### Tipo 1- Irregularidad Torsional

Existe irregularidad por torsión se produce cuando la deriva máxima de un piso en uno de los extremos de la estructura, calculada considerando la torsión accidental y medida perpendicularmente a un eje específico, supera en 1.2 veces la deriva media de ambos extremos respecto a ese mismo eje.

**Figura 23**

*Relación entre la deriva y la deriva promedio*

|   | Story  | Output Case | Case Type | Step Type | Step Number | Item       | Max Drift | Avg Drift | Ratio | Label |
|---|--------|-------------|-----------|-----------|-------------|------------|-----------|-----------|-------|-------|
| ▶ | Story2 | Sx          | LinStatic |           |             | Diaph D2 X | 0,00069   | 0,000636  | 1,085 | 108   |
|   | Story2 | Sy          | LinStatic |           |             | Diaph D2 Y | 0,000845  | 0,000826  | 1,023 | 114   |
|   | Story1 | Sx          | LinStatic |           |             | Diaph D1 X | 0,000651  | 0,000604  | 1,077 | 108   |
|   | Story1 | Sy          | LinStatic |           |             | Diaph D1 Y | 0,000721  | 0,000702  | 1,027 | 114   |

No se dio que alguna relación es mayor a 1,2; por lo tanto, es una estructura regular

### Tipo 2- Retrocesos excesivos en las esquinas

Una estructura se clasifica como irregular cuando su configuración presenta entrantes pronunciados en las esquinas. Un entrante se considera excesivo si las proyecciones de la edificación a ambos lados superan el 15 % de la dimensión de la planta en la dirección correspondiente.

Dado que la edificación no presenta entrantes en sus esquinas, se concluye que corresponde a una estructura regular tipo 2.

### Tipo 3- Discontinuidades en el sistema de piso

La estructura se considera irregular cuando la configuración del sistema de piso presenta discontinuidades notorias o cambios importantes en su rigidez, ya sea por la presencia de aberturas, entrantes o vacíos con áreas superiores al 50 % del área total del piso, o por variaciones de rigidez en su plano mayores al 50 % entre niveles consecutivos. Dado que nuestra

edificación no presenta este tipo de discontinuidades en el sistema de piso, se la clasifica como una estructura regular.

### **Ejes estructurales no paralelos**

La edificación se clasifica como irregular cuando los ejes estructurales no guardan paralelismo ni simetría respecto a los ejes ortogonales principales de la estructura. En nuestro caso, los ejes estructurales son paralelos, por lo que la estructura se considera regular.

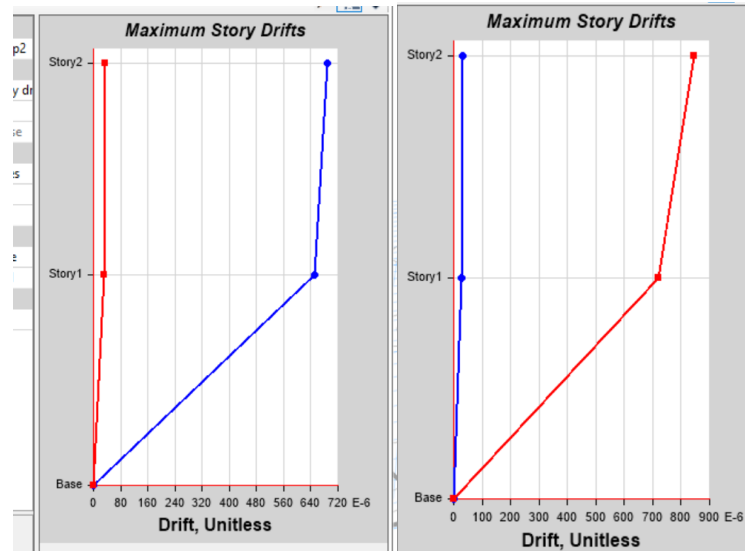
Una vez evaluadas todas las posibles irregularidades, se concluye que la edificación corresponde a una estructura regular. En consecuencia, las consideraciones adoptadas para la elaboración del espectro de carga son adecuadas y no es necesario realizar ajustes en los cálculos efectuados.

### **3.4.7 Derivas**

Las derivas estructurales corresponden al desplazamiento horizontal relativo entre pisos consecutivos debido a la acción de cargas laterales, principalmente sísmicas o de viento. Este parámetro, de carácter adimensional y usualmente expresado en porcentaje, permite evaluar el desempeño sísmico de la edificación al reflejar su nivel de flexibilidad y capacidad de deformación sin provocar daños estructurales o no estructurales significativos. De acuerdo con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-DS, 2015), en edificaciones comunes la deriva máxima admisible entre niveles bajo sismo de diseño no debe superar el 2 % de la altura del entrepiso. En este proyecto se obtuvo derivas de 0.07% y 0,07% respectivamente para el eje x, y el eje y con ello cumplimos con el límite de estar dentro del rango del 2%.

### **Figura 24**

*Deriva obtenida para el eje X y eje Y*



### 3.4.8 Índice de Estabilidad

El índice de estabilidad es un indicador empleado para analizar la vulnerabilidad de una estructura frente a los efectos de segundo orden, en particular el fenómeno denominado efecto P-Delta, el cual puede incrementar los desplazamientos y los esfuerzos internos como consecuencia de la interacción entre las cargas gravitacionales y las deformaciones laterales.

En la NEC-SE-DS (2015), este índice de estabilidad entre niveles consecutivos se define como:

$$Q_i = \frac{P_i * \Delta_i}{V_i * h_i} \quad (3.27)$$

Donde:

$Q_i$ : Índice de estabilidad del piso  $i$ , es la relación entre el momento de segundo orden y el momento de primer orden.

$P_i$ : Suma de la carga vertical total sin mayorar, incluyendo el peso muerto y la sobrecarga por carga viva, del piso  $i$  y de todos los pisos localizados sobre el piso  $i$

$\Delta_i$ : Deriva del piso  $i$  calculada en el centro de masas del piso.

$V_i$ : Cortante sísmico del piso  $i$   $h_i$  Altura del piso  $i$  considerado

Cuando el resultado obtenido para  $Q_i$  es mayor a 0.30, la estructura se considera potencialmente inestable y requiere un aumento de rigidez, salvo que se compruebe, a través de métodos de análisis más rigurosos, que mantiene su estabilidad y satisface la totalidad de los criterios de diseño sismorresistente establecidos en las normas vigentes para estructuras de hormigón armado, acero, madera o mampostería, en concordancia con la filosofía de diseño adoptada por la presente normativa.

**Tabla 28***Índice de estabilidad eje X*

| <b>Índice X</b>   |                |                 |           |             |                     |
|-------------------|----------------|-----------------|-----------|-------------|---------------------|
| <b>Valor de P</b> | <b>Vi (sx)</b> | <b>Deriva x</b> | <b>Hi</b> | <b>Qx</b>   | <b>Comprobación</b> |
| 46.1105           | -4.8496        | 0.00069         | 3         | 0.006560592 | Estructura estable  |
| 116.3816          | -8.6726        | 0.000651        | 3         | 0.008736068 | Estructura estable  |

**Tabla 29***Índice de estabilidad eje Y*

| <b>Índice Y</b>   |                |                 |           |             |                     |
|-------------------|----------------|-----------------|-----------|-------------|---------------------|
| <b>Valor de P</b> | <b>Vi (sy)</b> | <b>Deriva Y</b> | <b>Hi</b> | <b>Qy</b>   | <b>Comprobación</b> |
| 46.1105           | -4.8496        | 0.000845        | 3         | 0.008034348 | Estructura estable  |
| 116.3816          | -8.6726        | 0.000721        | 3         | 0.00967543  | Estructura estable  |

La evaluación de los parámetros normativos confirma que la edificación no presenta irregularidades relevantes en planta ni en altura que afecten su desempeño sísmico. Además, las derivas entre pisos se mantienen por debajo del 2% del nivel correspondiente, cumpliendo con la NEC-SE-DS.

La verificación de los criterios establecidos por la normativa vigente demuestra que la edificación no presenta irregularidades importantes en planta ni en elevación, garantizando un adecuado desempeño sísmico. Por otro lado, las derivas inter-piso se mantienen por debajo del 2% de la altura del entrepiso, en cumplimiento con la NEC-SE-DS.

Por otra parte, el índice de estabilidad calculado es inferior a 0.30, lo que confirma que los efectos de segundo orden (P-Delta) son despreciables y que la estructura cuenta con suficiente rigidez y capacidad resistente. El análisis realizado mediante el software de modelado estructural permitió evaluar el comportamiento de cada elemento bajo diversas combinaciones de carga, utilizando una identificación visual por colores para verificar el cumplimiento normativo. Concluyendo de esta manera que ningún elemento presentó condiciones críticas, lo que ratifica que la edificación es estructuralmente estable y cumple con las exigencias sismorresistentes.

### **3.5 Diseño de Vigas**

#### **3.5.1 Diseño a flexión**

Para el diseño de vigas de esta edificación se tiene la misma sección tanto para vigas de planta baja como para vigas de planta alta.

**Tabla 30***Datos generales de la viga principal en X y en Y*

| <b>Datos [V30X35 cm]</b>             |         |
|--------------------------------------|---------|
| b [cm]                               | 30      |
| h [cm]                               | 35      |
| f <sub>c</sub> [kg/cm <sup>2</sup> ] | 210     |
| f <sub>y</sub> [kg/cm <sup>2</sup> ] | 4200    |
| β <sub>1</sub>                       | 0,85    |
| recubrimiento [cm]                   | 4       |
| Ø estribo [cm]                       | 1       |
| Ø longitudinales [cm]                | 1,4     |
| ε <sub>cu</sub>                      | 0,003   |
| ε <sub>y</sub>                       | 0,00206 |
| d [cm]                               | 29,3    |
| As inferior min 1 [mm]               | 241     |
| As inferior min 2 [mm]               | 294     |

Para el dimensionamiento de la viga se toma en cuenta el momento resistente de cálculo ( $\phi Mn$ ), el cual expresa la capacidad estructural real de la sección después de aplicar el factor de disminución de resistencia al momento nominal. Esta comprobación se lleva a cabo con el propósito de asegurar que la sección adoptada sea capaz de resistir el momento flector máximo generado por las cargas aplicadas, sin afectar su integridad estructural. De este modo, se satisface el criterio de diseño establecido en las normativas técnicas, garantizando que  $\phi Mn \geq Mu$ , es decir, que la resistencia disponible sea mayor o igual al momento actuante.

Los valores de  $Mu$  se obtendrán a partir del modelo desarrollado en el software de análisis estructural. La NEC indica que el diseño estructural debe contemplar todas las combinaciones de carga pertinentes, entonces como consecuencia, el análisis debe considerar la envolvente de las solicitaciones, tales como momentos flectores, fuerzas cortantes y cargas axiales. Por lo tanto, para cada viga, los valores de  $Mu$  se determinarán a partir de la combinación envolvente resultante del modelo estructural, seleccionando el mayor valor tanto positivo como negativo, ya que estos corresponden a las zonas de tracción superior e inferior de la viga.

El detalle de todos los momentos resultantes se presenta en anexos, en esta sección se procederá a mostrar los momentos más críticos y posterior se comparará con el momento nominal.

$$Mn = \phi * As * fy * \left(d - \frac{a}{2}\right) \quad (3.28)$$

Donde:

Mn: Momento nominal resistente

As: Área de acero de refuerzo longitudinal

Fy: Esfuerzo de fluencia del acero

d: Altura efectiva

a: Altura del bloque de compresión equivalente

$\phi$ : Representa el factor de seguridad, de 0.9

Parte de la formula anterior está la variable “a”, esta representa la profundidad del bloque rectangular que simula la distribución de esfuerzos de compresión en el concreto, se la calcula con base en la siguiente expresión:

$$a = \frac{As * fy}{0.85 * f'c * b} \quad (3.29)$$

Donde:

As: Área de acero de refuerzo longitudinal

f'c: Resistencia del concreto

b: Ancho de la viga

0.85: Coeficiente empírico según ACI

### 3.5.2 Viga Principal Eje X, Eje Y

$$a = \frac{293 * 420}{0.85 * 21 * 300} = 22.98mm$$

$$Mn_{inf} = 0.9 * 308 * 420 * \left(293 - \frac{22.98}{2}\right) = 32761311 \text{ Nmm} = 3.27 \frac{tonf}{m}$$

$$Mn_{sup} = 0.9 * 308 * 420 * \left(293 - \frac{22.98}{2}\right) = 32761311 \text{ Nmm} = 3.27 \frac{tonf}{m}$$

Los momentos últimos deben ser menores a los momentos nominales calculados en la parte de arriba, si los momentos críticos de las vigas son menores, indicará que la viga está correctamente dimensionada.

#### Tabla 31

*Comprobación de Momentos Viga Principal eje X*

| Viga Principal eje X |                                  |                                  |              |
|----------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------|
| ID de Viga           | Mu Inferior ( $\frac{tonf}{m}$ ) | Mu Superior ( $\frac{tonf}{m}$ ) | Comprobación |
| B8                   | 2.076                            | -2.950                           | Cumple       |
| B85                  | 2.055                            | -2.897                           | Cumple       |
| B119                 | 2.835                            | -3.027                           | Cumple       |
| B124                 | 0.764                            | -1.869                           | Cumple       |
| B126                 | 2.039                            | -3.099                           | Cumple       |
| B127                 | 2.552                            | -4.283                           | Cumple       |

**Tabla 32**

*Comprobación de Momentos Viga Principal eje Y*

| Viga Principal eje Y |                                  |                                  |              |
|----------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------|
| ID de Viga           | Mu Inferior ( $\frac{tonf}{m}$ ) | Mu Superior ( $\frac{tonf}{m}$ ) | Comprobación |
| B97                  | 1.341                            | -3.154                           | Cumple       |
| B100                 | 1.173                            | -2.809                           | Cumple       |
| B120                 | 1.055                            | -1.822                           | Cumple       |
| B121                 | 0.730                            | -1.789                           | Cumple       |
| B122                 | 0.637                            | -0.893                           | Cumple       |
| B123                 | 2.767                            | -5.291                           | Cumple       |
| B125                 | 1.649                            | -3.383                           | Cumple       |
| B128                 | 2.147                            | -4.564                           | Cumple       |
| B129                 | 1.360                            | -3.082                           | Cumple       |

### 3.5.2.1 Longitud de Anclaje

La longitud de anclaje corresponde a la distancia mínima que debe embeberse una barra de refuerzo dentro de la columna para asegurar una adecuada adherencia y permitir la correcta transmisión de esfuerzos, ya sean de tracción o compresión, sin que ocurra deslizamiento. Este requisito asegura el trabajo conjunto entre el acero y el concreto, contribuyendo a la seguridad estructural en zonas críticas como empalmes, apoyos y conexiones.

Según normas como la NEC o el ACI 318, la longitud de anclaje se calcula (ACI, 2017):

$$ld = \frac{fy}{1.4 * \sqrt{f'c}} * d_b \quad (3.30)$$

$$ld = 12 * d_n \quad (3.31)$$

$$ld = \frac{fy}{5.4 * \sqrt{f'c}} * d_b \quad (3.32)$$

Como información en el proyecto se tiene el fy y el f'c, por lo que la variable a encontrar será el diámetro de la varilla, y, por consiguiente, se calcula cada longitud para las vigas.

### 3.5.2.2 Estribos

Para el diseño de los ganchos de los estribos se aplican los lineamientos indicados en la Tabla 25.3.1 del ACI 318, donde se definen los valores mínimos de ángulo, diámetro de doblado y longitud de desarrollo para cada tipo de gancho. Estas disposiciones aseguran una correcta transmisión de esfuerzos y previenen el deslizamiento, permitiendo que los estribos desempeñen adecuadamente su función de confinamiento y resistencia al corte en el elemento estructural (ACI, 2017).

**Figura 25**

*Geometría del gancho estándar*

| Tipo de gancho estándar | Diámetro de la barra | Diámetro interior mínimo de doblado, mm | Extensión recta <sup>III</sup><br>$\ell_{ext}$ , mm | Tipo de gancho estándar |
|-------------------------|----------------------|---|---|-------------------------|
| Gancho de 90 grados     | No. 10 a No. 25      | $6d_b$                                  | $12d_b$   |                         |
|                         | No. 29 a No. 36      | $8d_b$                                  |   |                         |
|                         | No. 43 y No. 57      | $10d_b$                                 |   |                         |
| Gancho de 180 grados    | No. 10 a No. 25      | $6d_b$                                  | Mayor de $4d_b$ y 65 mm                             |                         |
|                         | No. 29 a No. 36      | $8d_b$                                  |   |                         |
|                         | No. 43 y No. 57      | $10d_b$                                 |   |                         |

En este proyecto se implementará un gancho de 90 grados, y ya que el diámetro de barra es pequeño, se relaciona al primer caso de la Figura 25.

### 3.5.2.3 Cálculo Estribos para Viga Principal eje X y Eje Y

$$d_b = 14 \text{ mm}$$

$$ld = \frac{420 \text{ MPa}}{1.4 * \sqrt{21 \text{ MPa}}} * 14 \text{ mm} = 917 \text{ mm} = 0.97 \text{ m}$$

$$\ell_{ext} = 12 * 14 \text{ mm} = 168 \text{ mm} = 17 \text{ cm}$$

$$lh = \frac{420 \text{ MPa}}{5.4 * \sqrt{21 \text{ MPa}}} * 14 \text{ mm} = 237 \text{ mm} = 0.24 \text{ m}$$

Dado que la razón entre el área de acero provista y la requerida supera el valor de 2, se determina que el empalme adoptado es de clase B, conforme a lo indicado por el ACI 318 y la NEC. Este tipo de empalme se utiliza cuando no se satisfacen los requisitos necesarios para un empalme clase A, como el adecuado confinamiento o la distribución uniforme del refuerzo.

**Figura 26**

*Longitud de empalme por traslapo*

| $A_{s, colocado} / A_{s, requerido}$<br>en la longitud del empalme <sup>[1]</sup> | Porcentaje<br>máximo de $A_s$<br>empalmado<br>dentro de la<br>longitud de<br>traslapo<br>requerida | Tipo de<br>empalme | $\ell_{sr}$  |                            |
|---|--|--------------------|--------------|----------------------------|
|   |  |                    | $\geq 2.0$   | 50                         |
| $< 2.0$   | Todos los casos  | Clase B            | Mayor<br>de: | $1.3\ell_d$ y<br>300<br>mm |

<sup>[1]</sup>Relación entre el área de refuerzo colocado y el área de refuerzo requerida por análisis en la ubicación de empalme.

### Empalme Clase B

$$1.3 * 1d = 1.26m$$

### Estribos

El diámetro interior mínimo de doblado resultante es:

$$6 * db = 6 * 14 = 84mm = 10 \text{ cm} \quad (3.33)$$

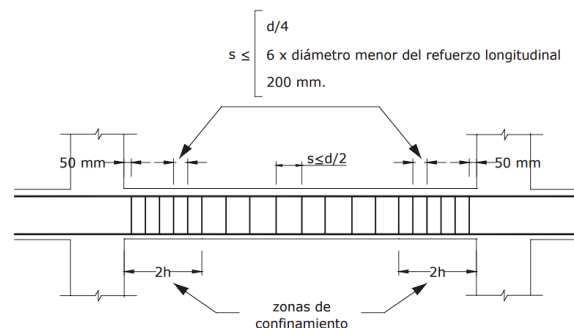
Por otro lado, la extensión de la recta es:

$$12 * db = 12 * 14 = 168mm = 20 \text{ cm} \quad (3.34)$$

Esta separación calculada es lo que se necesita por demanda, sin embargo, por temas de ductilidad se usará una separación más cercana.

### Figura 27

Separación de estribos, NEC



En la zona de confinamiento se tiene un espacio resultante de:

- $\frac{d}{4} = \frac{29.3}{4} = 7.33 \text{ cm} \quad (3.35)$
- $6 * db = 6 * 1.4 = 8.4 \text{ cm}$

- 20 cm

De estos resultados se deberá elegir el menor, y como separación en la zona de confinamiento la separación será de 7.33 cm. Para ejecución en obras lo que se hace es dejarlo en 7 cm.

Fuera de la zona de confinamiento tenemos una separación de:

$$\frac{d}{2} = \frac{29.3}{2} = 14.65 \text{ cm} \quad (3.36)$$

Al igual que en el dato anterior, por cuestiones constructivas se lo deja en 15 cm.

### 3.5.3 Viga Secundaria

$$d_b = 14 \text{ mm}$$

$$ld = \frac{420 \text{ MPa}}{1.4 * \sqrt{21 \text{ MPa}}} * 14 \text{ mm} = 917 \text{ mm} = 0.97 \text{ m}$$

$$l_{ext} = 12 * 14 \text{ mm} = 168 \text{ mm} = 17 \text{ cm}$$

$$lh = \frac{420 \text{ MPa}}{5.4 * \sqrt{21 \text{ MPa}}} * 14 \text{ mm} = 237 \text{ mm} = 0.24 \text{ m}$$

Debido a que la relación entre el área de acero instalada y el área de acero necesaria es superior a 2, se concluye que el empalme empleado corresponde a un empalme de clase B, de acuerdo con lo dispuesto en el ACI 318 y la NEC. Este tipo de empalme se adopta cuando no se cumplen los requisitos básicos exigidos para un empalme de clase A, tales como el adecuado confinamiento o la correcta distribución del refuerzo.

#### Figura 28

Longitud de empalme por traslapo, NEC

| $A_{s, colocado} / A_{s, requerido}$<br>en la longitud del<br>empalme <sup>[1]</sup> | Porcentaje<br>máximo de $A_s$<br>empalmado<br>dentro de la<br>longitud de<br>traslapo<br>requerida | Tipo de<br>empalme | $\ell_{sr}$  |                            |
|--|--|--------------------|--------------|----------------------------|
| $\geq 2.0$   | 50   | Clase A            | Mayor<br>de: | $1.0\ell_d$ y<br>300<br>mm |
|  | 100  | Clase B            | Mayor<br>de: | $1.3\ell_d$ y<br>300<br>mm |
| $< 2.0$  | Todos los casos  | Clase B            |              |                            |

<sup>[1]</sup>Relación entre el área de refuerzo colocado y el área de refuerzo requerida por análisis en la ubicación de empalme.

#### Empalme Clase B

$$1.3 * ld = 1.26 \text{ m}$$

### 3.5.3.1 Estribos

El diámetro interior mínimo de doblado resultante es:

$$6 * db = 6 * 14 = 84mm = 10 \text{ cm}$$

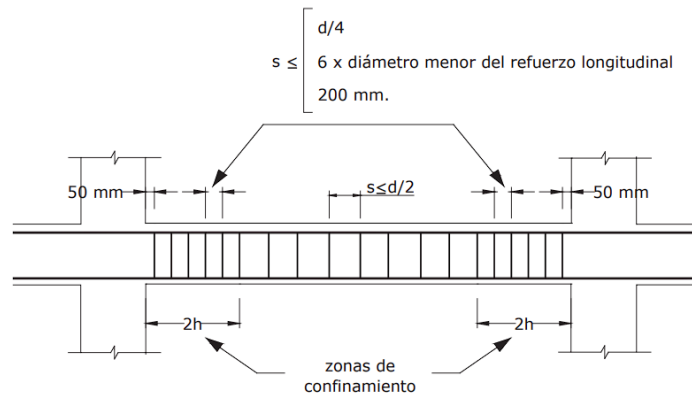
Por otro lado, la extensión de la recta es:

$$12 * db = 12 * 14 = 168mm = 20 \text{ cm}$$

Esta separación calculada es lo que se necesita por demanda, sin embargo, por temas de ductilidad se usará una separación más cercana.

#### Figura 29

Separación de estribos, NEC



En la zona de confinamiento se tiene un espacio resultante de:

- $\frac{d}{4} = \frac{19.3}{4} = 4.83 \text{ cm}$
- $6 * db = 6 * 1.4 = 8.4 \text{ cm}$
- $20 \text{ cm}$

De estos resultados se deberá elegir el menor, y como separación en la zona de confinamiento la separación será de 4.83 cm. Para ejecución en obras lo que se hace es dejarlo en 5 cm.

Fuera de la zona de confinamiento tenemos una separación de:

$$\frac{d}{2} = \frac{19.3}{2} = 9.65 \text{ cm}$$

Al igual que en el dato anterior, por cuestiones constructivas se lo deja en 10 cm.

### 3.6 Columnas

Para evaluar las demandas en la columna no se emplea una envolvente como en el diseño de vigas, en su lugar, se analizan de forma independiente las combinaciones de carga definidas por la normativa vigente (NEC). Dichas combinaciones contemplan cargas muertas, cargas vivas,

acciones sísmicas y otras, según las características del proyecto. Con el fin de determinar los esfuerzos internos que afectan a la columna, tales como carga axial, momento flector y fuerza cortante, se recurre al uso de un software de análisis estructural.

La columna de este proyecto está compuesta por 6 varillas de 14 mm, por tanto, el acero en la columna es:

$$A_{st} = 6 * 1.54 \text{ cm}^2 = 9.24 \text{ cm}^2$$

La cuantía de acero resultante es de:

$$\rho = \frac{A_{st}}{A_g} = \frac{9.24 \text{ cm}^2}{30 * 30} = 1.026\%$$

La cuantía longitudinal de una columna en zona sísmica debe estar en  $0.01 < \rho_{As} \leq 0.03$ , por lo que el armado colocado es correcto.

Luego, se obtienen los diagramas de interacción correspondientes a los ejes 2-2 y 3-3, con el fin de verificar que las solicitaciones se encuentren dentro de dichos diagramas. Para la elaboración de los diagramas de interacción, los datos se extraen del software de modelado estructural. Posteriormente, se selecciona la columna más desfavorable y se comprueba que todas sus demandas estén contenidas dentro del diagrama de interacción. Si esta condición se satisface para la columna más crítica, se considera cumplida para el resto de las columnas.

Paso final, se obtienen dos curvas opuestas entre sí. En este caso se seleccionaron la curva 1 con la curva 13 para M3, y la curva 7 con la curva 19 para M2, con el propósito de construir el diagrama de interacción, ya que ambas deben ser simétricas para conformar la envolvente correspondiente. Posteriormente, se eligen las demandas más críticas y se verifica que se encuentren dentro del diagrama, procedimiento que se aplica tanto para las solicitaciones en el eje X como en el eje Y.

Así se obtiene, para el eje 3-3:

**Tabla 33**

*Curva 1, para M3*

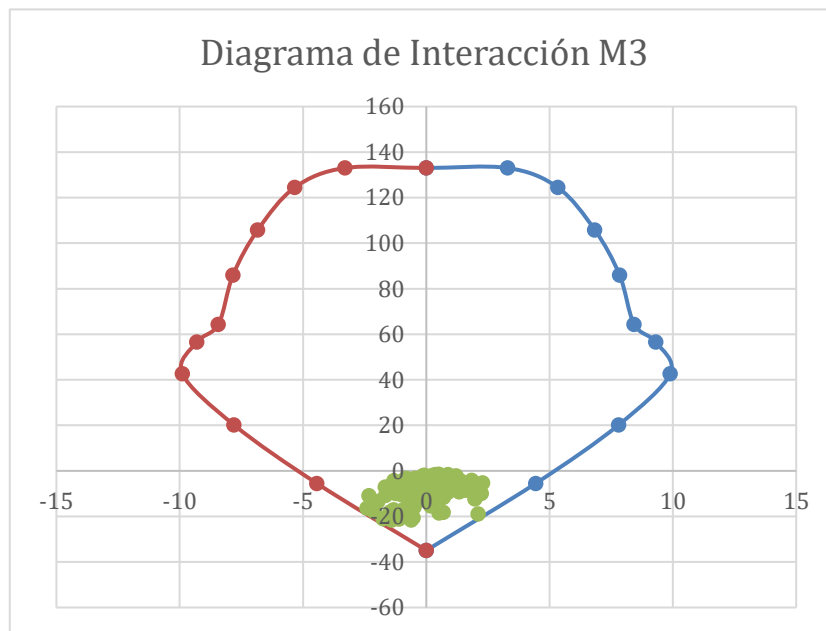
| <b>Curve #1</b> | <b>0 deg</b>       | <b>Columna1</b>    |
|-----------------|--------------------|--------------------|
| <b>P (tonf)</b> | <b>M2 (tonf-m)</b> | <b>M3 (tonf-m)</b> |
| 133,027         | 0                  | 0                  |
| 133,027         | 0                  | 3,296              |
| 124,486         | 0                  | 5,331              |
| 105,823         | 0                  | 6,833              |
| 85,965          | 0                  | 7,839              |
| 64,396          | 0                  | 8,429              |
| 56,596          | 0                  | 9,304              |
| 42,707          | 0                  | 9,895              |

|         |   |       |
|---------|---|-------|
| 20,202  | 0 | 7,801 |
| -5,493  | 0 | 4,438 |
| -34,927 | 0 | 0     |

**Tabla 34***Curva 13, para M3*

| Curve #13 | 180 deg     | Columna1    |
|-----------|-------------|-------------|
| P (tonf)  | M2 (tonf-m) | M3 (tonf-m) |
| 133,027   | 0           | 0           |
| 133,027   | 0           | -3,296      |
| 124,486   | 0           | -5,331      |
| 105,823   | 0           | -6,833      |
| 85,965    | 0           | -7,839      |
| 64,396    | 0           | -8,429      |
| 56,596    | 0           | -9,304      |
| 42,707    | 0           | -9,895      |
| 20,202    | 0           | -7,801      |
| -5,493    | 0           | -4,438      |
| -34,927   | 0           | 0           |

Entonces el gráfico obtenido, es el siguiente:

**Figura 30***Diagrama de Interacción M3*

Por otro lado, el mismo proceso para obtener el gráfico del eje 2-2:

**Tabla 35***Curva 19, para M2*

| Curve #19 | 270 deg     | Columna1    |
|-----------|-------------|-------------|
| P (tonf)  | M2 (tonf-m) | M3 (tonf-m) |

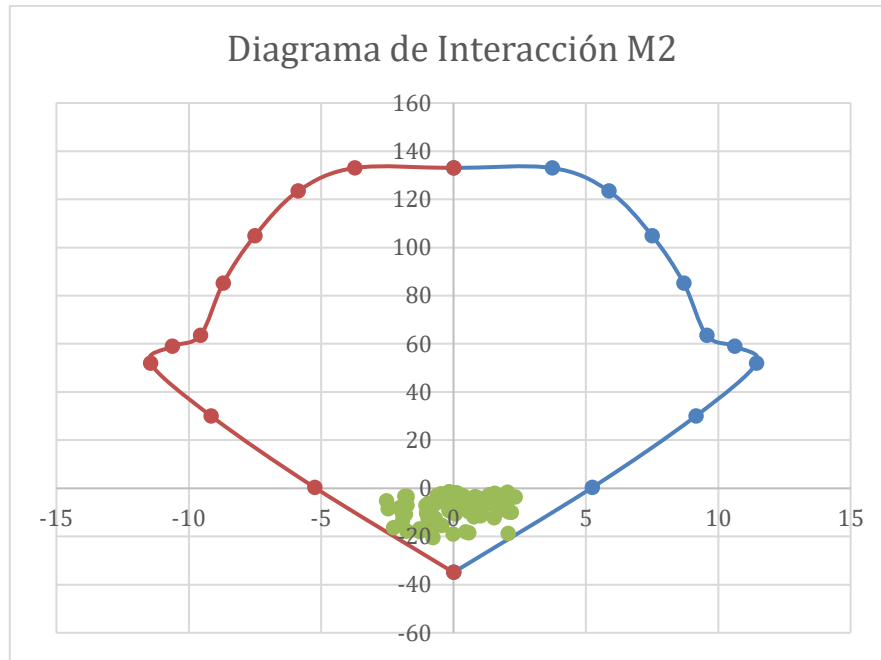
|         |         |   |
|---------|---------|---|
| 133,027 | 0       | 0 |
| 133,027 | -3,728  | 0 |
| 123,451 | -5,865  | 0 |
| 104,903 | -7,501  | 0 |
| 85,207  | -8,696  | 0 |
| 63,520  | -9,564  | 0 |
| 58,932  | -10,624 | 0 |
| 51,992  | -11,445 | 0 |
| 30,028  | -9,157  | 0 |
| 0,3548  | -5,245  | 0 |
| -34,927 | 0       | 0 |

**Tabla 36***Curva 7, para M2*

| <b>Curve #7</b> | <b>90 deg</b>      | <b>Columna1</b>    |
|-----------------|--------------------|--------------------|
| <b>P (tonf)</b> | <b>M2 (tonf-m)</b> | <b>M3 (tonf-m)</b> |
| 133,027         | 0                  | 0                  |
| 133,027         | 3,728              | 0                  |
| 123,451         | 5,865              | 0                  |
| 104,903         | 7,501              | 0                  |
| 85,207          | 8,696              | 0                  |
| 63,520          | 9,564              | 0                  |
| 58,932          | 10,624             | 0                  |
| 51,992          | 11,445             | 0                  |
| 30,028          | 9,157              | 0                  |
| 0,354           | 5,245              | 0                  |
| -34,927         | 0                  | 0                  |

Entonces el gráfico obtenido, es el siguiente:

**Figura 31***Diagrama de Interacción M2*



Analizar todos estos datos e información tiene por objetivo evaluar la resistencia de una sección transversal sometida simultáneamente a carga axial y momento flector, mostrando la relación entre las diferentes combinaciones de fuerza axial y momento que una columna es capaz de soportar antes de alcanzar la falla. Para su elaboración se tomó como referencia la columna más crítica del modelo estructural desarrollado en ETABS, es decir, aquella que presentó los valores más elevados de carga axial y momentos flectores en sus extremos, de acuerdo con los resultados del análisis estructural. El diagrama se construyó considerando las curvas correspondientes a los ángulos de  $0^\circ$  y  $180^\circ$ , así como de  $90^\circ$  y  $270^\circ$ , lo que permite representar de manera adecuada las condiciones de carga más desfavorables que pueden actuar sobre el elemento.

Por otro lado, la comprobación estructural se efectuó conforme a los lineamientos de la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-AC y del ACI 318-19, particularmente en lo referente al diseño por interacción axial-flexión indicada en el capítulo 22 del ACI. De acuerdo con estas disposiciones, una sección resulta aceptable cuando los puntos de demanda, correspondientes a las combinaciones de carga axial y momento, se ubican dentro del diagrama de interacción, garantizando que la capacidad resistente es mayor que las solicitaciones actuantes. En este análisis, las demandas de la columna más crítica se localizaron dentro de la zona segura del diagrama, lo que confirma el cumplimiento del criterio de “columna fuerte”, esencial en el diseño sismorresistente para prevenir fallas indeseadas. En consecuencia, acorde al (ACI, 2017), se determina que la sección y el refuerzo adoptados para dicha columna pueden

aplicarse de manera segura al resto de las columnas del proyecto, asegurando un desempeño estructural adecuado ante cargas combinadas.

### 3.6.1 Confinamiento en columnas

El confinamiento se refiere al refuerzo transversal colocado alrededor del concreto con el propósito de limitar su expansión lateral, incrementar su ductilidad y prevenir fallas de tipo frágil. Este efecto se consigue mediante el uso de estribos cerrados o ganchos que rodean el refuerzo longitudinal principal, ayudando a que la sección conserve su integridad cuando está sometida a cargas cíclicas, como las producidas por sismos.

La norma NEC-SE-AC establece exigencias particulares respecto a la disposición y separación de los estribos, especialmente en zonas confinadas o de nudo, como los extremos de las columnas. De acuerdo con la normativa, la separación máxima permitida de los estribos en estas zonas críticas debe cumplir con los criterios definidos en la (NEC-SE-HM, 2014).

La longitud de la zona de confinamiento es:

$$L_o = \text{mayor} \left( \text{máxima dimensión de columna}, \frac{\text{Altura libre de columna}}{6}, 450 \text{ mm} \right) \quad (3.37)$$

En la zona de confinamiento, la separación de estribos se calcula de la siguiente manera:

$$S \leq (6 db ; 100 \text{ mm}) \quad (3.38)$$

$$S \leq (6 * 1.4 ; 100 \text{ cm})$$

Se obtiene una separación de 8.4 cm, pero por motivos constructivos se la deja en 8 cm.

Fuera de la zona de confinamiento la separación se obtendrá con la siguiente ecuación:

$$S \leq (6 db ; 15 \text{ cm}) \quad (3.39)$$

$$S \leq (6 * 1.4 ; 15 \text{ cm})$$

Se obtiene una separación de 8.4 cm, pero por motivos constructivos se la deja en 8 cm.

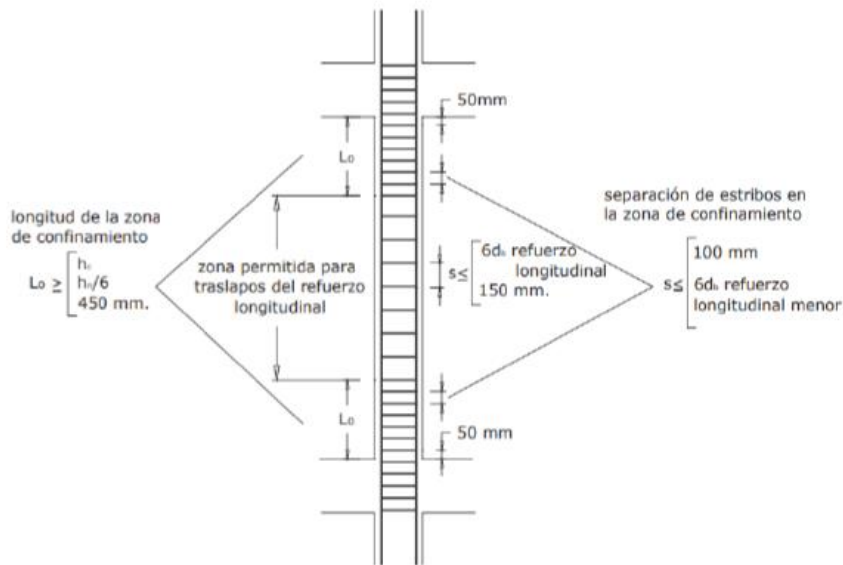
Como resultado de  $L_o$ :

$$L_o = \text{mayor} ( 35\text{cm} , 44.16 \text{ cm}, 45 \text{ cm} )$$

La longitud de zona de confinamiento es de 44.15cm, y motivos constructivos se deja en 45 cm.

## Figura 32

*Designación de estribos en columna*



Otro dato necesario es determinar el acero transversal por confinamiento:

El área de refuerzo en forma de estribos #1:

$$A_{sh1} = 0.3 * \frac{s * b_c * f'c}{f_y} * \left( \frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \quad (3.40)$$

$$A_{sh1} = 0.3 * \frac{8.4 * 31 * 210}{4200} * \left( \frac{35 * 35}{31 * 31} - 1 \right) = 1.21 \text{ cm}^2$$

El área de refuerzo en forma de estribos #2:

$$A_{sh1} = 0.09 * \frac{s * b_c * f'c}{f_y} \quad (3.41)$$

$$A_{sh1} = 0.09 * \frac{9.3 * 21 * 210}{4200} = 0.88 \text{ cm}^2$$

Nuestra área de refuerzo en los estribos es de  $1.21 \text{ cm}^2$ , si se colocan 1 estribo exterior de 10mm y 1 estribo interno de 10mm, entonces se estaría colocando:

$$A_v = 2 * 0.785 \text{ cm}^2 = 1.57 \text{ cm}^2$$

### 3.6.1.1 Longitud de anclaje

$$d_b = 10 \text{ mm}$$

$$ld = \frac{420 \text{ MPa}}{1.4 * \sqrt{21 \text{ MPa}}} * 10 \text{ mm} = 655 \text{ mm} = 0.65 \text{ m}$$

$$l_{ext} = 12 * 10 \text{ mm} = 120 \text{ mm} = 12 \text{ cm}$$

$$lh = \frac{420 \text{ MPa}}{5.4 * \sqrt{21 \text{ MPa}}} * 10 \text{ mm} = 169.72 \text{ mm} = 0.17 \text{ m}$$

Como la relación entre el área de acero colocado y el área de acero requerida es menor a 2, se justifica que el empalme utilizado corresponde a un empalme clase B, según lo establecido

en la normativa ACI 318 y la NEC, este tipo de empalme se aplica cuando no se cumple con las condiciones mínimas para un empalme clase A, como la colocación confinada o distribución uniforme del acero.

**Figura 33**

*Longitud de empalme por traslapo*

| $A_{s, colocado} / A_{s, requerido}$<br>en la longitud del empalme <sup>[1]</sup> | Porcentaje máximo de $A_s$ empalmado dentro de la longitud de traslapo requerida | Tipo de empalme | $\ell_{sr}$ |                      |
|---|--|-----------------|-------------|----------------------|
|   |  |                 | Mayor de:   |                      |
| $\geq 2.0$  | 50   | Clase A         | Mayor de:   | $1.0\ell_d$ y 300 mm |
|   | 100  | Clase B         | Mayor de:   | $1.3\ell_d$ y 300 mm |
| $< 2.0$   | Todos los casos  | Clase B         | Mayor de:   | 300 mm               |

<sup>[1]</sup>Relación entre el área de refuerzo colocado y el área de refuerzo requerida por análisis en la ubicación de empalme.

### 3.6.1.2 Empalme clase B

$$1.3 * l_d = 0.84 \text{ m}$$

### 3.6.1.3 Estribos

El diámetro interior mínimo de doblado es:

$$8 * db = 8 * 14 = 112 \text{ mm} \sim 12 \text{ cm}$$

La extensión de la recta es:

$$12 * db = 12 * 14 = 168 \text{ mm} \sim 17 \text{ cm}$$

## 3.7 Cimentación

La durabilidad y el comportamiento estructural de una obra están estrechamente relacionados con un adecuado planteamiento del sistema de cimentación, este componente constituye la base de cualquier edificación, ya que su función esencial es transferir de forma segura y eficiente las cargas generadas por la estructura hacia el suelo de apoyo. En función de la profundidad a la que se produce dicha transferencia, las cimentaciones pueden clasificarse en dos grandes grupos: las cimentaciones superficiales, que trabajan en las capas cercanas a la superficie del terreno, y las cimentaciones profundas, que transmiten las cargas a estratos más competentes ubicados a mayor profundidad.

La selección del tipo de cimentación no responde a un único criterio, sino que está condicionada por diversos factores geotécnicos, estructurales y constructivos. No obstante, existe un parámetro fundamental que permite establecer una diferenciación clara entre ambos sistemas, el cual se describe a continuación.

$$\frac{\text{Profundidad de desplante (Df)}}{\text{Ancho de la cimentación (B)}} \leq 4 = \text{Cimentación Superficial} \quad (3.42)$$

$$\frac{\text{Profundidad de desplante (Df)}}{\text{Ancho de la cimentación (B)}} > 4 = \text{Cimentación Profunda} \quad (3.43)$$

Consideraremos una profundidad de desplante de 1.3 metros, ya que por encima de ello se encuentra nuestro material de relleno, el cual se fundamenta en los criterios clásicos de capacidad portante propuestos por Meyerhof (1951) donde se enfatiza la influencia de la profundidad de cimentación en la estabilidad y el incremento de la capacidad portante última del suelo. También, a dicha profundidad de desplante se consigue un efecto de enterramiento significativo que mejora los factores de seguridad frente a fallas por punzonamiento y desplazamiento lateral sin incurrir en esfuerzos de excavación excesivos. Además, esta profundidad asegura que el cimiento se encuentre por debajo de la zona de relleno, lo cual minimiza el riesgo de asentamientos diferenciales debido a heterogeneidades del material. Por otro lado, el escoger esta profundidad representa un equilibrio entre seguridad estructural, economía de obra y condiciones geotécnicas del sitio. Para obtener el tipo de cimentación se partirá de un ancho de 1.0 m.

$$\frac{1.3}{1.0} = 1.3 \leq 4 \text{ entonces es Cimentación Superficial}$$

Dado que la relación nos dio menor a 4, se procede a trabajar con una cimentación superficial, pero debemos de conocer cuál es la capacidad de carga que debe de soportar nuestra cimentación.

### 3.7.1 Capacidad de Carga

La capacidad de carga del suelo corresponde al valor máximo de presión que el terreno puede soportar de manera segura sin que se produzcan fallas asociadas a asentamientos excesivos o pérdida de estabilidad; se puede evaluar mediante métodos analíticos, ensayos de campo o pruebas de laboratorio, dependiendo del nivel de detalle requerido.

Este parámetro está condicionado por múltiples factores geotécnicos, tales como el tipo y estado del suelo, el grado de compactación, la cohesión, el ángulo de fricción interna, la ubicación del nivel freático, la profundidad de desplante de la cimentación y las características de las cargas transmitidas por la estructura (Das, 2016).

Para el desarrollo de esta investigación, la capacidad portante del terreno será estimada mediante la formulación propuesta por Meyerhoff y Hanna (1978), debido a que dicho método resulta apropiado para condiciones estratigráficas en las que un suelo de mayor resistencia se encuentra apoyado sobre un estrato de menor capacidad, situación que se presenta en el área de estudio.

$$q_u = 5.14 c_{u,2} * sc + \gamma_1 H^2 \left(1 + \frac{B}{L}\right) \left(1 + \frac{2Df}{H}\right) \left(\frac{K_s \tan(\phi'1)}{B}\right) - \gamma_1 Df \quad (3.44)$$

$$q_{u,2} = 5.14 c_{u,2} * sc + \gamma_1 (Df + H) \quad (3.45)$$

Esta relación nos permite obtener el valor del coeficiente de punzonamiento (Ks):

$$\frac{q_2}{q_1} = \frac{5.14 c_{u,2}}{0.5 \gamma_1 B N \gamma_1} \quad (3.46)$$

Una vez conocidas todas las ecuaciones que vamos a utilizar para poder obtener la capacidad de carga de nuestra cimentación, detallaremos que representa cada variable, y la manera de obtener cada una de ellas para poder conocer la capacidad de carga.

$q_u$  : Capacidad de carga total

$\gamma_1$  : Peso específico estrato 1

$c_{u,2}$  : Cohesión no drenada

$B$ : Ancho cimentación

$H$ : Profundidad hasta estrato débil

$K_s$ : Coeficiente de punzonamiento

$\phi'1$ : Angulo de fricción estrato 1

$sc$ : Factor de forma

$N\gamma_1$ : Factor de capacidad de carga

### 3.7.2 Capacidad de caga admisible

Esta es la capacidad de carga total de nuestro suelo, influenciada por un factor de seguridad. Esta carga al aplicarse no provoca fallos, ni daños a la estructura debido a la implementación del factor de seguridad.

$$q_s = \frac{q_u}{F_s} \quad (3.47)$$

#### 3.7.2.1 $N\gamma_1$ : Factor de capacidad de carga

Ya que nuestro caso entra en el modelo de caso de Meyerhoff y Hanna por tener 2 estratos distintos, emplearemos la tabla de factores de capacidad de carga, para obtener nuestro valor respectivo

Figura 34

Factores de capacidad de carga, Meyerhoff y Hanna

| $\phi$ | $N_c$ | $N_q$ | $N_r$ | $N_q/N_c$ | $\tan\phi$ | $\phi$ | $N_c$  | $N_q$  | $N_r$  | $N_q/N_c$ | $\tan\phi$ |
|--------|-------|-------|-------|-----------|------------|--------|--------|--------|--------|-----------|------------|
| 0      | 5.14  | 1.00  | 0.00  | 0.20      | 0.00       | 26     | 22.25  | 11.85  | 12.54  | 0.53      | 0.49       |
| 1      | 5.38  | 1.09  | 0.07  | 0.20      | 0.02       | 27     | 23.94  | 13.20  | 14.47  | 0.55      | 0.51       |
| 2      | 5.63  | 1.20  | 0.15  | 0.21      | 0.03       | 28     | 25.80  | 14.72  | 16.72  | 0.57      | 0.53       |
| 3      | 5.90  | 1.31  | 0.24  | 0.22      | 0.05       | 29     | 27.86  | 16.44  | 19.34  | 0.59      | 0.55       |
| 4      | 6.19  | 1.43  | 0.34  | 0.23      | 0.07       | 30     | 30.14  | 18.40  | 22.40  | 0.61      | 0.58       |
| 5      | 6.49  | 1.57  | 0.45  | 0.24      | 0.09       | 31     | 32.67  | 20.63  | 25.99  | 0.63      | 0.60       |
| 6      | 6.81  | 1.72  | 0.57  | 0.25      | 0.11       | 32     | 35.49  | 23.18  | 30.22  | 0.65      | 0.62       |
| 7      | 7.16  | 1.88  | 0.71  | 0.26      | 0.12       | 33     | 38.64  | 26.09  | 35.19  | 0.68      | 0.65       |
| 8      | 7.53  | 2.06  | 0.86  | 0.27      | 0.14       | 34     | 42.16  | 29.44  | 41.06  | 0.70      | 0.67       |
| 9      | 7.92  | 2.25  | 1.03  | 0.28      | 0.16       | 35     | 46.12  | 33.30  | 48.03  | 0.72      | 0.70       |
| 10     | 8.35  | 2.47  | 1.22  | 0.30      | 0.18       | 36     | 50.59  | 37.75  | 56.31  | 0.75      | 0.73       |
| 11     | 8.80  | 2.71  | 1.44  | 0.31      | 0.19       | 37     | 55.63  | 42.92  | 66.19  | 0.77      | 0.75       |
| 12     | 9.28  | 2.97  | 1.69  | 0.32      | 0.21       | 38     | 61.35  | 48.93  | 78.03  | 0.80      | 0.78       |
| 13     | 9.81  | 3.26  | 1.97  | 0.33      | 0.23       | 39     | 67.87  | 55.96  | 92.25  | 0.82      | 0.81       |
| 14     | 10.37 | 3.59  | 2.29  | 0.35      | 0.25       | 40     | 75.31  | 64.20  | 109.41 | 0.85      | 0.84       |
| 15     | 10.98 | 3.94  | 2.65  | 0.36      | 0.27       | 41     | 83.86  | 73.90  | 130.22 | 0.88      | 0.87       |
| 16     | 11.63 | 4.34  | 3.06  | 0.37      | 0.29       | 42     | 93.71  | 85.38  | 155.55 | 0.91      | 0.90       |
| 17     | 12.34 | 4.77  | 3.53  | 0.39      | 0.31       | 43     | 105.11 | 99.02  | 186.54 | 0.94      | 0.93       |
| 18     | 13.10 | 5.26  | 4.07  | 0.40      | 0.32       | 44     | 118.37 | 115.31 | 224.64 | 0.97      | 0.97       |
| 19     | 13.93 | 5.80  | 4.68  | 0.42      | 0.34       | 45     | 133.88 | 134.88 | 271.76 | 1.01      | 1.00       |
| 20     | 14.83 | 6.40  | 5.39  | 0.43      | 0.36       | 46     | 152.10 | 158.51 | 330.35 | 1.04      | 1.04       |
| 21     | 15.82 | 7.07  | 6.20  | 0.45      | 0.38       | 47     | 173.64 | 187.21 | 403.67 | 1.08      | 1.07       |
| 22     | 16.88 | 7.82  | 7.13  | 0.46      | 0.40       | 48     | 199.26 | 222.31 | 496.01 | 1.12      | 1.11       |
| 23     | 18.05 | 8.66  | 8.20  | 0.48      | 0.42       | 49     | 229.93 | 265.51 | 613.16 | 1.15      | 1.15       |
| 24     | 19.32 | 9.60  | 9.44  | 0.50      | 0.45       | 50     | 266.89 | 319.07 | 762.89 | 1.20      | 1.19       |
| 25     | 20.72 | 10.66 | 10.88 | 0.51      | 0.47       |        |        |        |        |           |            |

\* Según Vesic (1973)

### 3.7.2.2 sc: Factor de forma

Este factor está ligado a la cimentación, ya que como previamente se comentó, se usará una cimentación superficial y con las mismas dimensiones (es decir cuadrada) nuestro factor de forma se calcula con la siguiente expresión

$$Sc = 1 + 0.2 \left(\frac{B}{L}\right) \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right) \quad (3.48)$$

Nuevamente, dado que recientemente se está determinando la forma de la zapata, se partirá de unas medidas conocidas de ancho (1 metro) x largo (1 metro).

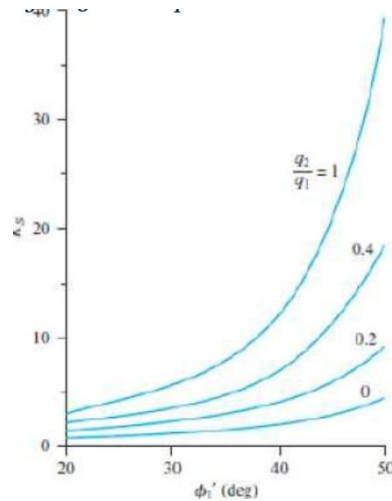
Debido a que el primer estrato no es una arcilla, si contamos con un ángulo de fricción, en nuestro caso dicho valor oscila entre 30 a 35, así que tomaremos un promedio entre esos valores.

$$Sc = 1 + 0.2 \left(\frac{1}{1}\right) \tan^2 \left(45^\circ + \frac{32}{2}\right) = 1.65$$

Para el caso de este coeficiente de punzonamiento debemos de guiarnos con la siguiente gráfica:

Figura 35

Coeficiente de punzonamiento



Como podemos observar dependemos de una relación  $q_2/q_1$ , es decir que para poder obtener nuestro coeficiente de punzonamiento primero obtendremos dicha relación.

$$\frac{q_2}{q_1} = \frac{5.14c_{u,2}}{0.5\gamma_1BN\gamma_1}$$

Nuestro peso específico del primer estrato de suelo, lo obtenemos por medio de nuestros ensayos de laboratorio, partiendo de un volumen conocido y el peso de nuestra muestra, nos dio un peso específico de 1921.15 kg/m<sup>3</sup>

Nuestra capacidad de carga lo obtenemos de la tabla de factores de capacidad de carga mencionada paginas anteriores, ya que nuestro ángulo de fricción para el estrato superior es de 32, el valor de  $N\gamma_1 = 30.22$ .

### 3.7.3 Cohesión no drenada

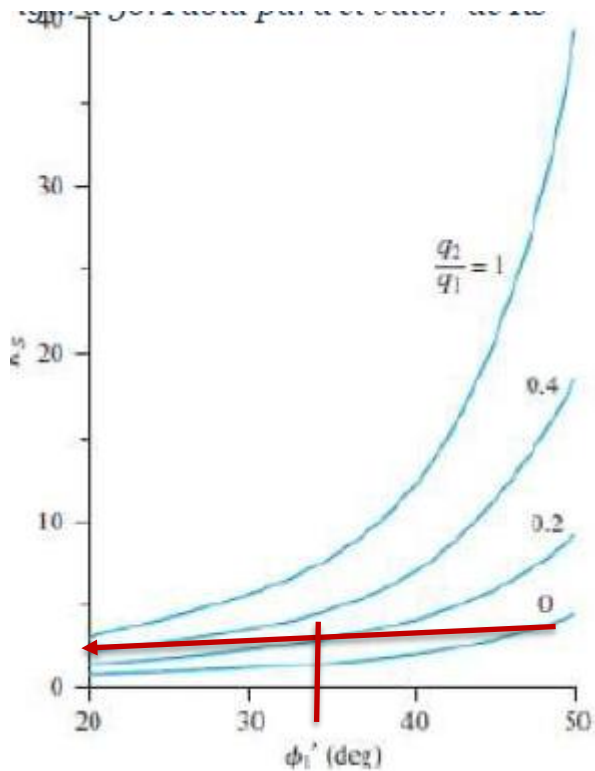
Es un parámetro de resistencia al corte del suelo que representa la capacidad del material para resistir esfuerzos cortantes en condiciones donde no se permite la disipación de presiones de poros, es decir, sin variación de volumen. Este parámetro es característico de suelos finos saturados, como las arcillas, y se determina generalmente mediante ensayos no drenados, nuestro ensayo de suelos refleja el valor de 6.38 kPa.

$$c_{u,2} = \frac{q}{2} = \frac{6.38}{2} = 3.19 \text{ kPa}$$

Una vez conocido el valor de nuestra cohesión no drenada, procedemos a calcular nuestro valor del coeficiente de punzonamiento

$$\frac{q_2}{q_1} = \frac{5.14 * 3.19}{0.5 * 19.21 * 1 * 30.22} = 0.06$$

Guiándonos por nuestro gráfico, obtenemos un coeficiente de punzonamiento de 2.3



Una vez conocidos todos los parámetros, procedemos a obtener nuestro valor de capacidad de carga:

$$q_u = 5.14 * 3.19 * 1.65 + 19.21 * 1.0^2 \left(1 + \frac{1}{1}\right) \left(1 + \frac{2 * 1.3}{1.0}\right) \left(\frac{2.3 * \tan(32)}{1}\right) - 19.21 * 1.3$$

$$q_u = 200.85 \frac{kn}{m^2} = 20.01 \frac{tonf}{m^2}$$

Pero como nuestra cimentación no puede trabajar al límite de su capacidad, debemos calcular la carga admisible, considerando un factor de seguridad de 3 según la NEC - SE - GC (2015) de geotécnia y cimentaciones.

**Tabla 37**

*Factores de Seguridad Indirectos Mínimos, F.S.I.M*

| Condición  | F.S.I.M. Admisible |
|--|--------------------|
| Carga Muerta + Carga Viva Normal                                   | 3.0                |
| Carga Muerta + Carga Viva Máxima                                   | 2.5                |
| Carga Muerta + Carga Viva Normal + Sismo de Diseño pseudo estático | 1.5                |

$$q_s = \frac{20.01}{3.0} = 6.67 \frac{tonf}{m^2}$$

### 3.7.4 Pre-Dimensionamiento Y Dimensionamiento

Para el pre-dimensionamiento se toma como punto de partida la capacidad portante del suelo previamente determinada, la cual representa la carga máxima que el terreno puede resistir antes de presentar fallas como aplastamiento o punzonamiento. En el caso de esta edificación se emplearán zapatas superficiales, debido a que las cargas transmitidas no son elevadas.

Se inicia el análisis considerando el esfuerzo simple:

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (3.49)$$

De esta fórmula de esfuerzo simple, y conociendo la capacidad de nuestro suelo podemos determinar el área que tendrá nuestra cimentación, el valor de P nos representa la carga que ejerce la columna sobre la cimentación, ese valor se lo obtuvo por medio del programa de modelado estructural. Adicional, este valor P se multiplica por un factor de 1.4 que considera tanto los momentos Mx y My, así como el peso propio.

Para dar inicio, entonces se tiene:

**Tabla 38**

*Datos iniciales para calcular dimensiones de cimentación central*

| Cargas de diseño | Carga muerta | Carga viva | Envolvente    | Servicio |       | Diseño    |            |
|------------------|--------------|------------|---------------|----------|-------|-----------|------------|
|                  |              |            | Sx,Sy         | D+L      | D+L+S | 1.2D+1.6L | 1.2D+1L+1S |
| P (t)            | 10,28        | 4,44       | Carga sísmica | 14,72    | 15,74 | 19,44     | 17,80      |
| Mx=My (t.m)      | 1,54         | 0,67       |               | 2,21     | 2,46  | 2,92      | 2,77       |

$$A = \frac{P*1.4}{\sigma_{Adm}} = \frac{14.72*1.4}{6.67} = 3.09m^2 \quad (3.50)$$

$$B = L = \sqrt{A} = \sqrt{3.09} = 1.76m$$

**Tabla 39**

*Resultados de predimensionamiento cimentación central*

| Predimensionamiento |      |                               |
|---------------------|------|-------------------------------|
| Área Nece           | 3,09 | m2                            |
| B=L Nece            | 1,76 | m2                            |
| B                   | 1,85 | m                             |
| L                   | 1,85 | m                             |
| Área Colo (m2)      | 3,42 | <b>Ok predimensionamiento</b> |

**Tabla 40**

*Datos iniciales para calcular dimensiones de cimentación perimetral*

| Cargas de diseño | Envolvente<br>Sx,Sy |            |               | Servicio |       | Diseño    |            |
|------------------|---------------------|------------|---------------|----------|-------|-----------|------------|
|                  | Carga muerta        | Carga viva | Carga sísmica | D+L      | D+L+S | 1.2D+1.6L | 1.2D+1L+1S |
| P (t)            | 8,57                | 2,22       | 0,86          | 10,79    | 11,64 | 13,83     | 13,36      |
| Mx=My (t.m)      | 1,28                | 0,33       | 0,21          | 1,62     | 1,83  | 2,08      | 2,09       |

$$A = \frac{P * 1.4}{\sigma_{Adm}} = \frac{10.79 * 1.4}{6.67} = 2.26m^2$$

$$B = L = \sqrt{A} = \sqrt{2.26} = 1.50m$$

**Tabla 41**

*Resultados de predimensionamiento cimentación perimetral*

| Predimensionamiento   |      |                               |
|-----------------------|------|-------------------------------|
| Área Nece             | 2,26 | m2                            |
| B=L Nece              | 1,50 | m2                            |
| <b>B</b>              | 1,60 | m                             |
| <b>L</b>              | 1,60 | m                             |
| <b>Área Colo (m2)</b> | 2,56 | <b>Ok predimensionamiento</b> |

Es decir que nuestra cimentación superficial central, tendrá dimensiones de 1.85 x 1.85 metros y la cimentación perimetral 1.60 x 1.60 metros. Para evaluar la resistencia en primer término, se efectuó la comprobación de los esfuerzos demandantes, esto implementando las combinaciones de servicio, donde:

$$\begin{cases} \sigma_{D+L} \leq \sigma_{Adm} \\ \sigma_{D+L+S} \leq \frac{4}{3} * \sigma_{Adm} \end{cases}$$

Es importante acotar que los códigos permiten aumentar la capacidad resistente hasta en un 1.33 cuando se tiene sismo. Por parte de las columnas, en este proyecto estas son las mismas en todas las posiciones, por ende, tanto la vista lateral como frontal serán la misma y por ellos se toma el mayor entre Mx y My y se reduce el cálculo, obteniendo así:

$$\sigma_{B1=L1} = \frac{P}{BL} - \frac{M*6}{L*B^2} \quad (3.51)$$

$$\sigma_{B2=L2} = \frac{P}{BL} + \frac{M*6}{L*B^2} \quad (3.52)$$

Este procedimiento se lo debe realizar tanto para la combinación:

D+L y se debe cumplir,

$$\sigma_{B1=L1}, \sigma_{B2=L2} \leq \sigma_{Adm}$$

También para D+L+S,

$$\sigma_{B1=L1}, \sigma_{B2=L2} \leq \frac{4}{3} * \sigma_{Adm}$$

Los resultados obtenidos luego de evaluar estos esfuerzos en la cimentación central se presentan en la **Tabla 42** y en la **Tabla 43** los de la cimentación perimetral.

**Tabla 42**

*Resultados de esfuerzos demandantes en cimentación central*

| <b>Comprobación de esfuerzos del suelo (t/m2)</b> |            |             |              |             |
|---|------------|-------------|--------------|-------------|
| <b>Esfuerzos</b>                                  | <b>D+L</b> |             | <b>D+L+S</b> |             |
| <b>Esf B1=L1</b>                                  | 2,21       | Ok Esfuerzo | 2,26         | Ok Esfuerzo |
| <b>Esf B2=L2</b>                                  | 6,39       | Ok Esfuerzo | 6,94         | Ok Esfuerzo |

**Tabla 43**

*Resultados de esfuerzos demandantes en cimentación perimetral*

| <b>Comprobación de esfuerzos del suelo (t/m2)</b> |            |             |              |             |
|---|------------|-------------|--------------|-------------|
| <b>Esfuerzos</b>                                  | <b>D+L</b> |             | <b>D+L+S</b> |             |
| <b>Esf B1=L1</b>                                  | 1,84       | Ok Esfuerzo | 1,86         | Ok Esfuerzo |
| <b>Esf B2=L2</b>                                  | 6,58       | Ok Esfuerzo | 7,23         | Ok Esfuerzo |

Lo siguiente es la verificación del cortante unidireccional por las demandas de resistencia, asociado al efecto de viga en la zapata. Para ellos se evalúan las combinaciones 1.2D+1.6L y 1.2D+1L+1S. Un detalle por tomar en cuenta es que para este paso se debe partir de un valor inicial de “d”, el cual es el peralte efectivo de la zapata.

$$h = d + rec + \phi_{estribo} + \frac{\phi_{longitudinal}}{2}$$

**Tabla 44**

*Datos iniciales, asumir “d” para cimentación central*

| <b>Parámetros de diseño</b> |          |      |
|-----------------------------|----------|------|
| <b>Esfuerzo admisible</b>   | 6,67     | t/m2 |
| <b>f'c</b>                  | 21       | Mpa  |
| <b>e (Columna)</b>          | 0,35     | m    |
| <b>f (Columna)</b>          | 0,35     | m    |
| <b>d</b>                    | 0,165    | m    |
| <b>Recubrimiento</b>        | 0,075    | m    |
| <b>Posición columna</b>     | interior |      |

**Tabla 45**

*Datos iniciales, asumir “d” para cimentación perimetral*

| <b>Parámetros de diseño</b> |  |  |
|-----------------------------|--|--|
|-----------------------------|--|--|

|                           |       |      |
|---------------------------|-------|------|
| <b>Esfuerzo admisible</b> | 6,67  | t/m2 |
| <b>f'c</b>                | 21    | Mpa  |
| <b>e (Columna)</b>        | 0,35  | m    |
| <b>f (Columna)</b>        | 0,35  | m    |
| <b>d</b>                  | 0,165 | m    |
| <b>Recubrimiento</b>      | 0,075 | m    |
| <b>Posición columna</b>   | borde |      |

Luego se tiene entonces que para obtener el valor de,

$$\sigma_{B'} = \sigma_{B1} + \frac{\sigma_{B2} - \sigma_{B1}}{B} * \frac{B + e - d}{2}$$

El cortante por demanda

$$V_u = \frac{\sigma_{B2} + \sigma_{B'}}{2} * \left( \frac{B - e}{2} - d \right) * L$$

La resistencia de diseño a cortante donde  $\phi = 3/4$

$$A_c = d * L$$

$$V_c = \phi * 0.17 * \sqrt{f'c} * A_c \text{ (MPa, mm, N)}$$

Los resultados obtenidos luego de evaluar estos esfuerzos se presentan en la **Tabla 46**.

**Tabla 46**

*Resultados de corte unidireccional para cimentación central*

| <b>Corte unidireccional</b>    |                  |                   |
|--------------------------------|------------------|-------------------|
| <b>Cálculos</b>                | <b>1.2D+1.6L</b> | <b>1.2D+1L+1S</b> |
| <b>Esf B1=L1</b>               | 2,92             | 3,10              |
| <b>Esf B2=L2</b>               | 8,44             | 8,35              |
| <b>Esf B'= L'</b>              | 5,95             | 5,99              |
| <b>Vu frontal= lateral (t)</b> | 7,79             | 7,76              |
| <b>Vc frontal=lateral (t)</b>  | 17,84            | 17,84             |
| <b>¿Cumple corte B=L?</b>      | Cumple           | Cumple            |

**Tabla 47**

*Resultados de corte unidireccional para cimentación perimetral*

| <b>Corte unidireccional</b>    |                  |                   |
|--------------------------------|------------------|-------------------|
| <b>Cálculos</b>                | <b>1.2D+1.6L</b> | <b>1.2D+1L+1S</b> |
| <b>Esf B1=L1</b>               | 2,36             | 2,68              |
| <b>Esf B2= L2</b>              | 8,44             | 8,80              |
| <b>Esf B'= L'</b>              | 5,76             | 6,10              |
| <b>Vu frontal= lateral (t)</b> | 5,23             | 5,48              |
| <b>Vc frontal=lateral (t)</b>  | 15,42            | 15,42             |
| <b>¿Cumple corte B=L?</b>      | Cumple           | Cumple            |

La resistencia de diseño a cortante en la cimentación central,  $\phi V_c$ , se determinó a partir de la contribución del concreto y del refuerzo transversal, afectada por el correspondiente factor de reducción de resistencia, para esta condición se obtuvo un valor de  $\phi V_c = 17.84$ . Al compararlo con la sollicitación actuante,  $V_u = 7.79$ , se evidencia que la capacidad resistente es ampliamente superior a la demanda, por lo que el elemento cumple satisfactoriamente frente a este modo de falla. Lo mismo se verifica para el caso de cimentación perimetral.

Posteriormente, se realizó la comprobación del cortante por punzonamiento, donde se evaluaron las combinaciones 1.2D+1.6L y 1.2D+1L+1S. Al igual que en la comprobación anterior, aquí también se debe partir de un valor inicial de “d”, el cual es el peralte efectivo de la zapata.

$$h = d + rec + \phi_{estribo} + \frac{\phi_{longitudinal}}{2}$$

Para hallar  $V_u$ , se calcula entonces:

$$V_u = P_u - \frac{\sigma_{B1} + \sigma_{B2}}{2} * (e + d) * (f + d)$$

Luego la sección que resiste al punzonamiento viene dada por la ecuación,

$$A_b = ((e + d) * 2 + (f + d) * 2) * d$$

Para obtener el  $V_c$ , existen 3 ecuaciones y se debe escoger la del resultado menor, entonces:

$$V_c = 0.33 * \sqrt{f'c} * A_b$$

$$V_c = 0.17 * \left(1 + \frac{2}{b}\right) * \sqrt{f'c} * A_b$$

$$V_c = 0.083 * \left(2 + \frac{\alpha * d}{b_o}\right) * \sqrt{f'c} * A_c$$

$B_o$  es el periodo que resiste al cortante y alfa toma valores de 0.30, 0.40 y esquinera de 0.20, para este caso será de 0.40

**Tabla 48**

*Resultados de corte bidireccional en cimentación central*

| <b>Corte bidireccional (punzonamiento)</b> |                  |                   |
|--|------------------|-------------------|
| <b>Cálculos</b>                            | <b>1,2D+1,6L</b> | <b>1,2D+1L+1S</b> |
| <b>Esf prom B=L</b>                        | 5,68             | 5,73              |
| <b>Vu B=L (t)</b>                          | 17,93            | 16,28             |
| <b>Vc (t)</b>                              | 19,70            |                   |
| <b>¿Cumple corte?</b>                      | Cumple           | Cumple            |

**Tabla 49***Resultados de corte bidireccional en cimentación perimetral*

| <b>Corte bidireccional (punzonamiento)</b> |                  |                   |
|--|------------------|-------------------|
| <b>Cálculos</b>                            | <b>1.2D+1.6L</b> | <b>1.2D+1L+1S</b> |
| <b>Esf prom B=L</b>                        | 5,40             | 5,74              |
| <b>Vu B=L (t)</b>                          | 12,40            | 11,83             |
| <b>Vc (t)</b>                              | 13,22            |                   |
| <b>¿Cumple corte?</b>                      | Cumple           | Cumple            |

El esfuerzo cortante actuante se calculó como el producto de la presión transmitida por la estructura y el área tributaria de la zapata, obteniéndose un valor de  $V_u = 17.93$ . La resistencia de diseño al punzonamiento fue estimada en  $\phi V_c = 19.70$ . La relación entre la resistencia disponible y la solicitación resultó  $\phi V_c / V_u = 1.10$ , valor mayor que la unidad, lo cual indica que la zapata presenta una capacidad adecuada para resistir el punzonamiento. Este resultado es consistente con el criterio establecido por el ACI (2017), que indica que la resistencia nominal reducida debe ser mayor o igual que la demanda factorizada. O a su vez se debe cumplir que

$$\phi V_c \geq V_u$$

Una vez que el “d” asumido cumpla con todos los requerimientos de corte, se lo deja como definitivo, ese resultado se muestra en la **Tabla 44** y en la **Tabla 45**. Este análisis anterior se lo hace también para el caso de la cimentación perimetral.

Finalmente, se procede con el diseño por las demandas de resistencia, donde se considera a las combinaciones 1.2D+1.6L y 1.2D+1L+1S.

Para ello lo primero es obtener el valor del esfuerzo  $B'$ , donde:

$$\sigma_{B'} = \sigma_{B1} + \frac{\sigma_{B2} - \sigma_{B1}}{B} * \left( \frac{B - e}{2} + e \right)$$

Y ya con ello se encuentra  $M_{up}$  que es el momento que flexiona el plinto con respecto al eje y, que es la ecuación

$$M_{up} = \frac{\sigma_{B'} + \sigma_{B2}}{2} * \frac{B - e}{2} * L * \left( \frac{\sigma_{B'} + 2\sigma_{B2}}{\sigma_{B'} + \sigma_{B2}} \right) * \frac{1}{3} * \frac{B - e}{2}$$

#### **3.7.4.1 Acero de la Cimentación**

Cuando se tiene los valores correspondientes, se diseña el acero.

$$A_s = \frac{30 * M_u}{d}$$

**Tabla 50***Acero en cimentación central*

| 1.2D+1.6L                   |                | 1.2D+1L+1S                  |                |
|-----------------------------|----------------|-----------------------------|----------------|
| Esf B'= L'                  | 6,20           | Esf B=L                     | 6,22           |
| Mu B=L (t.m)                | 4,00           | Mu B=L (t.m)                | 3,98           |
| d Nece (cm)                 | 8,52           | d Nece (cm)                 | 8,49           |
| ¿Cumple d?                  | Ok peralte     | ¿Cumple d?                  | Ok peralte     |
| At B=L (cm <sup>2</sup> )   | 7,28           | At B=L (cm <sup>2</sup> )   | 7,23           |
| Diámetro de varilla (mm)    | 12             | Diámetro de varilla (mm)    | 12             |
| Cantidad de varillas        | 6              | Cantidad de varillas        | 6              |
| Separación de varillas (cm) | 31             | Separación de varillas (cm) | 32             |
|                             | Requiere patas |                             | Requiere patas |

**Tabla 51**

*Acero en cimentación perimetral*

| 1.2D+1.6L                   |                | 1.2D+1L+1S                  |                |
|-----------------------------|----------------|-----------------------------|----------------|
| Esf B'= L'                  | 6,07           | Esf B=L                     | 6,41           |
| Mu B=L (t.m)                | 2,39           | Mu B=L (t.m)                | 2,50           |
| d Nece (cm)                 | 7,08           | d Nece (cm)                 | 7,24           |
| ¿Cumple d?                  | Ok peralte     | ¿Cumple d?                  | Ok peralte     |
| At B=L (cm <sup>2</sup> )   | 4,35           | At B=L (cm <sup>2</sup> )   | 4,55           |
| Diámetro de varilla (mm)    | 12             | Diámetro de varilla (mm)    | 12             |
| Cantidad de varillas        | 4              | Cantidad de varillas        | 4              |
| Separación de varillas (cm) | 51             | Separación de varillas (cm) | 48             |
|                             | Requiere patas |                             | Requiere patas |

Para el diseño de la zapata se adoptó un espesor total aproximado de 25 cm, considerando un recubrimiento de 7.5 cm y una altura efectiva acorde a los requerimientos normativos. El refuerzo principal está conformado por barras de acero de 12 mm de diámetro, dispuestas de manera uniforme en ambas direcciones, esta configuración estructural garantiza una adecuada resistencia frente a los esfuerzos de tracción, un control efectivo de la fisuración y un comportamiento estructural seguro y eficiente ante las cargas transmitidas por la superestructura.

Finalmente, la presenta el resumen con respecto al diseño de la cimentación:

**Tabla 52**

*Resultados de diseño de cimentación central (plinto aislado o zapata)*

| Resumen |       |
|---------|-------|
| B (m)   | 1,85  |
| L (m)   | 1,85  |
| H (m)   | 0,250 |

| <b>Varillas Eje X</b>       |    |                       |
|-----------------------------|----|-----------------------|
| Diámetro de varilla (mm)    | 12 |                       |
| Cantidad de varillas        | 6  |                       |
| Separación de varillas (cm) | 32 | <b>Requiere patas</b> |
| <b>Varillas Eje Y</b>       |    |                       |
| Diámetro de varilla (mm)    | 12 |                       |
| Cantidad de varillas        | 6  |                       |
| Separación de varillas (cm) | 21 | <b>Requiere patas</b> |

**Tabla 53**

*Resultados de diseño de cimentación perimetral (plinto aislado o zapata)*

| <b>Resumen</b>              |       |                       |
|-----------------------------|-------|-----------------------|
| B (m)                       | 1,60  |                       |
| L (m)                       | 1,60  |                       |
| H (m)                       | 0,250 |                       |
| <b>Varillas Eje X</b>       |       |                       |
| Diámetro de varilla (mm)    | 12    |                       |
| Cantidad de varillas        | 4     |                       |
| Separación de varillas (cm) | 48    | <b>Requiere patas</b> |
| <b>Varillas Eje Y</b>       |       |                       |
| Diámetro de varilla (mm)    | 12    |                       |
| Cantidad de varillas        | 4     |                       |
| Separación de varillas (cm) | 48    | <b>Requiere patas</b> |

# Capítulo 4

## **4. Análisis de impacto ambiental**

### **4.1 Descripción del proyecto**

El presente Estudio de Impacto Ambiental (EIA) forma parte del diseño estructural de una vivienda de dos plantas, ubicada en la Cooperativa Los Ángeles, Km 22 vía a Daule, provincia del Guayas, tal cual se puede observar en la **Figura 1, Figura 2 y Figura 3**.

El proyecto se llevará a cabo en una zona caracterizada por un entorno semiurbano en proceso de expansión y se alinea directamente con el ODS 11 el cual habla acerca de ciudades y comunidades sostenibles, ya que este busca promover una vivienda segura, resiliente y con adecuada planificación del uso de recursos, considerando la protección del medio ambiente.

El análisis de impacto ambiental (AIA) es una herramienta que se centra en la identificación, valoración y gestión de los impactos ambientales derivados de la construcción, utilizando métodos cualitativos y semicuantitativos. Diéguez Santana et al. (2021) indica que el sector de la construcción es una de las principales fuentes de impactos ambientales debido a que estas tienden a alterar el suelo y la vegetación de las zonas, consumir recursos naturales, generar residuos de sólidos y producir emisiones. A raíz de lo anteriormente descrito, surge la necesidad de implementar la metodología principal que es la Matriz de Leopold, complementada con criterios de extensión, reversibilidad y duración.

Finalmente, el objetivo de desarrollar todo este capítulo es seleccionar alternativas constructivas que garanticen el menor impacto posible, por ello, dentro de este estudio se incluirá la evaluación de impactos, identificación de recursos naturales requeridos, propuestas de medidas de mitigación y determinación de la mejor alternativa con base en sostenibilidad. Adicional, es importante tener en cuenta que el propósito de este apartado no solo es seleccionar una alternativa, sino también garantizar que la edificación contribuya positivamente al ordenamiento territorial, manteniendo la armonía con el entorno natural y promoviendo una comunidad sostenible.

### **4.2 Línea base ambiental**

La línea base ambiental en un estudio de impacto ambiental (EIA) según el Instituto de la Calidad Ambiental (2025), es aquella descripción de las condiciones ambientales, sociales y culturales del área donde se va a desarrollar el proyecto. Esta brinda una evaluación detallada y exhaustiva de las condiciones antes de que se dé inicio al proyecto, con el fin de contrastar los cambios causados por la construcción.

### **Suelo**

La zona del Km 22 vía a Daule posee características de suelo productivo, propio de la zona agrícola cercana al sector Daule, que favorece el crecimiento de frutales y especies maderables. Resultado de los ensayos de suelo realizados en laboratorio, se obtuvo que el material presente en el terreno es un suelo arcilloso-limoso, el cual presenta buen contenido de materia orgánica, adecuada infiltración y retención de humedad. Además, el componente abiótico del suelo no presenta contaminación visible, pero es susceptible a compactación y erosión si no se controla adecuadamente el movimiento de tierras.

### **Calidad de aire**

La calidad del aire de acuerdo con la ubicación del terreno se considera aceptable, dado que se encuentra alejado de la calle principal y de las actividades de construcción propias de la expansión urbana.

### **Agua**

En cuanto al recurso hídrico, no existen cuerpos de agua superficiales inmediatos, y el agua utilizada provendrá de la red local o de abastecimiento externo para la mezcla de materiales.

### **Paisaje**

Los paisajes por su parte son muy variados y rodeados de vegetación, lo que aporta sombra, regulación microclimática y hábitat para fauna menor. Es así como su preservación parcial o su correcta gestión durante la obra es importante para mantener el equilibrio ecológico del sector.

### **Flora**

De acuerdo con el Gobierno Autónomo Descentralizado Ilustre Municipalidad del cantón Daule (2025), el sitio presenta especies arbóreas representativas de ecosistemas secos tropicales siendo estas, por ejemplo:

- *Mangifera indica* L. (Mango)
- *Tabebuia chrysantha* (Guayacán)
- *Bursera graveolens* (Palo santo)
- *Vitex flavens* Kunth (Pechiche)
- *Inga manabiensis* (Guaba grande)

Estas especies contribuyen a la biodiversidad funcional del área, brindando sombra, mejorando la calidad del aire y aportando materia orgánica al suelo. Varias de estas especies están adaptadas a climas secos tropicales según estudios forestales del litoral ecuatoriano.

## Fauna

La fauna local según lo indica el Gobierno Autónomo Descentralizado Ilustre Municipalidad del cantón Daule (2025), consiste principalmente en:

- Aves pequeñas (colibríes, gorriones, tórtolas)
- Insectos polinizadores
- Reptiles pequeños comunes en zonas áridas

Es importante mencionar que ninguna de estas especies se considera amenazada, es más, contribuyen al equilibrio del ecosistema. Esta fauna también es buena debido a la cercanía con áreas abiertas y agrícolas.

## Aspectos socioeconómicos

El sector Los Ángeles es un asentamiento en crecimiento, con presencia de viviendas de uno y dos pisos. Esta zona se caracteriza por asentamientos residenciales consolidados, con actividades comerciales menores y circulación permanente de personas, lo que demanda prácticas de construcción inseguras y controladas que eviten molestias a la comunidad.

### 4.3 Actividades del proyecto

Las construcciones de viviendas se dividen en varias etapas, sin embargo, la fase de la construcción es aquella que contiene la mayor cantidad de actividades que pueden modificar el hábitat, contaminarlo y reducir la calidad de vida de los habitantes de la zona.

En la **Tabla 54** se identifican las acciones relevantes en el proyecto que son susceptibles de causar impactos ambientales.

**Tabla 54**

*Acciones relevantes en el proyecto*

| <i>Fase</i>  | <i>Labor</i>                         | <i>Acción</i>   |
|--------------|--------------------------------------|---|
| Construcción | Movimiento de Tierras                | Alteración del suelo<br>Compactación<br>Generación de polvo |
|              | Construcción estructural en hormigón | Consumo de agua<br>Generación de ruido<br>Residuos de obra  |
|              |                                      | Incremento de tránsito                                      |

|  |  |   |
|--|--|---|
|  | Transporte y acopio de materiales            | Generación de polvo<br>Riesgo de derrames |
|  | Uso de maquinaria para movimiento de tierras | Emisiones de CO2<br>Generación de ruido   |

*Nota.* Propiedad de autor.

#### 4.4 Identificación de impactos ambientales

Según lo indican (Banihashemi et al., 2021), la matriz de Leopold fue introducida por primera vez por Leopold en 1971 para analizar los impactos ambientales. Una de sus principales ventajas es la capacidad de resumir los efectos positivos y negativos del proyecto durante las fases de planificación y ejecución. Además, su estructura sencilla y la posibilidad de realizar evaluaciones multicriterio son otras ventajas de este método.

El método de identificación de impacto ambiental aplicado en este proyecto es el de la Matriz de Leopold. El fin de implementar este paso es describir todas las interacciones de las actividades del proyecto con componentes ambientales como aire, suelo, vegetación, fauna, ruido, agua y salud humana.

En resumen, este método permite identificar impactos de manera sistemática, jerarquizada y visual, facilitando la posterior valoración y priorización de medidas de control.

Se espera que los impactos más relevantes correspondan a:

- Emisión de polvo por movimiento de tierras
- Afectación al suelo productivo
- Perturbación de fauna menor por ruido
- Generación de residuos sólidos
- Consumo de agua para mezclas

Para la evaluación de cada Labor-Factor, se consideró los siguientes rangos de ponderaciones:

- Rojo: Impacto ambiental alto  
Valores iguales o menores a -40
- Naranja: Impacto ambiental medio  
Valores entre -21 y -39
- Verde: Impacto ambiental bajo  
Valores entre -1 y -20

**Tabla 55**

*Matriz de Leopold (Vivienda 2 plantas, Los Ángeles, Km 22 Vía a Daule)*

| <i>Labor/Factor</i>                         | <i>Calidad del aire</i> | <i>Suelo productivo</i> | <i>Agua</i> | <i>Ruido</i> | <i>Flora/Fauna</i> | <i>Salud humana</i> | <i>Residuos sólidos</i> |
|---|-------------------------|-------------------------|-------------|--------------|--------------------|---------------------|-------------------------|
| <b>Movimiento de Tierras</b>                | -18                     | -40                     | -10         | -15          | -18                | -10                 | -12                     |
| <b>Construcción estructural en hormigón</b> | -15                     | -22                     | -18         | -24          | -10                | -15                 | -30                     |
| <b>Transporte y acopio de materiales</b>    | -12                     | -10                     | -5          | -18          | -6                 | -8                  | -15                     |
| <b>Manejo de residuos cerca del terreno</b> | -6                      | -20                     | -12         | -4           | -10                | -12                 | -28                     |

Como interpretación de la **Tabla 55**, se tiene que el impacto total estimado más alto es -40, siendo la labor de movimiento de tierras la más crítica sobre suelo. Seguida de la labor de construcción estructural en hormigón que representa un impacto ambiental medio sobre el suelo, generación de ruido y de residuos sólidos.

#### **4.5 Valoración de impactos ambientales**

El método por implementarse en este apartado será el método de valoración cualitativa de impactos ambientales donde en el artículo de la evaluación de impacto ambiental en el sector de la construcción de viviendas desarrollado por (Carvajal et al., 2021), este método se traduce en una herramienta empleada en los Estudios de Impacto Ambiental que permite identificar y jerarquizar la importancia de los impactos mediante la aplicación de criterios descriptivos, sin depender en su totalidad de valores numéricos. Este método considera aspectos como la intensidad del impacto, extensión, duración, reversibilidad y efectos sobre factores ambientales específicos. A diferencia de los métodos cuantitativos, que requieren mediciones técnicas detalladas y equipos especializados, la valoración cualitativa se fundamenta en el criterio profesional y la experiencia técnica, utilizando categorías como bajo, medio o alto impacto, lo que facilita la priorización de los efectos ambientales más significativos que un proyecto puede generar sobre el entorno natural y social.

De esta manera, lo primero será implementar las siguientes fórmulas de valoración cualitativa del índice de importancia según Tito (2020):

$$Imp = We * E + Wd * D + Wr * R \quad (4.1)$$

$$IA = \pm \sqrt{(Imp + |Mag|)} \quad (4.2)$$

Donde:

Imp= Valor de importancia del impacto ambiental

E= Valor de Extensión y We= Peso de Extensión

D= Valor de Duración y Wd= Peso de Duración

R=Valor de Reversibilidad y Wr= Peso de Reversibilidad

IA= Valor de Impacto Ambiental

La escala de valoración cualitativa según Tito (2020):

**Tabla 56**

*Escala de valoración cualitativa*

| <i>Característica</i><br><i>a</i>            | <i>1</i>                 | <i>2.5</i>              | <i>5</i>                  | <i>7.5</i>                | <i>10</i>                  |
|--|--------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|
| Extensión                                    | Puntual                  | Particular              | Local                     | Generalizada              | Regional                   |
| Duración                                     | Esporádica               | Temporal                | Periódica                 | Recurrente                | Permanente                 |
| Reversibilidad                               | Completamente reversible | Medianamente reversible | Parcialmente irreversible | Medianamente irreversible | Completamente irreversible |
| Magnitud (incidencia sobre factor ambiental) | Poca incidencia          |                         | Mediana incidencia        | Alta incidencia           |                            |

Se debe cumplir que:

$$We + Wd + Wr = 1 \quad (4.3)$$

Para el presente caso de ejemplo se ha definido los siguientes valores para los pesos o factores de ponderación, sin embargo, pueden cambiar a criterio del ingeniero ambiental, es decir, el técnico responsable.

- Peso del criterio de Duración =  $W_d = 0.40$
- Peso del criterio de Extensión =  $W_e = 0.35$
- Peso del criterio de Reversibilidad =  $W_r = 0.25$ .

**Tabla 57***Importancia Impacto ambiental*

| <i>Labor</i>                         | <i>Factor Ambiental</i> | <i>Magnitud</i> | <i>IA</i> | <i>Clasificación</i>    |
|--------------------------------------|-------------------------|-----------------|-----------|-------------------------|
| Movimiento de tierras                | Calidad del Aire        | -18             | -8,48     | Altamente significativo |
|                                      | Suelo Productivo        | -40             | -12,65    | Altamente significativo |
|                                      | Agua                    | -10             | -6,32     | Significativo           |
|                                      | Ruido                   | -15             | -7,75     | Altamente significativo |
|                                      | Flora/ Fauna            | -18             | -8,49     | Altamente significativo |
|                                      | Salud Humana            | -10             | -6,32     | Significativo           |
|                                      | Residuos Sólidos        | -12             | -6,93     | Altamente significativo |
| Construcción estructural en hormigón | Calidad del Aire        | -15             | -7,75     | Altamente significativo |
|                                      | Suelo Productivo        | -22             | -9,38     | Altamente significativo |
|                                      | Agua                    | -18             | -8,49     | Altamente significativo |
|                                      | Ruido                   | -24             | -9,80     | Altamente significativo |
|                                      | Flora/ Fauna            | -10             | -6,32     | Significativo           |
|                                      | Salud Humana            | -15             | -7,75     | Altamente significativo |
|                                      | Residuos Sólidos        | -30             | -10,95    | Altamente significativo |
| Transporte y acopio de materiales    | Calidad del Aire        | -12             | -6,93     | Altamente significativo |
|                                      | Suelo Productivo        | -10             | -6,32     | Significativo           |
|                                      | Agua                    | -5              | -4,47     | Despreciable            |
|                                      | Ruido                   | -18             | -8,49     | Altamente significativo |
|                                      | Flora/ Fauna            | -6              | -4,90     | Significativo           |
|                                      | Salud Humana            | -8              | -5,66     | Significativo           |
|                                      | Residuos Sólidos        | -15             | -7,75     | Altamente significativo |
| Manejo de residuos cerca del terreno | Calidad del Aire        | -6              | -4,90     | Significativo           |
|                                      | Suelo Productivo        | -20             | -8,94     | Altamente significativo |

|                  |     |        |                         |
|------------------|-----|--------|-------------------------|
| Agua             | -12 | -6,93  | Altamente significativo |
| Ruido            | -4  | -4,00  | Despreciable            |
| Flora/ Fauna     | -10 | -6,32  | Significativo           |
| Salud Humana     | -12 | -6,93  | Altamente significativo |
| Residuos Sólidos | -28 | -10,58 | Altamente significativo |

*Nota.* Propiedad de autor.

Los resultados evidencian que las fases de movimiento de tierras y construcción estructural en hormigón concentran los impactos más elevados, clasificados en su mayoría como altamente significativos. Por su parte, actividades como el transporte y acopio de materiales y el manejo de residuos cerca del terreno presentan impactos predominantemente significativos, con algunos efectos despreciables, especialmente en factores como el ruido y el recurso hídrico, al tratarse de impactos de corta duración y alta reversibilidad. En general, la clasificación obtenida indica que, si bien el proyecto genera impactos negativos durante la fase constructiva, estos se concentran en un período temporal limitado y pueden ser gestionados eficazmente mediante la aplicación de medidas de prevención y mitigación.

#### **4.6 Propuestas de medidas de prevención/mitigación**

El punto importante de reconocer todos estos impactos presentados hasta el momento es proponer medidas de mitigación para los mismos, por ello:

- Para prevenir impactos con respecto al movimiento de tierras, se propone trabajar con humectación periódica del suelo, control de taludes y el retiro organizado de material, en otras palabras, tener un control del polvo.
- Otra muy buena medida de prevención es delimitar el área de construcción para no afectar árboles cercanos.
- En el punto de construcción estructural en hormigón, se debería hacer uso eficiente del agua, priorizando mezclas optimizadas y evitando desperdicios, y por otra parte, en el mantenimiento de maquinaria y segregación de residuos.
- Con respecto a los desechos materiales es necesario tener rutas definidas, depósitos temporales señalizados y tenerlos cubiertos.

Estas son algunas de las acciones que garantizan que la ejecución del proyecto se realice respetando la integridad del entorno natural y las dinámicas comunitarias, cumpliendo con los lineamientos del ODS 11 y con las prácticas de manejo ambiental recomendadas en proyectos de pequeña escala.

#### 4.7 Resultados de medidas

Finalmente como resultado del análisis de impacto ambiental realizado mediante la identificación y valoración cualitativa de impactos, se concluye que las actividades vinculadas a la construcción de la vivienda de dos pisos en el Km. 22 vía a Daule, generan impactos ambientales mayoritariamente de carácter negativo, destacándose como impactos críticos aquellos relacionados con la alteración del suelo productivo, la generación de residuos sólidos, el incremento de niveles de ruido y la afectación a la calidad del aire, principalmente durante las fases de movimiento de tierras y construcción estructural en hormigón. Por otro lado, se lograron identificar impactos significativos sobre los recursos hídricos y la salud humana, que se dan como consecuencia del uso de agua en procesos constructivos, del manejo inadecuado de residuos y de la exposición temporal al polvo y al ruido. En función de estos resultados en el apartado 4.6, se establecieron medidas prioritarias de prevención y mitigación, tales como la delimitación del área de intervención para reducir la pérdida de suelo productivo, el control de emisiones de material particulado mediante humectación periódica y la gestión diferenciada de residuos sólidos con disposición controlada. El trabajar en conjunto con todas estas medidas, permitirá que los impactos ambientales del proyecto sean controlables y compatibles con el entorno, siempre que se implementen las acciones correctivas propuestas y se mantenga un seguimiento ambiental adecuado durante la ejecución de la obra y que se apoye con el Objetivo de Desarrollo Sostenible 11, orientado a la construcción de ciudades y comunidades más sostenibles.

# Capítulo 5

## 5. Presupuesto

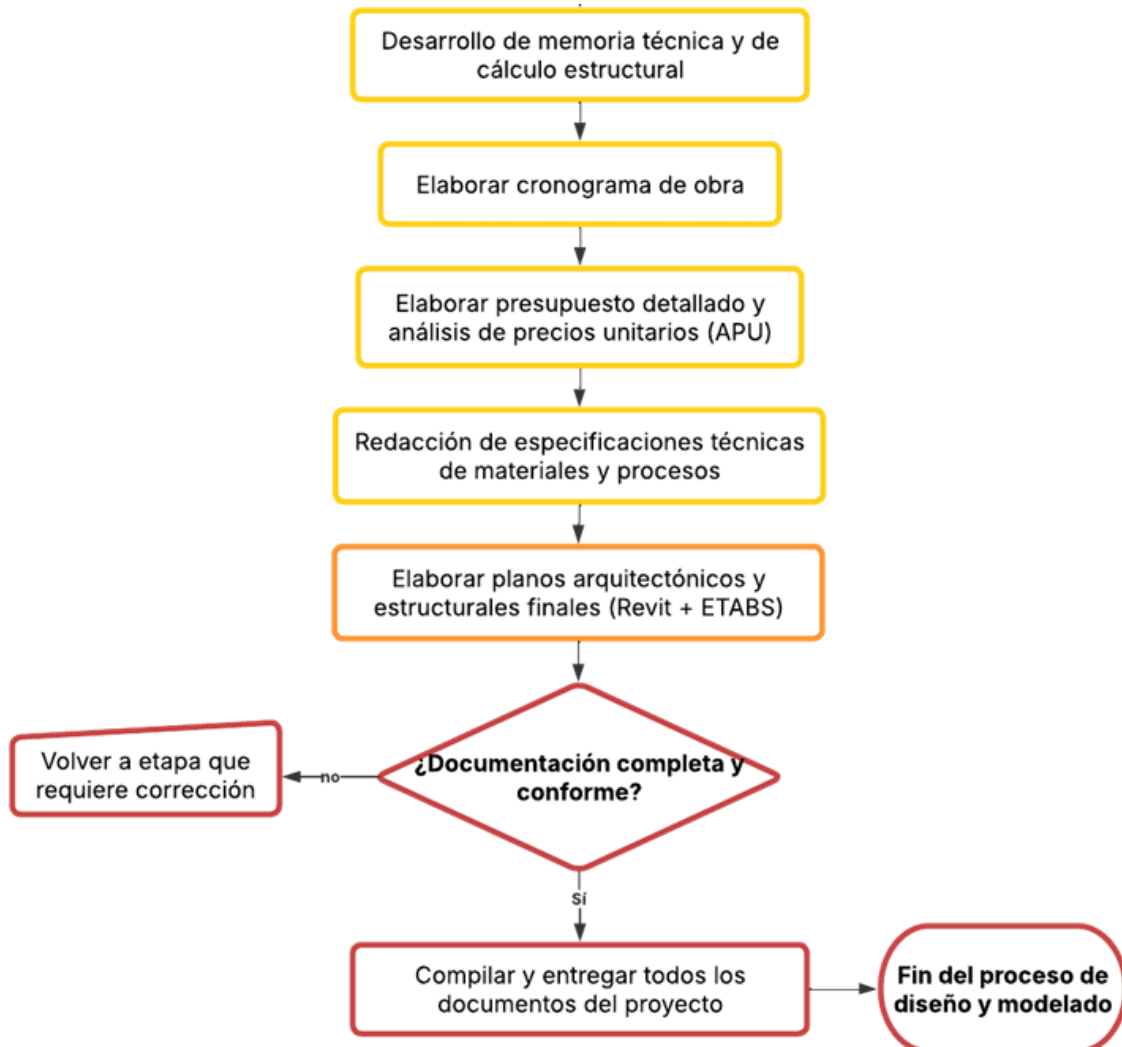
### 5.1 Estructura Desglosada de Trabajo

Dentro de los entregables del proyecto se encuentra la documentación técnica que corresponde a la memoria técnica, la memoria de cálculo, el cronograma de obra, el presupuesto con los análisis de precios unitarios (APU) y las especificaciones técnicas. Por otro lado, también se deben presentar los planos finales, que involucran los planos arquitectónicos y estructurales definitivos obtenidos mediante los modelados. Finalmente, se debe revisar que toda la documentación esté completa y conforme para entregar el proyecto finalizado.

A continuación, se presenta un diagrama de flujo de los entregables:

**Figura 36**

*Apoyo visual de entregables del proyecto*



## 5.2 Especificaciones Técnicas

Las especificaciones técnicas comprenden el conjunto de normas, códigos y reglamentos, así como las cantidades, dimensiones, materiales, equipos y maquinaria necesarios para ejecutar la obra, aplicables a cada uno de los elementos definidos en los diseños. En el caso de una vivienda unifamiliar, este apartado describe de manera general los sistemas constructivos, acabados, instalaciones y procesos a emplear. Su finalidad es establecer criterios claros de construcción, garantizar la calidad y el cumplimiento normativo, y servir como base técnica para la correcta ejecución del proyecto. Asimismo, estas especificaciones proporcionan la información indispensable para la elaboración precisa del presupuesto de la obra.

---

### Oficina Temporal

---

**Descripción:** Adecuación de un espacio provisional destinado al personal técnico y administrativo, que cuente con condiciones básicas de habitabilidad, equipamiento esencial y suministro eléctrico temporal.

**Unidad:** U

**Materiales mínimos:** Paneles prefabricados, madera, tornillos, cable eléctrico, tomacorrientes.

**Equipo mínimo:** Herramientas menores, taladro, nivel.

**Mano de obra mínima:** Albañil, maestro de obra, ayudante.

**Cuantificación:** En función de la cantidad de oficinas necesarias en el proyecto.

---



---

### Suministro de Agua Potable Temporal

---

**Descripción:** Implementación de una conexión provisional a la red de agua potable, destinada a cubrir los requerimientos básicos durante el desarrollo de la obra.

**Unidad:** U

**Materiales mínimos:** Tubería PVC, válvula de paso, accesorios de conexión, medidor.

**Equipo mínimo:** Herramientas varias, llave de tubo.

**Mano de obra mínima:** Plomero, ayudante.

**Cuantificación:** Una unidad por punto de toma temporal.

---

---

### **Acometida Eléctrica Provisional**

---

**Descripción:** Instalación de una conexión provisional desde la fuente de suministro eléctrico, destinada a proporcionar energía a la obra y a sus instalaciones temporales.

**Unidad:** U

**Materiales mínimos:** Cable eléctrico, breaker, tablero provisional, tubo PVC.

**Equipo mínimo:** Herramienta menor, taladro, multímetro.

**Mano de obra mínima:** Electricista, ayudante.

**Cuantificación:** Según la cantidad de instalaciones a alimentar.

---

---

### **Trazado y Replanteo de la Obra**

---

**Descripción:** Trazado y señalización de ejes, alineaciones y medidas en el terreno, como etapa previa al inicio de las excavaciones y la ejecución de la cimentación, de acuerdo con los planos arquitectónicos y estructurales.

**Unidad:** m<sup>2</sup>

**Materiales mínimos:** Estacas, piola, clavos, pintura de señalización, cal.

**Equipo mínimo:** Cinta métrica, flexómetro, martillo, nivel, teodolito o estación total.

**Mano de obra mínima:** Topógrafo, cadenero, maestro de obra, ayudante.

**Cuantificación:** Área total del predio que será intervenida.

---

---

### **Desbroce y Limpieza de Terreno**

---

**Descripción:** Actividad que comprende el despeje, limpieza y acondicionamiento del terreno en la zona donde se desarrollará el proyecto, mediante la remoción de vegetación, maleza, arbustos, residuos orgánicos, materiales sueltos y demás elementos superficiales que dificulten la adecuada ejecución de los trabajos constructivos.

**Unidad:** m<sup>2</sup>

**Materiales mínimos:** No aplica.

**Equipo mínimo:** Herramienta menor.

**Mano de obra mínima:** Peón.

**Cuantificación:** Área del predio que será intervenida.

---

---

### Excavación

---

**Descripción:** Trabajo que consiste en la extracción y retiro del suelo natural hasta alcanzar la cota establecida para la cimentación.

**Unidad:** m<sup>3</sup>

**Materiales mínimos:** No se requieren.

**Equipo mínimo:** Retroexcavadora, herramientas menores y volqueta con capacidad aproximada de 12 m<sup>3</sup>.

**Mano de obra mínima:** Operador de maquinaria, maestro mayor y peón.

**Cuantificación:** Se determina con base en el volumen total de excavación indicado en los planos de cimentación.

---

---

### Relleno y Compactación

---

**Descripción:** Actividad que comprende la colocación de material seleccionado y su compactación progresiva en capas, con el fin de alcanzar la densidad y resistencia establecidas en los planos y en la normativa técnica vigente.

**Unidad:** m<sup>3</sup>

**Materiales mínimos:** Cascajo grueso, agua.

**Equipo mínimo:** Herramientas menores, compactador manual de capacidad media.

**Mano de obra mínima:** Maestro mayor, peón.

**Cuantificación:** Se determina en función del volumen total requerido para relleno, conforme a los planos de cimentación.

---

---

### Acero de Refuerzo Para Cimentación $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$

---

**Descripción:** Provisión, corte, conformado y montaje del acero de refuerzo destinado a zapatas, vigas de cimentación y pedestales, conforme a lo establecido en los planos y al diseño estructural del proyecto.

**Unidad:** kg

**Materiales mínimos:** Varillas de acero corrugado  $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$  y alambre para amarre.

**Equipo mínimo:** Cizalla, dobladora de barras y herramientas menores.

**Mano de obra mínima:** Oficial armador, peón.

---

---

**Cuantificación:** Corresponde al peso total del acero especificado en los planos estructurales.

---

---

### **Hormigón Premezclado para Cimentación $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$**

---

**Descripción:** Provisión y colocación de hormigón premezclado con resistencia característica  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , destinado a la ejecución de zapatas, vigas de cimentación y demás elementos estructurales de fundación.

**Unidad:**  $\text{m}^3$

**Materiales mínimos:** Hormigón premezclado compuesto por cemento, agregados, agua y aditivos según diseño.

**Equipo mínimo:** Camión mezclador, vibrador de hormigón y herramientas menores.

**Mano de obra mínima:** Maestro de obra, albañil y peón.

**Cuantificación:** Se determina a partir del volumen total de los elementos de cimentación definidos en los planos del proyecto.

---

---

### **Contrapiso de Hormigón Simple $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , $e = 5 \text{ cm}$**

---

**Descripción:** Capa de hormigón simple de 5 cm de espesor, colocadO sobre el terreno natural debidamente compactado, destinada a servir como base niveladora y de apoyo para la posterior construcción de los elementos estructurales.

**Unidad:**  $\text{m}^3$

**Materiales mínimos:** Hormigón simple, agua y aditivos, de ser necesarios.

**Equipo mínimo:** Carretilla, vibrador, regla y paleta.

**Mano de obra mínima:** Maestro de obra, albañil y peón.

**Cuantificación:** Se determina mediante el cálculo del volumen, considerando el área cubierta por el contrapiso y el espesor especificado.

---

---

### **Acero de Refuerzo Para Vigas $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$**

---

**Descripción:** Suministro, corte, doblado y colocación de acero de refuerzo de alta resistencia en vigas principales y secundarias, ejecutado de acuerdo con los planos y especificaciones del diseño estructural del proyecto.

**Unidad:** kg

---

---

**Materiales mínimos:** Varillas de acero corrugado  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$  y alambre para amarre.

**Equipo mínimo:** Cizalla, dobladora y herramientas menores.

**Mano de obra mínima:** Oficial armador y ayudante.

**Cuantificación:** Determinado por el peso total del acero especificado en los planos estructurales de las vigas.

---

---

#### **Hormigón premezclado para vigas y viguetas $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$**

---

**Descripción:** Colocación de hormigón estructural con resistencia de  $210 \text{ kg/cm}^2$  en vigas principales, secundarias y viguetas, empleando sistemas de encofrado adecuados y compactación mediante vibrado mecánico para asegurar su correcta resistencia y adherencia.

**Unidad:**  $\text{m}^3$

**Materiales mínimos:** Hormigón premezclado, agua y aditivos cuando sea necesario.

**Equipo mínimo:** Camión mixer, vibrador mecánico y herramientas menores.

**Mano de obra mínima:** Maestro de obra, albañil y peón.

**Cuantificación:** Se calculará según el volumen definido por las dimensiones de vigas y viguetas en los planos estructurales.

---

---

#### **Hormigón premezclado para losa colaborante $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$**

---

**Descripción:** Vaciado de hormigón estructural de  $210 \text{ kg/cm}^2$  sobre lámina metálica tipo Steel deck, integrándose al sistema de losa colaborante conforme a las especificaciones del proyecto.

**Unidad:**  $\text{m}^3$

**Materiales mínimos:** Hormigón, agua y aditivos cuando sea necesario.

**Equipo mínimo:** Camión mezclador, vibrador mecánico y herramientas menores.

**Mano de obra mínima:** Maestro de obra, albañil y peón.

**Cuantificación:** Se calculará según el volumen total de la losa, determinado según planos y espesores establecidos.

---

---

#### **Malla electrosoldada para losa colaborante $\text{Ø}5 \text{ mm}$**

---

---

**Descripción:** Instalación de malla electrosoldada con varillas de Ø5 mm, colocada cada 15 cm en ambos sentidos, como refuerzo estructural de la losa colaborante.

**Unidad:** m<sup>2</sup>

**Materiales mínimos:** Malla electrosoldada Ø5 mm.

**Equipo mínimo:** Cortadora de malla, alicates y herramientas menores.

**Mano de obra mínima:** Oficial amarrador y peón.

**Cuantificación:** Área total de losa colaborante que requiera refuerzo, según planos.

---

---

#### **Acero de Refuerzo Para Columnas $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$**

---

**Descripción:** Suministro, corte, doblado y colocación de acero de refuerzo en columnas estructurales, conforme a los planos de diseño y especificaciones técnicas.

**Unidad:** kg

**Materiales mínimos:** Varillas de acero corrugado  $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$  y alambre de amarre.

**Equipo mínimo:** Cizalla, dobladora y herramientas menores.

**Mano de obra mínima:** Oficial armador y ayudante.

**Cuantificación:** Peso total del acero requerido para columnas, según el diseño estructural.

---

---

#### **Hormigón premezclado para columnas $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$**

---

**Descripción:** Vertido de hormigón estructural con resistencia de  $210 \text{ kg/cm}^2$  en columnas, asegurando un correcto llenado del encofrado y compactación mediante vibrado.

**Unidad:** m<sup>3</sup>

**Materiales mínimos:** Hormigón premezclado, agua y aditivos cuando sea necesario.

**Equipo mínimo:** Camión mixer, vibrador mecánico y herramientas menores.

**Mano de obra mínima:** Maestro de obra, albañil y peón.

**Cuantificación:** Volumen total de las columnas, de acuerdo con los planos estructurales aprobados.

---

---

Losa deck  $H = 12 \text{ cm}$ ,  $e = 0.76 \text{ mm}$

---

---

**Descripción:** Ejecución de losa colaborante mediante lámina metálica galvanizada tipo deck de 0.76 mm de espesor, sobre la cual se vacía hormigón estructural  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  hasta alcanzar un espesor total de 12 cm.

**Unidad:**  $\text{m}^2$

**Materiales mínimos:** Lámina máster deck galvanizada  $e = 0.76 \text{ mm}$  y separadores tipo torre de 25 mm.

**Equipo mínimo:** Herramientas menores.

**Mano de obra mínima:** Maestro de obra, albañil y peón.

**Cuantificación:** Se medirá conforme a las dimensiones ejecutadas y aprobadas por la fiscalización.

---

### **Limpieza general después de la obra**

**Descripción:** Retiro, recolección y disposición final de escombros, sobrantes de materiales y desechos generados durante la obra, incluyendo barrido, lavado y limpieza general de pisos, muros, techos, carpinterías, vidrios y elementos instalados.

**Unidad:**  $\text{m}^2$

**Materiales mínimos:** Lámina máster deck galvanizada  $e = 0.76 \text{ mm}$  y separadores tipo torre de 25 mm.

**Equipo mínimo:** No aplica.

**Mano de obra mínima:** Maestro de obra, albañil y peón.

**Cuantificación:** Se calculará en función del área total construida.

### **5.3 Rubros y análisis de precios unitarios**

Los rubros representan cada una de las actividades específicas que integran la ejecución de una obra, tales como movimientos de tierra, cimentación, estructura, acabados y otros trabajos constructivos. Cada rubro se descompone y valora mediante los Análisis de Precios Unitarios (APU), los cuales contemplan el cálculo detallado de los costos de materiales, mano de obra, equipos y herramientas necesarios para la ejecución de una unidad de obra. Este procedimiento permite establecer precios claros, precisos y transparentes, fundamentales para la elaboración del presupuesto total del proyecto.

En el presente proyecto, los rubros se concentran principalmente en la obra gris, es decir, en los elementos estructurales como cimentaciones, columnas, vigas, losas y muros. Todos los rubros, junto con sus respectivos APU, se presentan en la sección de Anexos, lo que garantiza una revisión completa y verificable de los costos asociados a cada actividad.

Las principales categorías por desglosarse serán rubros de estructuras temporales, preparación del terreno, subestructura de hormigón armado (cimentación, riostras), superestructura de hormigón armado y finalmente, adicionales de obra.

**Tabla 58**

*Rubros de Proyecto*

| ITEM     | UNIDAD | DESCRIPCION   |
|----------|--------|---|
| <b>1</b> |        | <b>ESTRUCTURAS TEMPORALES</b>   |
| 1.1      | U      | Oficina temporal  |
| 1.2      | U      | Suministro de Agua Potable Temporal   |
| 1.3      | U      | Acometida Eléctrica Temporal  |
| <b>2</b> |        | <b>PREPARACIÓN DEL TERRENO</b>  |
| 2.1      | m2     | Trazado y replanteo de la obra  |
| 2.2      | m2     | Desbroce y limpieza de terreno  |
| <b>3</b> |        | <b>SUBESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO (CIMENTACIÓN)</b>                             |
| 3.1      | m3     | Excavación  |
| 3.2      | m3     | Relleno y Compactación  |
| 3.3      | Kg     | Acero de refuerzo para cimentación $f_y=4200$ Kg/cm <sup>2</sup>                  |
| 3.4      | m3     | Hormigón premezclado para cimentación $f'_c=210$ kg/cm <sup>2</sup>               |
| <b>4</b> |        | <b>SUPERESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO</b>   |
| 4.1      | m3     | Contrapiso de hormigón simple $f'_c=210$ kg/cm <sup>2</sup> , $e=5$ cm            |
| 4.2      | Kg     | Acero de refuerzo para vigas $f_y=4200$ Kg/cm <sup>2</sup>                        |
| 4.3      | m3     | Hormigón premezclado para vigas y viguetas $f'_c=210$ kg/cm <sup>2</sup>          |
| 4.4      | m3     | Hormigón premezclado para losa de placa colaborante $f'_c=210$ kg/cm <sup>2</sup> |
| 4.5      | m2     | Malla electrosoldada para losa de placa colaborante $e=7.6$ mm                    |
| 4.6      | Kg     | Acero de refuerzo para columna $f_y=4200$ Kg/cm <sup>2</sup>                      |
| 4.7      | m3     | Hormigón premezclado para columnas $f'_c=210$ kg/cm <sup>2</sup>                  |
| 4.8      | m2     | Novalosa deck $h=12$ cm, $e= 7.6$ mm  |
| <b>5</b> |        | <b>ADICIONALES DE OBRA</b>  |
| 5.1      | m2     | Limpieza general una vez finalizada la obra                                       |

## 5.4 Cantidades de obra

Las cantidades de obra se determinaron mediante una metodología integrada apoyada en el uso de metodología BIM, con el fin de garantizar precisión y confiabilidad en los resultados. Para este proyecto, se desarrollaron modelos digitales en Revit, a partir de los cuales se generaron las tablas de planificación, permitiendo obtener de forma automática y ordenada las cantidades de los distintos elementos constructivos.

En el caso del acero de refuerzo, el modelado estructural facilitó la cuantificación exacta conforme a los planos de diseño, así mismo como el hormigón que se obtuvo de las tablas de volúmenes de losas, vigas y columnas, considerando sus dimensiones y disposición espacial. Estas cantidades constituyen la base para la elaboración del presupuesto referencial, aunque pueden presentar variaciones durante la ejecución debido a ajustes constructivos. En los anexos de la tesis se incluyen las tablas detalladas con toda la información obtenida del modelado y la planificación.

**Tabla 59**

*Cantidades de Proyecto por Rubro*

| ITEM     | CANT.   | UNIDAD | DESCRIPCION   |
|----------|---------|--------|---|
| <b>1</b> |         |        | <b><i>ESTRUCTURAS TEMPORALES</i></b>  |
| 1.1      | 1,00    | U      | Oficina temporal  |
| 1.2      | 1,00    | U      | Suministro de Agua Potable Temporal   |
| 1.3      | 1,00    | U      | Acometida Eléctrica Temporal  |
| <b>2</b> |         |        | <b><i>PREPARACIÓN DEL TERRENO</i></b>   |
| 2.1      | 108,00  | m2     | Trazado y replanteo de la obra  |
| 2.2      | 108,00  | m2     | Desbroce y limpieza de terreno  |
| <b>3</b> |         |        | <b><i>SUBESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO (CIMENTACIÓN)</i></b>                      |
| 3.1      | 80,86   | m3     | Excavación  |
| 3.2      | 80,86   | m3     | Relleno y Compactación  |
| 3.3      | 116,77  | Kg     | Acero de refuerzo para cimentación $f_y=4200$ Kg/cm <sup>2</sup>                  |
| 3.4      | 5,98    | m3     | Hormigón premezclado para cimentación $f'_c=210$ kg/cm <sup>2</sup>               |
| <b>4</b> |         |        | <b><i>SUPERESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO</i></b>                                  |
| 4.1      | 7,15    | m3     | Contrapiso de hormigón simple $f'_c=210$ kg/cm <sup>2</sup> , $e=5$ cm            |
| 4.2      | 1397,75 | Kg     | Acero de refuerzo para vigas $f_y=4200$ Kg/cm <sup>2</sup>                        |
| 4.3      | 15,24   | m3     | Hormigón premezclado para vigas y viguetas $f'_c=210$ kg/cm <sup>2</sup>          |
| 4.4      | 13,32   | m3     | Hormigón premezclado para losa de placa colaborante $f'_c=210$ kg/cm <sup>2</sup> |

|          |         |    |   |
|----------|---------|----|---|
| 4.5      | 255,00  | m2 | Malla electrosoldada para losa de placa colaborante e=7.6mm     |
| 4.6      | 2106,35 | Kg | Acero de refuerzo para columna $f_y=4200$ Kg/cm <sup>3</sup>    |
| 4.7      | 6,84    | m3 | Hormigón premezclado para columnas $f_c=210$ kg/cm <sup>2</sup> |
| 4.8      | 255,00  | m2 | Losa deck h=12 cm, e= 7.6 mm                                    |
| <b>5</b> |         |    | <b><i>MAMPOSTERÍA</i></b>                                       |
| 5.1      | 258,96  | m2 | Mampostería no estructural de bloque pesado e= 14cm             |
| 5.2      | 258,96  | m2 | Enlucido interior   |
| 5.3      | 258,96  | m2 | Enlucido exterior   |
| 5.4      | 258,96  | m2 | Empaste y Pintura interior                                      |
| 5.5      | 258,96  | m2 | Empaste y Pintura exterior                                      |
| <b>6</b> |         |    | <b><i>ADICIONALES DE OBRA</i></b>                               |
| 6.1      | 108,00  | m2 | Limpieza general una vez finalizada la obra                     |

### 5.5 Costo del proyecto

El costo total del proyecto comprende la ejecución de la obra, considerando principalmente los rubros de obra gris y movimiento de tierra, así como los trabajos complementarios necesarios para su correcta construcción. Para la elaboración del presupuesto se tomaron en cuenta los rendimientos de cada actividad, la mano de obra y el equipo requeridos, los materiales y herramientas necesarios, además de los Análisis de Precios Unitarios (APU), los cuales permiten detallar y sustentar los costos de cada partida. Las cantidades de obra fueron calculadas de manera cuidadosa, a partir de volúmenes, longitudes y elementos estructurales definidos en el proyecto, procurando que los valores obtenidos representen de forma realista las necesidades de la construcción.

Luego de realizar la sumatoria de todos los rubros y análisis correspondientes, el monto total del proyecto se estableció en \$38.569,15, valor que se considera acorde con las características y el alcance de la obra. Este presupuesto sirve como una referencia clara para la planificación, control y seguimiento de los costos durante la ejecución, contribuyendo a una gestión económica ordenada y transparente del proyecto.

**Tabla 60**

*Costo del proyecto – Vivienda Unifamiliar de dos pisos*

| ITEM | DESCRIPCION                    | P. TOTAL  |
|------|--------------------------------|-----------|
| 1    | <i>ESTRUCTURAS TEMPORALES</i>  | \$ 321,72 |
| 2    | <i>PREPARACIÓN DEL TERRENO</i> | \$ 274,32 |



## **Capítulo 6**

## **6. Conclusiones y Recomendaciones**

### **6.1 Conclusiones**

El desarrollo del presente proyecto permitió cumplir satisfactoriamente con el objetivo de diseñar una vivienda unifamiliar de dos plantas ubicada en el Km 22 vía a Daule, sector Los Ángeles, mediante la aplicación de metodologías de diseño como BIM y el uso de programas de análisis estructural, conforme a las Normas Ecuatorianas de la Construcción (NEC), logrando un proyecto arquitectónico y estructural eficiente, seguro y técnicamente viable.

Es así como el diseño arquitectónico se desarrolló considerando las sugerencias y preferencias del cliente en cuanto a distribución y funcionalidad de los espacios, sin descuidar el cumplimiento de los requerimientos establecidos en la normativa vigente respecto a áreas mínimas, dimensiones, ventilación e iluminación, lo que permitió una propuesta equilibrada entre las necesidades del usuario y los criterios técnicos exigidos. Por su parte, el diseño estructural posibilitó el adecuado dimensionamiento de los elementos de hormigón armado, tales como cimentaciones, columnas, vigas y losas, destacándose el uso de losas con sistema steel deck como una alternativa eficiente, debido a sus ventajas como la reducción del peso propio de la estructura, mayor rapidez constructiva, optimización del uso de materiales y un mejor comportamiento estructural durante el proceso de construcción.

Asimismo, la elaboración de la documentación técnica del proyecto, que incluye planos arquitectónicos y estructurales, memoria de cálculo, presupuesto detallado y cronograma de obra, garantizó precisión, coherencia y eficiencia en la planificación y ejecución del proyecto. Finalmente, la implementación de modelos tridimensionales mediante el software Revit permitió una mejor visualización del proyecto y facilitó la incorporación de posibles modificaciones de manera rápida y eficiente en caso de requerirse cambios futuros, contribuyendo así a una gestión integral y flexible del diseño, y consolidando el proyecto como un modelo referencial aplicable a futuras edificaciones de bajo costo en contextos similares.

### **6.2 Recomendaciones**

Una vez finalizado el proyecto y como parte del análisis de los resultados obtenidos, se identifican consideraciones esenciales que deben ser tomadas en cuenta en futuras propuestas de diseño habitacional. En primer lugar, se vuelve indispensable que las decisiones de diseño se sustenten en el uso riguroso de las normas que regulan la actividad constructiva, ya que su correcta aplicación permite establecer dimensiones estructurales acordes a las demandas reales

de la edificación, minimizando sobrecostos y reduciendo la probabilidad de inconvenientes durante la ejecución.

Por otro lado, la realización de investigaciones geotécnicas previas constituye un factor determinante, dado que la evaluación de las condiciones del subsuelo proporciona información clave para la selección de soluciones estructurales compatibles con el entorno físico del proyecto, favoreciendo la estabilidad de la obra y evitando correcciones posteriores que afecten el tiempo y el presupuesto. En el caso específico de este proyecto, el estrato más profundo presentó diversas complicaciones a la hora de ser analizado, por ello se recomienda ser meticulosos a la hora de tratar con suelos similares a estos.

Adicionalmente, la incorporación del análisis de sismo dentro del proceso de cálculo estructural resulta fundamental, particularmente en zonas con elevada actividad sísmica, puesto que permite prever el comportamiento dinámico de la edificación ante solicitaciones sísmicas y asegurar el cumplimiento de los niveles de seguridad exigidos por la normativa vigente.

Como conclusión, en proyectos orientados a soluciones habitacionales, se recomienda implementar criterios de aprovechamiento óptimo de los recursos, mediante una planificación técnica adecuada de materiales, procesos constructivos y mano de obra, logrando edificaciones eficientes, seguras y sostenibles sin comprometer su desempeño estructural.

### Bibliografía

- Abdel Raheem, S. E., Ahmed, M. M., & Alazrak, T. M. A. (2015). Evaluation of soil–foundation–structure interaction effects on seismic response demands of multi-story MRF buildings on raft foundations. *International Journal of Advanced Structural Engineering (IJASE)*, 7(1), 11–30. <https://doi.org/10.1007/s40091-014-0078-x>
- ACI. (2017). *Guide for the Design and Construction of Externally Bonded FRP Systems for Strengthening Concrete Structures* (440.2R-17).
- Alberto Levy, Ph. D. (2024). *Ecuador’s Blackout of 2024: A History of Failures Reducing the Technical Availability of its Power Systems*. [https://www.iesa.edu.pa/ciea/wp-content/uploads/2025/06/Ecuadors-2024-Power-Failures-V0\\_compressed.pdf](https://www.iesa.edu.pa/ciea/wp-content/uploads/2025/06/Ecuadors-2024-Power-Failures-V0_compressed.pdf)
- Ambiensa. (2024). *Proyecto Verde de Mundo Ambiensa*. <https://novoaires.com/index.php>
- AP News. (2024, June 19). Power outage leaves millions of Ecuadorians in the dark after transmission line fails. *AP News*. <https://apnews.com/article/ecuador-blackout-transmission-line-327e0637ef2c56f54181a5a920b166d9>
- ASTM. (2007). *Test Method for Particle-Size Analysis of Soils*. ASTM International. <https://doi.org/10.1520/D0422-63R07>
- ASTM. (2017). *Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils* (ASTM D4318-17e1). ASTM International. <https://doi.org/10.1520/D4318-17E01>
- ASTM D2216-19. (2019). *Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass*. ASTM International. <https://doi.org/10.1520/D2216-19>
- Banihashemi, S. A., Khalilzadeh, M., Zavadskas, E. K., & Antucheviciene, J. (2021). Investigating the Environmental Impacts of Construction Projects in Time-Cost Trade-Off Project Scheduling Problems with CoCoSo Multi-Criteria Decision-Making Method. *Sustainability*, 13(19), 10922. <https://doi.org/10.3390/su131910922>
- Belizario-Silva, F., Carvalho, M., Fortes, G., Gomes de Oliveira, C., Meneghetti, L. C., John, V. M., & Leopoldo e Silva França, R. (2025). Beams unlock large carbon savings in reinforced concrete structures. *Structures*, 79, 109427. <https://doi.org/10.1016/j.istruc.2025.109427>
- Carvajal Padilla, V. P., Ambuludí Paredes, R. R., Chávez, H., Grefa, E., & Diéguez Santana, K. (2021). Evaluación de impacto ambiental en el sector de la construcción de viviendas: Caso estudio viviendas del MIDUVI en el cantón “La Maná”, Cotopaxi, Ecuador. *Revista de Iniciación Científica*, 7, 40–48. <https://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/338/3382907014/index.html>

- Chenvidyakarn, T. (2018). Passive Design for Thermal Comfort in Hot Humid Climates. *Journal of Architectural/Planning Research and Studies (JARS)*, 5, 1–28.  
<https://doi.org/10.56261/jars.v5i1.169198>
- Chourasia, A. (2017). *Design guidelines for confined masonry buildings*.
- Das, K., Khursheed, S., & Paul, V. K. (2025). The impact of BIM on project time and cost: insights from case studies. *Discover Materials*, 5(1), 25. <https://doi.org/10.1007/s43939-025-00200-2>
- Demir, Z. (2025). *Facade Design for Bioclimatic Comfort: Passive Strategies for Thermal Regulation*. Cepheyedair Blog. <https://www.blog.cepheyedair.com/en/facade-design-for-bioclimatic-comfort-passive-strategies-for-thermal-regulation/>
- Diéguez Santana, K., Carvajal Padilla, V. P., Ambuludi Paredes, R. R., Chávez, H., & Grefa, E. (2021). Evaluación de impacto ambiental en el sector de la construcción de viviendas: Caso estudio viviendas del MIDUVI en el cantón “La Maná”, Cotopaxi, Ecuador. *Revista de Iniciación Científica*, 7(1). <https://doi.org/10.33412/rev-ric.v7.1.3053>
- Gobierno Autónomo Descentralizado Ilustre Municipalidad del cantón Daule. (2025). *Plan de Desarrollo y Plan de Ordenamiento Territorial del cantón Daule*.
- Guzmán Flores, A. M., & Mohammadfarid, A. (2023). Management Proposal for the Adoption of BIM in Manufacturing Companies. *INGENIO*, 6(1), 80–93.  
<https://doi.org/10.29166/ingenio.v6i1.4315>
- He, R., Li, M., Gan, V. J. L., & Ma, J. (2021). BIM-enabled computerized design and digital fabrication of industrialized buildings: A case study. *Journal of Cleaner Production*, 278, 123505. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123505>
- Hossain, Sahadat., Islam, Azijul., & Badhon, F. Fahim. (2021). Unconfined Compressive Strength Test. In *Properties and Behavior of Soil Online Lab Manual Sahadat Hossain*. Mavs Open Press.
- Instituto de la Calidad Ambiental. (2025). *Línea base de un EIA*. Instituto de La Calidad Ambiental. <https://institutoambiental.pe/linea-base-de-un-eia/>
- Karl Terzaghi, Ralph B. Peck, & Gholamreza Mesri. (1996). *Soil Mechanics in Engineering Practice* (3ª Edición).
- Liew, J. Y. R., Chua, Y. S., & Dai, Z. (2019). Steel concrete composite systems for modular construction of high-rise buildings. *Structures*, 21, 135–149.  
<https://doi.org/10.1016/j.istruc.2019.02.010>

- Manzaba Carvajal, G. R., Valencia Robles, R. A., Romero Jara, M. I., & Cuenca Márquez, C. A. (2024, November). Modelado BIM en el Diseño Residencial: estrategias paramétricas de Arquitectura Digital. *XII Jornadas Sobre Innovación Docente En Arquitectura (JIDA '24)*, Universidad Rey Juan Carlos, 21 y 22 de Noviembre de 2024: Libro de Actas. <https://doi.org/10.5821/jida.2024.13318>
- Meyerhof, G. G. (1951). The Ultimate Bearing Capacity of Foundations. *Géotechnique*, 2(4), 301–332. <https://doi.org/10.1680/geot.1951.2.4.301>
- Murtazayev, E. M., Latipov, Sh. A., Norchayev, A. J., Toshtemirov, S. J., & Kholov, K. N. (2023). Buildings and structures corrosion of metal structures and effectiveness of its prevention. *E3S Web of Conferences*, 401, 03013. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340103013>
- NEC - SE - GC. (2015). *Geotecnia y cimentaciones*. NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN.
- NEC 2015. (2015). *Norma Ecuatoriana de la Construcción – NEC 2015* (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda (MIDUVI) de Ecuador, Ed.).
- NEC-SE-HM. (2014). *Estructuras De Hormigón Armado*. Habitatyvivienda. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/8.-NEC-SE-HM-Hormigon-Armado.pdf>
- Oladazimi, A., Mansour, S., & Hosseinijou, S. (2020). Comparative Life Cycle Assessment of Steel and Concrete Construction Frames: A Case Study of Two Residential Buildings in Iran. *Buildings*, 10(3), 54. <https://doi.org/10.3390/buildings10030054>
- Ramos Gavilán, A. B., Antón Iglesias, M., Domínguez Lorenzo, M., & Frechilla Alonso, M. (2023). *DESARROLLO SOSTENIBLE: CÓMO LA INGENIERÍA LO HACE POSIBLE*. [https://gredos.usal.es/bitstream/handle/10366/158407/MID\\_019.pdf?sequence=1](https://gredos.usal.es/bitstream/handle/10366/158407/MID_019.pdf?sequence=1)
- Rivera Cárdenas, E. X. (2024). *Construcción de viviendas en el cantón Daule y su incidencia en el desarrollo sostenible del sector* [Universidad Estatal Península de Santa Elena]. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/10652>
- Tito, B. (2020). *Matriz de Leopold modificada impacto ambiental*. Ingeniería Ambiental. <https://ingenieriaambiental.net/matriz-de-Leopold/>

# **PLANOS Y ANEXOS**

## PLANOS Y ANEXOS

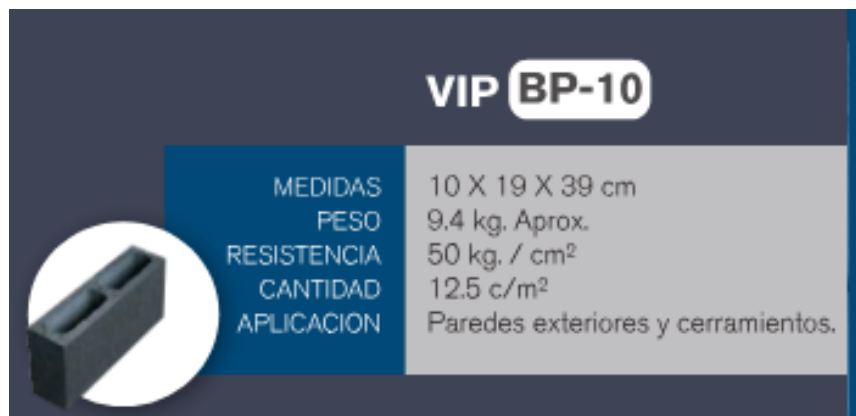
### ANEXOS

#### Materiales

- Información de Ladrillo

Figura 38

Detalle de ladrillo



- Catálogo de Losa – Steel Deck

Figura 39

Información de losa usada

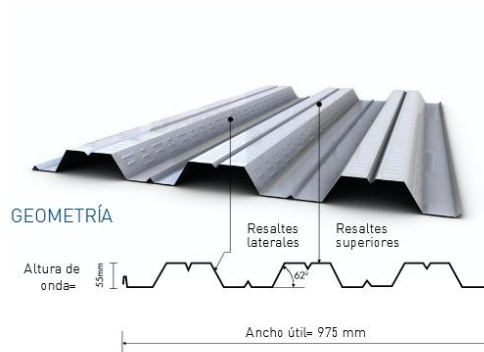
### TIPOS DE NOVALOSA

#### NOVALOSA 55

**NORMAS TÉCNICAS:**  
NTE INEN 2397  
ASTM A653  
ANSI/ASCE 3-91

**LONGITUDES:**  
4, 5 y 6 metros en stock  
Otras longitudes bajo pedido

**RECUBRIMIENTO:**  
Galvanizado G90



| Propiedades de la Sección Simple Novalosa 55 mm |                           |                          |                          |                          |                         |
|---|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Espesor Novalosa (mm)                           | Peso (kg/m <sup>2</sup> ) | Ie+ (cm <sup>2</sup> /m) | Se+ (cm <sup>3</sup> /m) | Se- (cm <sup>3</sup> /m) | As (cm <sup>2</sup> /m) |
| 0,76  | 7,47                      | 36,89                    | 11,46                    | 12,81                    | 9,03                    |
| 1,00  | 9,82                      | 52,38                    | 16,76                    | 18,84                    | 12,02                   |

#### USO DEL PRODUCTO:

Sistema de losa alivianada para: entresijos de estructuras metálicas, entresijos de sistemas mixtos con una estructura principal de hormigón y vigas secundarias metálicas.

## TIPOS DE NOVALOSA

### NOVALOSA 55

| Propiedades de la Sección Compuesta Novalosa 55 mm |                      |  |                                    |                             |                   |
|--|----------------------|--|------------------------------------|-----------------------------|-------------------|
| Esesor Novalosa (mm)                               | Esesor losa (a) (cm) | Volumen hormigón (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ) | Peso hormigón (kg/m <sup>2</sup> ) | Id (b) (cm <sup>2</sup> /m) | ΦsMno (c) (Ton.m) |
| 0,76   | 5                    | 0,07491  | 179,8                              | 593,57                      | 0,950             |
|  | 6                    | 0,08491  | 203,8                              | 773,98                      | 1,109             |
|  | 8                    | 0,10491  | 251,8                              | 1238,75                     | 1,442             |
|  | 10                   | 0,12491  | 299,8                              | 1861,98                     | 1,789             |
|  | 12                   | 0,14491  | 347,8                              | 2667,20                     | 2,145             |
|  | 14                   | 0,16491  | 395,8                              | 3677,76                     | 2,508             |
|  | 16                   | 0,18491  | 443,8                              | 4916,88                     | 2,875             |
| 1,00   | 5                    | 0,07473  | 179,3                              | 654,57                      | 1,230             |
|  | 6                    | 0,08473  | 203,3                              | 851,84                      | 1,437             |
|  | 8                    | 0,10473  | 251,3                              | 1358,74                     | 1,872             |
|  | 10                   | 0,12473  | 299,3                              | 2035,55                     | 2,327             |
|  | 12                   | 0,14473  | 347,3                              | 2906,07                     | 2,796             |
|  | 14                   | 0,16473  | 395,3                              | 3993,85                     | 3,274             |
|  | 16                   | 0,18473  | 443,3                              | 5322,30                     | 3,759             |

| Esesor Novalosa (mm) | Fórmula para Volumen de hormigón<br>Reemplazar esesor de losa sobre la cresta (h) en (m)<br>Resultado en (m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> ) |
|----------------------|--|
| 0,76                 | V=0,0249+h   |
| 1,00                 | V=0,0247+h   |



### NOVALOSA 55

| Carga Viva no Factorada Novalosa 55 mm (e) (kg/m <sup>2</sup> ) |                      |                             |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     |
|---|----------------------|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|
| Esesor placa colaborante (mm)                                   | Esesor losa (a) (cm) | Separación entre apoyos (m) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |     |     |
|   |                      | 1,6                         | 1,8  | 2,0  | 2,2  | 2,4  | 2,6  | 2,8  | 3,0  | 3,2  | 3,4  | 3,6  | 3,8 | 4,0 |
| 0,76  | 5                    | 1714                        | 1325 | 1047 | 841  | 684  | 562  | 465  | 387  | 323  | 270  | 226  | 188 | 156 |
|   | 6                    | 2007                        | 1552 | 1227 | 987  | 804  | 662  | 549  | 457  | 383  | 321  | 269  | 225 | 188 |
|   | 8                    | 2622                        | 2031 | 1608 | 1295 | 1057 | 872  | 725  | 607  | 510  | 429  | 362  | 305 | 256 |
|   | 10                   | 3264                        | 2530 | 2006 | 1618 | 1322 | 1093 | 910  | 763  | 643  | 543  | 460  | 389 | 329 |
|   | 12                   | 3924                        | 3044 | 2415 | 1950 | 1596 | 1320 | 1102 | 925  | 781  | 661  | 561  | 476 | 404 |
|   | 14                   | 4596                        | 3568 | 2833 | 2288 | 1875 | 1553 | 1297 | 1091 | 922  | 782  | 665  | 566 | 481 |
|   | 16                   | 5277                        | 4099 | 3256 | 2632 | 2158 | 1788 | 1495 | 1259 | 1066 | 905  | 771  | 657 | 560 |
| 1,00  | 5                    | 2261                        | 1757 | 1396 | 1129 | 926  | 768  | 643  | 542  | 459  | 390  | 333  | 284 | 243 |
|   | 6                    | 2646                        | 2057 | 1636 | 1324 | 1087 | 903  | 756  | 638  | 542  | 462  | 394  | 338 | 289 |
|   | 8                    | 3460                        | 2693 | 2144 | 1738 | 1429 | 1189 | 998  | 844  | 718  | 614  | 526  | 452 | 389 |
|   | 10                   | 4314                        | 3360 | 2677 | 2172 | 1788 | 1490 | 1252 | 1061 | 905  | 775  | 666  | 574 | 495 |
|   | 12                   | 5194                        | 4047 | 3227 | 2621 | 2159 | 1800 | 1515 | 1286 | 1097 | 942  | 811  | 700 | 606 |
|   | 14                   | 6091                        | 4749 | 3789 | 3079 | 2538 | 2118 | 1784 | 1515 | 1295 | 1112 | 959  | 830 | 719 |
|   | 16                   | 7003                        | 5462 | 4359 | 3544 | 2923 | 2441 | 2058 | 1749 | 1496 | 1286 | 1110 | 962 | 835 |

### Tablas usadas para diseño de Vigas.

- **Momentos Vigas en eje X**

| B8     | B85    | B119   | B124   | B126   | B127   |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0,522  | 0,5029 | 0,41   | 0,4896 | 0,6028 | 0,4035 |
| 0,4501 | 0,4496 | 0,3803 | 0,4525 | 0,5322 | 0,3707 |
| 0,3467 | 0,3539 | 0,3083 | 0,3589 | 0,405  | 0,2954 |
| 0,1868 | 0,2317 | 0,2062 | 0,2088 | 0,2213 | 0,1777 |
| 0,2493 | 0,1846 | 0,1556 | 0,2544 | 0,2439 | 0,1465 |
| 0,3774 | 0,3595 | 0,2722 | 0,3339 | 0,3351 | 0,3229 |

|         |         |         |         |         |         |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 0,4843  | 0,4779  | 0,3416  | 0,3977  | 0,4075  | 0,4429  |
| 0,5489  | 0,5547  | 0,3807  | 0,4217  | 0,4375  | 0,516   |
| -0,8188 | -1,0805 | -0,8765 | -0,6366 | -0,6629 | -1,1247 |
| -0,4746 | -0,6794 | -0,5337 | -0,3582 | -0,3785 | -0,7221 |
| -0,198  | -0,3349 | -0,2474 | -0,1222 | -0,1365 | -0,376  |
| 0,0362  | -0,0628 | -0,0301 | 0,0714  | 0,0631  | -0,0865 |
| -0,0509 | 0,0354  | 0,037   | -0,0298 | -0,0424 | 0,0177  |
| -0,3026 | -0,1875 | -0,1623 | -0,2636 | -0,3157 | -0,1848 |
| -0,6321 | -0,4528 | -0,4132 | -0,5808 | -0,669  | -0,4297 |
| -1,0181 | -0,7755 | -0,7327 | -0,9571 | -1,0788 | -0,7268 |
| -0,0347 | 0,3738  | -0,0972 | 0,3532  | -0,2418 | -0,501  |
| 0,296   | 0,6248  | 0,3718  | 0,3901  | 0,1373  | 0,2539  |
| 0,6299  | 0,9733  | 0,9789  | 0,3945  | 0,484   | 1,2155  |
| 1,2458  | 1,4589  | 1,7982  | 0,4465  | 1,15    | 2,5297  |
| 2,0756  | 2,0552  | 2,8351  | 0,6092  | 2,0387  | 2,5521  |
| 2,0764  | 2,0554  | 2,8284  | 0,6092  | 2,0379  | 2,5342  |
| 1,4737  | 1,2455  | 1,6384  | 0,6792  | 1,4465  | 2,3015  |
| 0,9838  | 0,6476  | 0,741   | 0,7059  | 0,9658  | 0,8352  |
| 0,6345  | 0,3228  | 0,1348  | 0,7247  | 0,6027  | -0,1045 |
| 0,3827  | 0,0049  | -0,3869 | 0,7636  | 0,3476  | -0,946  |
| -2,9499 | -2,5466 | -2,8221 | -1,8688 | -3,0994 | -3,8188 |
| -1,6674 | -1,3949 | -1,4184 | -1,1844 | -1,7887 | -1,8735 |
| -0,4639 | -0,4163 | -0,2285 | -0,5432 | -0,5212 | -0,2106 |
| 0,382   | 0,3494  | 0,6734  | -0,0254 | 0,3512  | 1,024   |
| 1,0934  | 1,0826  | 1,5382  | 0,306   | 1,08    | 2,2261  |
| 1,0946  | 1,0819  | 1,5049  | 0,306   | 1,0788  | 2,2253  |
| 0,3608  | 0,3833  | 0,7029  | -0,0567 | 0,3807  | 1,0364  |
| -0,4055 | -0,4499 | -0,2422 | -0,4519 | -0,3498 | -0,2847 |
| -1,388  | -1,632  | -1,5543 | -0,9149 | -1,2735 | -2,197  |
| -2,5439 | -2,8966 | -3,0267 | -1,4737 | -2,3811 | -4,2832 |

- **Momentos Vigas en eje Y**

| <b>B97</b> | <b>B100</b> | <b>B120</b> | <b>B121</b> | <b>B122</b> | <b>B123</b> | <b>B125</b> | <b>B128</b> | <b>B129</b> |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| -0,6563    | -0,4722     | -0,0025     | 0,0789      | 0,005       | -1,0932     | -0,2767     | -1,4133     | -0,6389     |
| -0,1155    | 0,0345      | -0,0002     | 0,1815      | -0,274      | -0,1863     | 0,2019      | -0,4479     | -0,104      |
| 0,2861     | 0,4018      | 0,0018      | 0,2627      | -0,6405     | 0,5138      | 0,5811      | 0,2856      | 0,2918      |
| 0,7025     | 0,7976      | 0,0032      | 0,2754      | -0,0775     | 1,2704      | 0,9553      | 1,0783      | 0,6944      |
| 0,9556     | 0,9998      | 0,0036      | 0,2668      | -0,4549     | 1,6687      | 1,1194      | 1,5718      | 0,9427      |
| 1,0969     | 1,03        | 0,0029      | 0,2032      | -1,1051     | 1,817       | 1,1163      | 1,8629      | 1,0791      |
| 1,166      | 0,9903      | 0,0011      | 0,1138      | 0,1011      | 1,6242      | 1,0423      | 1,8108      | 1,1577      |
| 1,0652     | 0,8372      | -0,001      | 0,0021      | -0,2885     | 1,2167      | 0,8612      | 1,5078      | 1,0631      |
| 0,7548     | 0,4739      | -0,0035     | -0,3739     | -0,7054     | 0,4623      | 0,47        | 0,8473      | 0,7589      |
| 0,3597     | 0,1097      | -0,0043     | -0,1197     | -0,0284     | -0,2348     | 0,0902      | 0,1122      | 0,3721      |
| -0,0768    | -0,3637     | -0,0008     | 0,0325      | -0,4967     | -1,1393     | -0,4012     | -0,7281     | -0,0591     |
| -2,6324    | -2,504      | 0,001       | 0,132       | -1,3417     | -3,5353     | -2,2841     | -3,8789     | -2,6781     |
| -1,4751    | -1,3963     | 0,002       | 0,1643      |             | -1,7815     | -1,2043     | -2,0368     | -1,5146     |
| -0,5275    | -0,4987     | 0,0023      | 0,0537      |             | -0,4117     | -0,3749     | -0,5523     | -0,5608     |
| 0,0563     | 0,0208      | 0,2198      | -0,116      |             | 0,3109      | 0,11        | 0,2835      | 0,0374      |
| 0,4548     | 0,3843      | -0,6955     | -0,3866     |             | 0,801       | 0,4554      | 0,8348      | 0,4411      |
| 0,6558     | 0,6083      | -0,3864     | 0,2586      |             | 1,0588      | 0,6613      | 1,0944      | 0,6443      |
| 0,5008     | 0,4763      | -0,1507     | 0,4406      |             | 0,8616      | 0,5025      | 0,9001      | 0,4834      |
| 0,2066     | 0,1462      | 0,0169      | 0,5874      |             | 0,3739      | 0,1442      | 0,474       | 0,1834      |
| -0,2268    | -0,3233     | 0,0649      | 0,6803      |             | -0,3463     | -0,3536     | -0,1842     | -0,2557     |
| -0,9244    | -1,1415     | -0,1056     | 0,7241      |             | -1,7145     | -1,2124     | -1,3571     | -0,9613     |
| -1,9295    | -2,2002     | -0,3382     | 0,73        |             | -3,466      | -2,3092     | -3,0143     | -1,9711     |
| -0,4151    | -0,1171     | -0,6478     | 0,5777      |             | -1,1684     | 0,0707      | -1,2298     | -0,3047     |
| 0,0876     | 0,3311      |             | 0,4426      |             | -0,1656     | 0,3005      | -0,2769     | 0,1792      |
| 0,4483     | 0,6607      |             | 0,2536      |             | 0,6061      | 0,4852      | 0,4384      | 0,5211      |
| 0,8409     | 1,029       |             | 0,0974      |             | 1,6006      | 0,6977      | 1,2599      | 0,9199      |
| 1,0781     | 1,1731      |             | -0,4284     |             | 2,2216      | 0,9617      | 1,7784      | 1,1319      |
| 1,2273     | 1,1638      |             | -0,1517     |             | 2,6896      | 1,2189      | 2,1465      | 1,2594      |
| 1,3409     | 1,1284      |             | 0,0661      |             | 2,7668      | 1,6494      | 2,115       | 1,3598      |
| 1,3069     | 0,9997      |             | 0,2435      |             | 2,6029      | 1,4199      | 1,8784      | 1,3171      |
| 1,0491     | 0,6468      |             | 0,3805      |             | 1,9071      | 1,3316      | 1,2562      | 1,0505      |
| 0,6585     | 0,3345      |             | 0,4197      |             | 0,7348      | 0,8395      | 0,4722      | 0,6649      |
| 0,2837     | -0,0978     |             | 0,2775      |             | -0,3161     | 0,254       | -0,3083     | 0,2877      |
| -3,1538    | -2,8088     |             | 0,0657      |             | -1,655      | -0,4818     | -4,5641     | -3,0823     |

|         |         |         |         |         |         |         |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| -1,8453 | -1,592  | -0,1866 | -4,6177 | -2,6209 | -2,4868 | -1,7826 |
| -0,7606 | -0,6232 | -0,5659 | -2,4655 | -1,7588 | -0,7951 | -0,7066 |
| -0,0734 | -0,0596 |         | -0,6885 | -0,9568 | 0,1672  | -0,0532 |
| 0,4035  | 0,3618  |         | 0,2592  | -0,2879 | 0,8118  | 0,4214  |
| 0,6788  | 0,6409  |         | 0,9744  | 0,2242  | 1,1592  | 0,6952  |
| 0,4718  | 0,4378  |         | 1,4585  | 0,6912  | 0,9245  | 0,4693  |
| 0,1228  | 0,0324  |         | 1,3819  | 0,7727  | 0,4522  | 0,1015  |
| -0,3682 | -0,5154 |         | 1,3068  | 0,6598  | -0,2576 | -0,4083 |
| -1,0921 | -1,4702 |         | 0,5991  | 0,2406  | -1,4289 | -1,1646 |
| -2,1974 | -2,6716 |         | -0,4574 | -0,4272 | -3,2268 | -2,2952 |
|         |         |         | -2,5572 | -1,654  |         |         |
|         |         |         | -5,2911 | -3,3831 |         |         |

### Presupuesto y APUS

- Tablas de cantidades (Obtenidas de Revit)

| Paredes de Vivienda Unifamiliar (m2) |  |                      |                        |
|--------------------------------------|--|----------------------|------------------------|
| Tipo                                 | Elemento                                     | Área                 | Nivel                  |
| Muro básico                          | Madera plastica e= 0.03 cm                   | 2.31 m <sup>2</sup>  | Planta Baja NPT +0.10m |
| Muro básico                          | Madera plastica e= 0.03 cm                   | 1.02 m <sup>2</sup>  | Planta Baja NPT +0.10m |
| Muro básico                          | Madera plastica e= 0.03 cm                   | 8.28 m <sup>2</sup>  | Planta Baja NPT +0.10m |
| Muro básico                          | Mesones de H.A Inc. Granito en baños (P.B)   | 0.09 m <sup>2</sup>  | Planta Baja NPT +0.10m |
| Muro básico                          | Mesones de H.A Inc. Granito en baños (P.B)   | 0.04 m <sup>2</sup>  | Planta Baja NPT +0.10m |
| Muro básico                          | Mesones de H.A Inc. Granito en baños (P.B)   | 0.42 m <sup>2</sup>  | Planta Baja NPT +0.10m |
| Muro básico                          | P.P - Mamposteria de bloque e=0.14m          | 0.90 m <sup>2</sup>  | Planta Baja NPT +0.10m |
| Muro básico                          | P.P - Mamposteria de bloque e=0.14m          | 8.87 m <sup>2</sup>  | Planta Baja NPT +0.10m |
| Muro básico                          | Paredes de H.A con nucleo EPS e= 0.12m (P.B) | 12.49 m <sup>2</sup> | Planta Baja NPT +0.10m |
| Muro básico                          | Paredes de H.A con nucleo EPS e= 0.12m (P.B) | 3.75 m <sup>2</sup>  | Planta Baja NPT +0.10m |
| Muro básico                          | Paredes de H.A con nucleo EPS e= 0.12m (P.B) | 3.03 m <sup>2</sup>  | Planta Baja NPT +0.10m |
| Muro básico                          | Paredes de H.A con nucleo EPS e= 0.12m (P.B) | 3.66 m <sup>2</sup>  | Planta Baja NPT +0.10m |

|             |   |                      |                        |
|-------------|---|----------------------|------------------------|
| Muro básico | Paredes de H.A con nucleo EPS e= 0.12m (P.B)      | 5.30 m <sup>2</sup>  | Planta Baja NPT +0.10m |
| Muro básico | Paredes de H.A con nucleo EPS e= 0.14m (P.B)      | 7.04 m <sup>2</sup>  | Planta Baja NPT +0.10m |
| Muro básico | Paredes de H.A con nucleo EPS e= 0.14m (P.B)      | 7.04 m <sup>2</sup>  | Planta Baja NPT +0.10m |
| Muro básico | Paredes de H.A con nucleo EPS e= 0.14m (P.B)      | 12.26 m <sup>2</sup> | Planta Baja NPT +0.10m |
| Muro básico | Paredes de H.A con nucleo EPS e= 0.14m (P.B)      | 11.86 m <sup>2</sup> | Planta Baja NPT +0.10m |
| Muro básico | Paredes de H.A con nucleo EPS e= 0.14m (P.B)      | 2.03 m <sup>2</sup>  | Planta Baja NPT +0.10m |
| Muro básico | Paredes de H.A con nucleo EPS e= 0.14m (P.B)      | 8.28 m <sup>2</sup>  | Planta Baja NPT +0.10m |
| Muro básico | Paredes de H.A con nucleo EPS e= 0.14m (P.B)      | 10.49 m <sup>2</sup> | Planta Baja NPT +0.10m |
| Muro básico | Paredes de H.A con nucleo EPS e= 0.14m (P.B)      | 6.02 m <sup>2</sup>  | Planta Baja NPT +0.10m |
| Muro básico | Mesones de H.A Inc. Granito en baños (P.P)        | 0.09 m <sup>2</sup>  | Primer piso NPT +3.00m |
| Muro básico | Mesones de H.A Inc. Granito en baños (P.P)        | 0.05 m <sup>2</sup>  | Primer piso NPT +3.00m |
| Muro básico | Paredes de H.A con nucleo EPS e= 0.12m (T.P)      | 0.59 m <sup>2</sup>  | Primer piso NPT +3.00m |
| Muro básico | Paredes de H.A con nucleo EPS e= 0.12m (T.P)      | 0.60 m <sup>2</sup>  | Primer piso NPT +3.00m |
| Muro básico | Paredes de H.A con nucleo EPS espesor 0.12m (P.P) | 16.08 m <sup>2</sup> | Primer piso NPT +3.00m |
| Muro básico | Paredes de H.A con nucleo EPS espesor 0.12m (P.P) | 8.86 m <sup>2</sup>  | Primer piso NPT +3.00m |
| Muro básico | Paredes de H.A con nucleo EPS espesor 0.12m (P.P) | 4.90 m <sup>2</sup>  | Primer piso NPT +3.00m |
| Muro básico | Paredes de H.A con nucleo EPS espesor 0.12m (P.P) | 3.93 m <sup>2</sup>  | Primer piso NPT +3.00m |
| Muro básico | Paredes de H.A con nucleo EPS espesor 0.12m (P.P) | 5.84 m <sup>2</sup>  | Primer piso NPT +3.00m |
| Muro básico | Paredes de H.A con nucleo EPS espesor 0.12m (P.P) | 3.93 m <sup>2</sup>  | Primer piso NPT +3.00m |
| Muro básico | Paredes de H.A con nucleo EPS espesor 0.14m (P.P) | 8.59 m <sup>2</sup>  | Primer piso NPT +3.00m |
| Muro básico | Paredes de H.A con nucleo EPS espesor 0.14m (P.P) | 8.59 m <sup>2</sup>  | Primer piso NPT +3.00m |
| Muro básico | Paredes de H.A con nucleo EPS espesor 0.14m (P.P) | 11.84 m <sup>2</sup> | Primer piso NPT +3.00m |
| Muro básico | Paredes de H.A con nucleo EPS espesor 0.14m (P.P) | 12.32 m <sup>2</sup> | Primer piso NPT +3.00m |
| Muro básico | Paredes de H.A con nucleo EPS espesor 0.14m (P.P) | 11.47 m <sup>2</sup> | Primer piso NPT +3.00m |
| Muro básico | Paredes de H.A con nucleo EPS espesor 0.14m (P.P) | 11.00 m <sup>2</sup> | Primer piso NPT +3.00m |



|         |       |          |
|---------|-------|----------|
| COLUMNA | 10 mm | 63.96 m  |
| COLUMNA | 10 mm | 63.96 m  |
| COLUMNA | 10 mm | 152.52 m |
| COLUMNA | 10 mm | 63.96 m  |
| COLUMNA | 10 mm | 63.96 m  |
| COLUMNA | 10 mm | 152.52 m |
| COLUMNA | 10 mm | 63.96 m  |
| COLUMNA | 10 mm | 63.96 m  |
| RIOSTRA | 10 mm | 18.72 m  |
| RIOSTRA | 10 mm | 18.72 m  |
| RIOSTRA | 10 mm | 29.12 m  |
| RIOSTRA | 10 mm | 28.08 m  |
| RIOSTRA | 10 mm | 18.72 m  |
| RIOSTRA | 10 mm | 18.72 m  |
| RIOSTRA | 10 mm | 18.72 m  |
| RIOSTRA | 10 mm | 18.72 m  |
| RIOSTRA | 10 mm | 29.12 m  |
| RIOSTRA | 10 mm | 28.08 m  |
| RIOSTRA | 10 mm | 29.12 m  |
| RIOSTRA | 10 mm | 28.08 m  |
| VIGAS   | 10 mm | 15.96 m  |
| VIGAS   | 10 mm | 22.80 m  |
| VIGAS   | 10 mm | 14.82 m  |
| VIGAS   | 10 mm | 14.82 m  |
| VIGAS   | 10 mm | 25.08 m  |
| VIGAS   | 10 mm | 14.82 m  |
| VIGAS   | 10 mm | 11.40 m  |
| VIGAS   | 10 mm | 15.96 m  |
| VIGAS   | 10 mm | 23.94 m  |
| VIGAS   | 10 mm | 15.96 m  |
| VIGAS   | 10 mm | 15.96 m  |
| VIGAS   | 10 mm | 23.94 m  |
| VIGAS   | 10 mm | 15.96 m  |
| VIGAS   | 10 mm | 15.54 m  |
| VIGAS   | 10 mm | 24.42 m  |
| VIGAS   | 10 mm | 12.21 m  |
| VIGAS   | 10 mm | 14.82 m  |
| VIGAS   | 10 mm | 25.08 m  |
| VIGAS   | 10 mm | 14.82 m  |
| VIGAS   | 10 mm | 9.12 m   |
| VIGAS   | 10 mm | 14.82 m  |
| VIGAS   | 10 mm | 10.26 m  |
| VIGAS   | 10 mm | 14.82 m  |
| VIGAS   | 10 mm | 14.82 m  |

|       |       |         |
|-------|-------|---------|
| VIGAS | 10 mm | 11.40 m |
| VIGAS | 10 mm | 14.82 m |
| VIGAS | 10 mm | 14.82 m |
| VIGAS | 10 mm | 11.40 m |
| VIGAS | 10 mm | 14.82 m |
| VIGAS | 10 mm | 5.76 m  |
| VIGAS | 10 mm | 4.48 m  |
| VIGAS | 10 mm | 5.76 m  |
| VIGAS | 10 mm | 5.76 m  |
| VIGAS | 10 mm | 5.76 m  |
| VIGAS | 10 mm | 11.52 m |
| VIGAS | 10 mm | 14.82 m |
| VIGAS | 10 mm | 10.26 m |
| VIGAS | 10 mm | 14.82 m |
| VIGAS | 10 mm | 14.82 m |
| VIGAS | 10 mm | 11.40 m |
| VIGAS | 10 mm | 14.82 m |
| VIGAS | 10 mm | 14.82 m |
| VIGAS | 10 mm | 10.26 m |
| VIGAS | 10 mm | 14.82 m |
| VIGAS | 10 mm | 14.82 m |
| VIGAS | 10 mm | 11.40 m |
| VIGAS | 10 mm | 14.82 m |
| VIGAS | 10 mm | 14.82 m |
| VIGAS | 10 mm | 10.26 m |
| VIGAS | 10 mm | 14.82 m |
| VIGAS | 10 mm | 14.82 m |
| VIGAS | 10 mm | 11.40 m |
| VIGAS | 10 mm | 14.82 m |
| VIGAS | 10 mm | 14.82 m |
| VIGAS | 10 mm | 10.26 m |
| VIGAS | 10 mm | 14.82 m |
| VIGAS | 10 mm | 14.82 m |
| VIGAS | 10 mm | 10.26 m |
| VIGAS | 10 mm | 14.82 m |
| VIGAS | 10 mm | 14.82 m |
| VIGAS | 10 mm | 11.40 m |
| VIGAS | 10 mm | 14.82 m |
| VIGAS | 10 mm | 15.96 m |
| VIGAS | 10 mm | 22.80 m |
| VIGAS | 10 mm | 14.82 m |

|             |       |         |
|-------------|-------|---------|
| VIGAS       | 10 mm | 14.82 m |
| VIGAS       | 10 mm | 25.08 m |
| VIGAS       | 10 mm | 14.82 m |
| VIGAS       | 10 mm | 11.40 m |
| VIGAS       | 10 mm | 15.96 m |
| VIGAS       | 10 mm | 22.80 m |
| VIGAS       | 10 mm | 14.82 m |
| VIGAS       | 10 mm | 14.82 m |
| VIGAS       | 10 mm | 25.08 m |
| VIGAS       | 10 mm | 14.82 m |
| VIGAS       | 10 mm | 11.40 m |
| VIGAS       | 10 mm | 15.96 m |
| VIGAS       | 10 mm | 23.94 m |
| VIGAS       | 10 mm | 15.96 m |
| VIGAS       | 10 mm | 15.96 m |
| VIGAS       | 10 mm | 23.94 m |
| VIGAS       | 10 mm | 15.96 m |
| VIGAS       | 10 mm | 14.82 m |
| VIGAS       | 10 mm | 11.40 m |
| VIGAS       | 10 mm | 14.82 m |
| CIMENTACION | 12 mm | 6.68 m  |
| CIMENTACION | 12 mm | 6.84 m  |
| CIMENTACION | 12 mm | 11.58 m |
| CIMENTACION | 12 mm | 11.76 m |
| CIMENTACION | 12 mm | 6.68 m  |
| CIMENTACION | 12 mm | 6.84 m  |
| CIMENTACION | 12 mm | 6.68 m  |
| CIMENTACION | 12 mm | 6.84 m  |
| CIMENTACION | 12 mm | 6.68 m  |
| CIMENTACION | 12 mm | 6.84 m  |
| CIMENTACION | 12 mm | 6.68 m  |
| CIMENTACION | 12 mm | 6.84 m  |
| CIMENTACION | 12 mm | 6.68 m  |
| CIMENTACION | 12 mm | 6.84 m  |
| CIMENTACION | 12 mm | 6.68 m  |
| CIMENTACION | 12 mm | 6.84 m  |
| CIMENTACION | 12 mm | 6.68 m  |
| CIMENTACION | 12 mm | 6.84 m  |
| CIMENTACION | 12 mm | 6.68 m  |
| CIMENTACION | 12 mm | 6.84 m  |
| RIOSTRA     | 12 mm | 7.46 m  |
| RIOSTRA     | 12 mm | 7.42 m  |
| RIOSTRA     | 12 mm | 7.62 m  |
| RIOSTRA     | 12 mm | 7.60 m  |
| RIOSTRA     | 12 mm | 10.90 m |
| RIOSTRA     | 12 mm | 10.68 m |



|          |       |         |
|----------|-------|---------|
| COLUMNNA | 14 mm | 17.13 m |
| COLUMNNA | 14 mm | 7.44 m  |
| COLUMNNA | 14 mm | 7.44 m  |
| COLUMNNA | 14 mm | 17.16 m |
| COLUMNNA | 14 mm | 17.13 m |
| COLUMNNA | 14 mm | 7.44 m  |
| COLUMNNA | 14 mm | 7.44 m  |
| COLUMNNA | 14 mm | 17.16 m |
| COLUMNNA | 14 mm | 17.13 m |
| COLUMNNA | 14 mm | 7.44 m  |
| COLUMNNA | 14 mm | 7.44 m  |
| VIGAS    | 14 mm | 22.50 m |
| VIGAS    | 14 mm | 22.58 m |
| VIGAS    | 14 mm | 20.82 m |
| VIGAS    | 14 mm | 20.92 m |
| VIGAS    | 14 mm | 21.90 m |
| VIGAS    | 14 mm | 21.92 m |
| VIGAS    | 14 mm | 14.62 m |
| VIGAS    | 14 mm | 14.62 m |
| VIGAS    | 14 mm | 7.86 m  |
| VIGAS    | 14 mm | 7.86 m  |
| VIGAS    | 14 mm | 4.06 m  |
| VIGAS    | 14 mm | 4.06 m  |
| VIGAS    | 14 mm | 6.42 m  |
| VIGAS    | 14 mm | 6.42 m  |
| VIGAS    | 14 mm | 14.62 m |
| VIGAS    | 14 mm | 14.62 m |
| VIGAS    | 14 mm | 14.62 m |
| VIGAS    | 14 mm | 14.62 m |
| VIGAS    | 14 mm | 14.62 m |
| VIGAS    | 14 mm | 14.62 m |
| VIGAS    | 14 mm | 14.62 m |
| VIGAS    | 14 mm | 14.62 m |
| VIGAS    | 14 mm | 14.62 m |
| VIGAS    | 14 mm | 14.62 m |
| VIGAS    | 14 mm | 22.50 m |
| VIGAS    | 14 mm | 22.58 m |
| VIGAS    | 14 mm | 22.50 m |
| VIGAS    | 14 mm | 22.58 m |
| VIGAS    | 14 mm | 20.82 m |
| VIGAS    | 14 mm | 20.92 m |
| VIGAS    | 14 mm | 7.86 m  |
| VIGAS    | 14 mm | 7.86 m  |

| <b>Hormigón en Vigas (m3)</b>            |                      |
|--|----------------------|
| Hormigón-Viga rectangular: RIOSTRA 20X40 | 3.94 m <sup>3</sup>  |
| Hormigón-Viga rectangular: V20X20        | 0.18 m <sup>3</sup>  |
| Hormigón-Viga rectangular: V30X35        | 11.13 m <sup>3</sup> |

| <b>Hormigón en losa (m3)</b> |                     |
|------------------------------|---------------------|
| Novalosa 5.5 cm-P1           | 3.44 m <sup>3</sup> |
| Novalosa 5.5 cm-Cubierta     | 3.71 m <sup>3</sup> |
| Relleno Novalosa-P1          | 3.21 m <sup>3</sup> |
| Relleno Novalosa-Cubierta    | 2.96 m <sup>3</sup> |
|                              | 13.32               |

• Presupuesto

| <b>PRECIO:</b>     |         | \$  | 38.569,15  |              |          |                  |
|--------------------|---------|---|--|--------------|----------|------------------|
| <b>PROYECTO:</b>   |         | <b>Diseño estructural de una vivienda unifamiliar ubicada en el Km 22 vía a Daule</b> |  |              |          |                  |
| <b>PRESUPUESTO</b> |         |   |  |              |          |                  |
|                    |         |   |  |              |          |                  |
| ITEM               | CANT.   | UNIDAD  | DESCRIPCION  | P. UNIT      | P. TOTAL |                  |
| <b>1</b>           |         |   | <b>ESTRUCTURAS TEMPORALES</b>                                      |              | \$       | <b>321,72</b>    |
| 1.1                | 1,00    | U   | Oficina temporal   | \$ 130,42    | \$       | 130,42           |
| 1.2                | 1,00    | U   | Suministro de Agua Potable Temporal                                | \$ 86,81     | \$       | 86,81            |
| 1.3                | 1,00    | U   | Acometida Eléctrica Temporal                                       | \$ 104,49    | \$       | 104,49           |
| <b>2</b>           |         |   | <b>PREPARACIÓN DEL TERRENO</b>                                     |              | \$       | <b>274,32</b>    |
| 2.1                | 108,00  | m2  | Trazado y replanteo de la obra                                     | \$ 1,57      | \$       | 169,56           |
| 2.2                | 108,00  | m2  | Desbroce y limpieza de terreno                                     | \$ 0,97      | \$       | 104,76           |
| <b>3</b>           |         |   | <b>SUBESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO (CIMENTACIÓN)</b>              |              | \$       | <b>4.026,46</b>  |
| 3.1                | 80,86   | m3  | Excavación   | \$ 6,05      | \$       | 489,22           |
| 3.2                | 80,86   | m3  | Relleno y Compactación   | \$ 21,97     | \$       | 1.776,56         |
| 3.3                | 116,77  | Kg  | Acero de refuerzo para cimentación fy=4200 Kg/cm2                  | \$ 1,93      | \$       | 225,37           |
| 3.4                | 5,98    | m3  | Hormigón premezclado para cimentación f'c=210 kg/cm2               | \$ 256,74    | \$       | 1.535,31         |
| <b>4</b>           |         |   | <b>SUPERESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO</b>                          |              | \$       | <b>23.210,74</b> |
| 4.1                | 7,15    | m3  | Contrapiso de hormigón simple f'c=210 kg/cm2, e=5cm                | \$ 238,60    | \$       | 1.705,99         |
| 4.2                | 1397,75 | Kg  | Acero de refuerzo para vigas fy=4200 Kg/cm2                        | \$ 1,87      | \$       | 2.613,79         |
| 4.3                | 15,24   | m3  | Hormigón premezclado para vigas y viguetas f'c=210 kg/cm           | \$ 258,70    | \$       | 3.942,59         |
| 4.4                | 13,32   | m3  | Hormigón premezclado para losa de placa colaborante f'c=210 kg/cm2 | \$ 207,24    | \$       | 2.760,44         |
| 4.5                | 255,00  | m2  | Malla electrosoldada para losa de placa colaborante e=7.6mm        | \$ 4,13      | \$       | 1.053,15         |
| 4.6                | 2106,35 | Kg  | Acero de refuerzo para columna fy=4200 Kg/cm3                      | \$ 1,87      | \$       | 3.938,87         |
| 4.7                | 6,84    | m3  | Hormigón premezclado para columnas f'c=210 kg/cm2                  | \$ 258,70    | \$       | 1.769,51         |
| 4.8                | 255,00  | m2  | Losa deck h=12 cm, e= 7.6 mm                                       | \$ 21,28     | \$       | 5.426,40         |
| <b>5</b>           |         |   | <b>MAMPOSTERÍA</b>   |              | \$       | <b>10.648,43</b> |
| 5.1                | 258,96  | m2  | Mampostería no estructural de bloque pesado e= 14cm                | \$ 13,22     | \$       | 3.423,45         |
| 5.2                | 258,96  | m2  | Enlucido interior  | \$ 5,95      | \$       | 1.540,81         |
| 5.3                | 258,96  | m2  | Enlucido exterior  | \$ 5,95      | \$       | 1.540,81         |
| 5.4                | 258,96  | m2  | Empaste y Pintura interior   | \$ 8,00      | \$       | 2.071,68         |
| 5.5                | 258,96  | m2  | Empaste y Pintura exterior   | \$ 8,00      | \$       | 2.071,68         |
| <b>6</b>           |         |   | <b>ADICIONALES DE OBRA</b>   |              | \$       | <b>87,48</b>     |
| 6.1                | 108,00  | m2  | Limpieza general una vez finalizada la obra                        | \$ 0,81      | \$       | 87,48            |
|                    |         |   |  | <b>TOTAL</b> | \$       | <b>38.569,15</b> |

- APUS

|                                      |  |                 |                 |                   |                     |              |
|--------------------------------------|--|-----------------|-----------------|-------------------|---------------------|--------------|
| <b>PROYECTO:</b>                     | Diseño estructural de una vivienda unifamiliar ubicada en el Km 22 via a Daule |                 |                 |                   |                     |              |
| <b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b> |  |                 |                 |                   |                     |              |
| <b>No. Cap</b>                       | <b>CAPÍTULO</b>  |                 |                 |                   | <b>RENDIM (H/U)</b> |              |
| 1                                    | ESTRUCTURAS TEMPORALES   |                 |                 |                   | 4                   |              |
| <b>ITEM</b>                          | <b>RUBRO</b>   |                 |                 |                   | <b>UNIDAD</b>       |              |
| 1.1                                  | Oficina temporal   |                 |                 |                   | U                   |              |
| <b>1. EQUIPOS</b>                    |  |                 |                 |                   |                     |              |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>                   |  | <b>CANTIDAD</b> | <b>TARIFA</b>   | <b>COS.HORA</b>   | <b>RENDIM</b>       | <b>COSTO</b> |
| HERRAMIENTA MANUAL (5% MANO DE OBRA) |  |                 |                 |                   |                     | \$ 1,99      |
| Subtotal equipos                     |  |                 |                 |                   | \$                  | 1,99         |
| <b>2. MANO DE OBRA</b>               |  |                 |                 |                   |                     |              |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>                   |  | <b>CANTIDAD</b> | <b>TARIFA</b>   | <b>COS.HORA</b>   | <b>RENDIM</b>       | <b>COSTO</b> |
| Peón                                 |  | 2,00            | 2,75            | 5,500             | 4,000               | \$ 22,00     |
| Maestro                              |  | 0,08            | 4,53            | 0,362             | 4,000               | \$ 1,45      |
| Carpintero                           |  | 1,00            | 4,09            | 4,090             | 4,000               | \$ 16,36     |
| Subtotal mano de obra                |  |                 |                 |                   | \$                  | 39,81        |
| <b>3. MATERIALES</b>                 |  |                 |                 |                   |                     |              |
| <b>MATERIALES</b>                    |  | <b>UNIDAD</b>   | <b>CANTIDAD</b> | <b>PRE. UNIT.</b> | <b>COSTO</b>        |              |
| Cuarton encofrado S-D5V 2"x3"        |  | u               | 2               | \$ 4,20           | \$ 8,40             |              |
| Tabla de encofrado                   |  | u               | 5               | \$ 5,38           | \$ 26,90            |              |
| Clavos 2 1/2"                        |  | kg              | 0,4             | \$ 1,32           | \$ 0,53             |              |
| Plancha de zinc                      |  | u               | 1               | \$ 10,00          | \$ 10,00            |              |
| Bisagras de acero inoxidable de 3"   |  | u               | 1               | \$ 4,55           | \$ 4,55             |              |
| Candado                              |  | u               | 1               | \$ 16,50          | \$ 16,50            |              |
| Subtotal materiales                  |  |                 |                 |                   | \$                  | 66,88        |
| <b>4. TRANSPORTE</b>                 |  |                 |                 |                   |                     |              |
| <b>DESCRIPCION</b>                   |  | <b>UNIDAD</b>   | <b>CANTIDAD</b> | <b>TARIFA</b>     | <b>COSTO</b>        |              |
|                                      |  |                 |                 |                   |                     |              |
| Subtotal transporte                  |  |                 |                 |                   | \$                  | -            |
| TOTAL COSTO DIRECTOS                 |  |                 |                 |                   | \$                  | 108,68       |
| INDIRECTOS                           |  |                 |                 |                   | 20%                 | 21,736       |
| UTILIDAD%                            |  |                 |                 |                   |                     | 0,000        |
| COSTO TOTAL DEL RUBRO                |  |                 |                 |                   |                     | 130,416      |
| VALOR OFERTADO                       |  |                 |                 |                   | \$                  | 130,42       |

|                                      |  |                 |                 |                   |                     |              |
|--------------------------------------|--|-----------------|-----------------|-------------------|---------------------|--------------|
| <b>PROYECTO:</b>                     | Diseño estructural de una vivienda unifamiliar ubicada en el Km 22 vía a Daule |                 |                 |                   |                     |              |
| <b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b> |  |                 |                 |                   |                     |              |
| <b>No. Cap</b>                       | <b>CAPÍTULO</b>  |                 |                 |                   | <b>RENDIM (H/U)</b> |              |
| 1                                    | ESTRUCTURAS TEMPORALES   |                 |                 |                   | 2                   |              |
| <b>ITEM</b>                          | <b>RUBRO</b>   |                 |                 |                   | <b>UNIDAD</b>       |              |
| 1.2                                  | Suministro de Agua Potable Temporal  |                 |                 |                   | U                   |              |
| <b>1. EQUIPOS</b>                    |  |                 |                 |                   |                     |              |
|                                      | <b>DESCRIPCIÓN</b>   | <b>CANTIDAD</b> | <b>TARIFA</b>   | <b>COS.HORA</b>   | <b>RENDIM</b>       | <b>COSTO</b> |
|                                      | HERRAMIENTA MANUAL (5% MANO DE OBRA)   |                 |                 |                   |                     | \$ 2,32      |
| Subtotal equipos                     |  |                 |                 |                   |                     | \$ 2,32      |
| <b>2. MANO DE OBRA</b>               |  |                 |                 |                   |                     |              |
|                                      | <b>DESCRIPCIÓN</b>   | <b>CANTIDAD</b> | <b>TARIFA</b>   | <b>COS.HORA</b>   | <b>RENDIM</b>       | <b>COSTO</b> |
|                                      | Plomero  | 1,00            | 4,09            | 4,090             | 2,000               | \$ 8,18      |
|                                      | Ayudante de plomero  | 2,00            | 4,03            | 8,060             | 2,000               | \$ 16,12     |
|                                      | Peón   | 4,00            | 2,75            | 11,000            | 2,000               | \$ 22,00     |
| Subtotal mano de obra                |  |                 |                 |                   |                     | \$ 46,30     |
| <b>3. MATERIALES</b>                 |  |                 |                 |                   |                     |              |
|                                      | <b>MATERIALES</b>  | <b>UNIDAD</b>   | <b>CANTIDAD</b> | <b>PRE. UNIT.</b> | <b>COSTO</b>        |              |
|                                      | Tee PVC 1/2" roscable  | u               | 3               | \$ 0,58           | \$ 1,74             |              |
|                                      | Tubería de 1/2 roscable  | u               | 1               | \$ 5,38           | \$ 5,38             |              |
|                                      | Unión PVC 1/2" roscable  | kg              | 5               | \$ 1,32           | \$ 6,60             |              |
|                                      | Llave para fregadero (mesón)   | u               | 1               | \$ 10,00          | \$ 10,00            |              |
| Subtotal materiales                  |  |                 |                 |                   |                     | \$ 23,72     |
| <b>4. TRANSPORTE</b>                 |  |                 |                 |                   |                     |              |
|                                      | <b>DESCRIPCION</b>   | <b>UNIDAD</b>   | <b>CANTIDAD</b> | <b>TARIFA</b>     | <b>COSTO</b>        |              |
| Subtotal transporte                  |  |                 |                 |                   |                     | \$ -         |
| TOTAL COSTO DIRECTOS                 |  |                 |                 |                   | \$ 72,34            |              |
| INDIRECTOS 20%                       |  |                 |                 |                   | 14,468              |              |
| UTILIDAD%                            |  |                 |                 |                   | 0,000               |              |
| COSTO TOTAL DEL RUBRO                |  |                 |                 |                   | 86,808              |              |
| VALOR OFERTADO                       |  |                 |                 |                   | \$ 86,81            |              |

| <b>PROYECTO:</b>                           |                              | Diseño estructural de una vivienda unifamiliar ubicada en el Km 22 vía a Daule |                 |                   |                     |              |
|--|------------------------------|--|-----------------|-------------------|---------------------|--------------|
| <b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>       |                              |  |                 |                   |                     |              |
| <b>No. Cap</b>                             | <b>CAPÍTULO</b>              |  |                 |                   | <b>RENDIM (H/U)</b> |              |
| 1  | ESTRUCTURAS TEMPORALES       |  |                 |                   | 2                   |              |
| <b>ITEM</b>                                | <b>RUBRO</b>                 |  |                 |                   | <b>UNIDAD</b>       |              |
| 1.3  | Acometida Eléctrica Temporal |  |                 |                   | U                   |              |
| <b>1. EQUIPOS</b>                          |                              |  |                 |                   |                     |              |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>                         |                              | <b>CANTIDAD</b>  | <b>TARIFA</b>   | <b>COS.HORA</b>   | <b>RENDIM</b>       | <b>COSTO</b> |
| HERRAMIENTA MANUAL (5% MANO DE OBRA)       |                              |  |                 |                   |                     | \$ 2,17      |
| Equipo para instalacion electrica          |                              | 1  | 13,31           | 13,31             | 2                   | \$ 26,62     |
| Herramienta menor (5% M.O)                 |                              | 0,5  | 0               | 0                 | 2                   | \$ -         |
| Herramientas varias                        |                              | 0,5  | 0,4             | 0,2               | 2                   | \$ 0,40      |
| Subtotal equipos                           |                              |  |                 |                   | \$                  | 27,02        |
| <b>2. MANO DE OBRA</b>                     |                              |  |                 |                   |                     |              |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>                         |                              | <b>CANTIDAD</b>  | <b>TARIFA</b>   | <b>COS.HORA</b>   | <b>RENDIM</b>       | <b>COSTO</b> |
| Peón                                       |                              | 2,00   | 2,75            | 5,500             | 2,000               | \$ 11,00     |
| Electricista o instalador de revestimiento |                              | 1,00   | 4,09            | 4,090             | 2,000               | \$ 8,18      |
| Ayudante de electricista                   |                              | 2,00   | 4,03            | 8,060             | 2,000               | \$ 16,12     |
| Técnico electromecánico de construcción    |                              | 1  | 4,09            | 4,090             | 2,000               | \$ 8,18      |
| Subtotal mano de obra                      |                              |  |                 |                   | \$                  | 43,48        |
| <b>3. MATERIALES</b>                       |                              |  |                 |                   |                     |              |
| <b>MATERIALES</b>                          |                              | <b>UNIDAD</b>  | <b>CANTIDAD</b> | <b>PRE. UNIT.</b> | <b>COSTO</b>        |              |
| Acometida cable CU concentrico 3x8 AWG     |                              | ml   | 2               | \$ 4,94           | \$ 9,88             |              |
| Cable #12                                  |                              | ml   | 1               | \$ 5,38           | \$ 5,38             |              |
| Cable #1/0 AWG TTU                         |                              | ml   | 1               | \$ 1,32           | \$ 1,32             |              |
| Subtotal materiales                        |                              |  |                 |                   | \$                  | 16,58        |
| <b>4. TRANSPORTE</b>                       |                              |  |                 |                   |                     |              |
| <b>DESCRIPCION</b>                         |                              | <b>UNIDAD</b>  | <b>CANTIDAD</b> | <b>TARIFA</b>     | <b>COSTO</b>        |              |
| Subtotal transporte                        |                              |  |                 |                   | \$                  | -            |
| TOTAL COSTO DIRECTOS                       |                              |  |                 |                   | \$                  | 87,08        |
| INDIRECTOS                                 |                              |  |                 |                   | 20%                 | 17,416       |
| UTILIDAD%                                  |                              |  |                 |                   |                     | 0,000        |
| COSTO TOTAL DEL RUBRO                      |                              |  |                 |                   |                     | 104,494      |
| VALOR OFERTADO                             |                              |  |                 |                   | \$                  | 104,49       |



|                                      |  |                 |                       |                 |                     |              |
|--------------------------------------|--|-----------------|-----------------------|-----------------|---------------------|--------------|
| <b>PROYECTO:</b>                     | Diseño estructural de una vivienda unifamiliar ubicada en el Km 22 vía a Daule |                 |                       |                 |                     |              |
| <b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b> |  |                 |                       |                 |                     |              |
| <b>No. Cap</b>                       | <b>CAPÍTULO</b>  |                 |                       |                 | <b>RENDIM (H/U)</b> |              |
| 2                                    | PREPARACIÓN DEL TERRENO  |                 |                       |                 | 0,28                |              |
| <b>ITEM</b>                          | <b>RUBRO</b>   |                 |                       |                 | <b>UNIDAD</b>       |              |
| 2.2                                  | Desbroce y limpieza de terreno   |                 |                       |                 | m2                  |              |
| <b>1. EQUIPOS</b>                    |  |                 |                       |                 |                     |              |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>                   |  | <b>CANTIDAD</b> | <b>TARIFA</b>         | <b>COS.HORA</b> | <b>RENDIM</b>       | <b>COSTO</b> |
| Herramienta menor (5% M.O)           |  |                 |                       |                 |                     | \$ 0,04      |
|                                      |  |                 |                       |                 |                     |              |
|                                      |  |                 |                       |                 |                     |              |
|                                      |  |                 |                       |                 |                     |              |
| Subtotal equipos                     |  |                 |                       |                 | \$                  | 0,04         |
| <b>2. MANO DE OBRA</b>               |  |                 |                       |                 |                     |              |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>                   |  | <b>CANTIDAD</b> | <b>TARIFA</b>         | <b>COS.HORA</b> | <b>RENDIM</b>       | <b>COSTO</b> |
| Peón                                 |  | 1,00            | 2,75                  | 2,750           | 0,280               | \$ 0,77      |
|                                      |  |                 |                       |                 |                     |              |
|                                      |  |                 |                       |                 |                     |              |
|                                      |  |                 |                       |                 |                     |              |
| Subtotal mano de obra                |  |                 |                       |                 | \$                  | 0,77         |
| <b>3. MATERIALES</b>                 |  |                 |                       |                 |                     |              |
| <b>MATERIALES</b>                    |  |                 | <b>UNIDAD</b>         | <b>CANTIDAD</b> | <b>PRE. UNIT.</b>   | <b>COSTO</b> |
|                                      |  |                 |                       |                 |                     |              |
|                                      |  |                 |                       |                 |                     |              |
|                                      |  |                 |                       |                 |                     |              |
|                                      |  |                 |                       |                 |                     |              |
|                                      |  |                 |                       |                 |                     |              |
| Subtotal materiales                  |  |                 |                       |                 | \$                  | -            |
| <b>4. TRANSPORTE</b>                 |  |                 |                       |                 |                     |              |
| <b>DESCRIPCION</b>                   |  |                 | <b>UNIDAD</b>         | <b>CANTIDAD</b> | <b>TARIFA</b>       | <b>COSTO</b> |
|                                      |  |                 |                       |                 |                     |              |
| Subtotal transporte                  |  |                 |                       |                 | \$                  | -            |
|                                      |  |                 | TOTAL COSTO DIRECTOS  |                 | \$                  | 0,81         |
|                                      |  |                 | INDIRECTOS            |                 | 20%                 | 0,162        |
|                                      |  |                 | UTILIDAD%             |                 |                     | 0,000        |
|                                      |  |                 | COSTO TOTAL DEL RUBRO |                 |                     | 0,972        |
|                                      |  |                 | VALOR OFERTADO        |                 | \$                  | 0,97         |

| PROYECTO:                                   |  | Diseño estructural de una vivienda unifamiliar ubicada en el Km 22 vía a Daule |          |            |         |              |
|---|--|--|----------|------------|---------|--------------|
| ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS               |  |  |          |            |         |              |
| No. Cap                                     | CAPÍTULO                                       |  |          |            |         | RENDIM (H/U) |
| 3   | SUBESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO (CIMENTACIÓN) |  |          |            |         | 0,06         |
| ITEM  | RUBRO  |  |          |            |         | UNIDAD       |
| 3.1   | Excavación                                     |  |          |            |         | m3           |
| 1. EQUIPOS                                  |  |  |          |            |         |              |
| DESCRIPCIÓN                                 |  | CANTIDAD   | TARIFA   | COS.HORA   | RENDIM  | COSTO        |
| Herramienta menor (5% M.O)                  |  |  |          |            |         | \$ 0,04      |
| Volqueta de 12 m3                           |  | 1  | 40       | 40         | 0,06    | \$ 2,40      |
| Retroexcavadora 75 HP                       |  | 1  | 19       | 19         | 0,06    | \$ 1,14      |
| Subtotal equipos                            |  |  |          |            |         | \$ 3,58      |
| 2. MANO DE OBRA                             |  |  |          |            |         |              |
| DESCRIPCIÓN                                 |  | CANTIDAD   | TARIFA   | COS.HORA   | RENDIM  | COSTO        |
| Peón  |  | 3,00   | 2,75     | 8,250      | 0,060   | \$ 0,50      |
| Maestro mayor en ejecución de obras civiles |  | 1,00   | 4,06     | 4,060      | 0,060   | \$ 0,24      |
| Chofer: Otros Camiones (Estr.Oc.C1)         |  | 1,00   | 4,34     | 4,340      | 0,060   | \$ 0,26      |
| Chofer: Volquetas (Estr.Oc.C1)              |  | 1,00   | 5,98     | 5,980      | 0,060   | \$ 0,36      |
| Subtotal mano de obra                       |  |  |          |            |         | \$ 1,36      |
| 3. MATERIALES                               |  |  |          |            |         |              |
| MATERIALES                                  |  | UNIDAD   | CANTIDAD | PRE. UNIT. | COSTO   |              |
| Estacas, pintura, piola, etc.               |  | u  | 2        | \$ 0,05    | \$ 0,10 |              |
| Subtotal materiales                         |  |  |          |            |         | \$ 0,10      |
| 4. TRANSPORTE                               |  |  |          |            |         |              |
| DESCRIPCION                                 |  | UNIDAD   | CANTIDAD | TARIFA     | COSTO   |              |
| Subtotal transporte                         |  |  |          |            |         | \$ -         |
|   |  | TOTAL COSTO DIRECTOS   |          |            |         | \$ 5,04      |
|   |  | INDIRECTOS 20%   |          |            |         | 1,008        |
|   |  | UTILIDAD%  |          |            |         | 0,000        |
|   |  | COSTO TOTAL DEL RUBRO  |          |            |         | 6,045        |
|   |  | VALOR OFERTADO   |          |            |         | \$ 6,05      |

|   |  |                       |                 |                   |                     |              |
|---|--|-----------------------|-----------------|-------------------|---------------------|--------------|
| <b>PROYECTO:</b>                            | Diseño estructural de una vivienda unifamiliar ubicada en el Km 22 vía a Daule |                       |                 |                   |                     |              |
| <b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>        |  |                       |                 |                   |                     |              |
| <b>No. Cap</b>                              | <b>CAPÍTULO</b>  |                       |                 |                   | <b>RENDIM (H/U)</b> |              |
| 3   | SUBESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO (CIMENTACIÓN)                                 |                       |                 |                   | 0,6                 |              |
| <b>ITEM</b>                                 | <b>RUBRO</b>   |                       |                 |                   | <b>UNIDAD</b>       |              |
| 3.2   | Relleno y Compactación   |                       |                 |                   | m3                  |              |
| <b>1. EQUIPOS</b>                           |  |                       |                 |                   |                     |              |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>                          |  | <b>CANTIDAD</b>       | <b>TARIFA</b>   | <b>COS.HORA</b>   | <b>RENDIM</b>       | <b>COSTO</b> |
| Herramienta menor (5% M.O)                  |  |                       |                 |                   |                     | \$ 0,20      |
| Compactador mediano manual                  |  | 1                     | 1,75            | 1,75              | 0,6                 | \$ 1,05      |
|   |  |                       |                 |                   |                     |              |
|   |  |                       |                 |                   |                     |              |
| Subtotal equipos                            |  |                       |                 |                   | \$                  | 1,25         |
| <b>2. MANO DE OBRA</b>                      |  |                       |                 |                   |                     |              |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>                          |  | <b>CANTIDAD</b>       | <b>TARIFA</b>   | <b>COS.HORA</b>   | <b>RENDIM</b>       | <b>COSTO</b> |
| Peón  |  | 1,00                  | 2,75            | 2,750             | 0,600               | \$ 1,65      |
| Maestro mayor en ejecución de obras civiles |  | 1,00                  | 4,06            | 4,060             | 0,600               | \$ 2,44      |
|   |  |                       |                 |                   |                     |              |
| Subtotal mano de obra                       |  |                       |                 |                   | \$                  | 4,09         |
| <b>3. MATERIALES</b>                        |  |                       |                 |                   |                     |              |
| <b>MATERIALES</b>                           |  | <b>UNIDAD</b>         | <b>CANTIDAD</b> | <b>PRE. UNIT.</b> | <b>COSTO</b>        |              |
| Casajo grueso                               |  | m3                    | 1,25            | \$ 7,50           | \$ 9,38             |              |
| Agua  |  | lt                    | 60              | \$ 0,06           | \$ 3,60             |              |
|   |  |                       |                 |                   |                     |              |
|   |  |                       |                 |                   |                     |              |
| Subtotal materiales                         |  |                       |                 |                   | \$                  | 12,98        |
| <b>4. TRANSPORTE</b>                        |  |                       |                 |                   |                     |              |
| <b>DESCRIPCION</b>                          |  | <b>UNIDAD</b>         | <b>CANTIDAD</b> | <b>TARIFA</b>     | <b>COSTO</b>        |              |
|   |  |                       |                 |                   |                     |              |
| Subtotal transporte                         |  |                       |                 |                   | \$                  | -            |
|   |  | TOTAL COSTO DIRECTOS  |                 |                   | \$ 18,31            |              |
|   |  | INDIRECTOS            |                 |                   | 20%                 | 3,662        |
|   |  | UTILIDAD%             |                 |                   | 0,000               |              |
|   |  | COSTO TOTAL DEL RUBRO |                 |                   | 21,973              |              |
|   |  | VALOR OFERTADO        |                 |                   | \$ 21,97            |              |

|                                      |  |                 |                 |                   |                       |              |
|--------------------------------------|--|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------------|--------------|
| <b>PROYECTO:</b>                     | Diseño estructural de una vivienda unifamiliar ubicada en el Km 22 vía a Daule |                 |                 |                   |                       |              |
| <b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b> |  |                 |                 |                   |                       |              |
| <b>No. Cap</b>                       | <b>CAPÍTULO</b>  |                 |                 |                   | <b>RENDIM (H/U)</b>   |              |
| 3                                    | SUBESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO (CIMENTACIÓN)                                 |                 |                 |                   | 0,015                 |              |
| <b>ITEM</b>                          | <b>RUBRO</b>   |                 |                 |                   | <b>UNIDAD</b>         |              |
| 3.3                                  | Acero de refuerzo para cimentación fy=4200 Kg/cm2                              |                 |                 |                   | Kg                    |              |
| <b>1. EQUIPOS</b>                    |  |                 |                 |                   |                       |              |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>                   |  | <b>CANTIDAD</b> | <b>TARIFA</b>   | <b>COS.HORA</b>   | <b>RENDIM</b>         | <b>COSTO</b> |
| Herramienta menor (5% M.O)           |  |                 |                 |                   |                       | \$ 0,02      |
|                                      |  |                 |                 |                   |                       |              |
|                                      |  |                 |                 |                   |                       |              |
|                                      |  |                 |                 |                   |                       |              |
| Subtotal equipos                     |  |                 |                 |                   | \$                    | 0,02         |
| <b>2. MANO DE OBRA</b>               |  |                 |                 |                   |                       |              |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>                   |  | <b>CANTIDAD</b> | <b>TARIFA</b>   | <b>COS.HORA</b>   | <b>RENDIM</b>         | <b>COSTO</b> |
| Ayudante de fierro                   |  | 0,10            | 4,03            | 0,403             | 0,015                 | \$ 0,01      |
| Fierro                               |  | 2,20            | 4,09            | 8,998             | 0,015                 | \$ 0,13      |
| Peón                                 |  | 4,00            | 2,75            | 11,000            | 0,015                 | \$ 0,17      |
|                                      |  |                 |                 |                   |                       |              |
| Subtotal mano de obra                |  |                 |                 |                   | \$                    | 0,31         |
| <b>3. MATERIALES</b>                 |  |                 |                 |                   |                       |              |
| <b>MATERIALES</b>                    |  | <b>UNIDAD</b>   | <b>CANTIDAD</b> | <b>PRE. UNIT.</b> | <b>COSTO</b>          |              |
| Alambre de amarre #18                |  | kg              | 0,02            | \$ 1,50           | \$ 0,03               |              |
| Acero de refuerzo F'y= 4200 Kg/cm2   |  | kg              | 1               | \$ 1,25           | \$ 1,25               |              |
|                                      |  |                 |                 |                   |                       |              |
|                                      |  |                 |                 |                   |                       |              |
|                                      |  |                 |                 |                   |                       |              |
| Subtotal materiales                  |  |                 |                 |                   | \$                    | 1,28         |
| <b>4. TRANSPORTE</b>                 |  |                 |                 |                   |                       |              |
| <b>DESCRIPCION</b>                   |  | <b>UNIDAD</b>   | <b>CANTIDAD</b> | <b>TARIFA</b>     | <b>COSTO</b>          |              |
|                                      |  |                 |                 |                   |                       |              |
| Subtotal transporte                  |  |                 |                 |                   | \$                    | -            |
|                                      |  |                 |                 |                   | TOTAL COSTO DIRECTOS  |              |
|                                      |  |                 |                 |                   | \$                    | 1,61         |
|                                      |  |                 |                 |                   | INDIRECTOS 20%        |              |
|                                      |  |                 |                 |                   | 0,321                 |              |
|                                      |  |                 |                 |                   | UTILIDAD%             |              |
|                                      |  |                 |                 |                   | 0,000                 |              |
|                                      |  |                 |                 |                   | COSTO TOTAL DEL RUBRO |              |
|                                      |  |                 |                 |                   | 1,927                 |              |
|                                      |  |                 |                 |                   | VALOR OFERTADO        |              |
|                                      |  |                 |                 |                   | \$ 1,93               |              |

| PROYECTO:                     |  | Diseño estructural de una vivienda unifamiliar ubicada en el Km 22 vía a Daule |            |           |              |
|-------------------------------|--|--|------------|-----------|--------------|
| ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS |  |  |            |           |              |
| No. Cap                       | CAPÍTULO   |  |            |           | RENDIM (H/U) |
| 3                             | SUBESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO (CIMENTACIÓN)       |  |            |           | 1,2          |
| ITEM                          | RUBRO  |  |            |           | UNIDAD       |
| 3.4                           | Hormigón premezclado para cimentación f'c=210 kg/cm2 |  |            |           | m3           |
| 1. EQUIPOS                    |  |  |            |           |              |
| DESCRIPCIÓN                   | CANTIDAD   | TARIFA   | COS.HORA   | RENDIM    | COSTO        |
| Herramienta menor (5% M.O)    | 1  |  |            |           | \$ 1,47      |
| Bomba para hormigón           | 0,08   | 12,5   | 1          | 1,2       | \$ 1,20      |
| Vibrador                      | 0,36   | 2,75   | 0,99       | 1,2       | \$ 1,19      |
| Concretera de 1 saco          | 1  | 3,5  | 3,5        | 1,2       | \$ 4,20      |
| Subtotal equipos              |  |  |            |           | \$ 8,06      |
| 2. MANO DE OBRA               |  |  |            |           |              |
| DESCRIPCIÓN                   | CANTIDAD   | TARIFA   | COS.HORA   | RENDIM    | COSTO        |
| Ayudante de carpintero        | 0,10   | 4,03   | 0,403      | 1,200     | \$ 0,48      |
| Carpintero                    | 2,20   | 4,09   | 8,998      | 1,200     | \$ 10,80     |
| Peón                          | 4,00   | 2,75   | 11,000     | 1,200     | \$ 13,20     |
| Albañil                       | 1,00   | 4,09   | 4,090      | 1,200     | \$ 4,91      |
| Subtotal mano de obra         |  |  |            |           | \$ 29,39     |
| 3. MATERIALES                 |  |  |            |           |              |
| MATERIALES                    | UNIDAD   | CANTIDAD   | PRE. UNIT. | COSTO     |              |
| Alambre de amarre #18         | kg   | 0,02   | \$ 1,50    | \$ 0,03   |              |
| Clavos                        | kg   | 0,12   | \$ 1,60    | \$ 0,19   |              |
| Tabla de encofrado            | u  | 4  | \$ 5,38    | \$ 21,52  |              |
| Hormigón f'c= 210 kg/cm2      | m3   | 1  | \$ 154,76  | \$ 154,76 |              |
| Subtotal materiales           |  |  |            |           | \$ 176,50    |
| 4. TRANSPORTE                 |  |  |            |           |              |
| DESCRIPCION                   | UNIDAD   | CANTIDAD   | TARIFA     | COSTO     |              |
| Subtotal transporte           |  |  |            |           | \$ -         |
| TOTAL COSTO DIRECTOS          |  |  |            |           | \$ 213,95    |
| INDIRECTOS 20%                |  |  |            |           | 42,790       |
| UTILIDAD%                     |  |  |            |           | 0,000        |
| COSTO TOTAL DEL RUBRO         |  |  |            |           | 256,739      |
| VALOR OFERTADO                |  |  |            |           | \$ 256,74    |

| PROYECTO:                           |  | Diseño estructural de una vivienda unifamiliar ubicada en el Km 22 vía a Daule |          |            |                       |           |
|-------------------------------------|--|--|----------|------------|-----------------------|-----------|
| ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS       |  |  |          |            |                       |           |
| No. Cap                             | CAPÍTULO   |  |          |            | RENDIM (H/U)          |           |
| 4                                   | SUPERESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO                                       |  |          |            | 0,3                   |           |
| ITEM                                | RUBRO  |  |          |            | UNIDAD                |           |
| 4.1                                 | Contrapiso de hormigón simple $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , $e=5\text{cm}$ |  |          |            | m3                    |           |
| 1. EQUIPOS                          |  |  |          |            |                       |           |
| DESCRIPCIÓN                         |  | CANTIDAD   | TARIFA   | COS.HORA   | RENDIM                | COSTO     |
| Herramienta menor (5% M.O)          |  | 1  |          |            |                       | \$ 0,28   |
| Concreteira de 1 saco               |  | 1  | 3,5      | 3,5        | 0,3                   | \$ 1,05   |
|                                     |  |  |          |            |                       |           |
|                                     |  |  |          |            |                       |           |
| Subtotal equipos                    |  |  |          |            | \$                    | 1,33      |
| 2. MANO DE OBRA                     |  |  |          |            |                       |           |
| DESCRIPCIÓN                         |  | CANTIDAD   | TARIFA   | COS.HORA   | RENDIM                | COSTO     |
| Ayudante de carpintero              |  | 0,10   | 4,03     | 0,403      | 0,300                 | \$ 0,12   |
| Carpintero                          |  | 2,20   | 4,09     | 8,998      | 0,300                 | \$ 2,70   |
| Peón                                |  | 2,00   | 2,75     | 5,500      | 0,300                 | \$ 1,65   |
| Albañil                             |  | 1,00   | 4,09     | 4,090      | 0,300                 | \$ 1,23   |
| Subtotal mano de obra               |  |  |          |            | \$                    | 5,70      |
| 3. MATERIALES                       |  |  |          |            |                       |           |
| MATERIALES                          |  | UNIDAD   | CANTIDAD | PRE. UNIT. | COSTO                 |           |
| Alambre de amarre #18               |  | kg   | 0,22     | \$ 1,50    | \$ 0,33               |           |
| Clavos                              |  | kg   | 0,12     | \$ 1,60    | \$ 0,19               |           |
| Tabla de encofrado                  |  | u  | 4        | \$ 5,38    | \$ 21,52              |           |
| Hormigón $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ |  | m3   | 1        | \$ 154,76  | \$ 154,76             |           |
| Puntales                            |  | u  | 10       | \$ 1,50    | \$ 15,00              |           |
|                                     |  |  |          |            |                       |           |
|                                     |  |  |          |            |                       |           |
| Subtotal materiales                 |  |  |          |            | \$                    | 191,80    |
| 4. TRANSPORTE                       |  |  |          |            |                       |           |
| DESCRIPCION                         |  | UNIDAD   | CANTIDAD | TARIFA     | COSTO                 |           |
|                                     |  |  |          |            |                       |           |
| Subtotal transporte                 |  |  |          |            | \$                    | -         |
|                                     |  |  |          |            | TOTAL COSTO DIRECTOS  |           |
|                                     |  |  |          |            | \$                    | 198,83    |
|                                     |  |  |          |            | INDIRECTOS            | 20%       |
|                                     |  |  |          |            |                       | 39,766    |
|                                     |  |  |          |            | UTILIDAD%             | 0,000     |
|                                     |  |  |          |            | COSTO TOTAL DEL RUBRO | 238,595   |
|                                     |  |  |          |            | VALOR OFERTADO        | \$ 238,60 |

|                                      |  |                 |                 |                   |                       |              |
|--------------------------------------|--|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------------|--------------|
| <b>PROYECTO:</b>                     | Diseño estructural de una vivienda unifamiliar ubicada en el Km 22 vía a Daule |                 |                 |                   |                       |              |
| <b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b> |  |                 |                 |                   |                       |              |
| <b>No. Cap</b>                       | <b>CAPÍTULO</b>  |                 |                 |                   | <b>RENDIM (H/U)</b>   |              |
| 4                                    | SUPERESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO   |                 |                 |                   | 0,015                 |              |
| <b>ITEM</b>                          | <b>RUBRO</b>   |                 |                 |                   | <b>UNIDAD</b>         |              |
| 4.2                                  | Acero de refuerzo para vigas fy=4200 Kg/cm2                                    |                 |                 |                   | Kg                    |              |
| <b>1. EQUIPOS</b>                    |  |                 |                 |                   |                       |              |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>                   |  | <b>CANTIDAD</b> | <b>TARIFA</b>   | <b>COS.HORA</b>   | <b>RENDIM</b>         | <b>COSTO</b> |
| Herramienta menor (5% M.O)           |  | 3               |                 |                   |                       | \$ 0,01      |
|                                      |  |                 |                 |                   |                       |              |
|                                      |  |                 |                 |                   |                       |              |
|                                      |  |                 |                 |                   |                       |              |
| Subtotal equipos                     |  |                 |                 |                   | \$                    | 0,01         |
| <b>2. MANO DE OBRA</b>               |  |                 |                 |                   |                       |              |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>                   |  | <b>CANTIDAD</b> | <b>TARIFA</b>   | <b>COS.HORA</b>   | <b>RENDIM</b>         | <b>COSTO</b> |
| Ayudante de carpintero               |  | 2,00            | 4,03            | 8,060             | 0,015                 | \$ 0,12      |
| Fierrero                             |  | 1,00            | 4,09            | 4,090             | 0,015                 | \$ 0,06      |
| Peón                                 |  | 2,00            | 2,75            | 5,500             | 0,015                 | \$ 0,08      |
|                                      |  |                 |                 |                   |                       |              |
| Subtotal mano de obra                |  |                 |                 |                   | \$                    | 0,26         |
| <b>3. MATERIALES</b>                 |  |                 |                 |                   |                       |              |
| <b>MATERIALES</b>                    |  | <b>UNIDAD</b>   | <b>CANTIDAD</b> | <b>PRE. UNIT.</b> | <b>COSTO</b>          |              |
| Alambre de amarre #18                |  | kg              | 0,02            | \$ 1,50           | \$ 0,03               |              |
| Acero de refuerzo F'y= 4200 kg/cm2   |  | kg              | 1               | \$ 1,25           | \$ 1,25               |              |
|                                      |  |                 |                 |                   |                       |              |
|                                      |  |                 |                 |                   |                       |              |
|                                      |  |                 |                 |                   |                       |              |
| Subtotal materiales                  |  |                 |                 |                   | \$                    | 1,28         |
| <b>4. TRANSPORTE</b>                 |  |                 |                 |                   |                       |              |
| <b>DESCRIPCION</b>                   |  | <b>UNIDAD</b>   | <b>CANTIDAD</b> | <b>TARIFA</b>     | <b>COSTO</b>          |              |
|                                      |  |                 |                 |                   |                       |              |
| Subtotal transporte                  |  |                 |                 |                   | \$                    | -            |
|                                      |  |                 |                 |                   | TOTAL COSTO DIRECTOS  |              |
|                                      |  |                 |                 |                   | \$                    | 1,55         |
|                                      |  |                 |                 |                   | INDIRECTOS            |              |
|                                      |  |                 |                 |                   | 20%                   | 0,311        |
|                                      |  |                 |                 |                   | UTILIDAD%             |              |
|                                      |  |                 |                 |                   | 0,000                 |              |
|                                      |  |                 |                 |                   | COSTO TOTAL DEL RUBRO |              |
|                                      |  |                 |                 |                   | 1,866                 |              |
|                                      |  |                 |                 |                   | VALOR OFERTADO        |              |
|                                      |  |                 |                 |                   | \$ 1,87               |              |

| PROYECTO:                     |  | Diseño estructural de una vivienda unifamiliar ubicada en el Km 22 vía a Daule |            |           |              |
|-------------------------------|--|--|------------|-----------|--------------|
| ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS |  |  |            |           |              |
| No. Cap                       | CAPÍTULO   |  |            |           | RENDIM (H/U) |
| 4                             | SUBESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO (CIMENTACIÓN)           |  |            |           | 1,2          |
| ITEM                          | RUBRO  |  |            |           | UNIDAD       |
| 4.3                           | Hormigón premezclado para vigas y viguetas f'c=210 kg/cm |  |            |           | m3           |
| 1. EQUIPOS                    |  |  |            |           |              |
| DESCRIPCIÓN                   | CANTIDAD   | TARIFA   | COS.HORA   | RENDIM    | COSTO        |
| Herramienta menor (5% M.O)    | 3  |  |            |           | \$ 1,30      |
| Bomba para hormigón           | 0,08   | 12,5   | 1          | 1,2       | \$ 1,20      |
| Vibrador                      | 0,36   | 2,75   | 0,99       | 1,2       | \$ 1,19      |
| Subtotal equipos              |  |  |            |           | \$ 3,69      |
| 2. MANO DE OBRA               |  |  |            |           |              |
| DESCRIPCIÓN                   | CANTIDAD   | TARIFA   | COS.HORA   | RENDIM    | COSTO        |
| Ayudante de carpintero        | 0,10   | 4,03   | 0,403      | 1,200     | \$ 0,48      |
| Carpintero                    | 2,20   | 4,09   | 8,998      | 1,200     | \$ 10,80     |
| Peón                          | 3,00   | 2,75   | 8,250      | 1,200     | \$ 9,90      |
| Albañil                       | 1,00   | 4,09   | 4,090      | 1,200     | \$ 4,91      |
| Subtotal mano de obra         |  |  |            |           | \$ 26,09     |
| 3. MATERIALES                 |  |  |            |           |              |
| MATERIALES                    | UNIDAD   | CANTIDAD   | PRE. UNIT. | COSTO     |              |
| Alambre de amarre #18         | kg   | 0,22   | \$ 1,50    | \$ 0,33   |              |
| Clavos                        | kg   | 0,12   | \$ 1,60    | \$ 0,19   |              |
| Tabla de encofrado            | u  | 4  | \$ 5,38    | \$ 21,52  |              |
| Hormigón f'c= 210 kg/cm2      | m3   | 1  | \$ 154,76  | \$ 154,76 |              |
| Puntales                      | u  | 6  | \$ 1,50    | \$ 9,00   |              |
| Subtotal materiales           |  |  |            |           | \$ 185,80    |
| 4. TRANSPORTE                 |  |  |            |           |              |
| DESCRIPCION                   | UNIDAD   | CANTIDAD   | TARIFA     | COSTO     |              |
| Subtotal transporte           |  |  |            |           | \$ -         |
| TOTAL COSTO DIRECTOS          |  |  |            |           | \$ 215,58    |
| INDIRECTOS 20%                |  |  |            |           | 43,116       |
| UTILIDAD%                     |  |  |            |           | 0,000        |
| COSTO TOTAL DEL RUBRO         |  |  |            |           | 258,695      |
| VALOR OFERTADO                |  |  |            |           | \$ 258,70    |



|   |  |                 |                       |                 |                     |              |
|---|--|-----------------|-----------------------|-----------------|---------------------|--------------|
| <b>PROYECTO:</b>                          | Diseño estructural de una vivienda unifamiliar ubicada en el Km 22 vía a Daule |                 |                       |                 |                     |              |
| <b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>      |  |                 |                       |                 |                     |              |
| <b>No. Cap</b>                            | <b>CAPÍTULO</b>  |                 |                       |                 | <b>RENDIM (H/U)</b> |              |
| 4   | SUPERESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO   |                 |                       |                 | 0,06                |              |
| <b>ITEM</b>                               | <b>RUBRO</b>   |                 |                       |                 | <b>UNIDAD</b>       |              |
| 4.5                                       | Malla electrosoldada para losa de placa colaborante e=7.6mm                    |                 |                       |                 | m2                  |              |
| <b>1. EQUIPOS</b>                         |  |                 |                       |                 |                     |              |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>                        |  | <b>CANTIDAD</b> | <b>TARIFA</b>         | <b>COS.HORA</b> | <b>RENDIM</b>       | <b>COSTO</b> |
| Herramienta menor (5% M.O)                |  |                 |                       |                 |                     | \$ 0,04      |
|   |  |                 |                       |                 |                     |              |
|   |  |                 |                       |                 |                     |              |
|   |  |                 |                       |                 |                     |              |
| Subtotal equipos                          |  |                 |                       |                 | \$                  | 0,04         |
| <b>2. MANO DE OBRA</b>                    |  |                 |                       |                 |                     |              |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>                        |  | <b>CANTIDAD</b> | <b>TARIFA</b>         | <b>COS.HORA</b> | <b>RENDIM</b>       | <b>COSTO</b> |
| Ayudante de fierro                        |  | 1,00            | 4,03                  | 4,030           | 0,060               | \$ 0,24      |
| Fierro                                    |  | 2,00            | 4,09                  | 8,180           | 0,060               | \$ 0,49      |
| Peón                                      |  | 1,00            | 2,75                  | 2,750           | 0,060               | \$ 0,17      |
|   |  |                 |                       |                 |                     |              |
| Subtotal mano de obra                     |  |                 |                       |                 | \$                  | 0,90         |
| <b>3. MATERIALES</b>                      |  |                 |                       |                 |                     |              |
| <b>MATERIALES</b>                         |  |                 | <b>UNIDAD</b>         | <b>CANTIDAD</b> | <b>PRE. UNIT.</b>   | <b>COSTO</b> |
| Malla electrosoldada R84 (e=4mm, 15x15xm) |  |                 | m2                    | 1               | \$ 2,50             | \$ 2,50      |
|   |  |                 |                       |                 |                     |              |
|   |  |                 |                       |                 |                     |              |
|   |  |                 |                       |                 |                     |              |
|   |  |                 |                       |                 |                     |              |
| Subtotal materiales                       |  |                 |                       |                 | \$                  | 2,50         |
| <b>4. TRANSPORTE</b>                      |  |                 |                       |                 |                     |              |
| <b>DESCRIPCION</b>                        |  |                 | <b>UNIDAD</b>         | <b>CANTIDAD</b> | <b>TARIFA</b>       | <b>COSTO</b> |
|   |  |                 |                       |                 |                     |              |
| Subtotal transporte                       |  |                 |                       |                 | \$                  | -            |
|   |  |                 | TOTAL COSTO DIRECTOS  |                 |                     | \$ 3,44      |
|   |  |                 | INDIRECTOS 20%        |                 |                     | 0,688        |
|   |  |                 | UTILIDAD%             |                 |                     | 0,000        |
|   |  |                 | COSTO TOTAL DEL RUBRO |                 |                     | 4,125        |
|   |  |                 | VALOR OFERTADO        |                 |                     | \$ 4,13      |

|                                      |  |                       |                 |                   |                     |              |
|--------------------------------------|--|-----------------------|-----------------|-------------------|---------------------|--------------|
| <b>PROYECTO:</b>                     | Diseño estructural de una vivienda unifamiliar ubicada en el Km 22 vía a Daule |                       |                 |                   |                     |              |
| <b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b> |  |                       |                 |                   |                     |              |
| <b>No. Cap</b>                       | <b>CAPÍTULO</b>  |                       |                 |                   | <b>RENDIM (H/U)</b> |              |
| 4                                    | SUPERESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO   |                       |                 |                   | 0,015               |              |
| <b>ITEM</b>                          | <b>RUBRO</b>   |                       |                 |                   | <b>UNIDAD</b>       |              |
| 4.6                                  | Acero de refuerzo para columna fy=4200 Kg/cm3                                  |                       |                 |                   | Kg                  |              |
| <b>1. EQUIPOS</b>                    |  |                       |                 |                   |                     |              |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>                   |  | <b>CANTIDAD</b>       | <b>TARIFA</b>   | <b>COS.HORA</b>   | <b>RENDIM</b>       | <b>COSTO</b> |
| Herramienta menor (5% M.O)           |  |                       |                 |                   |                     | \$ 0,01      |
|                                      |  |                       |                 |                   |                     |              |
|                                      |  |                       |                 |                   |                     |              |
|                                      |  |                       |                 |                   |                     |              |
| Subtotal equipos                     |  |                       |                 |                   | \$                  | 0,01         |
| <b>2. MANO DE OBRA</b>               |  |                       |                 |                   |                     |              |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>                   |  | <b>CANTIDAD</b>       | <b>TARIFA</b>   | <b>COS.HORA</b>   | <b>RENDIM</b>       | <b>COSTO</b> |
| Ayudante de fierro                   |  | 2,00                  | 4,03            | 8,060             | 0,015               | \$ 0,12      |
| Fierro                               |  | 1,00                  | 4,09            | 4,090             | 0,015               | \$ 0,06      |
| Peón                                 |  | 2,00                  | 2,75            | 5,500             | 0,015               | \$ 0,08      |
|                                      |  |                       |                 |                   |                     |              |
| Subtotal mano de obra                |  |                       |                 |                   | \$                  | 0,26         |
| <b>3. MATERIALES</b>                 |  |                       |                 |                   |                     |              |
| <b>MATERIALES</b>                    |  | <b>UNIDAD</b>         | <b>CANTIDAD</b> | <b>PRE. UNIT.</b> | <b>COSTO</b>        |              |
| Alambre de amarre #18                |  | kg                    | 0,02            | \$ 1,50           | \$ 0,03             |              |
| Acero de refuerzo F'y= 4200 kg/cm2   |  | kg                    | 1               | \$ 1,25           | \$ 1,25             |              |
|                                      |  |                       |                 |                   |                     |              |
|                                      |  |                       |                 |                   |                     |              |
|                                      |  |                       |                 |                   |                     |              |
| Subtotal materiales                  |  |                       |                 |                   | \$                  | 1,28         |
| <b>4. TRANSPORTE</b>                 |  |                       |                 |                   |                     |              |
| <b>DESCRIPCION</b>                   |  | <b>UNIDAD</b>         | <b>CANTIDAD</b> | <b>TARIFA</b>     | <b>COSTO</b>        |              |
|                                      |  |                       |                 |                   |                     |              |
| Subtotal transporte                  |  |                       |                 |                   | \$                  | -            |
|                                      |  | TOTAL COSTO DIRECTOS  |                 |                   | \$ 1,55             |              |
|                                      |  | INDIRECTOS            |                 |                   | 20%                 | 0,311        |
|                                      |  | UTILIDAD%             |                 |                   | 0,000               |              |
|                                      |  | COSTO TOTAL DEL RUBRO |                 |                   | 1,866               |              |
|                                      |  | VALOR OFERTADO        |                 |                   | \$ 1,87             |              |

| PROYECTO:                     |   | Diseño estructural de una vivienda unifamiliar ubicada en el Km 22 vía a Daule |            |           |              |
|-------------------------------|---|--|------------|-----------|--------------|
| ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS |   |  |            |           |              |
| No. Cap                       | CAPÍTULO  |  |            |           | RENDIM (H/U) |
| 4                             | SUBESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO (CIMENTACIÓN)    |  |            |           | 1,2          |
| ITEM                          | RUBRO   |  |            |           | UNIDAD       |
| 4.7                           | Hormigón premezclado para columnas f'c=210 kg/cm2 |  |            |           | m3           |
| 1. EQUIPOS                    |   |  |            |           |              |
| DESCRIPCIÓN                   | CANTIDAD  | TARIFA   | COS.HORA   | RENDIM    | COSTO        |
| Herramienta menor (5% M.O)    | 3   |  |            |           | \$ 1,30      |
| Bomba para hormigón           | 0,08  | 12,5   | 1          | 1,2       | \$ 1,20      |
| Vibrador                      | 0,36  | 2,75   | 0,99       | 1,2       | \$ 1,19      |
| Subtotal equipos              |   |  |            |           | \$ 3,69      |
| 2. MANO DE OBRA               |   |  |            |           |              |
| DESCRIPCIÓN                   | CANTIDAD  | TARIFA   | COS.HORA   | RENDIM    | COSTO        |
| Ayudante de carpintero        | 0,10  | 4,03   | 0,403      | 1,200     | \$ 0,48      |
| Carpintero                    | 2,20  | 4,09   | 8,998      | 1,200     | \$ 10,80     |
| Peón                          | 3,00  | 2,75   | 8,250      | 1,200     | \$ 9,90      |
| Albañil                       | 1,00  | 4,09   | 4,090      | 1,200     | \$ 4,91      |
| Subtotal mano de obra         |   |  |            |           | \$ 26,09     |
| 3. MATERIALES                 |   |  |            |           |              |
| MATERIALES                    | UNIDAD  | CANTIDAD   | PRE. UNIT. | COSTO     |              |
| Alambre de amarre #18         | kg  | 0,22   | \$ 1,50    | \$ 0,33   |              |
| Clavos                        | kg  | 0,12   | \$ 1,60    | \$ 0,19   |              |
| Tabla de encofrado            | u   | 4  | \$ 5,38    | \$ 21,52  |              |
| Hormigón f'c= 210 kg/cm2      | m3  | 1  | \$ 154,76  | \$ 154,76 |              |
| Puntales                      | u   | 6  | \$ 1,50    | \$ 9,00   |              |
| Subtotal materiales           |   |  |            |           | \$ 185,80    |
| 4. TRANSPORTE                 |   |  |            |           |              |
| DESCRIPCION                   | UNIDAD  | CANTIDAD   | TARIFA     | COSTO     |              |
| Subtotal transporte           |   |  |            |           | \$ -         |
| TOTAL COSTO DIRECTOS          |   |  |            |           | \$ 215,58    |
| INDIRECTOS 20%                |   |  |            |           | 43,116       |
| UTILIDAD%                     |   |  |            |           | 0,000        |
| COSTO TOTAL DEL RUBRO         |   |  |            |           | 258,695      |
| VALOR OFERTADO                |   |  |            |           | \$ 258,70    |

|   |  |                 |                       |                 |                     |              |
|---|--|-----------------|-----------------------|-----------------|---------------------|--------------|
| <b>PROYECTO:</b>                            | Diseño estructural de una vivienda unifamiliar ubicada en el Km 22 vía a Daule |                 |                       |                 |                     |              |
| <b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>        |  |                 |                       |                 |                     |              |
| <b>No. Cap</b>                              | <b>CAPÍTULO</b>  |                 |                       |                 | <b>RENDIM (H/U)</b> |              |
| 4   | SUPERESTRUCTURA DE HORMIGÓN ARMADO   |                 |                       |                 | 0,33                |              |
| <b>ITEM</b>                                 | <b>RUBRO</b>   |                 |                       |                 | <b>UNIDAD</b>       |              |
| 4.8   | Losa deck h=12 cm, e= 7.6 mm   |                 |                       |                 | m2                  |              |
| <b>1. EQUIPOS</b>                           |  |                 |                       |                 |                     |              |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>                          |  | <b>CANTIDAD</b> | <b>TARIFA</b>         | <b>COS.HORA</b> | <b>RENDIM</b>       | <b>COSTO</b> |
| Herramienta menor (5% M.O)                  |  | 3               |                       |                 |                     | \$ 0,21      |
|   |  |                 |                       |                 |                     |              |
|   |  |                 |                       |                 |                     |              |
|   |  |                 |                       |                 |                     |              |
| Subtotal equipos                            |  |                 |                       |                 | \$                  | 0,21         |
| <b>2. MANO DE OBRA</b>                      |  |                 |                       |                 |                     |              |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>                          |  | <b>CANTIDAD</b> | <b>TARIFA</b>         | <b>COS.HORA</b> | <b>RENDIM</b>       | <b>COSTO</b> |
| Peón  |  | 0,66            | 2,75                  | 1,815           | 0,330               | \$ 0,60      |
| Maestro mayor en ejecución de obras civiles |  | 0,33            | 4,53                  | 1,495           | 0,330               | \$ 0,49      |
| Albañil                                     |  | 2,31            | 4,09                  | 9,448           | 0,330               | \$ 3,12      |
|   |  |                 |                       |                 |                     |              |
| Subtotal mano de obra                       |  |                 |                       |                 | \$                  | 4,21         |
| <b>3. MATERIALES</b>                        |  |                 |                       |                 |                     |              |
| <b>MATERIALES</b>                           |  |                 | <b>UNIDAD</b>         | <b>CANTIDAD</b> | <b>PRE. UNIT.</b>   | <b>COSTO</b> |
| Master Deck Galvanizado e=0.76 mm           |  |                 | m2                    | 1,05            | \$ 12,11            | \$ 12,72     |
| Separador Tipo Torre 25 mm - Albrec Disensa |  |                 | u                     | 4               | \$ 0,15             | \$ 0,60      |
|   |  |                 |                       |                 |                     |              |
|   |  |                 |                       |                 |                     |              |
|   |  |                 |                       |                 |                     |              |
| Subtotal materiales                         |  |                 |                       |                 | \$                  | 13,32        |
| <b>4. TRANSPORTE</b>                        |  |                 |                       |                 |                     |              |
| <b>DESCRIPCION</b>                          |  |                 | <b>UNIDAD</b>         | <b>CANTIDAD</b> | <b>TARIFA</b>       | <b>COSTO</b> |
|   |  |                 |                       |                 |                     |              |
| Subtotal transporte                         |  |                 |                       |                 | \$                  | -            |
|   |  |                 | TOTAL COSTO DIRECTOS  |                 |                     | \$ 17,74     |
|   |  |                 | INDIRECTOS 20%        |                 |                     | 3,547        |
|   |  |                 | UTILIDAD%             |                 |                     | 0,000        |
|   |  |                 | COSTO TOTAL DEL RUBRO |                 |                     | 21,283       |
|   |  |                 | VALOR OFERTADO        |                 |                     | \$ 21,28     |

|   |  |                 |                 |                   |                       |              |
|---|--|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------------|--------------|
| <b>PROYECTO:</b>                            | Diseño estructural de una vivienda unifamiliar ubicada en el Km 22 vía a Daule |                 |                 |                   |                       |              |
| <b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>        |  |                 |                 |                   |                       |              |
| <b>No. Cap</b>                              | <b>CAPÍTULO</b>  |                 |                 |                   | <b>RENDIM (H/U)</b>   |              |
| 5   | MAMPOSTERÍA  |                 |                 |                   | 0,5                   |              |
| <b>ITEM</b>                                 | <b>RUBRO</b>   |                 |                 |                   | <b>UNIDAD</b>         |              |
| 5.1   | Mampostería no estructural de bloque pesado e= 14cm                            |                 |                 |                   | m2                    |              |
| <b>1. EQUIPOS</b>                           |  |                 |                 |                   |                       |              |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>                          |  | <b>CANTIDAD</b> | <b>TARIFA</b>   | <b>COS.HORA</b>   | <b>RENDIM</b>         | <b>COSTO</b> |
| Herramienta menor (5% M.O)                  |  |                 |                 |                   |                       | \$ 0,21      |
| Andamios                                    |  | 2               | 1               | 2                 | 0,5                   | \$ 1,00      |
|   |  |                 |                 |                   |                       |              |
|   |  |                 |                 |                   |                       |              |
| Subtotal equipos                            |  |                 |                 |                   | \$                    | 1,21         |
| <b>2. MANO DE OBRA</b>                      |  |                 |                 |                   |                       |              |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>                          |  | <b>CANTIDAD</b> | <b>TARIFA</b>   | <b>COS.HORA</b>   | <b>RENDIM</b>         | <b>COSTO</b> |
| Peón  |  | 1,00            | 2,75            | 2,750             | 0,500                 | \$ 1,38      |
| Maestro mayor en ejecución de obras civiles |  | 0,30            | 4,53            | 1,359             | 0,500                 | \$ 0,68      |
| Albañil                                     |  | 1,00            | 4,09            | 4,090             | 0,500                 | \$ 2,05      |
|   |  |                 |                 |                   |                       |              |
| Subtotal mano de obra                       |  |                 |                 |                   | \$                    | 4,10         |
| <b>3. MATERIALES</b>                        |  |                 |                 |                   |                       |              |
| <b>MATERIALES</b>                           |  | <b>UNIDAD</b>   | <b>CANTIDAD</b> | <b>PRE. UNIT.</b> | <b>COSTO</b>          |              |
| Bloque Vipresa 10x19x39 cm                  |  | u               | 12,5            | \$ 0,35           | \$ 4,38               |              |
| Cemento                                     |  | kg              | 0,12            | \$ 7,68           | \$ 0,92               |              |
| Arena fina                                  |  | m3              | 0,03            | \$ 13,50          | \$ 0,41               |              |
| Agua  |  | m3              | 0,01            | \$ 0,85           | \$ 0,01               |              |
|   |  |                 |                 |                   |                       |              |
|   |  |                 |                 |                   |                       |              |
| Subtotal materiales                         |  |                 |                 |                   | \$                    | 5,71         |
| <b>4. TRANSPORTE</b>                        |  |                 |                 |                   |                       |              |
| <b>DESCRIPCION</b>                          |  | <b>UNIDAD</b>   | <b>CANTIDAD</b> | <b>TARIFA</b>     | <b>COSTO</b>          |              |
|   |  |                 |                 |                   |                       |              |
| Subtotal transporte                         |  |                 |                 |                   | \$                    | -            |
|   |  |                 |                 |                   | TOTAL COSTO DIRECTOS  |              |
|   |  |                 |                 |                   | \$ 11,02              |              |
|   |  |                 |                 |                   | INDIRECTOS 20%        |              |
|   |  |                 |                 |                   | 2,204                 |              |
|   |  |                 |                 |                   | UTILIDAD%             |              |
|   |  |                 |                 |                   | 0,000                 |              |
|   |  |                 |                 |                   | COSTO TOTAL DEL RUBRO |              |
|   |  |                 |                 |                   | 13,224                |              |
|   |  |                 |                 |                   | VALOR OFERTADO        |              |
|   |  |                 |                 |                   | \$ 13,22              |              |

| PROYECTO:                                   |                   | Diseño estructural de una vivienda unifamiliar ubicada en el Km 22 vía a Daule |          |            |         |              |
|---|-------------------|--|----------|------------|---------|--------------|
| ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS               |                   |  |          |            |         |              |
| No. Cap                                     | CAPÍTULO          |  |          |            |         | RENDIM (H/U) |
| 5   | MAMPOSTERÍA       |  |          |            |         | 0,4          |
| ITEM  | RUBRO             |  |          |            |         | UNIDAD       |
| 5.2   | Enlucido interior |  |          |            |         | m2           |
| <b>1. EQUIPOS</b>                           |                   |  |          |            |         |              |
| DESCRIPCIÓN                                 |                   | CANTIDAD   | TARIFA   | COS.HORA   | RENDIM  | COSTO        |
| Herramienta menor (5% M.O)                  |                   |  |          |            |         | \$ 0,15      |
| Andamios                                    |                   | 2  | 1        | 2          | 0,4     | \$ 0,80      |
|   |                   |  |          |            |         |              |
|   |                   |  |          |            |         |              |
| Subtotal equipos                            |                   |  |          |            |         | \$ 0,95      |
| <b>2. MANO DE OBRA</b>                      |                   |  |          |            |         |              |
| DESCRIPCIÓN                                 |                   | CANTIDAD   | TARIFA   | COS.HORA   | RENDIM  | COSTO        |
| Peón  |                   | 1,00   | 2,75     | 2,750      | 0,400   | \$ 1,10      |
| Maestro mayor en ejecución de obras civiles |                   | 0,10   | 4,53     | 0,453      | 0,400   | \$ 0,18      |
| Albañil                                     |                   | 1,00   | 4,09     | 4,090      | 0,400   | \$ 1,64      |
|   |                   |  |          |            |         |              |
| Subtotal mano de obra                       |                   |  |          |            |         | \$ 2,92      |
| <b>3. MATERIALES</b>                        |                   |  |          |            |         |              |
| MATERIALES                                  |                   | UNIDAD   | CANTIDAD | PRE. UNIT. | COSTO   |              |
| Cemento                                     |                   | kg   | 3,9      | \$ 0,19    | \$ 0,74 |              |
| Arena fina                                  |                   | m3   | 0,018    | \$ 18,00   | \$ 0,32 |              |
| Agua  |                   | lt   | 30       | \$ 0,00    | \$ 0,03 |              |
|   |                   |  |          |            |         |              |
|   |                   |  |          |            |         |              |
| Subtotal materiales                         |                   |  |          |            |         | \$ 1,10      |
| <b>4. TRANSPORTE</b>                        |                   |  |          |            |         |              |
| DESCRIPCION                                 |                   | UNIDAD   | CANTIDAD | TARIFA     | COSTO   |              |
|   |                   |  |          |            |         |              |
| Subtotal transporte                         |                   |  |          |            |         | \$ -         |
|   |                   | TOTAL COSTO DIRECTOS   |          |            |         | \$ 4,96      |
|   |                   | INDIRECTOS 20%   |          |            |         | 0,992        |
|   |                   | UTILIDAD%  |          |            |         | 0,000        |
|   |                   | COSTO TOTAL DEL RUBRO  |          |            |         | 5,955        |
|   |                   | VALOR OFERTADO   |          |            |         | \$ 5,95      |

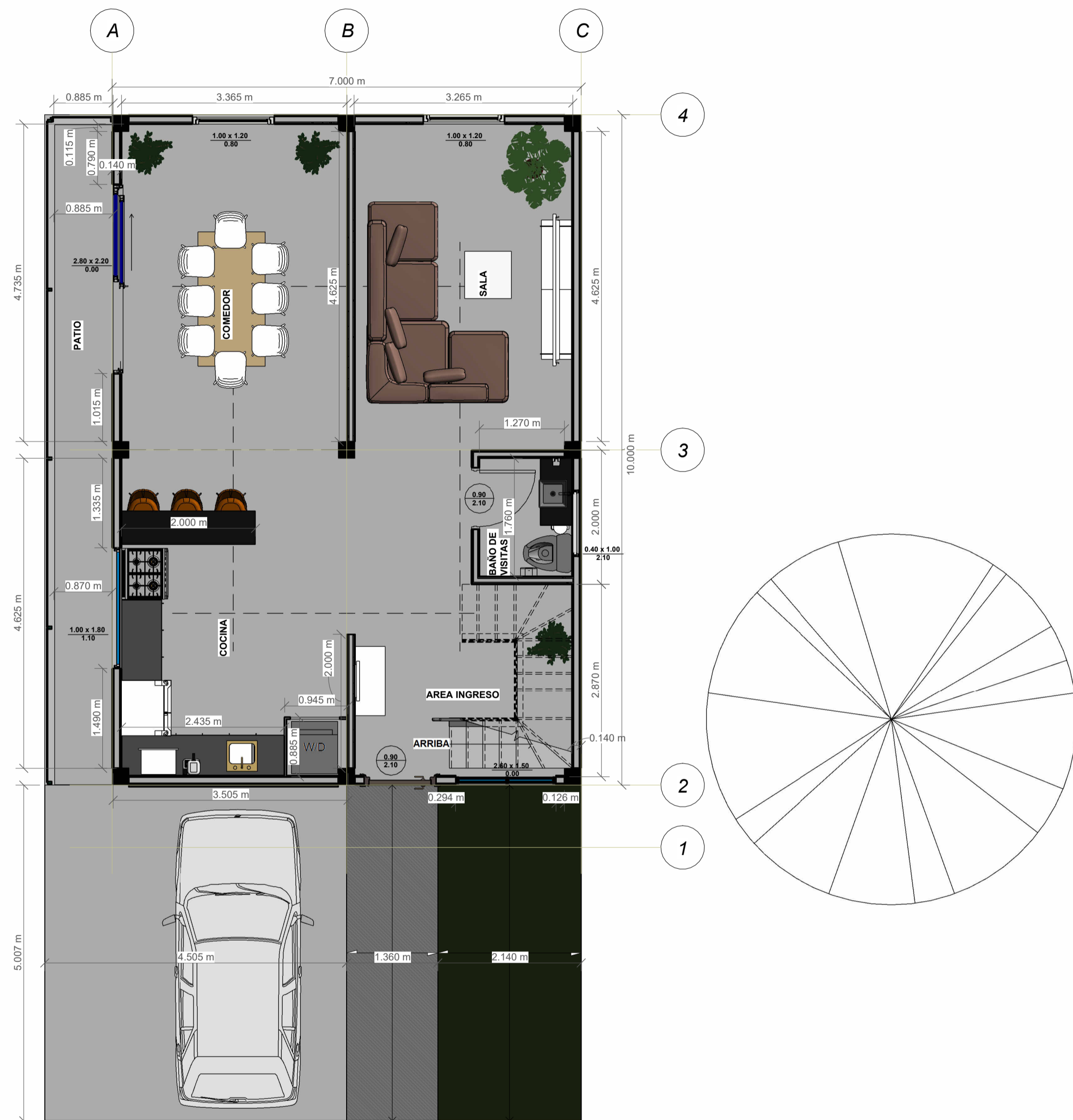
| PROYECTO:                                   |                   | Diseño estructural de una vivienda unifamiliar ubicada en el Km 22 vía a Daule |          |            |         |              |
|---|-------------------|--|----------|------------|---------|--------------|
| ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS               |                   |  |          |            |         |              |
| No. Cap                                     | CAPÍTULO          |  |          |            |         | RENDIM (H/U) |
| 5   | MAMPOSTERÍA       |  |          |            |         | 0,4          |
| ITEM  | RUBRO             |  |          |            |         | UNIDAD       |
| 5.3   | Enlucido exterior |  |          |            |         | m2           |
| 1. EQUIPOS                                  |                   |  |          |            |         |              |
| DESCRIPCIÓN                                 |                   | CANTIDAD   | TARIFA   | COS.HORA   | RENDIM  | COSTO        |
| Herramienta menor (5% M.O)                  |                   |  |          |            |         | \$ 0,15      |
| Andamios                                    |                   | 2  | 1        | 2          | 0,4     | \$ 0,80      |
|   |                   |  |          |            |         |              |
|   |                   |  |          |            |         |              |
| Subtotal equipos                            |                   |  |          |            |         | \$ 0,95      |
| 2. MANO DE OBRA                             |                   |  |          |            |         |              |
| DESCRIPCIÓN                                 |                   | CANTIDAD   | TARIFA   | COS.HORA   | RENDIM  | COSTO        |
| Peón  |                   | 1,00   | 2,75     | 2,750      | 0,400   | \$ 1,10      |
| Maestro mayor en ejecución de obras civiles |                   | 0,10   | 4,53     | 0,453      | 0,400   | \$ 0,18      |
| Albañil                                     |                   | 1,00   | 4,09     | 4,090      | 0,400   | \$ 1,64      |
|   |                   |  |          |            |         |              |
| Subtotal mano de obra                       |                   |  |          |            |         | \$ 2,92      |
| 3. MATERIALES                               |                   |  |          |            |         |              |
| MATERIALES                                  |                   | UNIDAD   | CANTIDAD | PRE. UNIT. | COSTO   |              |
| Cemento                                     |                   | kg   | 3,9      | \$ 0,19    | \$ 0,74 |              |
| Arena fina                                  |                   | m3   | 0,018    | \$ 18,00   | \$ 0,32 |              |
| Agua  |                   | lt   | 30       | \$ 0,00    | \$ 0,03 |              |
|   |                   |  |          |            |         |              |
|   |                   |  |          |            |         |              |
| Subtotal materiales                         |                   |  |          |            |         | \$ 1,10      |
| 4. TRANSPORTE                               |                   |  |          |            |         |              |
| DESCRIPCION                                 |                   | UNIDAD   | CANTIDAD | TARIFA     | COSTO   |              |
|   |                   |  |          |            |         |              |
| Subtotal transporte                         |                   |  |          |            |         | \$ -         |
|   |                   | TOTAL COSTO DIRECTOS   |          |            |         | \$ 4,96      |
|   |                   | INDIRECTOS 20%   |          |            |         | 0,992        |
|   |                   | UTILIDAD%  |          |            |         | 0,000        |
|   |                   | COSTO TOTAL DEL RUBRO  |          |            |         | 5,955        |
|   |                   | VALOR OFERTADO   |          |            |         | \$ 5,95      |



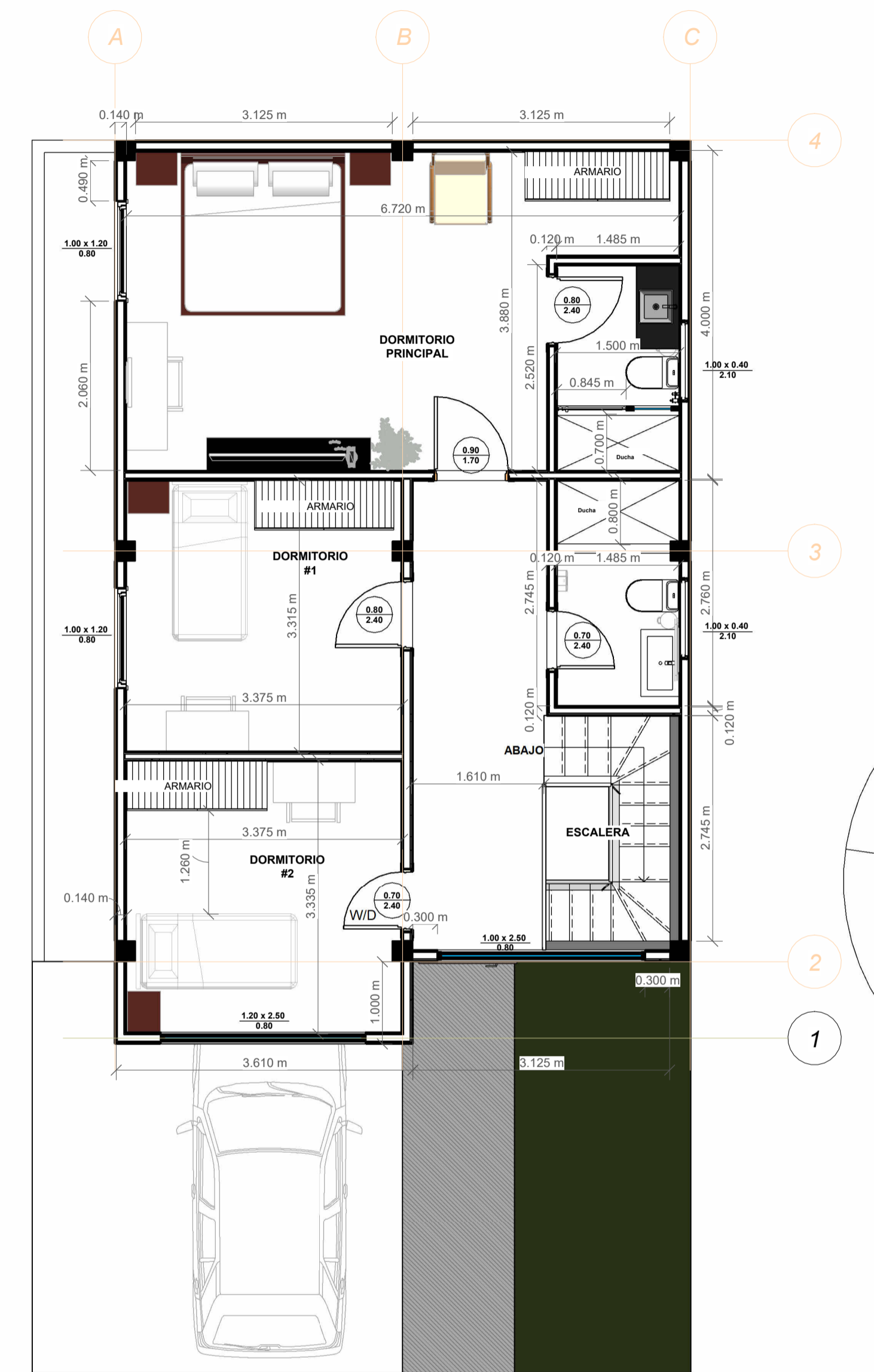
|                                      |  |                       |                 |                   |                     |              |
|--------------------------------------|--|-----------------------|-----------------|-------------------|---------------------|--------------|
| <b>PROYECTO:</b>                     | Diseño estructural de una vivienda unifamiliar ubicada en el Km 22 vía a Daule |                       |                 |                   |                     |              |
| <b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b> |  |                       |                 |                   |                     |              |
| <b>No. Cap</b>                       | <b>CAPÍTULO</b>  |                       |                 |                   | <b>RENDIM (H/U)</b> |              |
| 5                                    | MAMPOSTERÍA  |                       |                 |                   | 0,4                 |              |
| <b>ITEM</b>                          | <b>RUBRO</b>   |                       |                 |                   | <b>UNIDAD</b>       |              |
| 5.5                                  | Empaste y Pintura exterior   |                       |                 |                   | m2                  |              |
| <b>1. EQUIPOS</b>                    |  |                       |                 |                   |                     |              |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>                   |  | <b>CANTIDAD</b>       | <b>TARIFA</b>   | <b>COS.HORA</b>   | <b>RENDIM</b>       | <b>COSTO</b> |
| Herramienta menor (5% M.O)           |  | 1                     | 0               | 0                 | 0,4                 | \$ -         |
| Andamios                             |  | 1                     | 1               | 1                 | 0,4                 | \$ 0,40      |
|                                      |  |                       |                 |                   |                     |              |
|                                      |  |                       |                 |                   |                     |              |
| Subtotal equipos                     |  |                       |                 |                   | \$                  | 0,40         |
| <b>2. MANO DE OBRA</b>               |  |                       |                 |                   |                     |              |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>                   |  | <b>CANTIDAD</b>       | <b>TARIFA</b>   | <b>COS.HORA</b>   | <b>RENDIM</b>       | <b>COSTO</b> |
| Peón                                 |  | 1,00                  | 2,75            | 2,750             | 0,400               | \$ 1,10      |
| Pintor                               |  | 1,00                  | 4,09            | 4,090             | 0,400               | \$ 1,64      |
| Albañil                              |  | 1,00                  | 4,09            | 4,090             | 0,400               | \$ 1,64      |
|                                      |  |                       |                 |                   |                     |              |
| Subtotal mano de obra                |  |                       |                 |                   | \$                  | 4,37         |
| <b>3. MATERIALES</b>                 |  |                       |                 |                   |                     |              |
| <b>MATERIALES</b>                    |  | <b>UNIDAD</b>         | <b>CANTIDAD</b> | <b>PRE. UNIT.</b> | <b>COSTO</b>        |              |
| Empaste                              |  | kg                    | 0,07            | \$ 0,74           | \$ 0,05             |              |
| Pintura                              |  | galon                 | 0,04            | \$ 18,05          | \$ 0,72             |              |
| Lijas                                |  | u                     | 0,2             | \$ 1,12           | \$ 0,22             |              |
| Agua                                 |  | m3                    | 0,03            | \$ 1,00           | \$ 0,03             |              |
| Resina                               |  | galon                 | 0,07            | \$ 12,35          | \$ 0,86             |              |
|                                      |  |                       |                 |                   |                     |              |
| Subtotal materiales                  |  |                       |                 |                   | \$                  | 1,89         |
| <b>4. TRANSPORTE</b>                 |  |                       |                 |                   |                     |              |
| <b>DESCRIPCION</b>                   |  | <b>UNIDAD</b>         | <b>CANTIDAD</b> | <b>TARIFA</b>     | <b>COSTO</b>        |              |
|                                      |  |                       |                 |                   |                     |              |
| Subtotal transporte                  |  |                       |                 |                   | \$                  | -            |
|                                      |  | TOTAL COSTO DIRECTOS  |                 |                   | \$ 6,66             |              |
|                                      |  | INDIRECTOS            |                 |                   | 20%                 | 1,333        |
|                                      |  | UTILIDAD%             |                 |                   | 0,000               |              |
|                                      |  | COSTO TOTAL DEL RUBRO |                 |                   | 7,997               |              |
|                                      |  | VALOR OFERTADO        |                 |                   | \$ 8,00             |              |

|   |  |                 |                       |                 |                     |              |
|---|--|-----------------|-----------------------|-----------------|---------------------|--------------|
| <b>PROYECTO:</b>                            | Diseño estructural de una vivienda unifamiliar ubicada en el Km 22 vía a Daule |                 |                       |                 |                     |              |
| <b>ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>        |  |                 |                       |                 |                     |              |
| <b>No. Cap</b>                              | <b>CAPÍTULO</b>  |                 |                       |                 | <b>RENDIM (H/U)</b> |              |
| 6   | ADICIONALES DE OBRA  |                 |                       |                 | 0,32                |              |
| <b>ITEM</b>                                 | <b>RUBRO</b>   |                 |                       |                 | <b>UNIDAD</b>       |              |
| 6.1   | Limpieza general una vez finalizada la obra                                    |                 |                       |                 | m2                  |              |
| <b>1. EQUIPOS</b>                           |  |                 |                       |                 |                     |              |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>                          |  | <b>CANTIDAD</b> | <b>TARIFA</b>         | <b>COS.HORA</b> | <b>RENDIM</b>       | <b>COSTO</b> |
| Herramienta menor (5% M.O)                  |  | 1               | 0                     | 0               | 0,32                | \$ 0,03      |
|   |  |                 |                       |                 |                     |              |
|   |  |                 |                       |                 |                     |              |
|   |  |                 |                       |                 |                     |              |
| Subtotal equipos                            |  |                 |                       |                 | \$ 0,03             |              |
| <b>2. MANO DE OBRA</b>                      |  |                 |                       |                 |                     |              |
| <b>DESCRIPCIÓN</b>                          |  | <b>CANTIDAD</b> | <b>TARIFA</b>         | <b>COS.HORA</b> | <b>RENDIM</b>       | <b>COSTO</b> |
| Peón  |  | 0,64            | 2,75                  | 1,760           | 0,320               | \$ 0,56      |
| Maestro mayor en ejecución de obras civiles |  | 0,03            | 4,53                  | 0,136           | 0,320               | \$ 0,04      |
| Albañil                                     |  | 0,03            | 4,09                  | 0,123           | 0,320               | \$ 0,04      |
|   |  |                 |                       |                 |                     |              |
| Subtotal mano de obra                       |  |                 |                       |                 | \$ 0,65             |              |
| <b>3. MATERIALES</b>                        |  |                 |                       |                 |                     |              |
| <b>MATERIALES</b>                           |  |                 | <b>UNIDAD</b>         | <b>CANTIDAD</b> | <b>PRE. UNIT.</b>   | <b>COSTO</b> |
|   |  |                 |                       |                 |                     |              |
|   |  |                 |                       |                 |                     |              |
|   |  |                 |                       |                 |                     |              |
|   |  |                 |                       |                 |                     |              |
| Subtotal materiales                         |  |                 |                       |                 | \$ -                |              |
| <b>4. TRANSPORTE</b>                        |  |                 |                       |                 |                     |              |
| <b>DESCRIPCION</b>                          |  |                 | <b>UNIDAD</b>         | <b>CANTIDAD</b> | <b>TARIFA</b>       | <b>COSTO</b> |
|   |  |                 |                       |                 |                     |              |
| Subtotal transporte                         |  |                 |                       |                 | \$ -                |              |
|   |  |                 | TOTAL COSTO DIRECTOS  |                 | \$ 0,68             |              |
|   |  |                 | INDIRECTOS 20%        |                 | 0,135               |              |
|   |  |                 | UTILIDAD%             |                 | 0,000               |              |
|   |  |                 | COSTO TOTAL DEL RUBRO |                 | 0,811               |              |
|   |  |                 | VALOR OFERTADO        |                 | \$ 0,81             |              |

## PLANOS

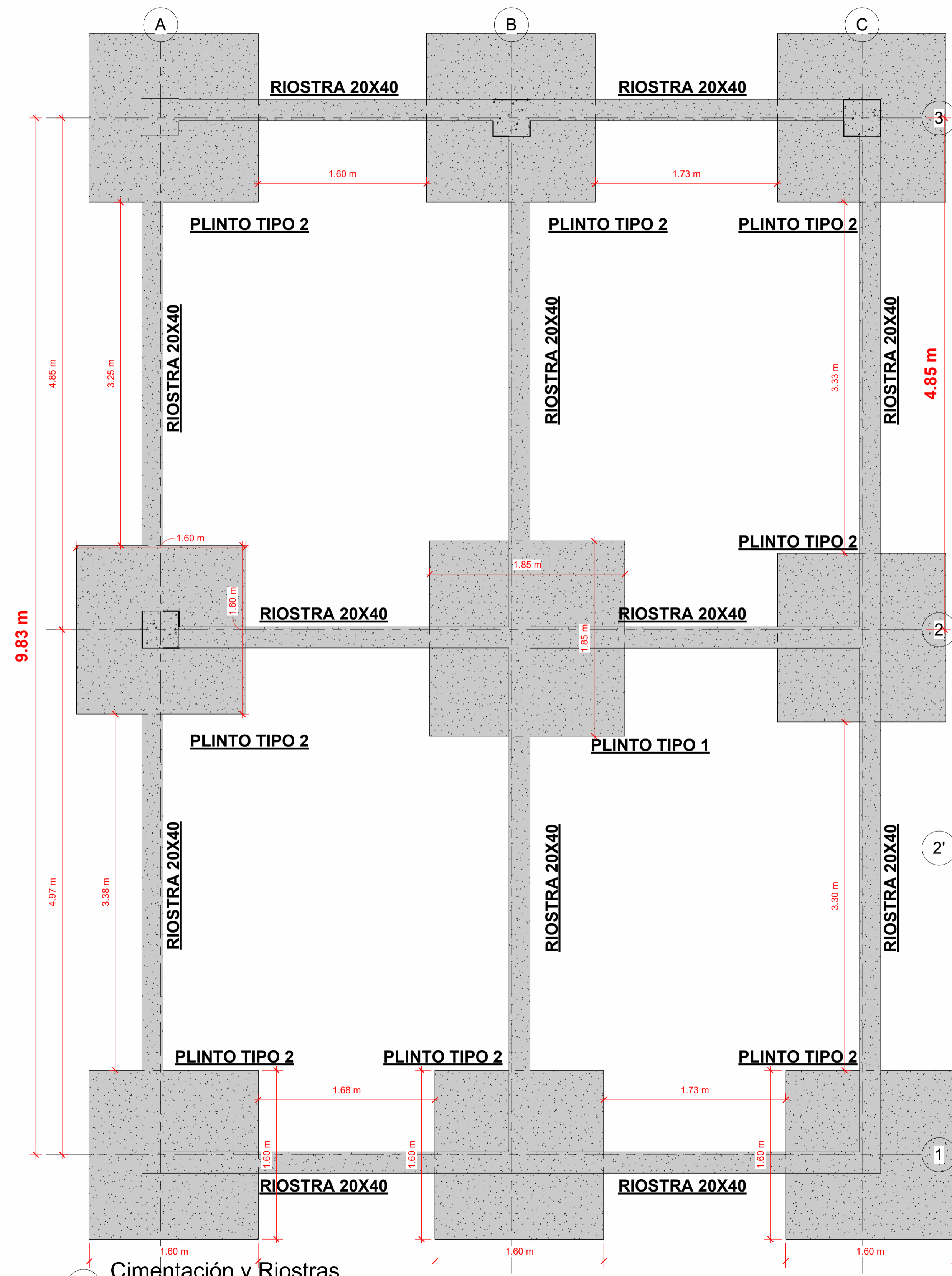


Plano de Planta Baja - Vivienda Unifamiliar  
Escala 1:50

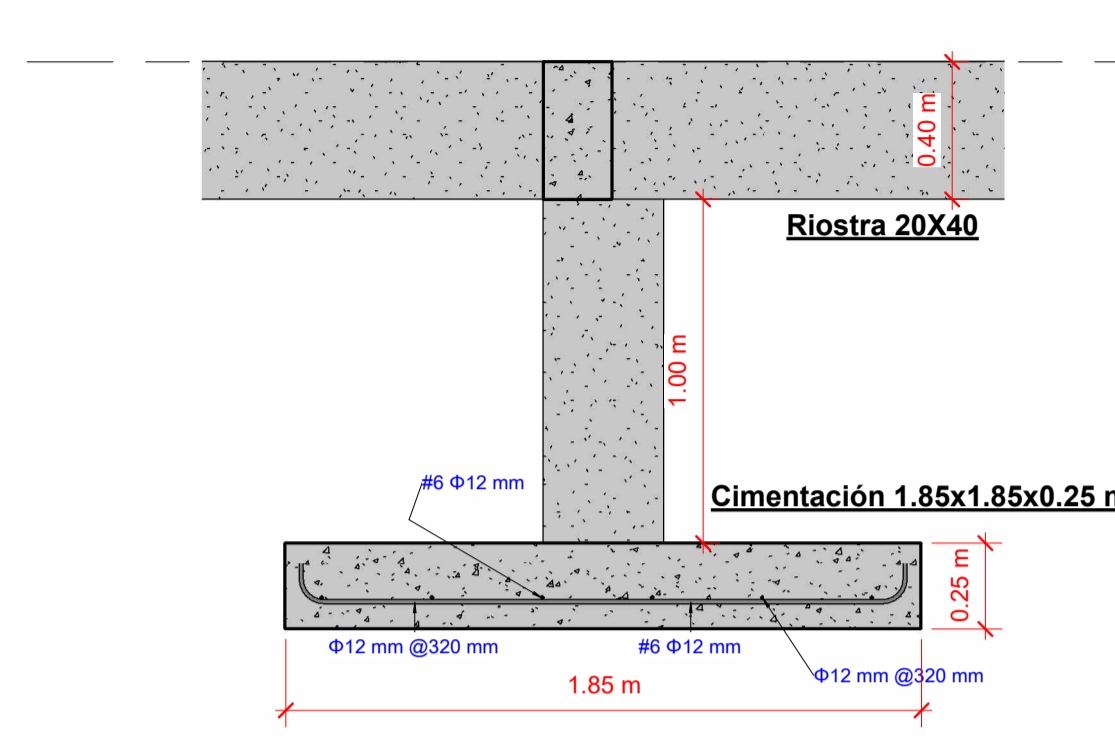


Plano de Primer Piso - Vivienda Unifamiliar  
Escala 1:50

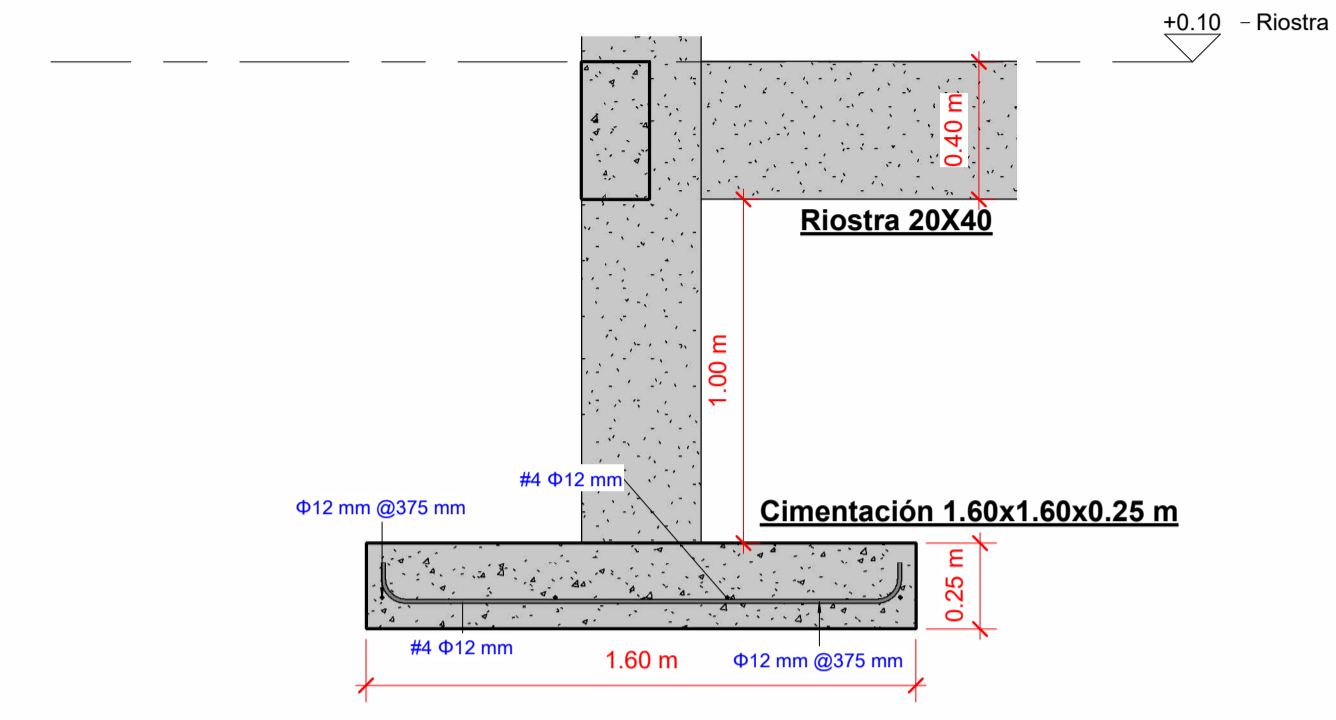
|  |                               |  |         |
|--|-------------------------------|--|---------|
| <b>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL</b><br>FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA |                               |  |         |
| PROYECTO:  |                               | Diseño estructural de una vivienda unifamiliar ubicada en el Km 22 vía a Daule |         |
| CONTENIDO:   |                               | PLANOS DE PLANTA - PB Y P1   |         |
| Coordinador de Ingeniería Civil:   | Estudiante:                   | Fecha de Entrega:  |         |
| Ing. Paulina Vilela  | Mell Verónica Barzola Limones | 16 de enero, 2020  |         |
| Tutor de Tesis:  |                               | Lamina:  | Escala: |
| Ing David Valverde   |                               | ARQ - 001  | 1:50    |



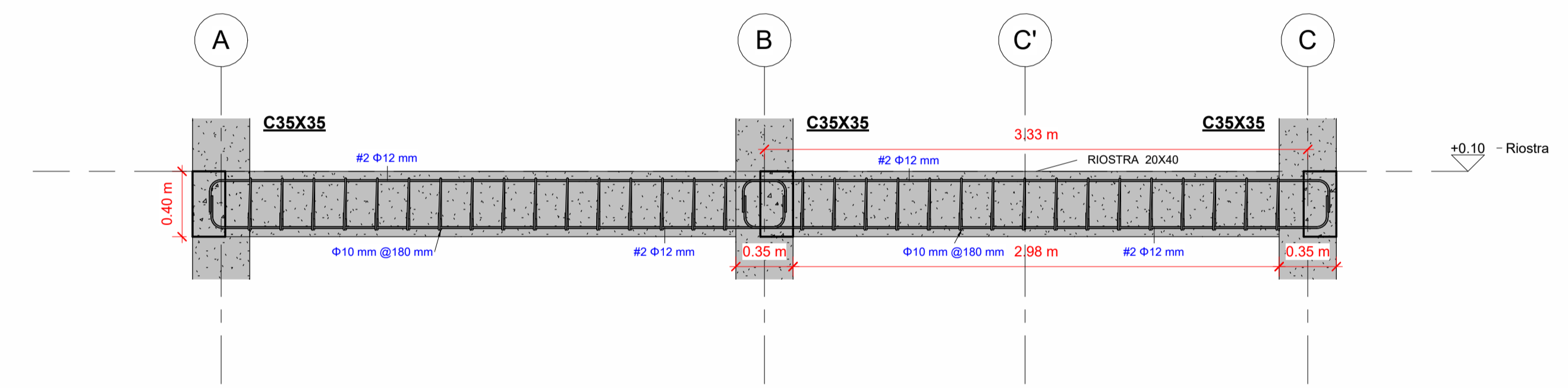
1 Cimentación y Riostras  
1 : 25



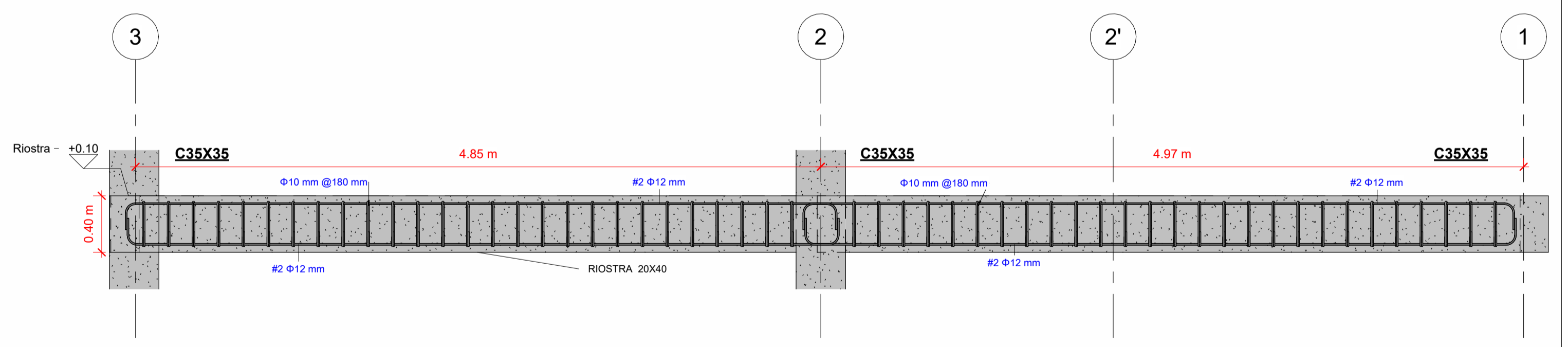
2 Detalle Cimentación Tipo 1  
1 : 20



3 Detalle Cimentación Tipo 2  
1 : 20

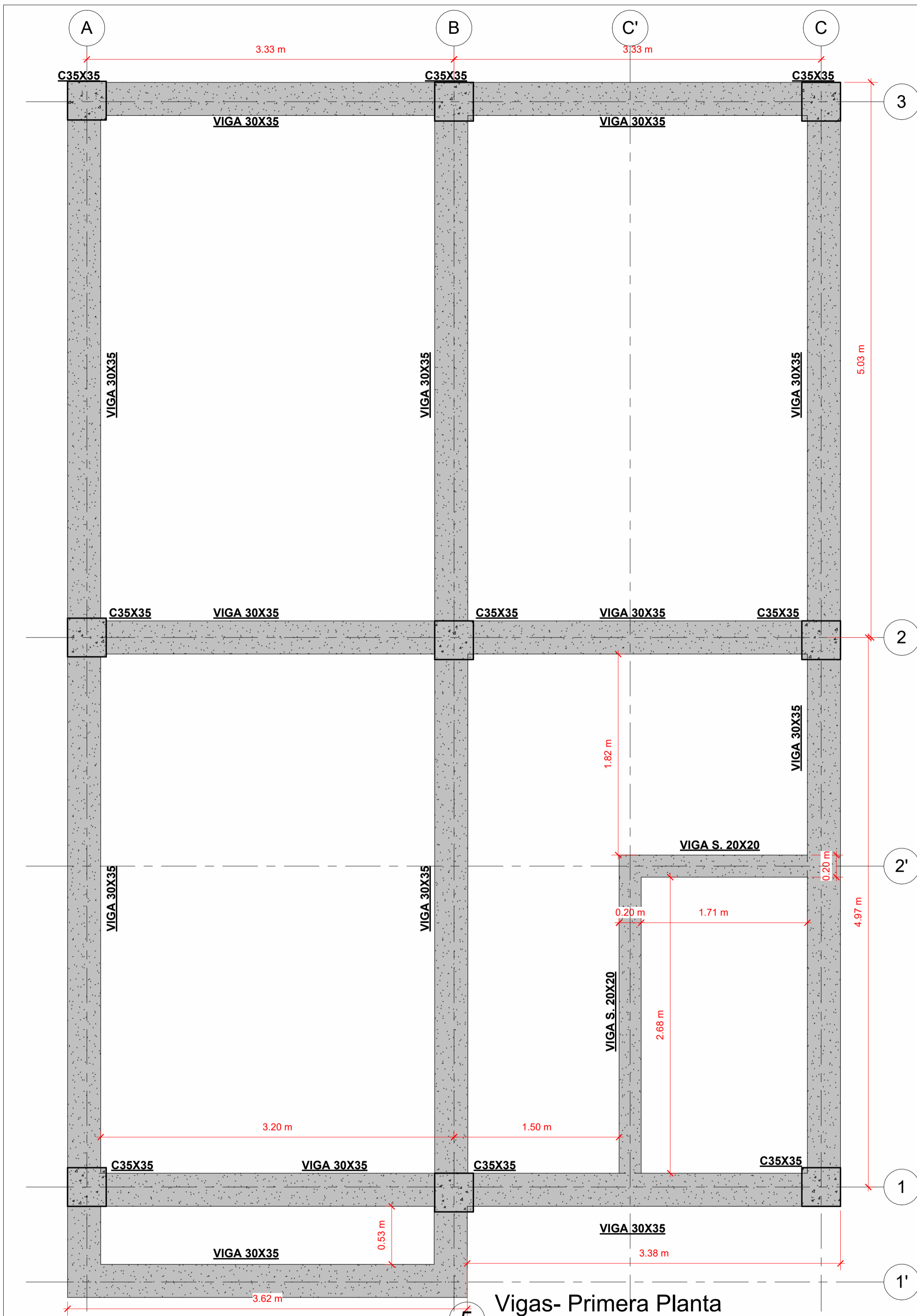


4 Eje 1,2,3 Riostra  
1 : 25

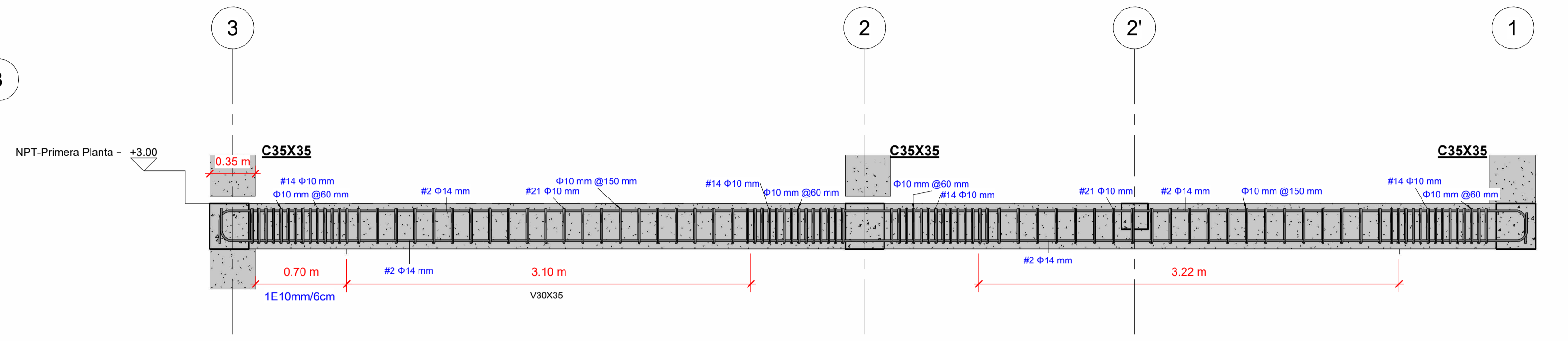


5 Eje A,B,C Riostra  
1 : 25

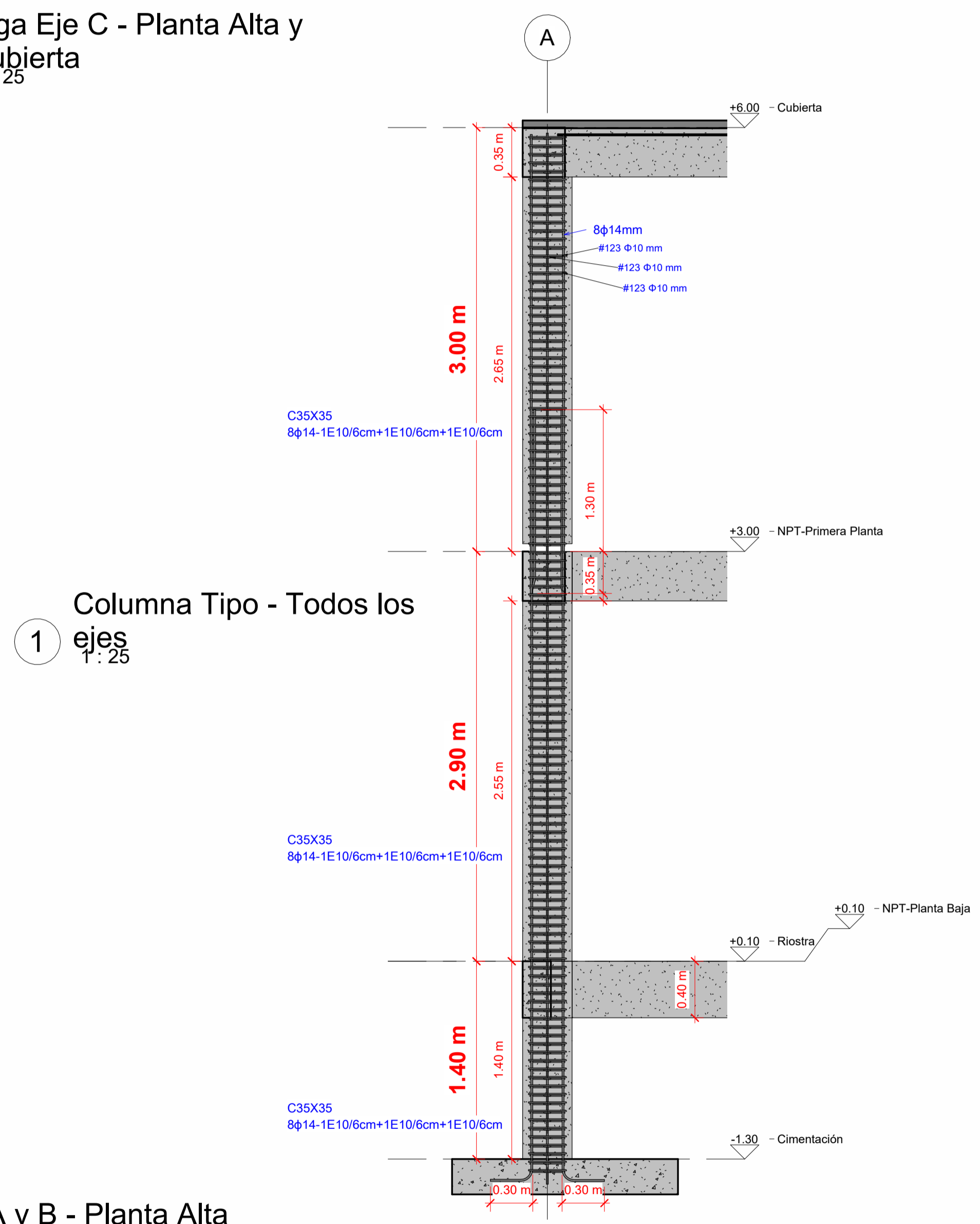
|  |                               |   |               |
|--|-------------------------------|---|---------------|
| <b>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL</b><br>FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA |                               |   |               |
| PROYECTO:  |                               | Diseño estructural de una vivienda unifamiliar ubicada en el Km 22 vía a Daule. |               |
| CONTENIDO:   |                               | CIMENTACIÓN Y RIOSTRA   |               |
| Coordinador de Ingeniería Civil:   | Estudiante:                   | Fecha de Entrega:   |               |
| Ing. Paulina Vilela  | Mell Veronica Barzola Limones | 16 de enero, 2020   |               |
| Tutor de Tesis:  |                               | Lamina:   | Escala:       |
| Ing. David Valverde  |                               | EST-001   | Especificador |



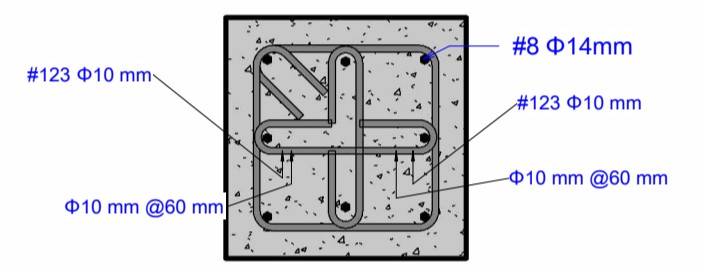
5 Vigas- Primera Planta  
1 : 25



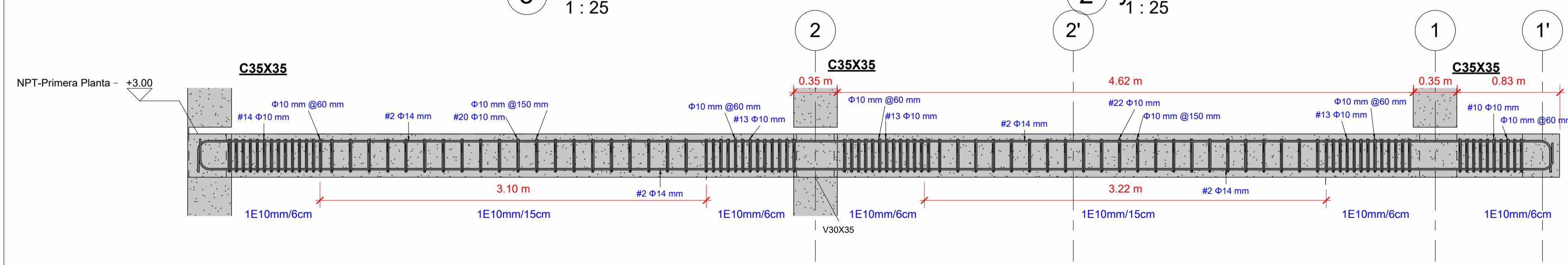
3 Viga Eje C - Planta Alta y Cubierta  
1 : 25



1 Columna Tipo - Todos los ejes  
1 : 25

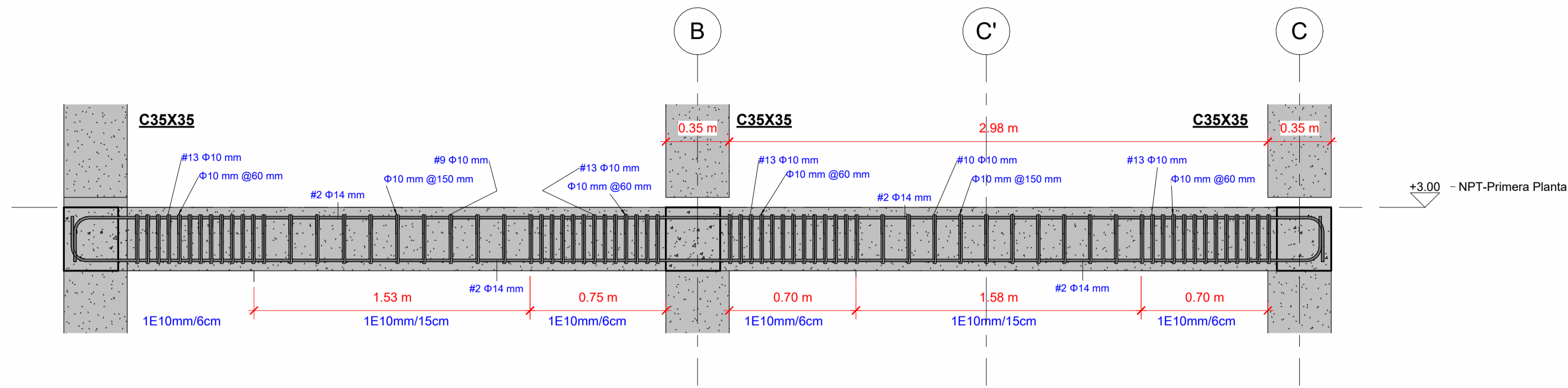


4 Transversal Columna  
1 : 10

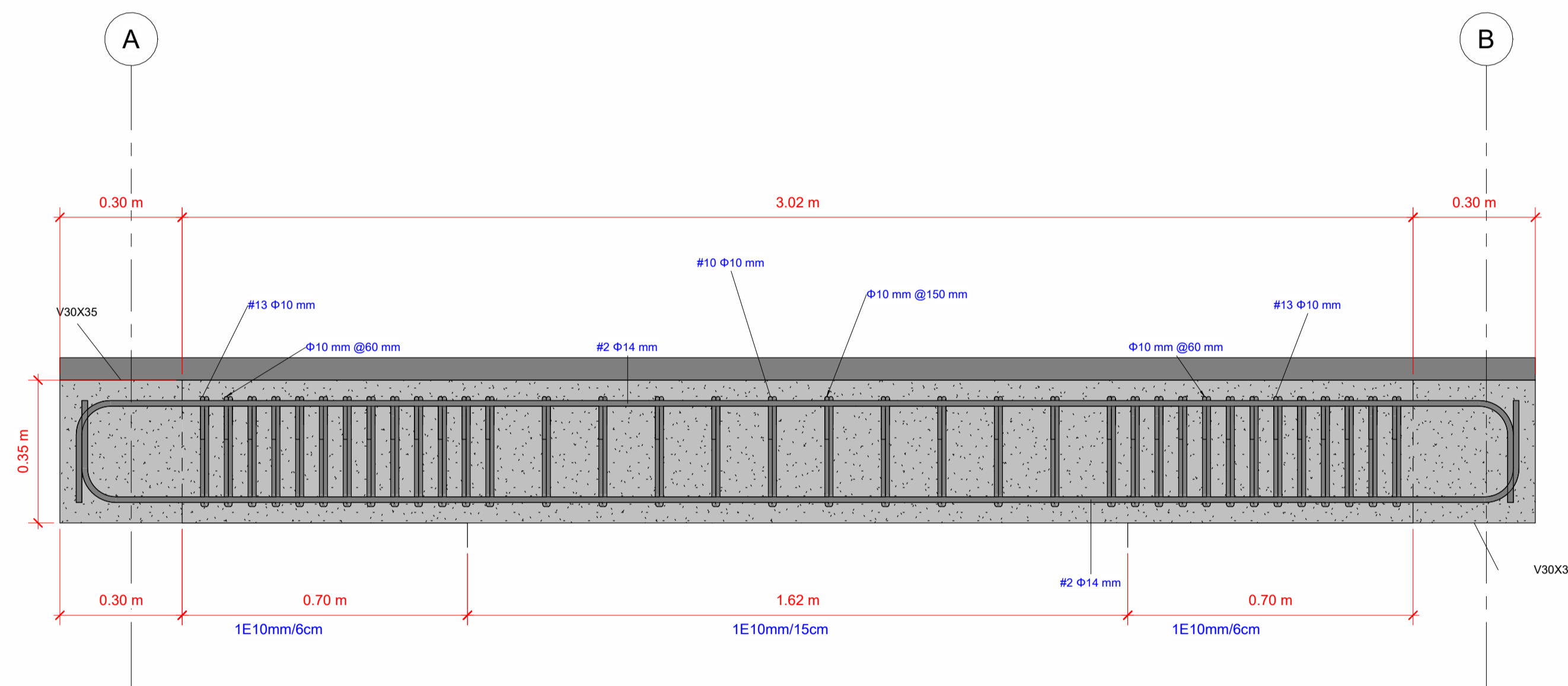


2 Viga Eje A y B - Planta Alta y Cubierta  
1 : 25

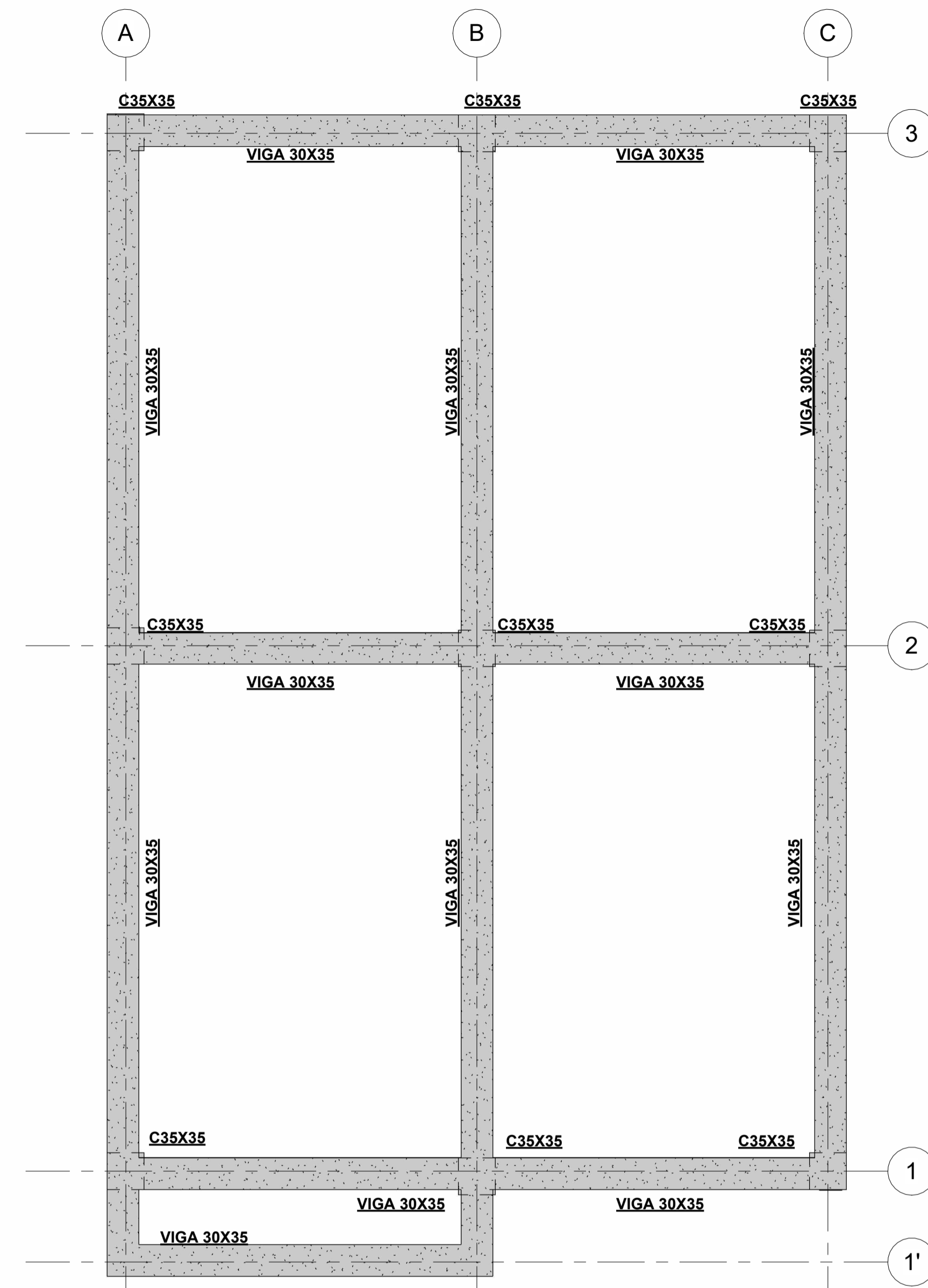
|  |                               |   |  |
|--|-------------------------------|---|--|
| <b>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL</b><br>FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA |                               |   |  |
| PROYECTO:  |                               | Diseño estructural de una vivienda unifamiliar ubicada en el Km 22 vía a Daule. |  |
| CONTENIDO:   |                               | COLUMNAS Y VIGAS PLANTA ALTA-CUBIERTA   |  |
| Coordinador de Ingeniería Civil:   | Estudiante:                   | Fecha de Entrega:   |  |
| Ing. Paulina Vilela  | Mell Veronica Barzola Limones | 16 de enero, 2020   |  |
| Tutor de Tesis:  | Escala:                       |   |  |
| Ing. David Valverde  | Especificaciones              |   |  |



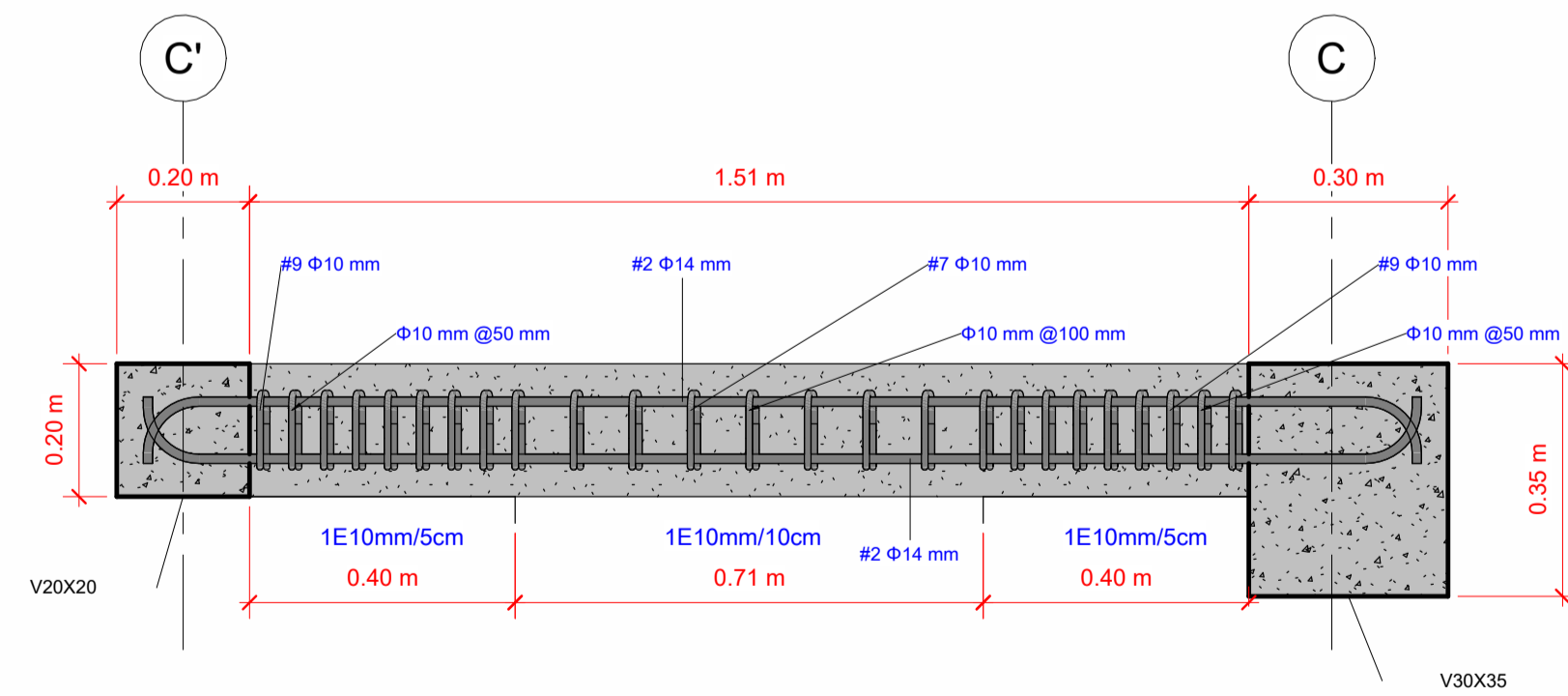
1 Viga Eje 1,2,3 - Planta Alta y Cubierta  
1:20



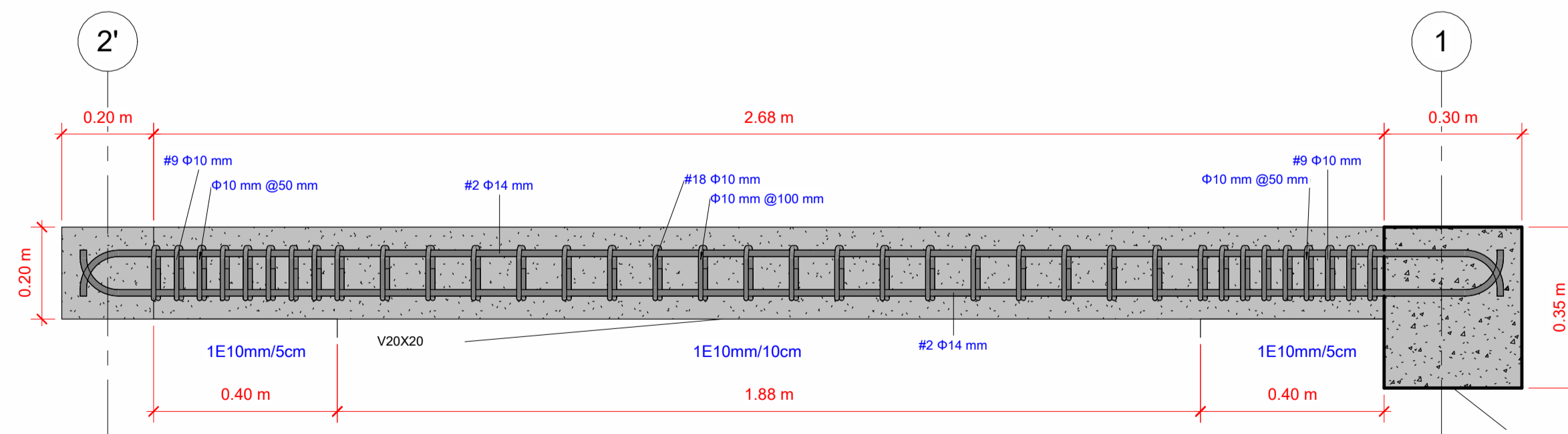
2 Viga Eje 1' - Planta Alta y Cubierta  
1:10



4 Vigas- Cubierta  
1:35

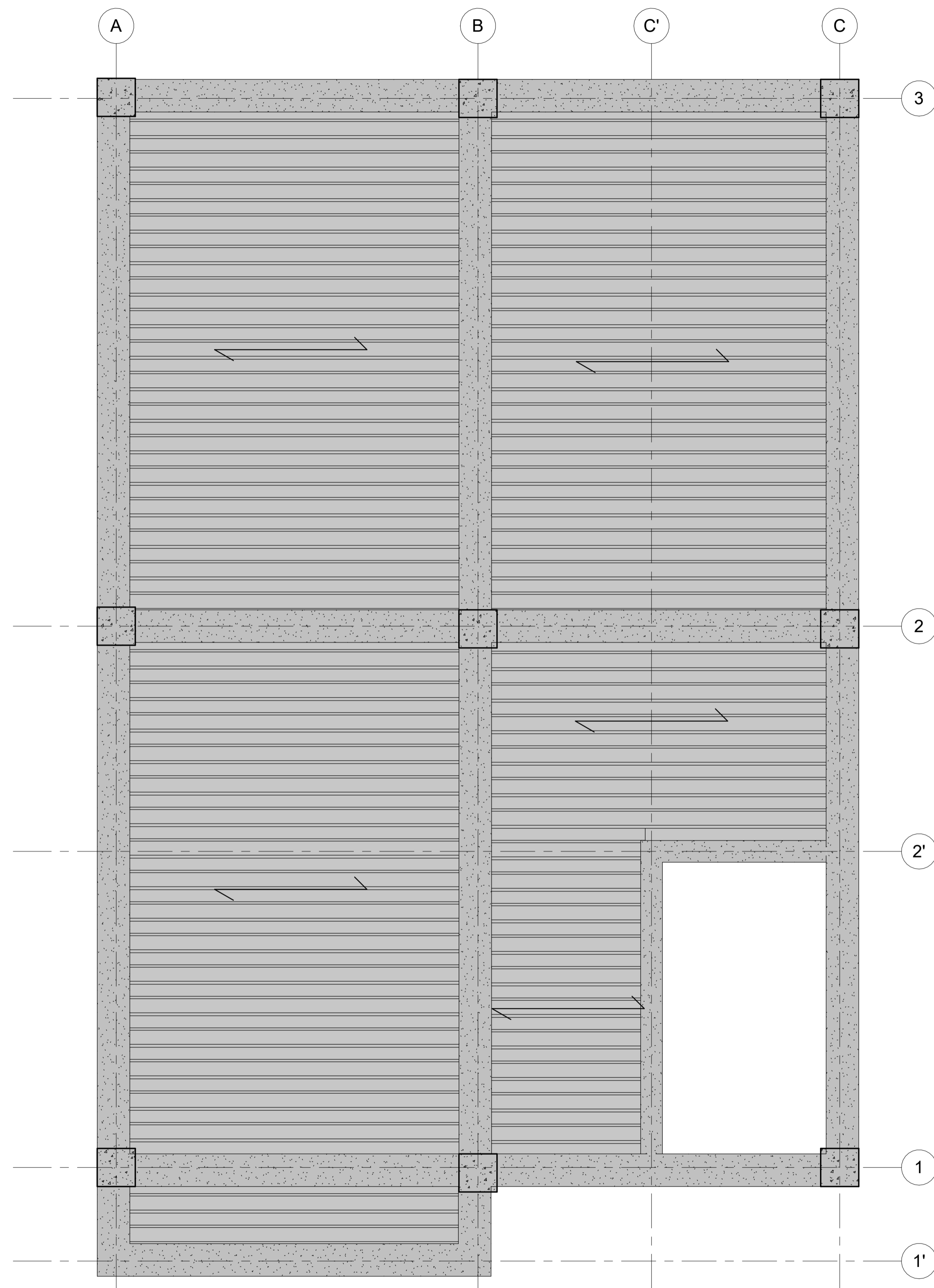


3 Viga Eje 2' - Planta Alta  
1:10

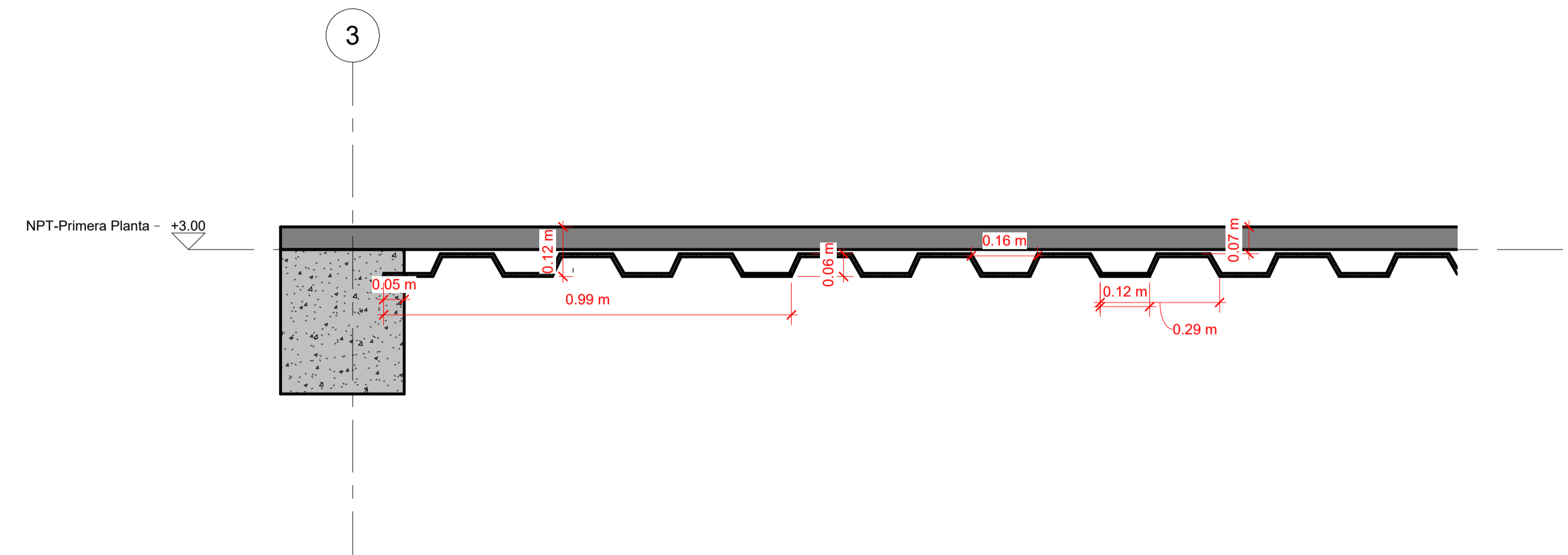


5 Viga Eje C' - Planta Alta  
1:10

|  |   |                   |         |
|--|---|-------------------|---------|
| <b>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL</b><br>FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA |   |                   |         |
| PROYECTO:  | Diseño estructural de una vivienda unifamiliar ubicada en el Km 22 vía a Daule. |                   |         |
| CONTENIDO:   | COLUMNAS Y VIGAS PLANTA ALTA-CUBIERTA   |                   |         |
| Coordinador de Ingeniería Civil:   | Estudiante:   | Fecha de Entrega: |         |
| Ing. Paulina Vilela  | Mell Veronica Barzola Limones   | 16 de enero, 2020 |         |
| Tutor de Tesis:  | Escala:   |                   | Lamina: |
| Ing. David Valverde  | Especificaciones  |                   | EST-003 |



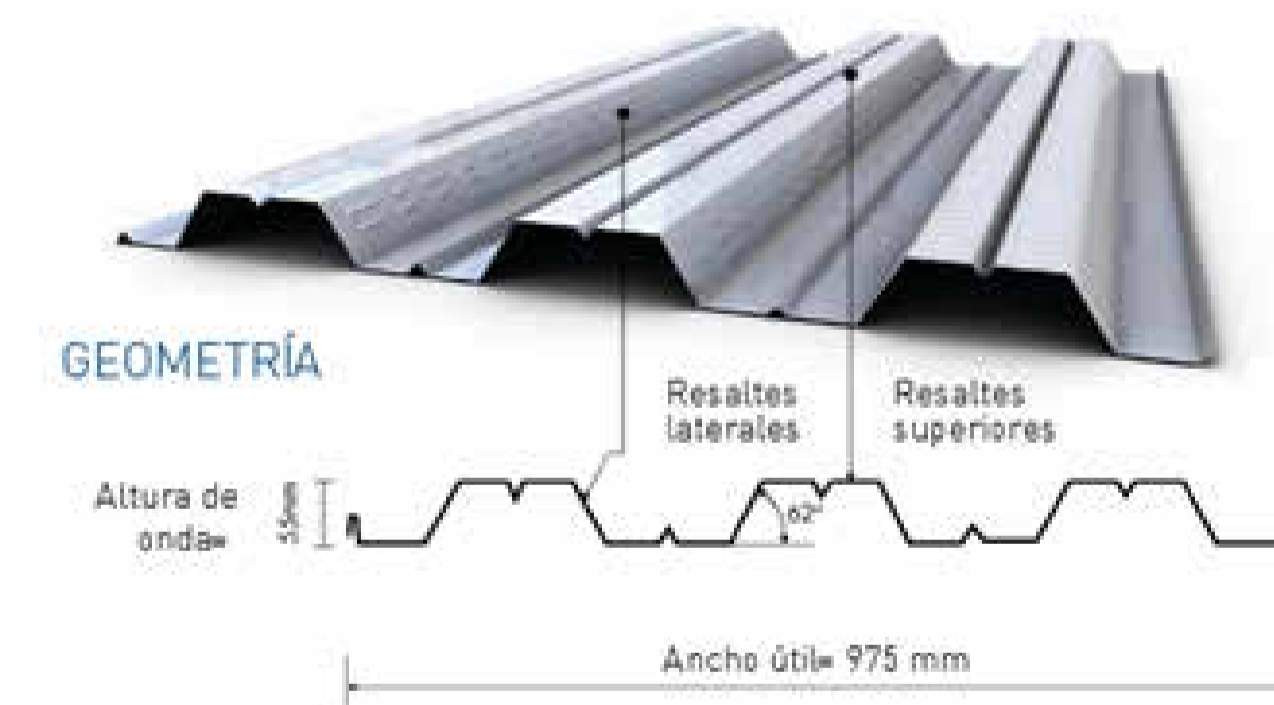
1 Primera Planta-Deck  
1 : 25



2 Detalle Novalosa 5.5cm  
1 : 10

### Novalosa 55

| Material                             | Hormigón 210 |   |
|--------------------------------------|--------------|---|
| Material del deck                    | Acero 4200   |   |
| Espesor de la losa, tc               | 0.050        | m |
| Altura de la nervadura, hr           | 0.055        | m |
| Ancho superior de la nervadura, wrt  | 0.160        | m |
| Ancho inferior de la nervadura, wrb  | 0.120        | m |
| Separación entre nervaduras, sr      | 0.290        | m |
| Espesor efectivo a cortante del deck | 0.0076       | m |



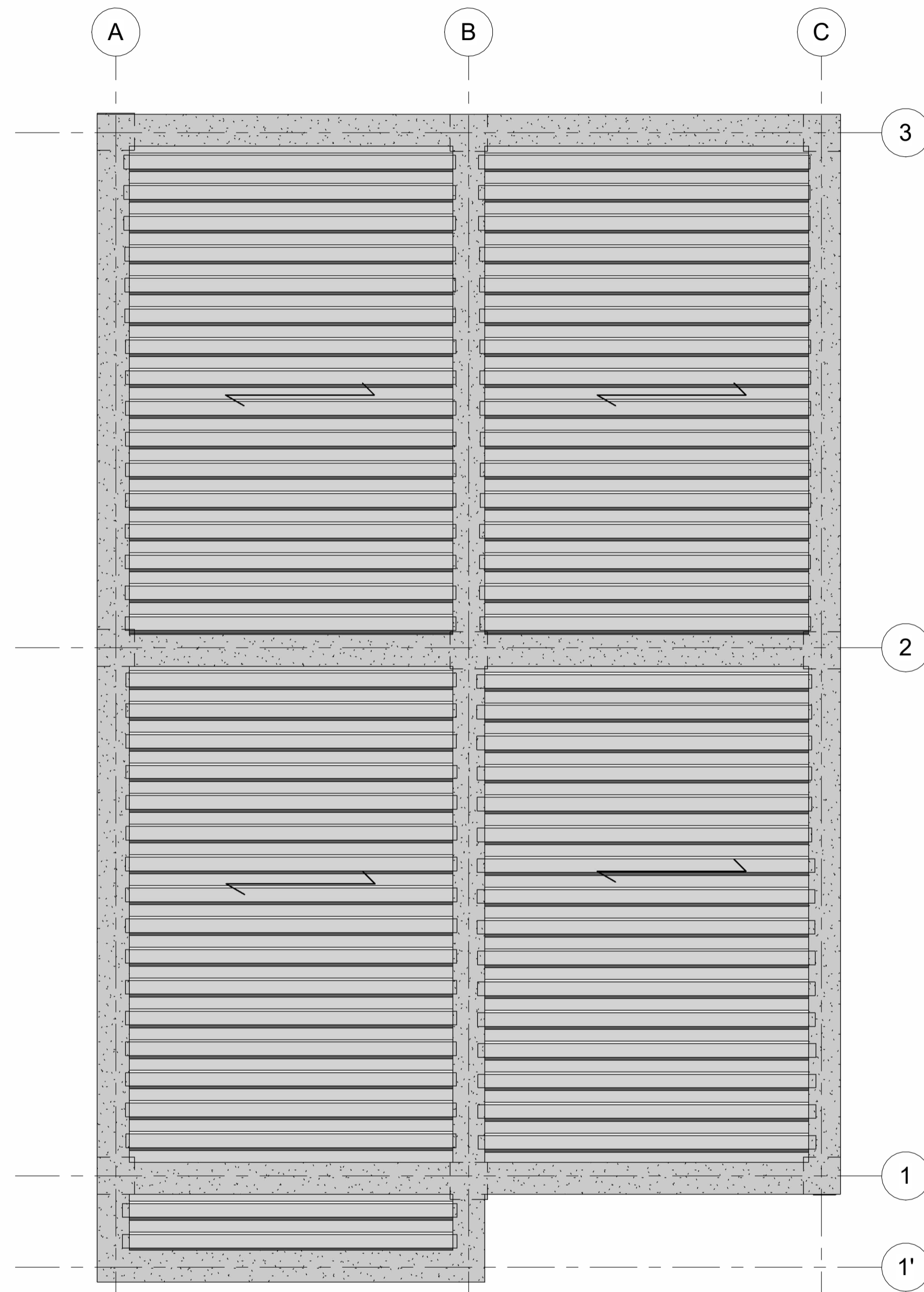
### GEOMETRÍA

Altura de onda

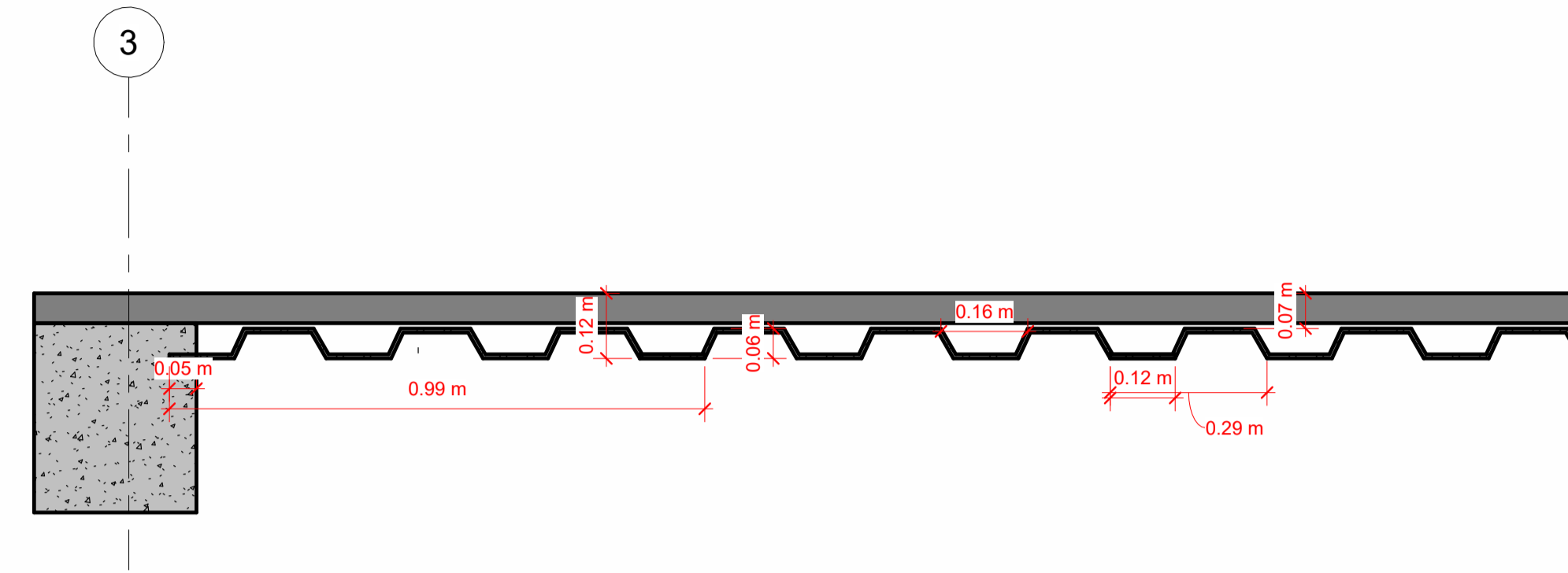


Ancho útil = 975 mm

| ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL<br>FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA |   |                   |                  |
|---|---|-------------------|------------------|
| PROYECTO:   | Diseño estructural de una vivienda unifamiliar ubicada en el Km 22 vía a Daule. |                   |                  |
| CONTENIDO:  | LOSA- STEEL DECK- PRIMERA PLANTA  |                   |                  |
| Coordinador de Ingeniería Civil:  | Estudiante:   | Fecha de Entrega: |                  |
| Ing. Paulina Vilela   | Mell Veronica Barzola Limones   | 16 de enero, 2020 |                  |
| Tutor de Tesis:   |   | Lamina:           | Escala:          |
| Ing. David Valverde   |   | EST-004           | Especificaciones |



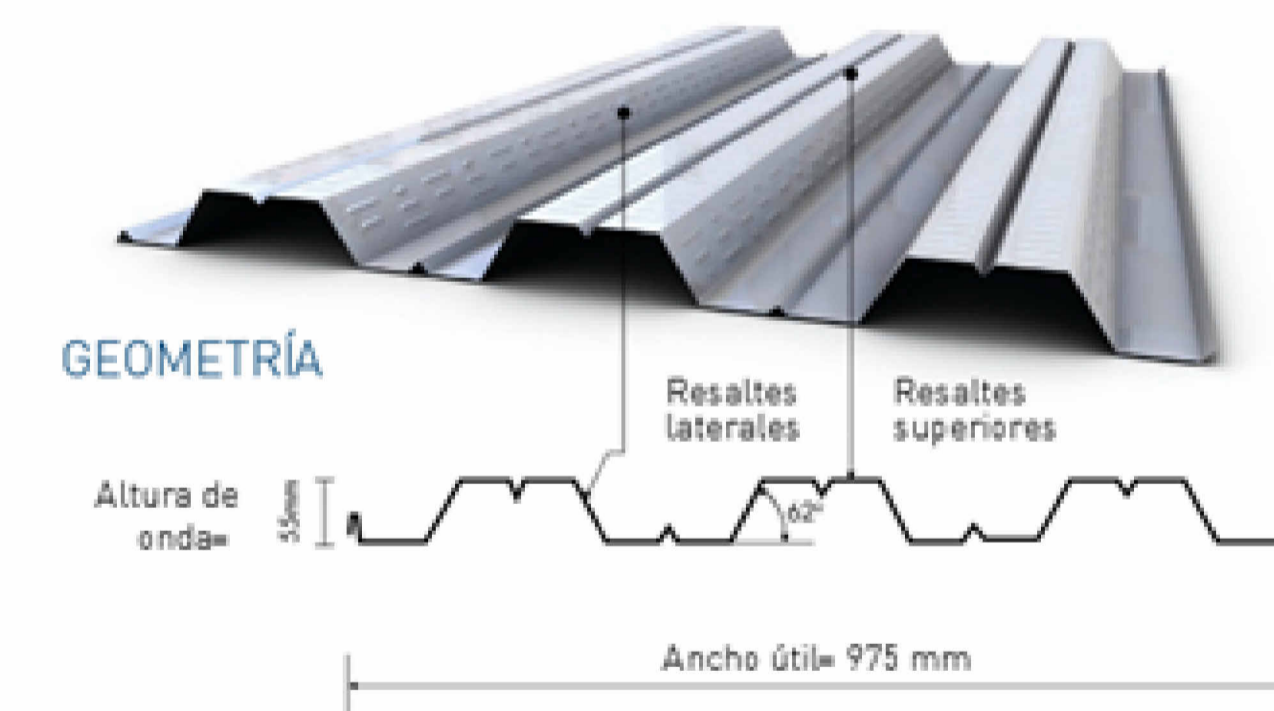
1 Cubierta-Deck  
1 : 35



2 Detalle Novalosa 5.5cm  
Cubierta  
1 : 10

### Novalosa 55

| Material                             | Hormigón 210 |   |
|--------------------------------------|--------------|---|
| Material del deck                    | Acero 4200   |   |
| Espesor de la losa, tc               | 0.050        | m |
| Altura de la nervadura, hr           | 0.055        | m |
| Ancho superior de la nervadura, wrt  | 0.160        | m |
| Ancho inferior de la nervadura, wrb  | 0.120        | m |
| Separación entre nervaduras, sr      | 0.290        | m |
| Espesor efectivo a cortante del deck | 0.0076       | m |

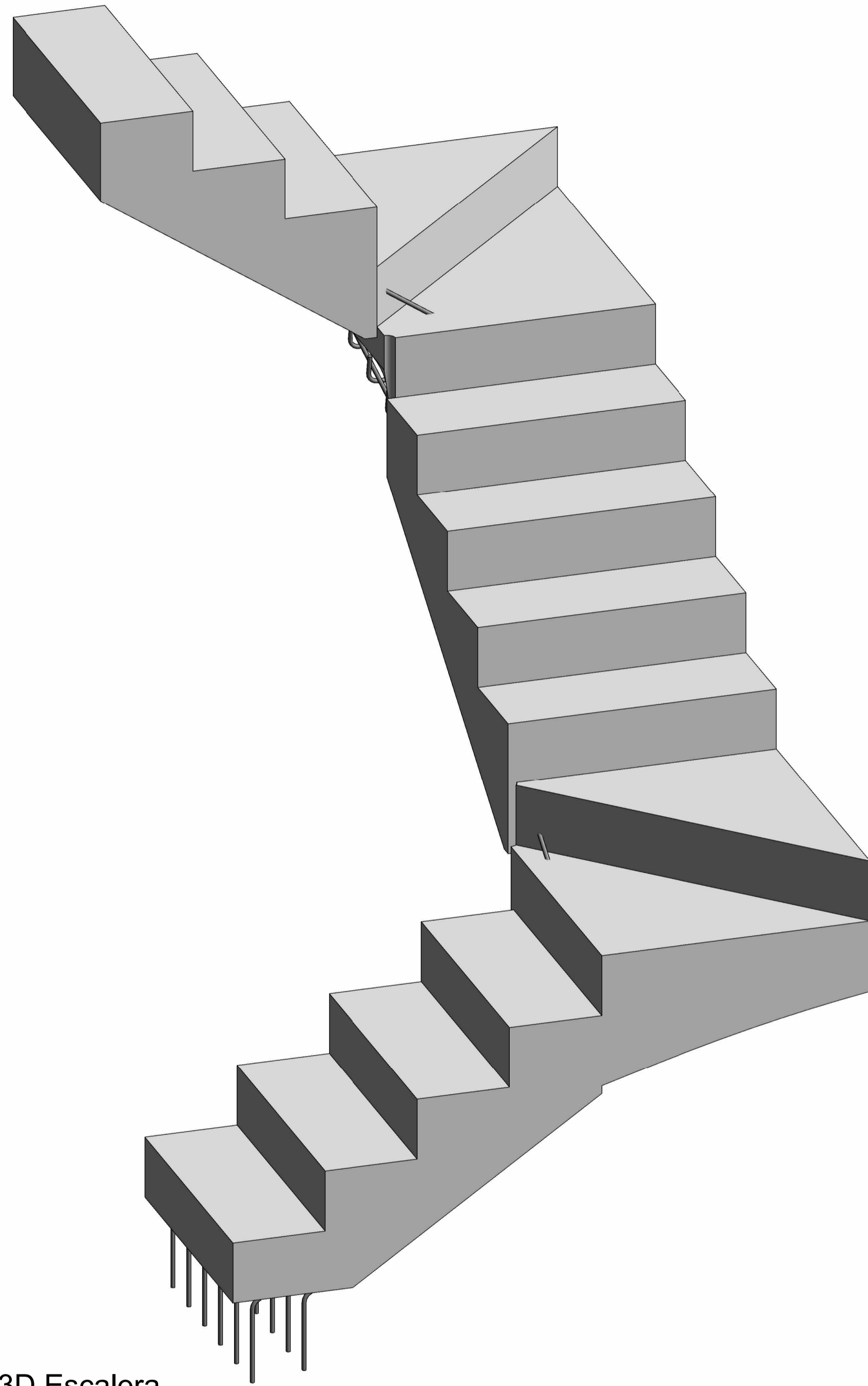


ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

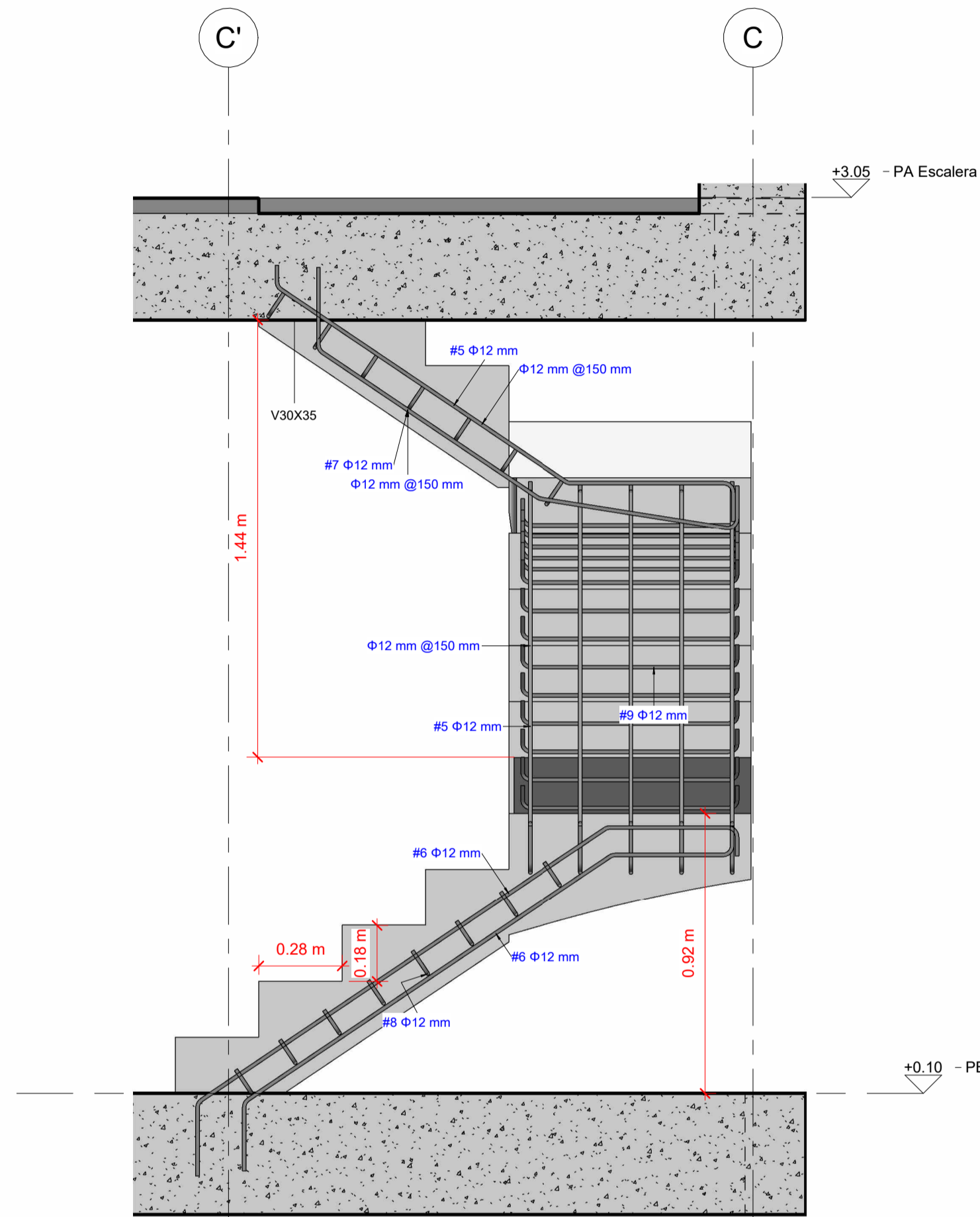
PROYECTO: Diseño estructural de una vivienda unifamiliar ubicada en el Km 22 vía a Daule.

CONTENIDO: LOSA- STEEL DECK- CUBIERTA

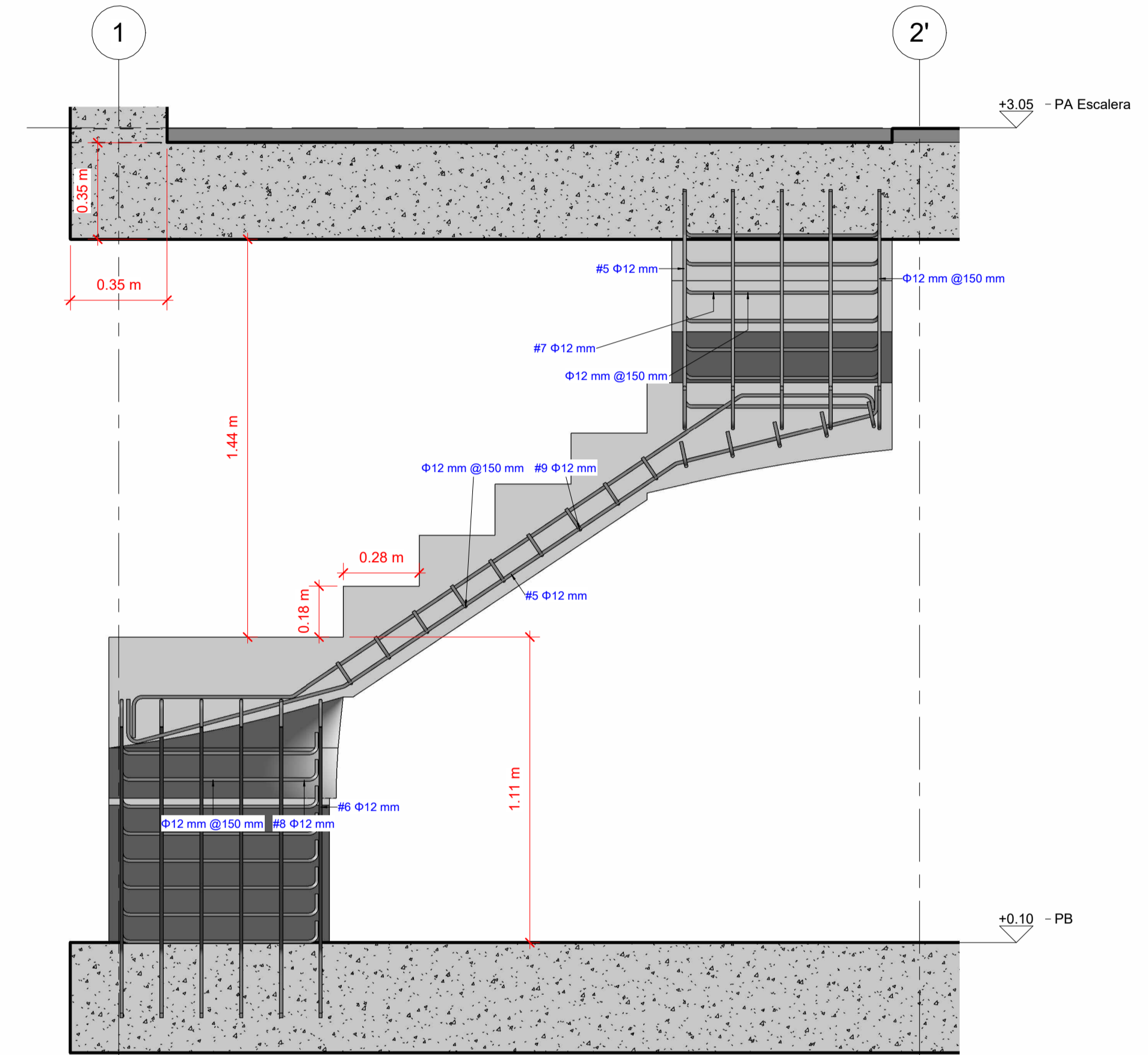
|   |  |  |
|---|--|--|
| Coordinador de Ingeniería Civil:<br>Ing. Paulina Vilela | Estudiante:<br>Mell Veronica Barzola Limones | Fecha de Entrega:<br>16 de enero, 2020 |
| Tutor de Tesis:<br>Ing. David Valverde                  | Lamina:<br>EST-005                           | Escala:<br>Especificaciones            |



1 3D Escalera



2 Sección 1  
1 : 15



3 Sección 3  
1 : 15

|  |                               |   |                  |
|--|-------------------------------|---|------------------|
| <b>ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL</b><br>FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA |                               |   |                  |
| PROYECTO:  |                               | Diseño estructural de una vivienda unifamiliar ubicada en el Km 22 vía a Daule. |                  |
| CONTENIDO:   |                               | Escalera  |                  |
| Coordinador de Ingeniería Civil:   | Estudiante:                   | Fecha de Entrega:   |                  |
| Ing. Paulina Vilela  | Mell Veronica Barzola Limones | 01 de enero, 2020   |                  |
| Tutor de Tesis:  |                               | Lamina:   | Escala:          |
| Ing. David Valverde  |                               | EST-007   | Especificaciones |