

Escuela Superior Politécnica del Litoral

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

Diseño estructural sismorresistente para un edificio de uso mixto en el Cantón El Triunfo.

INGE-2895

Proyecto Integrador

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero Civil

Presentado por:

Cristopher Jose Bustos Montero

Jorge Marcelo Ortiz Granda

Guayaquil - Ecuador

Año: 2025

Agradecimientos

Mi más sincero agradecimiento a mi familia, especialmente a mi mamá y abuela quienes me han apoyado desde el principio.

Agradezco a Dios que me ha permitido culminar mi carrera universitaria y me ha mantenido con salud durante mis estudios.

Agradezco a los docentes de la universidad, y a todos quienes pudieron hacer posible que se culmine el proyecto integrador. Gracias.

Atentamente, Cristopher Jose Bustos Montero.

Agradezco profundamente a mi familia por haberme brindado siempre su apoyo incondicional. En especial a mis padres, por ser un pilar fundamental en mi vida, y a mi hermana Diana, quien con su guía y presencia constante ha sido una figura de gran inspiración durante esta etapa. Extiendo también mi gratitud a mis compañeros, que se convirtieron en verdaderos amigos y compartieron conmigo largas jornadas de estudio y retos académicos, así como a mis profesores, quienes no solo transmitieron conocimientos sobre la carrera, sino también valiosas enseñanzas de vida. A todos y cada uno de ellos, gracias por dejar una huella imborrable en mi camino.

Atentamente,

Jorge Ortiz

Declaración Expresa

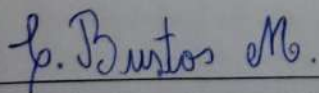
Nosotros Cristopher Jose Bustos Montero y Jorge Marcelo Ortiz Granda acordamos y reconocemos que:

La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá a los 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 de los autores.

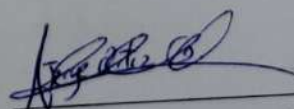
La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de nuestra innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique a los autores 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, 26 de mayo del 2025.



Cristopher Jose Bustos Montero



Jorge Marcelo Ortiz Granda

Evaluadores

MSc. Lenin Alexander Dender Aguilar

Profesor de Materia

PhD. Luis Alberto Sánchez Calderón

Tutor de proyecto

Resumen

El crecimiento poblacional en El Triunfo ha generado la necesidad de edificaciones seguras, funcionales y resilientes que contribuyan al desarrollo comercial y habitacional. Este proyecto tiene como objetivo el diseño estructural de un edificio de cinco plantas destinado a oficinas y departamentos en dicho cantón. La presente tesis recopila el proceso de diseño estructural, considerando la cimentación y los criterios sismorresistentes que garanticen la estabilidad del edificio. La propuesta se orienta a aportar al desarrollo urbano sostenible de la comunidad local.

Para el desarrollo de los diseños se realizaron estudios de suelo y ensayos de laboratorio geotécnicos que permitieron caracterizar el terreno y definir una cimentación adecuada. El sistema estructural seleccionado, mediante una evaluación de criterios, fue el de pórticos resistentes a momentos en hormigón armado. Los cálculos y verificaciones se efectuaron aplicando las normativas vigentes NEC-SE-HM y ACI 318S-14.

Finalmente, se obtuvieron diseños que cumplen con los estándares nacionales e internacionales de seguridad y calidad, consolidando una estructura confiable que responde a las exigencias técnicas y aporta al crecimiento ordenado del cantón El Triunfo.

Palabras clave: Hormigón armado, NEC, ACI 318, Análisis estructural.

Abstract

Population growth in El Triunfo has generated the need for safe, functional, and resilient buildings that contribute to commercial and residential development. This project aims to provide the structural design of a five-story office and apartment building in the canton. This thesis summarizes the structural design process, considering the foundation and earthquake-resistant criteria to ensure the building's stability. The proposal aims to contribute to the sustainable urban development of the local community.

To develop the designs, soil studies and geotechnical laboratory tests were conducted to characterize the terrain and define an appropriate foundation. The structural system selected, based on an evaluation of criteria, was reinforced concrete moment frames. Calculations and verifications were performed using current NEC-SE-HM and ACI 318S-14 standards.

Ultimately, designs were obtained that meet national and international safety and quality standards, consolidating a reliable structure that meets technical requirements and contributes to the orderly growth of the El Triunfo canton.

Keywords: Reinforced concrete, NEC, ACI 318, Structural analysis.

Índice General

Resumen	I
Abstract	II
Abreviaturas	VII
Simbología	VIII
ÍNDICE DE PLANOS	XIII
Capítulo 1	1
1. Introducción	2
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
Capítulo 2	8
2. MATERIALES Y MÉTODOS	9
2.1 Revisión de literatura.....	9
2.1.1 Generalidades del diseño estructural en edificaciones	10
2.1.2 Pórticos resistentes a momentos de hormigón armado en edificaciones	10
2.1.3 Normativas aplicables al diseño estructural	11
2.2 Área de estudio	12
2.3 Trabajo de campo y laboratorio.....	14
2.4 Análisis de datos: Generalidades (caracterización general) del suelo	14
2.5 Análisis de alternativas	15

2.5.1	Alternativa 1. Estructura Metálica	16
2.5.2	Alternativa 2. Estructura de Hormigón Armado	17
2.5.3	Alternativa 3. Estructuras Compuestas (Acero-Hormigón)	18
Capítulo 3		22
3.	DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES	23
3.1	Análisis y estudios preliminares	23
3.1.1	Ensayos geotécnicos de laboratorio	23
3.1.2	Definición de cargas.....	27
3.1.3	Combinaciones de cargas	29
3.1.4	Predimensionamiento de Vigas Principal	30
3.1.5	Predimensionamiento de Columnas	31
3.2	Diseño definitivo	32
3.2.1	Tipo de Suelo y Factor Z	32
3.2.2	Coeficientes del perfil de suelo Fa, Fd, y Fs	33
3.2.3	Diseño de vigas	37
3.2.4	Diseño de columnas	47
3.2.5	Diseño de losa nervada en una dirección	54
3.3	Revisión de la estabilidad de la estructura.....	61
3.3.1	Chequeo de derivas de entrepiso	61
3.3.2	Irregularidad torsional	62
3.3.3	Índice de estabilidad y efecto de segundo orden.....	63
3.4	Diseño de Cimentación.....	64
3.4.1	Presión de Contacto.....	66
3.4.2	Capacidad de Carga Última.....	67
3.4.3	Capacidad de Carga Admisible	70
3.4.4	Asentamiento Elástico.....	71

3.4.5	Asentamiento por Consolidación Primaria	73
3.4.6	Asentamientos Totales	76
3.4.7	Asentamiento Diferencial.....	77
3.4.8	Corte Unidireccional	78
3.4.9	Corte Bidireccional	79
3.4.10	Diseño del Acero de Refuerzo	82
3.4.11	Longitud de Desarrollo a Tracción.....	84
Capítulo 4		85
4.	ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL	86
4.1	Descripción del proyecto	86
4.2	Línea base ambiental	87
4.2.1	Medio Físico – Químico Inerte	87
4.2.2	Medio Físico-Biótico.....	89
4.2.3	Medio Humano.....	90
4.3	Actividades del proyecto	91
4.3.1	Fase de Construcción	91
4.3.2	Fase de Funcionamiento u Operación	91
4.3.3	Fase de Abandono o Cierre	91
4.4	Identificación de impactos ambientales.....	92
4.4.1	Fase de Construcción	93
4.4.2	Fase de Funcionamiento u Operación	93
4.4.3	Fase de Abandono o Cierre	93
4.5	Valoración de impactos ambientales	93
4.6	Medidas de prevención/mitigación.....	99
Capítulo 5		102
5.	PRESUPUESTO	103

5.1	Estructura Desglosada de Trabajo	103
5.2	Especificaciones Técnicas	104
5.3	Rubros y análisis de precios unitarios	104
5.4	Cantidades de obra.....	105
5.5	Costo del proyecto	106
5.6	Cronograma de obra	106
Capítulo 6		107
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	108
6.1	Conclusiones.....	108
6.2	Recomendaciones	110
Referencias		111
PLANOS Y ANEXOS		116

Abreviaturas

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
MAATE	Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica
NEC	Norma Ecuatoriana de la Construcción
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
PRM	Pórticos Resistentes a Momento
SUCS	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
ACI	American Concrete Institute

Simbología

m	Metro
m ²	Metro cuadrado
m ³	Metro cúbico
cm	Centímetro
cm ²	Centímetro cuadrado
Ton	Tonelada
kg	Kilogramo
mm	Milímetro
CO ₂ e	Dióxido de Carbono equivalente

Índice de figuras

Figura 1	4
Figura 2.	14
Figura 3	17
Figura 4	18
Figura 5	19
Figura 6	25
Figura 7	26
Figura 8	27
Figura 9	30
Figura 10	31
Figura 11	32
Figura 12	34
Figura 13	37
Figura 14	37
Figura 15	38
Figura 16	41
Figura 17	42
Figura 18	43
Figura 19	47
Figura 20	48
Figura 21	49
Figura 22	50
Figura 23	51
Figura 24	53
Figura 25	57
Figura 26	65
Figura 27	72
Figura 28	72

Figura 29	75
Figura 30	103

Índice de tablas

Tabla 1.....	20
Tabla 2.....	23
Tabla 3.....	25
Tabla 4.....	26
Tabla 5.....	27
Tabla 6.....	28
Tabla 7.....	29
Tabla 8.....	30
Tabla 9.....	32
Tabla 10.....	33
Tabla 11.....	33
Tabla 12.....	34
Tabla 13.....	35
Tabla 14.....	35
Tabla 15.....	36
Tabla 16.....	40
Tabla 17.....	43
Tabla 18.....	50
Tabla 19.....	53
Tabla 20.....	54
Tabla 21.....	56
Tabla 22.....	56
Tabla 23.....	58
Tabla 24.....	67
Tabla 25.....	68
Tabla 26.....	77
Tabla 27.....	80
Tabla 28.....	88

Tabla 29.....	92
Tabla 30.....	94
Tabla 31.....	94
Tabla 32.....	95
Tabla 33.....	95
Tabla 34.....	96
Tabla 35.....	97
Tabla 36.....	97
Tabla 37.....	98
Tabla 38.....	98
Tabla 39.....	101
Tabla 40.....	105

ÍNDICE DE PLANOS

PLANO 1 Detalle zapatas

PLANO 2 Detalle columnas

PLANO 3 Detalle vigas y losa primera planta alta

PLANO 4 Detalle vigas y losa segunda planta alta

PLANO 5 Detalle vigas y losa tercera planta alta

PLANO 6 Detalle vigas y losa cuarta planta alta

PLANO 7 Detalle vigas y losa quinta planta alta

Capítulo 1

1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, las ciudades medianamente desarrolladas en Ecuador han evidenciado transformaciones aceleradas como resultado de procesos de urbanización, crecimiento poblacional y expansión de la actividad económica. Estas dinámicas han generado nuevos desafíos en materia de planificación urbana y sostenibilidad, exigiendo propuestas técnicas que articulen desarrollo con seguridad, funcionalidad y resiliencia.

En este contexto, el diseño estructural se posiciona como una etapa fundamental dentro del diseño de edificaciones urbanas, especialmente cuando se considera la ubicación del país en una zona de alta sismicidad. Por ello, la necesidad de construir estructuras seguras y funcionales se convierte en un aspecto prioritario no solo por razones técnicas, sino también por su impacto social y económico en las comunidades.

Por consiguiente, el diseño de edificaciones de uso mixto, aquellas que integran espacios residenciales y comerciales, representa una estrategia eficiente para responder a las demandas actuales del entorno urbano. Estas edificaciones permiten optimizar el uso del suelo, promover el dinamismo económico local y reducir la expansión horizontal de las ciudades, como resultado, la unificación de servicios básicos (agua, electricidad, internet) reduce costos y ahorra recursos contribuyendo así a modelos de desarrollo más sostenibles.

También, se debe considerar que este tipo de proyectos requiere una adecuada aplicación de normativas técnicas, análisis de peligros naturales como los sismos, estudios geotécnicos, modelaciones computacionales y criterios de diseño que garanticen la estabilidad y el desempeño estructural durante la vida útil de la edificación.

El presente trabajo abarca el campo del diseño estructural sismorresistente, considerando las particularidades territoriales de una ciudad en crecimiento y las exigencias que plantea el contexto actual para el sector de la construcción. Asimismo, se vincula con los principios del desarrollo urbano sostenible, reconociendo la importancia de generar soluciones técnicas y responsables desde el punto de vista ambiental y social.

1.1 Antecedentes

El cantón El Triunfo, fundado el 25 de agosto de 1983, cuenta con una superficie de 405 km² y su cabecera cantonal alberga una población de 59.636 habitantes. Su principal actividad económica corresponde a la agricultura donde destacan las producciones de caña de azúcar (22.000 hectáreas de cultivos), banano (12.000 ha de cultivos) y arroz (6.000 ha de cultivos) (Prefectura del Guayas, 2023). Esta zona destaca por su posición estratégica dentro de la red vial nacional, funcionando como un sector clave de conexión entre importantes ciudades como Guayaquil, Cuenca y la región central andina del Ecuador.

Durante la última década, el cantón ha experimentado un crecimiento poblacional que ha generado nuevas demandas de vivienda y servicios urbanos. No obstante, la mayoría de las viviendas presentan una tendencia de construcción insegura que son las columnas esbeltas (ver Figura 1), las cuales no son recomendables para lugares sísmicos. De hecho, Ecuador se encuentra en una zona de alta sismicidad debido a la convergencia entre las placas Nazca y Sudamericana (Segovia et al., 2009).

Figura 1

Edificación con columnas esbeltas en el cantón El Triunfo



El cantón El Triunfo, aunque no es una de las zonas más críticas del país, se ve influenciado por eventos sísmicos moderados debido a su cercanía con zonas activas de subducción y fallas corticales. En consecuencia, es imprescindible considerar criterios de diseño sismorresistente para cualquier nueva estructura con el fin de resistir la frecuencia de sismos de magnitud variable que ocurren a nivel nacional.

1.2 Descripción del Problema

El cantón El Triunfo enfrenta actualmente una creciente demanda de infraestructura urbana como resultado de la expansión de actividades comerciales, agrícolas y del aumento de su población, que en 2010 era de 44.778 habitantes y en 2022 aumentó a 60.541 habitantes (INEC, 2022a). Esta situación evidencia la necesidad de edificaciones funcionales y seguras que respondan a los requerimientos habitacionales y económicos de la comunidad.

El principal desafío técnico radica en seleccionar y diseñar un sistema estructural adecuado que cumpla con los requisitos sismo-resistentes, las condiciones geotécnicas del terreno y el uso mixto del edificio, optimizando costos y materiales. Se identificó que el nivel

freático se encuentra a 40 cm aproximadamente del nivel de terreno natural con una capa de suelo cohesivo con material granular. Se consideran como las restricciones del problema: el tamaño y características del terreno, las ordenanzas municipales y el presupuesto referencial de la cliente de USD 400,000.

En ese contexto, surgió la necesidad de la cliente del proyecto, la Sra. Elizabeth Ortiz, quien ha solicitado construir un edificio de uso mixto que integre espacios para oficinas y unidades habitacionales, así el proyecto se desarrollará en un terreno de 300 m² mediante una edificación de cinco pisos cuya distribución funcional contempla dos niveles destinados a oficinas y tres niveles para departamentos residenciales. Para su ejecución, se propone el diseño estructural del edificio mediante programas de cálculo estructural, cumpliendo con la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), criterios sismo-resistentes y cimentación pertinente a las condiciones geotécnicas del sitio.

1.3 Justificación del Problema

El cantón El Triunfo ha evidenciado un crecimiento poblacional en la última década, aumentando la demanda de estructuras urbanas capaces de responder a las nuevas dinámicas sociales y económicas. Sin embargo, el crecimiento informal se ve reflejado en las viviendas con columnas esbeltas y volados, donde se evidencia construcción empírica y que pone en riesgo la seguridad de los usuarios de las edificaciones durante fuertes sismos, por tal razón es necesario promover proyectos enfocados a un desarrollo ordenado y sostenible del entorno urbano.

Considerando que El Triunfo se encuentra en una zona de peligrosidad sísmica moderada, el proyecto se desarrollará conforme a los lineamientos de la NEC, garantizando la seguridad estructural, la funcionalidad operativa y la resiliencia ante sismos. Además, la construcción vertical permite aprovechar el suelo eficientemente de modo que los costos de

mantenimiento del edificio, agua, vigilancia y recolección de basura pueden ser compartidos entre los residentes, reduciendo así el gasto individual y se crean zonas compactas y sostenibles con menor consumo de agua y energía, como resultado, se fortalece el ODS 11.

Resolver este problema permite no solo responder a una necesidad concreta de estructura, sino también fortalecer el desarrollo económico local, mejorar la calidad de vida de los habitantes y evitar futuros riesgos asociados a construcciones inadecuadas. No atender esta demanda implicaría una pérdida de oportunidades de crecimiento urbano seguro y una posible agudización de los problemas habitacionales y de planificación territorial. Su solución permitiría mejorar la calidad de vida de la población, optimizar el uso del suelo y fortalecer el desarrollo económico local.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Diseñar la estructura de un edificio de cinco plantas destinado a oficinas y departamentos en el cantón El Triunfo, considerando su cimentación y criterios sismorresistentes que garanticen la funcionalidad y estabilidad de la estructura aplicando la normativa nacional e internacional.

1.4.2 Objetivos específicos

Definir un sistema estructural óptimo que minimice riesgos frente a desastres naturales, contribuyendo al cumplimiento del ODS 11 garantizando entornos urbanos más seguros y resilientes mediante una estructura técnicamente adecuada.

Aplicar el código NEC - SE – HM y ACI 318S-14 para el diseño de los elementos estructurales y cimentación mediante software de cálculo estructural maximizando la vida útil de la estructura.

Desarrollar ensayos de laboratorio geotécnicos para la caracterización de las propiedades del suelo del terreno de estudio.

Capítulo 2

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Revisión de literatura

El diseño sismorresistente de una estructura implica otorgar características dinámicas adecuadas que permitan responder a un nivel aceptable sin fallas críticas o colapsos durante un sismo y para tener un buen rendimiento durante su vida útil.

Se debe considerar que no todos los códigos aplicados a nivel local garantizan un diseño y una construcción resistentes a los terremotos. Por ejemplo, algunas comunidades en el centro y este de EE. UU. están en alto riesgo de sufrir terremotos devastadores, pero no reconocen este peligro, por lo tanto, no han incorporado requisitos sísmicos adecuados en sus códigos de construcción locales (Duque, 2007).

A esto se suma que cada año ocurren en todo el mundo más de 100,000 terremotos perceptibles por las personas, variando desde pequeños temblores hasta grandes terremotos capaces de destruir ciudades enteras (Building Seismic Safety Council, 2010). Por consiguiente, la cantidad de vidas perdidas y las pérdidas económicas derivadas de un terremoto dependen de varios factores: su magnitud, profundidad, ubicación, intensidad del movimiento del suelo, así como la vulnerabilidad de las edificaciones ante el sismo (Campus & Dinesh Gupta, 2014).

En la actualidad, los profesionales del diseño y la construcción saben cómo crear edificios y otras estructuras que puedan resistir incluso los efectos sísmicos más intensos con mínimos daños (Espinoza, 1999). No obstante, diseñar edificaciones de esta manera puede aumentar significativamente los costos de construcción, incluso en las zonas de mayor riesgo sísmico en EE. UU., los terremotos severos ocurren con poca frecuencia, a menudo con más de 100 años entre eventos de gran impacto (Cordova Lluen & Barra Cier, n.d.).

Dado que muchas estructuras tienen una vida útil promedio de 50 años, hacer que cada edificio sea completamente invulnerable a los terremotos no sería un uso eficiente de los recursos de la sociedad (San, 2022).

2.1.1 Generalidades del diseño estructural en edificaciones.

El diseño estructural de edificaciones está enfocado en garantizar que no haya colapso total o parcial de la estructura mediante el análisis de los estados límite último y servicio asegurando la funcionalidad y durabilidad (Muñoz & Mendoza, 2012).

A medida que la edificación aumenta los niveles, la selección del sistema estructural debe ser más rigurosa, puesto que un mayor número de pisos implica un incremento proporcional de los elementos estructurales (Ramón Araujo, 2020).

En cuanto a las cargas, se pueden identificar las cargas vivas, que son aquellas generadas por la ocupación de la estructura; y las cargas muertas, que son provenientes del peso propio de los elementos estructurales presentes en la obra, por ello, ambas cargas son fundamentales para el proceso de dimensionamiento estructural.

La acción sísmica está compuesta por un componente vertical y uno horizontal, provocando un movimiento oscilatorio que se describe en término de la aceleración, siendo este parámetro importante para el diseño estructural (Sismo et al., n.d.). Desde el punto de vista de la estructura, el sismo produce fuerzas cortantes que son directamente proporcionales a la masa, es decir, que las fuerzas cortantes aumentan progresivamente conforme se llegan a los niveles inferiores de la estructura (Malatesta Cademartori, 1975).

2.1.2 Pórticos resistentes a momentos de hormigón armado en edificaciones

Generalmente los elementos constructivos se organizan en pórticos, es decir, conjuntos de vigas y columnas alineados en un mismo plano vertical. Según la configuración del edificio, los pórticos pueden ser paralelos entre sí o variar su orientación (Acevedo & Zora-Mejía, 2017).

Los sistemas en hormigón armado se componen de diversos elementos que trabajan de forma conjunta para transferir las cargas desde los niveles superiores hasta el terreno: en el plano horizontal, las losas reciben directamente las cargas de uso, consecutivamente las vigas soportan estas losas y transmiten tanto su peso propio como las cargas aplicadas hacia las columnas que recogen las cargas de niveles superiores y la conducen hacia la cimentación, para transferirlas hacia el suelo.

Un aspecto importante por resaltar es la conexión viga-columna que puede ser articulada o rígida; habitualmente suele prevalecer las uniones rígidas debido a su fundición continua en obra para así generar una estructura monolítica, mientras que las uniones articuladas son habituales en estructuras prefabricadas de hormigón armado (Eduardo Medina Sanchez, 2009).

2.1.3 Normativas aplicables al diseño estructural

La NEC-SE-GC Geotecnia y Cimentaciones tiene como finalidad proporcionar condiciones de seguridad y funcionalidad, tanto en la superestructura como en la subestructura de diversos sistemas constructivos. Por lo cual se realiza estudios del suelo, ensayos de laboratorio, evaluación de estabilidad de taludes, estimación de capacidad portante y factores de seguridad que permiten establecer comprobaciones seccionales de resistencia para cada elemento estructural.

La NEC-SE-CG Cargas no Sísmicas establece los lineamientos para el diseño de obras civiles en Ecuador, abordando principalmente las cargas permanentes, como el peso propio de las estructuras, y cargas variables, que incluyen cargas vivas y climáticas, además de sus combinaciones correspondientes. Su objetivo principal es asegurar que las construcciones sean seguras y resilientes, respetando los estándares nacionales.

La NEC-SE-DS Peligro Sísmico proporciona las bases conceptuales y prácticas necesarias para el diseño sísmico de una estructura en el marco de la normativa ecuatoriana. Categoriza las estructuras conforme su nivel de importancia, tipo de irregularidad estructural y los límites permitidos de deriva entre niveles, también se interioriza sobre los espectros de diseño elástico e inelástico necesarios para calcular el cortante basal y la fuerza sísmica.

2.2 Área de estudio

El presente proyecto se desarrollará en la ciudadela Roberto Calle en el cantón El Triunfo, ubicado en la provincia del Guayas (ver Figura 20) y el área de estudio corresponde a un terreno baldío de 10 metros de frente por 30 metros de fondo, lo que representa una superficie de 300 m² disponible para el diseño y construcción de una edificación de uso mixto. Aunque se propone establecer 1 metro de retiro en los laterales y posterior del edificio para evitar una construcción adosada y mejorar la ventilación natural para ahorrar energía.

El predio presenta un relieve predominantemente plano, favorable para las labores de replanteo y cimentación. Según los estudios geotécnicos preliminares con calicata, se identificó que el terreno en esta área presenta una composición estratigráfica predominante de suelo tipo grava con terreno natural. De acuerdo con la cliente, el terreno había sido empleado para plantaciones de banano, luego se introdujo material pétreo para relleno, esto explica la gran variedad de grava. Además el nivel freático, se lo identificó a aproximadamente medio metro por debajo de la superficie, a esto se suma que el terreno de estudio se encuentra al mismo nivel que el camino vecinal (no existe pavimentación).

Además, la región presenta un clima cálido-húmedo clasificado como tropical monzónico, con temperaturas medias anuales que varían entre los 24 °C a 27 °C. También, El Triunfo presenta un régimen de lluvias estacionales entre los meses de diciembre y mayo. Por tal

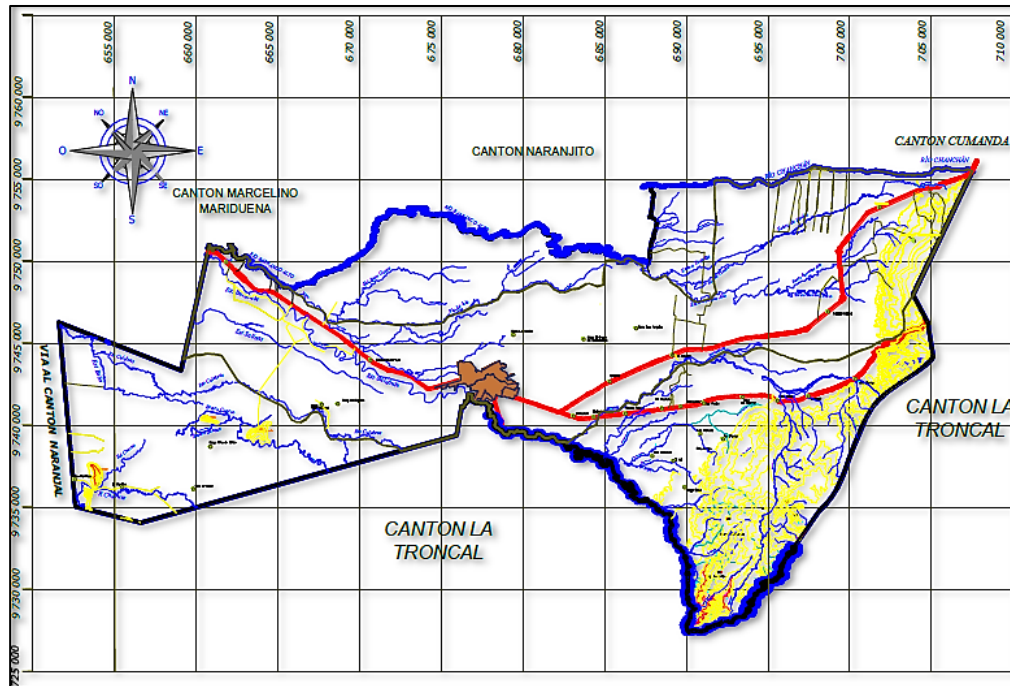
razón, estas condiciones climáticas deben ser consideradas tanto en la planificación del cronograma de avance de obra como en la implementación de medidas para el control de escorrentías superficiales (INAMHI, 2021).

Dado que la topografía del relieve de El Triunfo presenta pendientes pronunciadas, el Ministerio de Agricultura establece que las actividades agrícolas en la zona deben ser reguladas, por tanto, las actividades agrícolas deben estar enfocadas en técnicas de conservación y protección de la vegetación nativa cuando se trate de suelos con alta susceptibilidad a la erosión. En El Triunfo la composición de sus suelos varía en función de su origen, así aquellos que provienen de origen volcánico son ricos en minerales, pero pobres en nutrientes. Aunque los de origen sedimentario son más fértiles, también son más susceptibles a la erosión. Por último, aquellos de origen arcilloso son ricos en nutrientes, no obstante, carecen de trabajabilidad por su peso (Consorcio IDEAR El Triunfo, 2023).

Desde el punto de vista social y económico, la ciudadela Roberto Calle presenta una mezcla de viviendas unifamiliares, pequeños comercios y equipamientos básicos (red vial, alcantarillado, agua potable y red eléctrica). Dado que la zona carece de edificios de más de dos niveles, entonces la presente propuesta aumentará la densidad poblacional y aprovechamiento del suelo. Además, el cantón se encuentra en una región de peligrosidad sísmica moderada, por consiguiente, el diseño estructural debe cumplir estrictamente con los parámetros establecidos por la NEC-15.

Figura 2.

Mapa del cantón El Triunfo con sus límites cantonales



Nota: Adaptado de *Reseña histórica del Cantón El Triunfo* (Guillén, 2019)

2.3 Trabajo de campo y laboratorio

Como parte de los estudios preliminares necesarios para el diseño estructural, es requerido identificar las condiciones del suelo sobre el cual se desarrollará el proyecto. Esta información permite definir el tipo de cimentación más adecuado, garantizando la estabilidad y seguridad de la edificación.

Dado que la clienta no contaba con un estudio de suelos previo, se procedió a la ejecución de calicatas en el terreno. Estas permitieron identificar el tipo de suelo predominante y recolectar datos físicos y mecánicos para el diseño de la cimentación.

2.4 Análisis de datos: Generalidades (caracterización general) del suelo

A nivel de Prefectura del Guayas y del Municipio de El Triunfo no existen datos oficiales de la estratigrafía del suelo referente al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS),

entonces resulta necesario y válido el ensayo de laboratorio geotécnico para determinar las propiedades del terreno de estudio, con ello se podrá identificar el tipo de cimentación requerida para el edificio de 5 niveles.

2.5 Análisis de alternativas

Para diseñar el edificio de uso mixto existen diferentes materiales, configuraciones estructurales, y métodos constructivos, que deben estar alineados a cuatro pilares fundamentales para asegurar eficiencia de costos y sostenibilidad tanto para el cliente como a su entorno, estos son: Económico, social, técnico y ambiental dentro de ingeniería civil. Por consiguiente, la alternativa que cumpla los cuatro criterios será la escogida para iniciar el diseño estructural sismorresistente para el edificio de cinco niveles.

Los cuatro criterios por analizar se detallan a continuación:

- Criterio económico: Costo total dentro del presupuesto de la clienta.
- Criterio social: Nivel de satisfacción del usuario final y calidad estética de la edificación.
- Criterio técnico: Criterios de estabilidad, resistencia del edificio, funcionalidad y durabilidad.
- Criterio ambiental: Magnitud del impacto ambiental durante la construcción.

Para evaluar los criterios propuestos y seleccionar la alternativa más apropiada se considerará lo siguiente:

Cada criterio tiene una ponderación en función de su influencia en las necesidades y prioridades del cliente junto con sustentos bibliográficos que respalden la asignación de cada puntaje, así, cada parámetro será evaluado, utilizando una escala del 1 al 5, desde nada adecuado a muy adecuado, respectivamente.

2.5.1 Alternativa 1. Estructura Metálica

Para un edificio de estudio diseñado por (Çelik & Kamali, 2018), la carga muerta de la estructura de hormigón armado tiene un valor de 1450 toneladas, mientras que la estructura del mismo edificio está en 718 toneladas con acero estructural. Generalmente, la carga muerta de un edificio construido con acero es aproximadamente el 10 % de la carga muerta de un edificio de hormigón armado de igual tamaño, como resultado, se consiguen ventajas de reducción de la carga muerta de los edificios tales como la disminución del efecto del sismo en el edificio y obtener elementos estructurales más pequeños porque soportarán menos cargas y así reducir costos en materiales y construcción (Celik & Kamali, 2018).

Se debe considerar las energías incorporadas, operativas y de demolición de edificios hormigón y acero, con el fin de destacar la importancia de la selección de materiales sostenibles para los edificios. Las estructuras de hormigón suelen presentar una energía incorporada promedio de 1,11 MJ/kg, con un pico de 1,5 MJ/kg para hormigón reforzado (30 MPa), lo que equivale a 2 600 MJ/m³ considerando el contenido de acero de refuerzo (Crawford, 2019). Por su parte, el acero estructural (ver Figura 3) genera entre 20 y 24,4 MJ/kg, con emisiones de 1,37–1,74 kg CO₂e/kg (G. P. Hammond & Jones, 2006). Dado que estos materiales normalmente se combinan, la energía incorporada total del sistema compuesto puede rondar entre 500 a 800 MJ/m² de forjado estructural, dependiendo de proporciones y espesores (Schenk & Amiri, 2022).

Figura 3

Modelo 3D de estructura metálica tipo nave industrial.



Nota. Adaptado de *Steel structure warehouse type1 [3D model]*, por TurboSquid, n.d., TurboSquid (<https://www.turbosquid.com/3d-models/3d-model-steel-structure-warehouse-type1-1910160>).

2.5.2 Alternativa 2. Estructura de Hormigón Armado

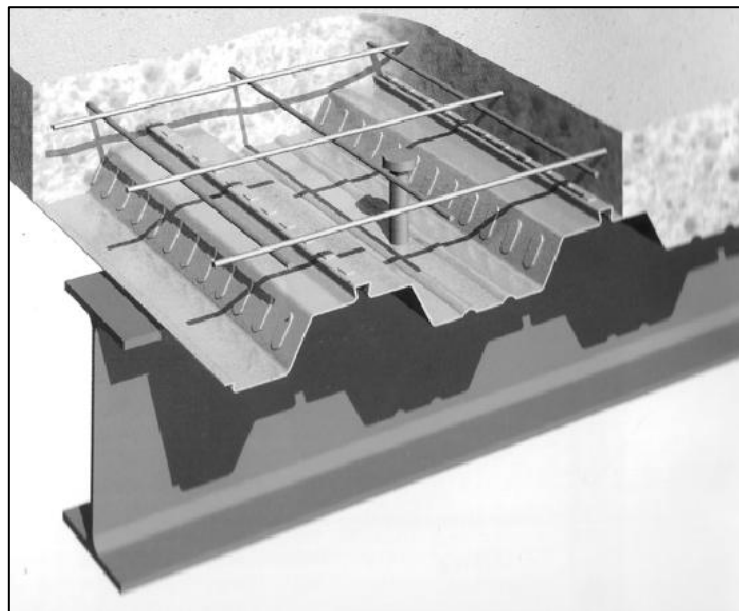
La presente alternativa plantea el diseño integral de la estructura en hormigón armado, una opción constructiva que asegura un desempeño estructural confiable ante cargas estáticas y dinámicas, debido a que el hormigón es un material que presenta resistencia a la compresión, mientras que las varillas de acero trabajan a tracción, generando un sistema complementario y de mayor resistencia (Guerra-Mera et al., 2023). Para el diseño de pórticos especiales resistentes a momentos (ver Figura 4), utilizados en zonas sísmicas, el límite de resistencia a la compresión del concreto no debe superar los 35 MPa (ACI, 2014).

En el contexto local, existe una amplia preferencia por la construcción convencional con hormigón armado, reflejada en su amplio uso en edificaciones a construir a nivel cantonal: cimentaciones (86,5 %), estructura (80,8 %), pisos (24,6 %) y cubiertas (28,6 %) (Ramos et al.,

Con respecto a su impacto ambiental, la huella de carbono de las estructuras compuestas varía entre 200 y 350 kg CO₂e por metro cuadrado de superficie construida (Hammond, 2011), esta cifra considera el ciclo de vida desde la extracción de materiales hasta la etapa de fabricación. La producción del acero estructural representa entre el 10 y el 25 % del carbono incorporado en la edificación, con un valor promedio de 1,6 toneladas CO₂e por tonelada de acero producido (World Steel Association, 2021). Por su parte, el hormigón, aunque más bajo en emisiones por tonelada (aproximadamente 0,15 t CO₂e/t), se utiliza en mayor volumen. Sin embargo, la acción compuesta permite reducir secciones de acero, lo que optimiza el uso de materiales y reduce la huella total de carbono del sistema (Arup, 2019).

Figura 5

Vista transversal de conexión compuesta entre steel deck y losa de hormigón armado.



Nota. Adaptado de *Details of composite profiled deck slab* [Figura], por ResearchGate, 2013, https://www.researchgate.net/figure/Details-of-composite-profiled-deck-slab_fig1_250198325.

Tabla 1.

Selección de la alternativa estructural más adecuada con base en criterios de desempeño económico, social, técnico y ambiental.

Criterio	Ponderación	Parámetro	Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3	
			Puntaje/5	Ponderado	Puntaje/5	Ponderado	Puntaje/5	Ponderado
Económico	50%	Tiempo de construcción	4	2.0	2	1.0	3	1.5
		Costo del proyecto	2	1.0	5	2.5	3	1.5
Social	20%	Satisfacción del cliente	4	0.8	4	0.8	3	0.6
		Estética general	4	0.8	3	0.6	4	0.8
Técnico	20%	Mantenimiento	2	0.4	4	0.8	3	0.6
		Vida útil	4	0.8	4	0.8	4	0.8
Ambiental	10%	Impacto ambiental	5	0.5	3	0.3	2	0.2
TOTAL			25	6.3	25	6.8	22	6.0

Nota. La tabla 1 expone los puntajes ponderados en paréntesis por cada alternativa y criterio, dando como resultado que la opción 2 alcanzó el puntaje más alto con 6.8.

En la

Tabla 1, se evidencia que la alternativa 2 de estructura de hormigón armado obtuvo el puntaje más alto destacando principalmente en costo del proyecto, esto sucede porque en El Triunfo no existen plantas industriales de metalurgia o cemento, pero es posible elaborar hormigón in situ, siendo esta una fortaleza por encima de las otras alternativas. También, el equipo de trabajo necesario para la construcción es menos costoso cuando se realizan estructuras de hormigón armado, aunque el peso del edificio aumente, esto no comprometerá su seguridad y vida útil, así se mantiene la calidad y se ahorran recursos económicos como solicitó el cliente.

Capítulo 3

3. DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES

3.1 Análisis y estudios preliminares

El diseño estructural del edificio de hormigón armado de uso mixto de cinco niveles con terraza accesible comprende los elementos que son vigas principales y secundarias, columnas, losa nervada en una dirección, y el diseño de la cimentación.

3.1.1 Ensayos geotécnicos de laboratorio

Se realizó una solicitud al Municipio de El Triunfo y se obtuvieron resultados de ensayos de granulometría, límites de Atterberg y CBR (California Bearing Ratio) correspondientes al proyecto “Construcción De Ramal Principal Y Secundario De Aguas Lluvias En Los Sectores, Cdla. Pedro Menéndez, Coop. La Carmela Y Otras; Adoquinamiento Vehicular En Varias Calles Del Cantón El Triunfo, Provincia Del Guayas” en 2024.

Dado que la zona de estudio se encuentra dentro de los ensayos elaborados para el municipio, entonces se procede a emplear dicha información, esta es:

Tabla 2

Resultados del Análisis Granulométrico

Tamiz	Peso (g)	% Retenido	% Pasante
4"	0.00	0.00	100.00
3"	0.00	0.00	100.00
2½"	0.00	0.00	100.00
2"	0.00	0.00	100.00
1½"	0.00	0.00	100.00

1"	0.00	0.00	100.00
¾"	0.00	0.00	100.00
½"	0.00	0.00	100.00
⅜"	0.00	0.00	100.00
No.4	0.00	0.00	100.00
No.8	0.00	0.00	100.00
No.10	0.00	0.00	100.00
No.16	0.00	0.00	100.00
No.20	0.00	0.00	100.00
No.30	0.62	0.51	99.49
No.40	0.30	0.25	99.24
No.50	0.32	0.26	98.98
No.60	0.91	0.75	98.23
No.80	5.89	4.84	93.40
No.100	2.78	2.28	91.12
No.200	13.62	11.18	79.94
Fondo	97.37	79.94	—

Figura 6

Gráfica abertura de tamiz (mm) vs. % pasante acumulado

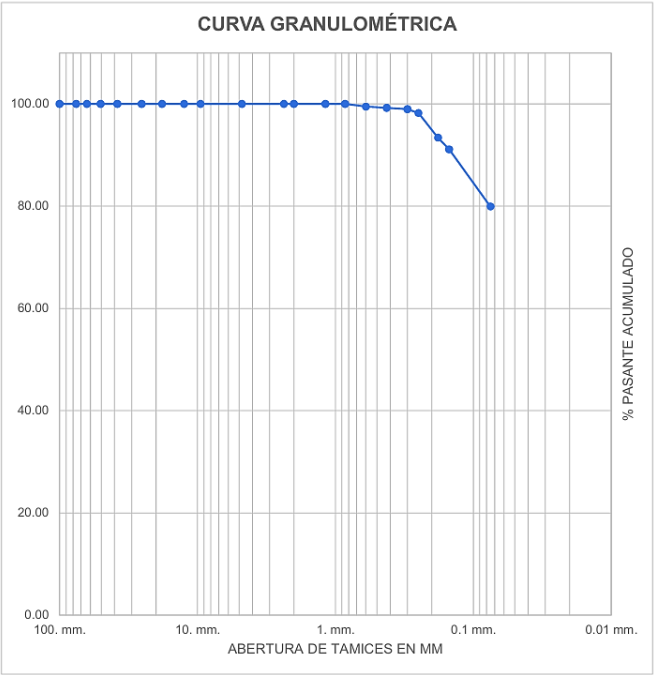


Tabla 3

Resultado Límites de Atterberg

Parámetro	Valor [%]
Límite Líquido (LL)	59
Límite Plástico (LP)	26
Índice Plástico (IP)	33
Clasificación SUCS	CH

Figura 7

Gráfica número de golpes vs humedad (%)

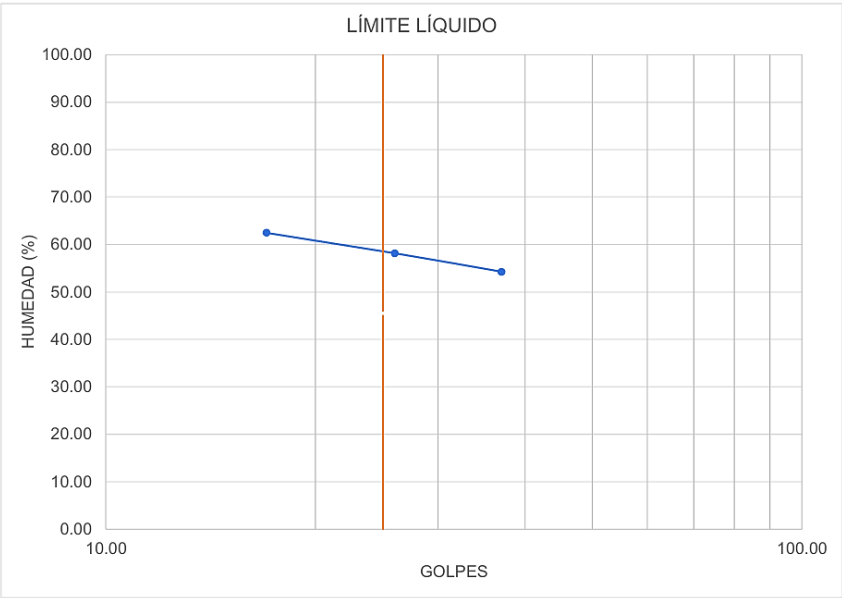


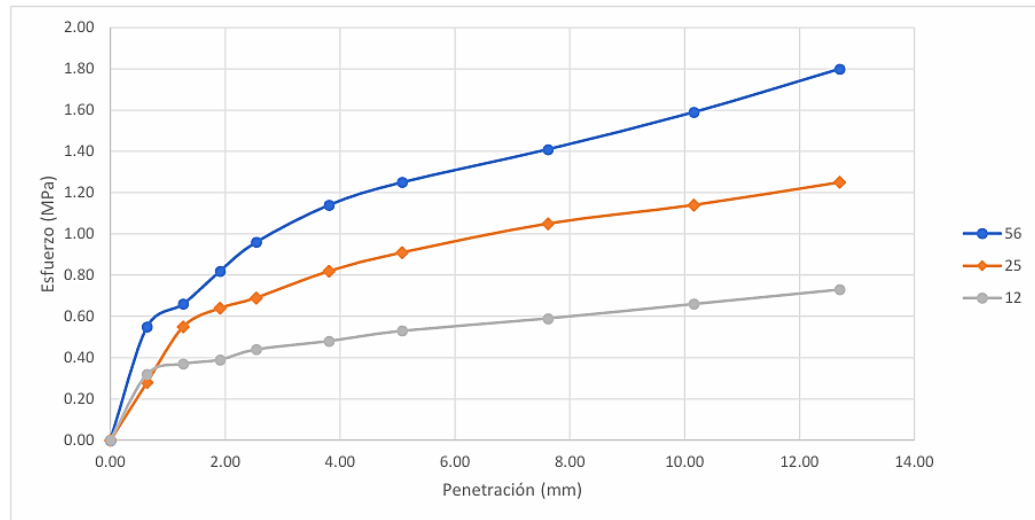
Tabla 4

Resultados del ensayo CBR

No. de Golpes	CBR (2.54 mm) [%]	Densidad Seca (Kg/m³)
56	13.90 %	1661.1
25	9.90 %	1574.5
12	6.30 %	1503.4

Figura 8

Gráfica Penetración (mm) vs. Esfuerzo (MPa)



Se identificó que el estrado de suelo a una profundidad de 1.05 m a 1.30 m corresponde a una arcilla con arena color gris verdoso. Con los datos recopilados, se procedió a estimar la resistencia al corte no drenado del estrado de suelo con el fin de identificar el tipo de suelo bajo la NEC y continuar con el diseño estructural.

3.1.2 Definición de cargas

Se procede a asignar la carga viva según el tipo de uso por cada nivel acorde a lo establecido en la NEC-SE-CG:

Tabla 5

Cargas vivas de uso de la edificación

Nivel	Uso	CV (kN/m ²)
Planta Baja	Oficinas	2.40
Piso 1	Oficinas	2.40
Piso 2	Departamentos	2.00

Piso 3	Departamentos	2.00
Piso 4	Departamentos	2.00
Cubierta	Eventos	4.80

Para la carga muerta se consideran los siguientes valores:

Tabla 6

Carga muerta sobreimpuesta

Elemento	Valor
Tumbado	0.2 kN/m ²
Mortero	20 kN/m ³
Teja plana	0.85 kN/m ³
Metálica	77.01 kN/m ³
Cuartos de máquinas	1.4 kN
Muro de bloque	1.72 kN/m ²
Cerámica	0.17 kN/m ²

Para las cargas laterales se considera la carga sísmica que se define como:

$$V = C_s \times W$$

Donde:

V : Fuerza cortante basal, que representa la carga sísmica total en la base de la estructura.

C_s : Coeficiente sísmico, determinado por:

$$C_s = \frac{S_a \times I}{R}$$

W : Peso sísmico total de la estructura

S_a : Aceleración espectral de diseño (depende de la zona sísmica, tipo de suelo y periodo estructural).

I : Factor de importancia (según uso de la edificación).

R : Factor de reducción por ductilidad y sobrerresistencia del sistema estructural.

3.1.3 Combinaciones de cargas

Se consideran las combinaciones de cargas establecidas en la NEC-SE-DS:

Tabla 7

Combinaciones de carga (NEC-SE-DS-Peligro-Sismico-Parte-2, 2014)

Combinación	Descripción
1.4 D	Carga muerta multiplicada por 1,4.
1.2 D + 1.6 L + 0.5 (Lr, S o R)	Incluye carga muerta, carga viva, y la mayor entre sobrecarga de cubierta (Lr), granizo (S) o lluvia (R).
1.2 D + 1.6 (Lr, S o R) + (L o 0.5 W)	Carga muerta, carga superior entre Lr/S/R, y carga viva o la mitad de viento.
1.2 D + 1.0 W + L + 0.5 (Lr, S o R)	Carga muerta, viento, carga viva, y mitad de Lr, S o R.
1.2 D + 1.0 E + L + 0.2 S	Carga muerta, carga sísmica, carga viva y 20 % de granizo.
0.9 D + 1.0 W	Carga muerta (reducción), combinada con viento.
0.9 D + 1.0 E	Carga muerta reducida combinada con carga sísmica.

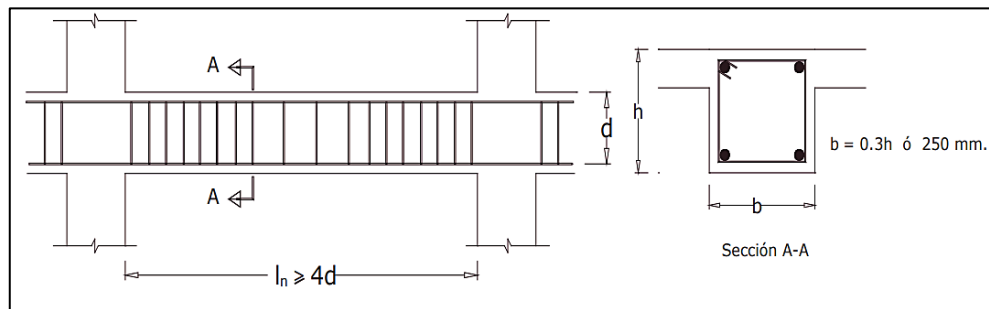
3.1.4 Predimensionamiento de Vigas Principal

Se consideran las indicaciones de la NEC-SE-HM, estas son:

- La luz libre sea mayor que cuatro veces la altura útil de la sección transversal (ver Figura 9) (NEC, 2014).
- El ancho mínimo de la base sea 25 cm (NEC, 2014).

Figura 9

Requisitos para vigas



Mientras que la ACI-318s-14 establece en la sección 9.3.1.1 que:

Tabla 8

Altura mínima de vigas no preesforzadas (ACI 318S-14, 2014)

Condición de apoyo	Altura mínima, h
Simplemente apoyada	$\ell / 16$
Con un extremo continuo	$\ell / 18.5$
Ambos extremos continuos	$\ell / 21$
En voladizo	$\ell / 8$

Por tanto, se tiene una condición de una viga simplemente apoyada, cuya altura mínima h

está en función de la luz libre ℓ , entonces: $h_{min} = \frac{\ell}{16}$

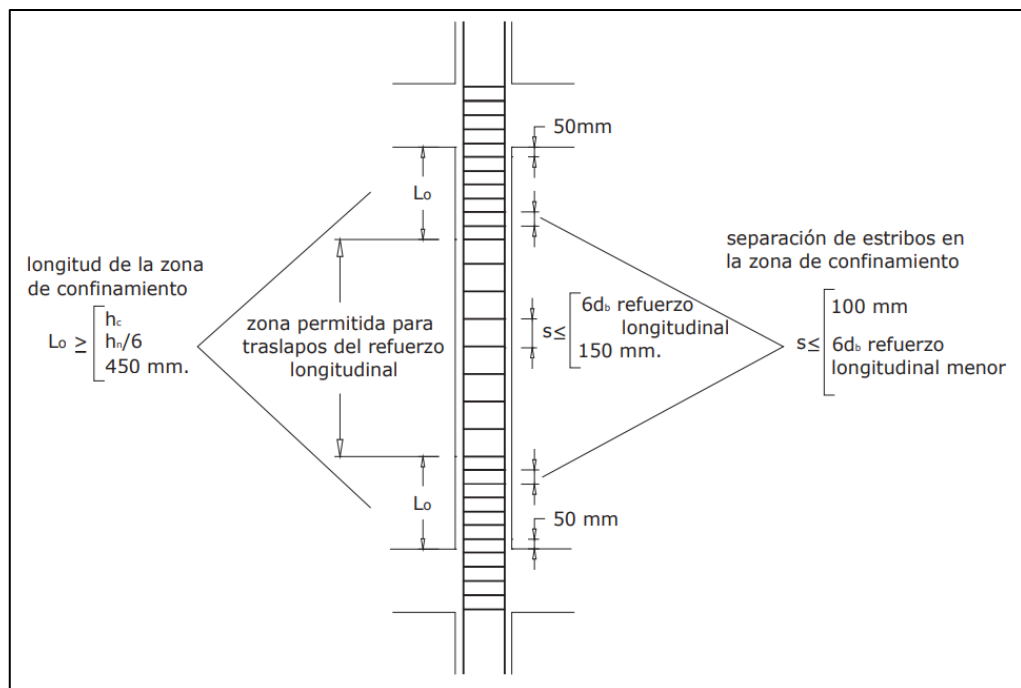
3.1.5 Predimensionamiento de Columnas

Se consideran las indicaciones NEC-Hormigón-SE-HM, estas son:

- La razón entre la dimensión menor de la sección transversal y la dimensión en la dirección ortogonal sea mayor que 0.40 o en su defecto, que su altura libre sea mayor que cuatro veces la dimensión mayor de la sección transversal del elemento.
- La dimensión más pequeña de la sección transversal, medida sobre una línea recta que pasa por su centroide geométrico, no sea menor que 30 cm.

Figura 10

Separación de estribos para columnas según NEC-SE-HM



Nota. Información obtenida de la NEC-SE-HM (2014).

3.2 Diseño definitivo

3.2.1 Tipo de Suelo y Factor Z

Para determinar el tipo del suelo, se realizaron correlaciones para estimar las propiedades establecidas en la NEC, entonces

Tabla 9

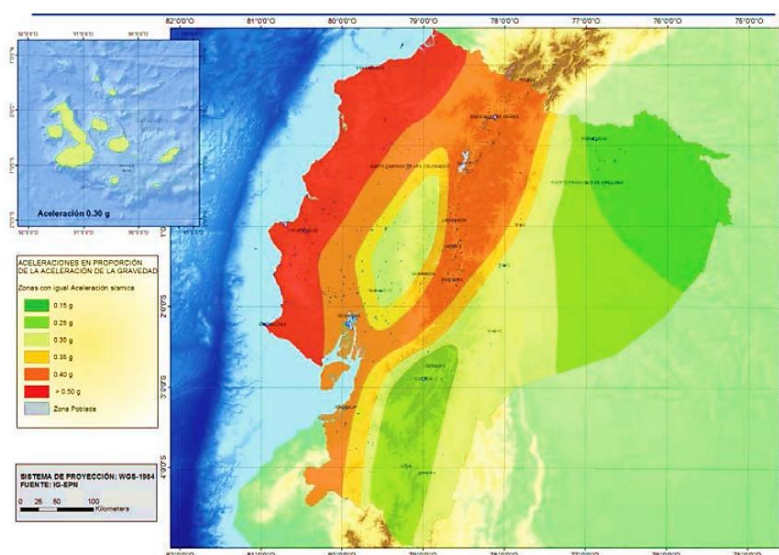
Clasificación del Tipo de Suelo – Perfil Tipo E

Tipo de Suelo	Descripción del Perfil	Criterios
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de corte, o	$V_s < 180 \text{ m/s}$
	Perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	$IP > 20$ $w \geq 40\%$ $S_u < 50 \text{ kPa}$

Nota. Información obtenida de la NEC-SE-DS (2014).

Figura 11

Ecuador, zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor del factor de zona Z



Nota. Información obtenida de la NEC-SE-DS (2014).

El Factor Z de El Triunfo es 0.40 según la tabla 19 “Poblaciones Ecuatorianas y Valor del Factor Z ” de la NEC-SE-DS y la caracterización del peligro sísmico en esta área es “Alta”.

3.2.2 Coeficientes del perfil de suelo F_a , F_d , y F_s

Se seleccionan los coeficientes de perfil de suelo F_a , F_d , y F_s según las tablas 3, 4, 5 de la NEC-SE-DS respectivamente.

Tabla 10

Tipo de suelo y Factores de sitio F_a

Tipo de perfil del subsuelo	$Z = 0.15$ (I)	$Z = 0.25$ (II)	$Z = 0.30$ (III)	$Z = 0.35$ (IV)	$Z = 0.40$ (V)	$Z \geq 0.50$ (VI)
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.4	1.3	1.25	1.23	1.2	1.18
D	1.6	1.4	1.3	1.25	1.2	1.12
E	1.8	1.4	1.25	1.1	1.0	0.85

Nota. Información obtenida de la tabla 3 “Tipo de suelo y factores de sitio F_a ” de la NEC-SE-DS (2014).

En base al tipo de suelo (E) y el factor sísmico (0.3) previamente definidos, $F_a = 1.25$

Tabla 11

Tipo de suelo y Factores de sitio F_d

Tipo de perfil del subsuelo	$Z = 0.15$ (I)	$Z = 0.25$ (II)	$Z = 0.30$ (III)	$Z = 0.35$ (IV)	$Z = 0.40$ (V)	$Z \geq 0.50$ (VI)
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

Nota. Información obtenida de la tabla 4 “Tipo de suelo y factores de sitio F_a ” de la NEC-SE-DS (2014).

En base al tipo de suelo (E) y el factor sísmico (0.3) previamente definidos, $F_d = 1.25$

Tabla 12

Tipo de suelo y Factores del comportamiento inelástico del subsuelo F_s

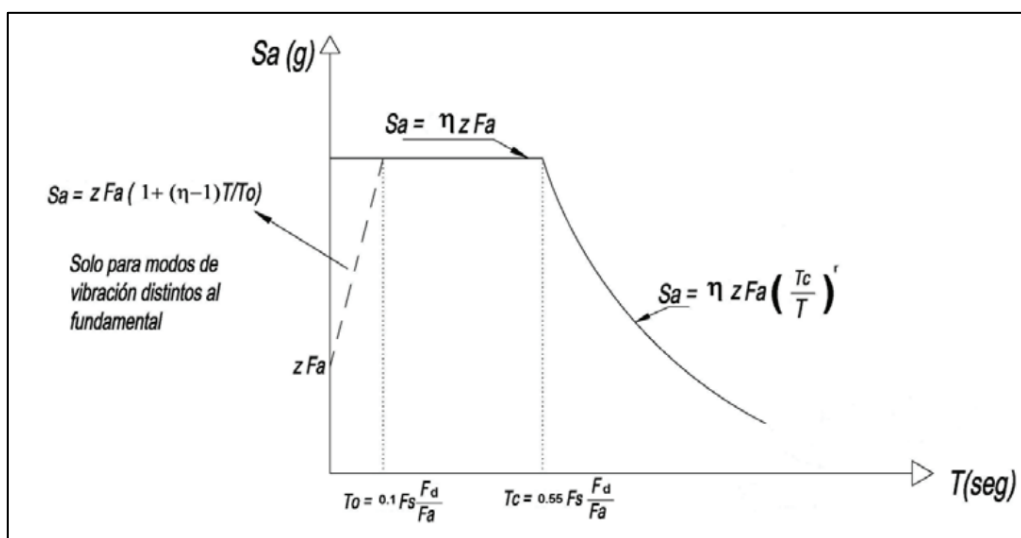
Tipo de perfil del subsuelo	$Z = 0.15$ (I)	$Z = 0.25$ (II)	$Z = 0.30$ (III)	$Z = 0.35$ (IV)	$Z = 0.40$ (V)	$Z \geq 0.50$ (VI)
A	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
B	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C	0.85	0.94	1.02	1.06	1.11	1.23
D	1.02	1.06	1.11	1.19	1.28	1.40
E	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00

Nota. Información obtenida de la tabla 5 “Tipo de suelo y factores de sitio F_a ” de la NEC-SE-DS (2014).

En base al tipo de suelo (E) y el factor sísmico (0.3) previamente definidos, $F_s = 1.25$

Figura 12

Espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño



Nota. La gráfica fue extraída de la NEC-SE-DS (2014) sección 3.3.1.

Tabla 13

Tipo de uso, destino e importancia de la estructura

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.	1.5
	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.	
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

Nota. Tabla extraída de la sección 4.1 de la NEC-SE-DS.

Tabla 14Coeficientes C_t y α según el tipo de estructura

Tipo de estructura	C_t	α
Estructuras de acero		
Sin arriostramientos	0.072	0.80
Con arriostramientos	0.073	0.75
Pórticos especiales de hormigón armado		
Sin muros estructurales ni diagonales rigidizadores	0.055	0.90
Con muros estructurales y diagonales rigidizadores, y otras estructuras basadas en muros y mampostería estructurales	0.055	0.75

Nota. Información extraída de la sección 6.3.3 de la NEC-SE-DS.

Tabla 15

Coeficiente R para sistemas estructurales dúctiles

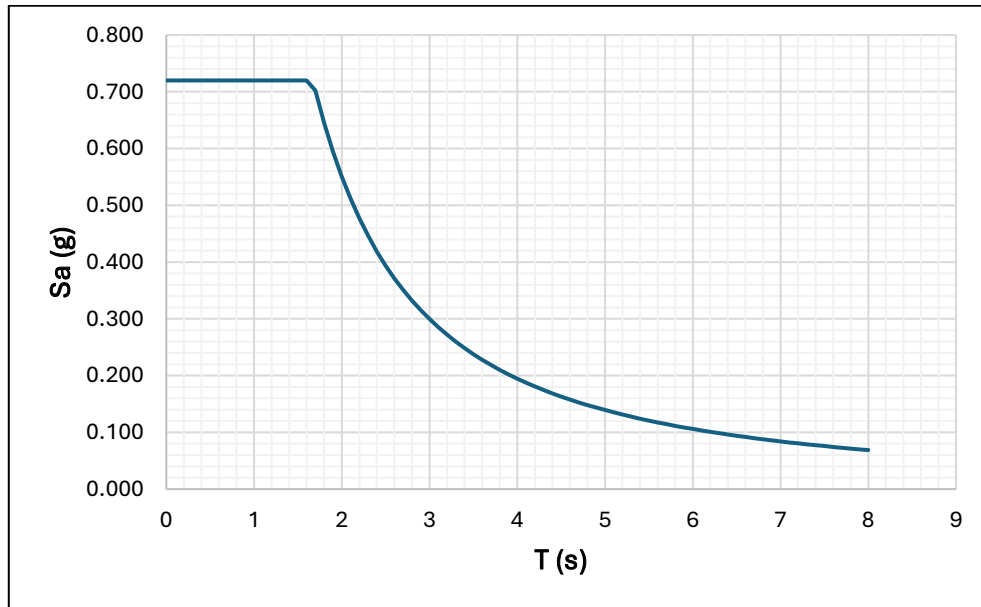
Sistemas Estructurales Dúctiles	R
Sistemas Duales	
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas y con muros estructurales de hormigón armado o con diagonales rigidizadores (sistemas duales).	8
Pórticos especiales sismo resistentes de acero laminado en caliente, sea con diagonales rigidizadores (excéntricas o concéntricas) o con muros estructurales de hormigón armado.	8
Pórticos con columnas de hormigón armado y vigas de acero laminado en caliente con diagonales rigidizadores (excéntricas o concéntricas).	8
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas banda, con muros estructurales de hormigón armado o con diagonales rigidizadores.	7
Pórticos resistentes a momentos	
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
Otros sistemas estructurales para edificaciones	
Sistemas de muros estructurales dúctiles de hormigón armado.	5
Pórticos especiales sismo resistentes de hormigón armado con vigas banda.	5

Nota. Información extraída de la tabla 15 de la NEC-SE-DS.

A continuación se presenta el espectro sísmico elástico del portico, donde el comportamiento lineal de la curva ocurre en el intervalo $T = 0 [s]$ hasta $T = 1.6 [s]$ con un valor de $S_a = 0.3 [g]$:

Figura 13

Espectro sísmico elástico de aceleraciones del pórtico

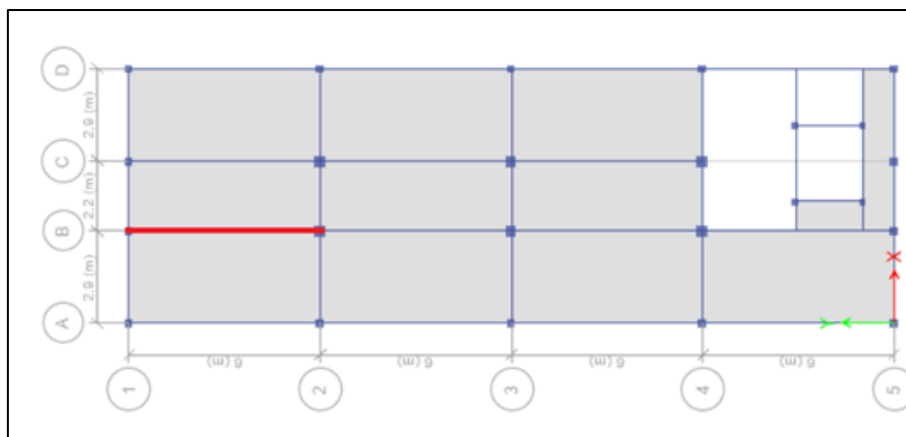


3.2.3 Diseño de vigas

El diseño de las vigas se realizó tomando en consideración las normativas de NEC-2015 y ACI-2014, como método explicativo se realizará el procedimiento de diseño en una viga en específico del Eje B, sección 1-2, dirección Y en el piso 4.

Figura 14

Disposición de ejes para vigas dentro del software

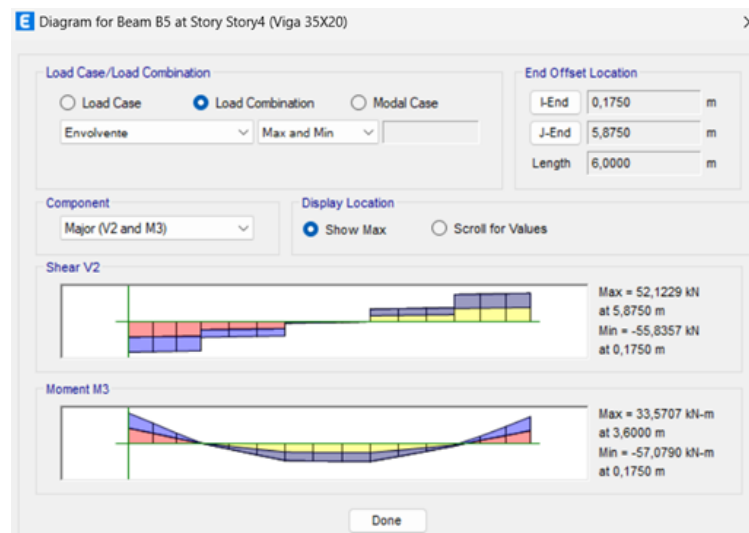


3.2.3.1 Diseño a flexión

Para el diseño de la viga en estudio, se realizó un análisis bajo las combinaciones de cargas especificadas en la sección 3.1.3, para evaluar las solicitaciones sobre la viga. Estas combinaciones de carga se incorporaron en una envolvente que permite analizar los máximos y mínimos esfuerzos que el elemento puede tener ante cualquier condición de carga.

Figura 15

Diagrama de fuerza cortante y momento flector para la viga de 35x20cm



Conforme a los momentos obtenidos mediante el análisis de la envolvente se determina el acero requerido mediante la siguiente formula:

$$k = \frac{0.85 * f'c * b * d}{fy}$$

$$k = \frac{0.85 * 210 \frac{kg}{cm^2} * 20 cm * 29.3 cm}{4200 \frac{kg}{cm^2}}$$

$$k = 24.91$$

$$As = k * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * Mu}{\phi * k * d * fy}} \right)$$

$$As = 24.91 * \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 * 502000 \text{ kg} * \text{cm}}{0.85 * 24.91 * 29.3 \text{ cm} * 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}} \right)$$

$$As = 5.047 \text{ cm}^2$$

En cuanto a las limitaciones de refuerzo mínimo que se debe colocar un área mínima de refuerzo para flexión As_{min} en toda sección donde el análisis requiera refuerzo a tracción, ACI 318S-14. (2014).

$$As_{min} \approx \max \left\{ \begin{array}{l} \frac{0.25 * \sqrt{f'c}}{fy} * b * d = \frac{0.25 * \sqrt{21 \text{ MPa}}}{420 \text{ MPa}} * 200 \text{ mm} * 293 \text{ mm} = 159 \text{ mm}^2 \\ \frac{1.4}{fy} * b * d = \frac{1.4}{420 \text{ MPa}} * 200 \text{ mm} * 293 \text{ mm} = 195 \text{ mm}^2 \end{array} \right.$$

$$As_{min} = 195 \text{ mm}^2 \approx 1.95 \text{ cm}^2$$

Consecutivamente se realiza una evaluación para el área de acero máxima.

$$As_{max} = \frac{3}{4} * \left[b * d * \left(\frac{\beta_1 * 0.85 * f'c}{fy} \right) * \left(\frac{0.003}{0.003 + \frac{fy}{ES}} \right) \right]$$

$$As_{max} = \frac{3}{4} * \left[20 * 29.3 * \left(\frac{0.85 * 0.85 * 210}{4200} \right) * \left(\frac{0.003}{0.003 + \frac{4200}{2000000}} \right) \right]$$

$$As_{max} = 9.34 \text{ cm}^2$$

Luego, se verifica que el acero colocado cumpla con el área de refuerzo mínima requerida y que no exceda el área de acero máxima permitida.

$$As_{max} > As_{colocado} > As_{min}$$

$$9.34 \text{ cm}^2 > 5.047 \text{ cm}^2 > 1.95 \text{ cm}^2$$

Se observa que, en esta sección de la viga, el refuerzo dispuesto satisface ambos criterios.

Tabla 16

Obtención de momentos y área requerida de acero longitudinal para vigas

Momento (Ton- m)	(1 - 2)		
	Izquierda	Centro	Derecha
Superior	5,02	1,68	5,71
Inferior	2,42	3,31	2,89
Momentos Min (T.m)			
Sup	5,02	1,43	5,71
Inf	2,51	1,43	2,89
Acero Requerido (cm2)			
Sup	5,047	1,324	5,838
Inf	2,382	1,324	2,758
Acero requerido Min (cm2)			
Sup	5,05	1,95	5,84
Inf	2,38	1,95	2,76
Acero colocado (Φ)			
Sup	4Ø14	2Ø14	4Ø14
Inf	2Ø14	2Ø14	2Ø14
Acero colocado (cm2)			
Sup	6,156	3,078	6,156
Inf	3,078	3,078	3,078

3.2.3.2 Diseño a cortante

En el diseño por cortante, es fundamental verificar el cumplimiento del criterio de resistencia, el cual asegura que el elemento estructural pueda soportar las solicitaciones más desfavorables. Para ello, se debe comprobar que $\phi V_n \geq V_u$; en caso contrario, será necesario

rediseñar el elemento a fin de satisfacer las exigencias de seguridad establecidas por la normativa.

$$V_u \leq \phi(V_c + V_s)$$

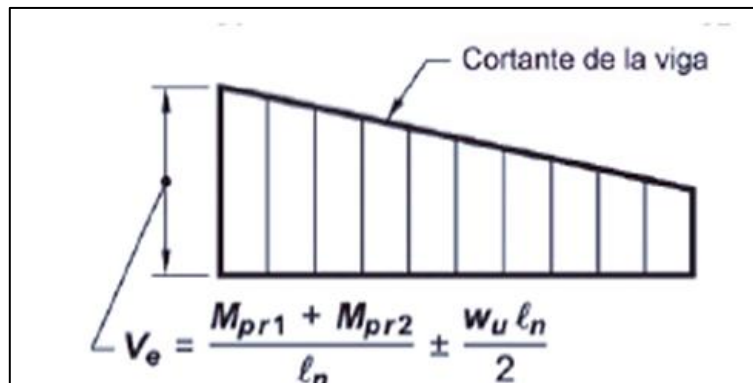
En donde:

$$V_u = V_e + V_{gr}$$

La fuerza cortante de diseño V_e se determina a partir de las fuerzas que intervienen en el tramo de la viga comprendido entre las caras del nudo. V_e representa la demanda de cortante que la viga debe resistir bajo las condiciones de carga más desfavorables durante su vida útil.

Figura 16

Diagrama de cortante de una viga y su obtención



Nota. Imagen obtenida de (Engineering LibreTexts, n.d.)

Para su cálculo, se asume que en los extremos de la viga actúan momentos de signo opuesto equivalentes a la resistencia a flexión probable M_{pr} , representando la condición más crítica de momentos en dichos puntos.

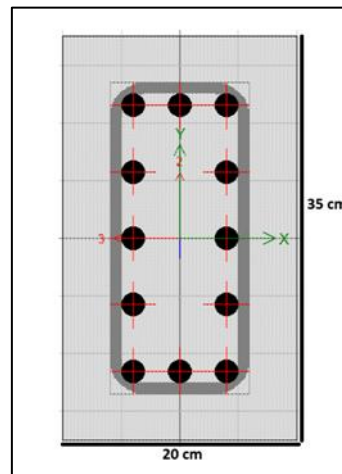
$$M_{pr} = A_s * 1.25 * f_y * \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$a = \frac{A_s * 1.25 * f_y}{0.85 * f'_c * b}$$

Se determina el momento probable para la sección superior e inferior de la viga, tanto para el inicio y el fin de la viga: $b = 20\text{ cm} \wedge h = 35\text{ cm}$

Figura 17

Detalle de columna central con su acero de refuerzo



Sección: Inicio – Superior

$$A_s = 6.156\text{ cm}^2$$

$$a = \frac{A_s * 1.25 * f_y}{0.85 * f'_c * b} = \frac{6.156 * 1.25 * 4200}{0.85 * 210 * 20} = 9.05\text{ cm}$$

$$M_{pr} = A_s * 1.25 * f_y * \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$M_{pr} = 6.156 * 1.25 * 4200 * \left(29.3 - \frac{9.05}{2}\right) = 800703.225\text{ kg} * \text{cm}$$

$$M_{pr} = 8.007\text{ Ton} * \text{m}$$

Sección: Inicio – Inferior

$$A_s = 3.078\text{ cm}^2$$

$$a = \frac{A_s * 1.25 * f_y}{0.85 * f'_c * b} = \frac{3.078 * 1.25 * 4200}{0.85 * 210 * 20} = 4.526\text{ cm}$$

$$M_{pr} = A_s * 1.25 * f_y * \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

$$M_{pr} = 3.078 * 1.25 * 4200 * \left(29.3 - \frac{4.526}{2}\right) = 436900.6 \text{ kg} * \text{cm}$$

$$M_{pr} = 4.369 \text{ Ton} * \text{m}$$

Se realiza el mismo procedimiento para la sección final de la viga:

Tabla 17

Momentos probables superior e inferior para la viga central

Momento probable (T.m)			
Sup	8,0066	-	8,0066
Inf	4,369	-	4,369

Se determina el máximo cortante probable.

$$V_{pr_1} = \frac{M_{pr_{Inicio-Sup}} + M_{pr_{Fin-Inf}}}{ln} = \frac{8.0066 + 4.369}{6} = 2.0626 \text{ Ton}$$

$$V_{pr_2} = \frac{M_{pr_{Inicio-Inf}} + M_{pr_{Fin-Sup}}}{ln} = \frac{4.369 + 8.0066}{6} = 2.0626 \text{ Ton}$$

$$V_e = 2.0626 \text{ Ton}$$

Posteriormente, se determinan la cortante gravitatoria V_{gr} . Para ello, se evalúa la viga en estudio mediante el programa bajo la combinación $Wu = 1.2D + 0.5L$, obteniéndose así el valor correspondiente de cortante gravitatoria.

Figura 18

Diagrama de momento flector para la viga central obtenido del software estructural



$$V_{gr} = 4.43 \text{ Ton}$$

A continuación, se calcula el cortante de diseño.

$$V_u = V_e + V_{gr}$$

$$V_u = 2.0626 + 4.43 = 6.4926 \text{ Ton}$$

Después, determinamos el valor de la resistencia al cortante proporcionada por el concreto (V_c).

$$V_c \begin{cases} V_{pr} > 0.5V_u \rightarrow V_c = 0 \\ V_{pr} \leq 0.5V_u \rightarrow V_c = 0.53 * \sqrt{f'_c} * b * d \end{cases}$$

$$V_c = 0.53 * \sqrt{210} * 20 * 29.3$$

$$V_c = 4501 \text{ kg} \cong 4.501 \text{ ton}$$

Después de ello, calculamos la resistencia al corte aportado por el acero de confinamiento, tomando en consideración que el refuerzo transversal en bigas no pre-esforzadas debe cumplir con:

Región de confinamiento debe ser igual a dos veces la altura de la viga, medida desde la cara de miembros de apoyo hacia el centro de la luz, en ambos extremos de la viga.

$$2h = 2 * 35 = 70 \text{ cm}$$

La separación máxima de los estribos debe ser el menor de:

$$s \begin{cases} \frac{d}{4} = 7.325 \text{ cm} \\ 6dv = 8.4 \text{ cm} \\ 150 \text{ mm} \end{cases}$$

$$s = 8 \text{ cm}$$

En conjunto con el área correspondiente a los estribos, conformados por 2 barras de $\emptyset 10 \text{ mm}$, se procede a calcular el valor de la resistencia al corte del acero de confinamiento.

$$V_s = \frac{A_v * f_y * d}{s}$$

$$V_s = \frac{0.785 * 4200 * 29.3}{8} = 12075.26 \text{ kg}$$

$$V_s = 12.075 \text{ Ton}$$

Posteriormente, verificamos que la resistencia al corte:

$$V_u \leq \phi(V_c + V_s)$$

$$6.4926 \leq 0.75 * (4.501 + 12.075)$$

$$6.4926 \leq 12.432$$

3.2.3.3 Requisitos a torsión

Para poder despreciar los efectos de la torsión, se debe cumplir con el siguiente requisito:

$$T_u < \phi T_{th}$$

En donde:

$$\phi T_{th} = 0.0833 \gamma \sqrt{f'c} \left(\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right)$$

$$A_{cp} = \frac{3}{2} A_o$$

$$A_o = 0.85 * A_{oh}$$

$$A_{oh} = h_c * b_c$$

$$h_c = h - 2rec - estribo = 0.17 \text{ m}$$

$$b_c = b - 2rec - estribo = 0.11 \text{ m}$$

$$A_{cp} = 0.024 \text{ m}^2$$

$$\phi T_{th} = 0.4 T_{on} * m$$

Con apoyo del programa de software estructural, se verificaron las torsiones actuantes en las vigas en estudio, obteniendo para este caso:

$$T_u = 0.1221 \text{ Ton} * m$$

$$\therefore 0.1221 < 0.4$$

Por ende, no requiere armadura ya que los efectos de torsión se desprecian.

3.2.4 Diseño de columnas

3.2.4.1 Diseño flexo-compresión

Para el diseño de columnas, se emplea un análisis basado en el diagrama de interacción que permite evaluar las demandas generadas por las combinaciones de cargas establecidas en la NEC. Con carácter demostrativo, se desarrolla el cálculo de la columna del primer piso, con mayor exactitud de la columna C9, debido a que se identificó como una de las que presentan mayores solicitaciones.

Figura 19

Diagrama de Interacción Reducido para la columna central del primer piso dirección M3

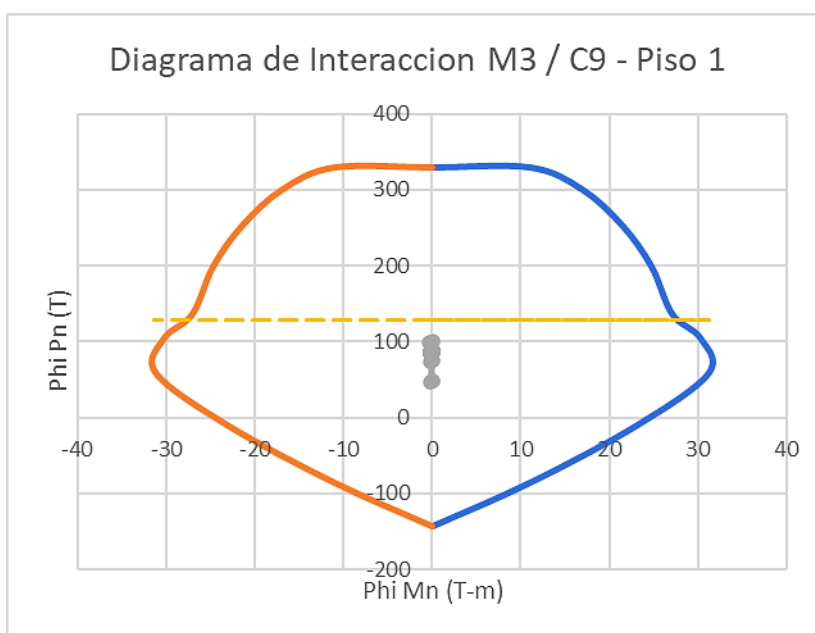
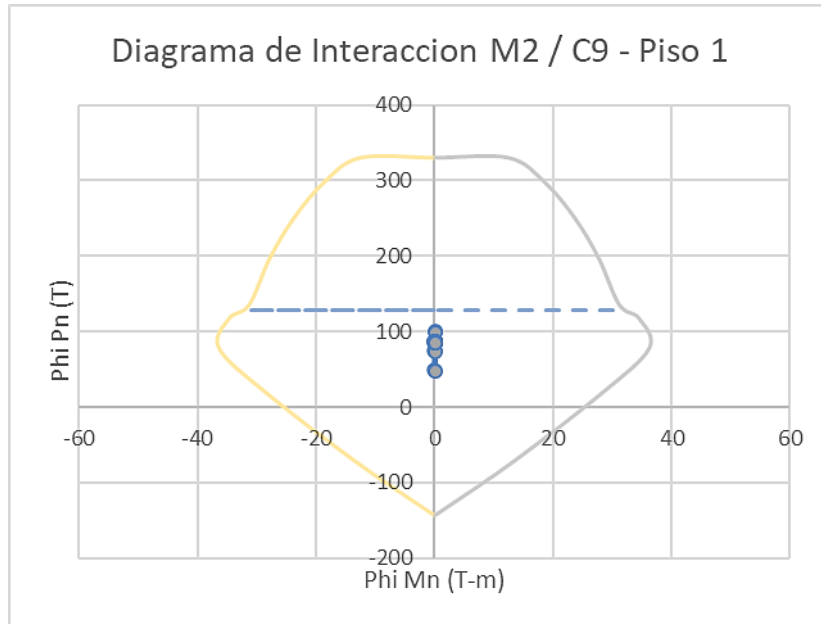


Figura 20

Diagrama de Interacción Reducido para la columna central del primer piso dirección M2



Como se aprecia en los diagramas M3 – M2, las solicitantes actuantes sobre la columna no exceden el límite axial y se mantiene dentro del área del diagrama de interacción, por ende, el diseño de la columna resulta adecuado para la edificación y las cargas consideradas.

En cuanto al acero transversal, se estableció de acuerdo con la NEC 2015:

Longitud de confinamiento:

$$L_o = \max \left\{ \begin{array}{l} \text{Maxima dimension de la columna} = 45 \text{ cm} \\ \frac{\text{Altura libre de columna}}{6} = 39.17 \text{ cm} \\ 45 \text{ cm} \end{array} \right.$$

$$\therefore L_o = 45 \text{ cm}$$

Separación de estribos dentro de la zona de confinamiento

$$s = \min \left\{ \begin{array}{l} 6 * db = 6 * 2 \text{ cm} = 12 \text{ cm} \\ 10 \text{ cm} \end{array} \right.$$

$$\therefore s = 10 \text{ cm}$$

Separación de estribos fuera de la zona de confinamiento

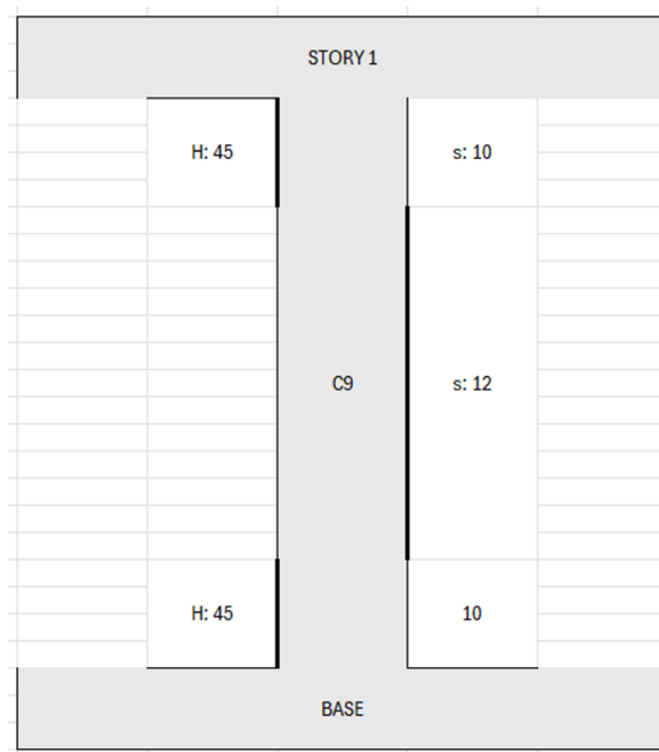
$$s = \min \left\{ \begin{array}{l} 6 * db = 6 * 2 \text{ cm} = 12 \text{ cm} \\ 15 \text{ cm} \end{array} \right.$$

$$\therefore s = 12 \text{ cm}$$

Estableciendo las separaciones de estribos que se detalla a continuación:

Figura 21

Sección transversal desde la base hasta el primer nivel del pórtico



El dimensionamiento del área de estribos se efectuó los siguientes cálculos, tomando en cuenta los criterios y requisitos pertinentes:

Tabla 18

Cuantías de acero para columnas en la dirección de base y altura

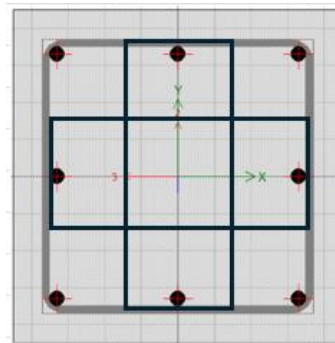
Análisis en la dimensión "B"					
bc2	36	cm	Ash1	3,04	cm2
Ag	2025	cm2	Ash2	1,62	cm2
Ach	1296	cm2	Ash Final	3,04	cm2

Análisis en la dimensión "H"					
bc2	36	cm	Ash1	3,04	cm2
Ag	2025	cm2	Ash2	1,62	cm2
Ach	1296	cm2	Ash Final	3,04	cm2

Nota. En ambas dimensiones se colocan cuatros estribos

Figura 22

Armado de acero de refuerzo para la sección transversal de la columna central



Nota. Se colocaron 8 varillas de 20mm.

3.2.4.2 Diseño por cortante Criterio

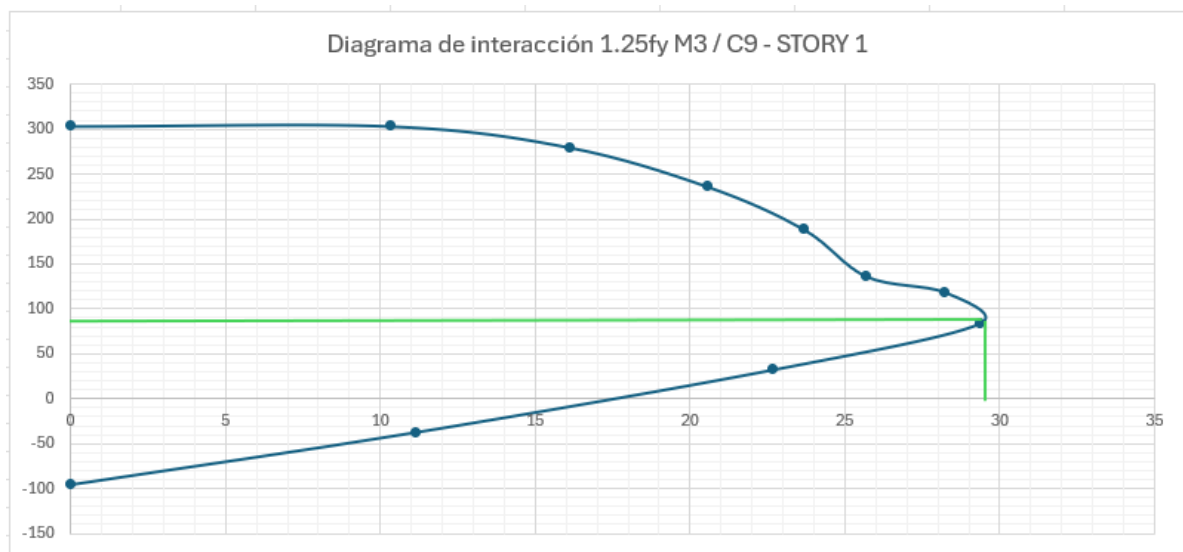
Para el diseño por cortante se analiza el diagrama de interacción, considerando la resistencia del acero igual a $1.25 f_y$. A partir de este diagrama, y utilizando las demandas

P_u correspondientes a la combinación más crítica, se determina el momento probable de la columna.

$$P_u = 86 \text{ ton}$$

Figura 23

Diagrama de interacción para la columna central del primer nivel



$$M_{pr1} = M_{pr2} = 29 \text{ ton} * m$$

Por lo que:

$$V_e = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{l_u} = \frac{29 + 29}{2.7} = 31.7 \text{ Ton} = V_u$$

Dado que $P_u \geq A_g \times \frac{f'_c}{20}$ se utiliza el siguiente aporte de la resistencia a cortante del hormigón:

$$V_c = 0.53 * \left(1 + \frac{P_u}{140 * A_g}\right) * \sqrt{f'_c} * b * d = 18.23 \text{ Ton}$$

$$V_u \leq \phi(V_c + V_s)$$

$$V_s \geq \frac{V_u}{\phi} - V_c$$

$$V_s = 11.889 \text{ Ton}$$

Luego se determina la separación por demanda:

$$s = \frac{A_v * f_y * d}{V_s}$$

$$s = 47 \text{ cm}$$

La separación determinada responde a la demanda estructural, pero debido a consideraciones de ductilidad, se requiere una separación menor.

$$s = \min \left\{ \begin{array}{l} 6 * db = 6 * 2 \text{ cm} = 12 \text{ cm} \\ 10 \text{ cm} \end{array} \right.$$

$$\therefore s = 10 \text{ cm}$$

3.2.4.3 Columna fuerte – Viga débil

Este análisis debe considerar las demandas en ambos ejes, ya que la columna está vinculada a vigas tanto en el eje X como en el eje Y. Para garantizar el cumplimiento del principio de columna fuerte–viga débil, es necesario verificar que la capacidad de la columna supere la de las vigas que conecten con ella. Debe cumplir el siguiente criterio:

$$\sum M_{nc} \geq 1.2 * \sum M_{nb}$$

En donde Mnb es la sumatoria de los momentos probables de la viga en un respectivo eje, mientras que Mnc se determina a partir de las demandas Pu de la columna, evaluado con la combinación más crítica, la cual es proyectada en el diagrama de interacción.

Figura 24

Diagrama de Interacción Nominal para la columna central del primer nivel

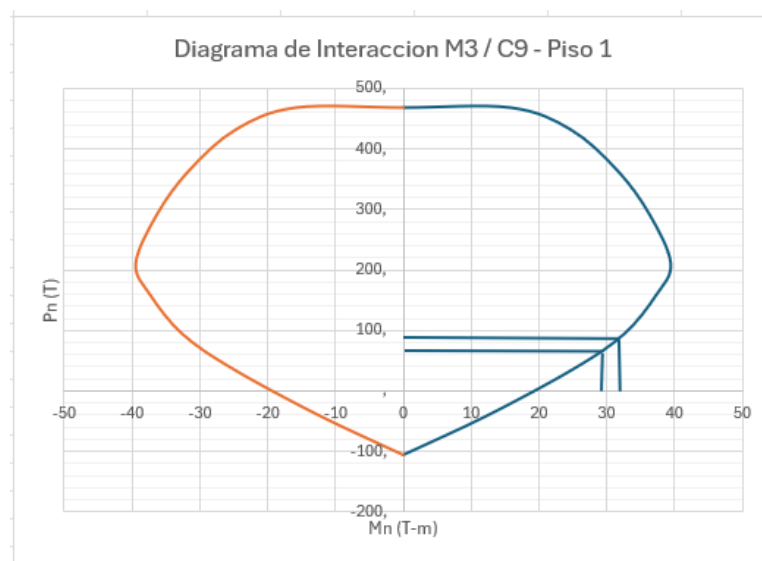


Tabla 19

Momentos probables y nominales, y demandas para las vigas del eje Y – (1 – 2)

Eje Y - (1-2)	
Momento probable Vigas (T.m)	
Mpr1	4,4422
Mpr2	8,2991
Mnb	12,7413
Demandas Pu (T)	
Pu1	69
Pu2	86
Momento nominal (T,m)	

Mn1	33	
Mn2	35	
Mnc	68	
Comprobacion	5,34	CUMPLE

3.2.5 Diseño de losa nervada en una dirección

El ACI establece que si la relación entre:

$$\frac{L_2}{L_1} > 2 \Rightarrow \text{Losa Nervada en una dirección (1D)}$$

Donde:

L2: Longitud libre mayor en un paño de losa [m]

L1: Longitud libre menor en un paño de losa [m]

Entonces:

$$\frac{5.35 \text{ m}}{2.60 \text{ m}} \approx 2.06 > 2 \Rightarrow \text{Losa Nervada en una dirección (1D)}$$

Después, se procede a determinar el espesor mínimo de la losa según lo establecido por el ACI considerando la luz libre (L), esto es:

Tabla 20

Espesores mínimos para losa nervada en una dirección

Tipo de losa	Espesor mínimo
Losa simplemente apoyada	L/16
Losa con un extremo continuo	L/18.5

Losa con ambos extremos continuos	L/21
Losa en voladizo	L/8

Nota. Tabla obtenida de (ACI, 2014)

Entonces:

$$h = \frac{2.80 \text{ m}}{16} = 0.175 \text{ m} \Rightarrow h = 20 \text{ cm}$$

Se obtiene una altura total de losa de 20 cm y se procede a comprobar lo establecido por el ACI respecto a las características geométricas de las losas nervadas o aligeradas:

- El ancho de las nervaduras (b_n) no debe ser menor de 100 mm y debe tener una altura (h_n) no mayor de 3.5 veces su ancho mínimo.

$$b_n = 12 \text{ cm} \geq 10 \text{ cm}$$

$$h_n = 35 \text{ cm} \leq (3.5 \times 12 \text{ cm}) = 42 \text{ cm}$$

- El espaciamiento libre (s) entre nervaduras no debe exceder de 750 mm.

$$s = 60 \text{ cm} \leq 75 \text{ cm}$$

- El espesor de la losa (h_c) no debe ser menor que L/12 de la distancia libre entre nervaduras, ni menor a 50 mm.

$$s_{\text{libre}} = 60 \text{ cm} - 12 \text{ cm} = 48 \text{ cm}$$

$$(h_c = 5 \text{ cm} \geq 5 \text{ cm}) \wedge \left(h_c = 5 \text{ cm} \geq \frac{1}{12}(48 \text{ cm}) = 4 \text{ cm} \right)$$

Por consiguiente se tienen los siguientes resultados:

Tabla 21

Características propuestas para la losa nervada en una dirección

Elemento	Valor propuesto
Espesor total	20 cm
Capa de compresión	5 cm
Altura del nervio	15 cm
Ancho de nervio	12 cm
Separación entre nervios	60 cm
Bloque EPS	48 cm ancho × 25 cm alto

Ahora se determina el refuerzo para temperatura y retracción empleando la siguiente tabla establecida por el ACI:

Tabla 22

Cuantía mínima de acero para temperatura y retracción en losas

Cuantías mínimas de refuerzo para temperatura y retracción en losas	
Barras lisas	0,0025
Barras corrugadas con $f_y < 4200 \text{ Kg/cm}^2$	0,0020
Barras corrugadas o malla de alambre (liso o corrugado) de intersecciones soldadas, con $f_y \geq 4200 \text{ Kg/cm}^2$	0,0018

Nota. Tabla obtenida de (ACI, 2014)

Considerando un ancho de estudio de 1 m y la capa de compresión de la losa, entonces:

$$\rho_{temp} = 0.0018 \times 100 \text{ cm} \times 5 \text{ cm} = 0.90 \text{ cm}^2/\text{m}$$

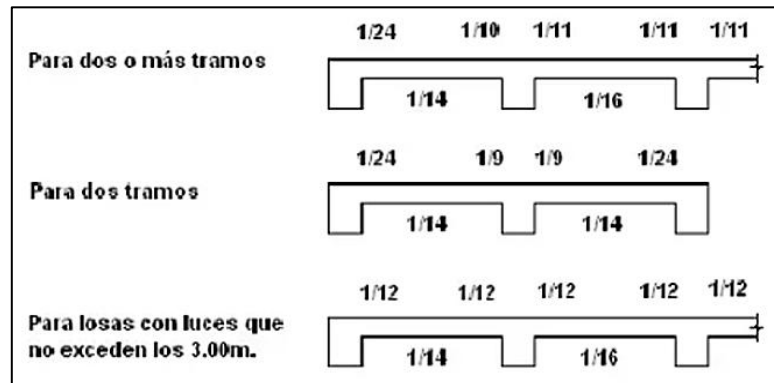
Se propone una malla electrosoldada cuadrada con varilla de acero de 5 mm espaciadas 15 cm, entonces el acero de retracción (A_s):

$$A_s = \left(\frac{100 \text{ cm}}{15 \text{ cm}} \right) \times 0.159 \text{ cm}^2 = 1.06 \text{ cm}^2/\text{m}$$

Ahora para el diseño a flexión se consideran los coeficientes del ACI:

Figura 25

Coefficientes de momento del ACI



Nota. Figura obtenida (ACI, 2014)

Entonces, se tienen tres luces de 2.80 m, 2.00 m y 2.80 m y columnas cuadradas interiores y exteriores de 0.35 m y 0.30 m, respectivamente:

$$M = \frac{wl^2}{c_{aci}}$$

Donde:

M: Momento flector [Ton.m]

w: Carga última distribuida [Ton/m]

l: luz libre [m]

c_{aci} : Coeficiente de momento ACI

Tabla 23

Momentos Flectores – Tramo 1 (Ton·m)

Momento	Apoyo Izquierdo	Centro	Apoyo Derecho
Superior	0.15	0.00	0.37
Inferior	0.00	0.26	0.00

Para los momentos superiores:

$$\text{Apoyo izquierdo: } M = \frac{0.47 \text{ [Ton/m]} \times (2.80 \text{ m})^2}{24} = 0.15 \text{ [Ton.m]}$$

$$\text{Apoyo derecho: } M = \frac{0.47 \text{ [Ton/m]} \times (2.80 \text{ m})^2}{10} = 0.37 \text{ [Ton.m]}$$

Para los momentos inferiores:

$$\text{Centro: } M = \frac{0.50 \text{ [Ton/m]} \times (2.80 \text{ m})^2}{14} = 0.26 \text{ [Ton.m]}$$

Ahora para determinar la resistencia por cortante, se debe cumplir que:

$$\phi V_c > V_u$$

Donde:

 ϕ : Factor de reducción de resistencia, 0.75 V_c : Resistencia de corte nominal [Ton] V_u : Demanda de corte calculada [Ton]

Ahora:

$$V_c = \frac{(1.1 \times 0.53 \times \sqrt{f'_c} \times 10 \times d)}{1000}$$

Donde:

f'_c : Resistencia a la compresión del hormigón, 240 [kg/cm²]

d : Peralte efectivo de losa, [cm]

$$d = h_n - rec - \frac{\phi_l}{2} = 20 \text{ cm} - 3 \text{ cm} - \frac{1.4 \text{ cm}}{2} = 16.50 \text{ cm}$$

Entonces:

$$V_c = \frac{(1.1 \times 0.53 \times \sqrt{240 \text{ kg/cm}^2} \times 10 \times 16.50 \text{ cm})}{1000} = 1.49 \text{ [Ton]}$$

Luego:

$$V_u = 1.15 \times w \times \frac{l}{2}$$

$$V_u = 1.15 \times 0.50 \frac{\text{Ton}}{\text{m}} \times \frac{2.80 \text{ m}}{2} = 0.75 \text{ [Ton]}$$

Ahora:

$$\phi V_c = 0.75(2.83 \text{ Ton}) = 1.12 \text{ [Ton]}$$

$$(\phi V_c = 1.12 \text{ [Ton]}) > (V_u = 0.75 \text{ [Ton]})$$

El acero mínimo considera el ancho de nervio (b_n), el peralte (d) y el esfuerzo de fluencia del acero (f_y), esto es:

$$As_{min} = 14 \times b_n \times \frac{d}{f_y}$$

$$As_{min} = 14 \times 12 \text{ cm} \times \frac{16.50 \text{ cm}}{4200 \text{ kg/cm}^2} = 0.66 [\text{cm}^2]$$

El acero requerido se define como:

$$As_{req} = \frac{M \times 30}{d}$$

Entonces para la zona superior:

$$\text{Apoyo izquierdo: } As_{req} = \frac{0.15 \text{ Ton.m} \times 30}{16.50 \text{ cm}} = 0.28 [\text{cm}^2]$$

$$\text{Apoyo derecho: } As_{req} = \frac{0.37 \text{ Ton.m} \times 30}{16.50 \text{ cm}} = 0.67 [\text{cm}^2]$$

Para la zona inferior:

$$\text{Centro: } As_{req} = \frac{0.26 \text{ Ton.m} \times 30}{16.50 \text{ cm}} = 0.48 [\text{cm}^2]$$

Se debe cumplir que $As_{req} \geq As_{min}$, así por ejemplo:

$$(As_{req} = 0.28 [\text{cm}^2]) \geq (As_{min} = 0.66 [\text{cm}^2]) \equiv 0$$

$\therefore$ Se debe colocar el acero mínimo y no el requerido.

Entonces se coloca 1 varilla corrugada de acero de 10mm con área de 0.79 [cm²], por tanto, el diseño cumple. Esto se replica para el resto de los niveles que comprenden departamentos y terraza accesible para eventos, destacando que la losa de terraza requirió una varilla de 12 mm en la parte superior (ver anexos).

3.3 Revisión de la estabilidad de la estructura

La revisión de la estabilidad global de una estructura implica la evaluación de criterios fundamentales que verifican que el sistema estructural tiene la capacidad de enfrentar de forma segura las fuerzas laterales, así como también las cargas gravitacionales.

3.3.1 Chequeo de derivas de entrepiso

Se realizó un control de deformaciones mediante el cálculo de las derivas inelásticas máximas ΔM de piso, las cuales corresponden a la deformación relativa entre dos pisos consecutivos, causada por el sismo de diseño. Para ello, se analizaron las derivas inelásticas ΔE obtenidas por cada dirección de aplicación de las fuerzas laterales (Sismo X – Sismo Y). Según la 3.-NEC-SE-DS-Peligro-Sismico-parte-2. (n.d.).

$$\Delta M = 0.75 * R * \Delta E$$

Donde:

ΔM : Deriva máxima inelástica

ΔE : Desplazamiento obtenido en aplicación de las fuerzas laterales de diseño.

R : Factor de reducción de resistencia.

La deriva de entrepiso se define como la diferencia de desplazamiento entre dos niveles consecutivos dividida por la altura de entrepiso. Para asegurar que las deformaciones de la estructura se mantengan dentro de los límites seguros, esta deriva no debe exceder el 2%.

$$\text{Deriva de entrepiso} = \frac{\Delta M_n - \Delta M_{n-1}}{h_e}$$

Direccion X						
Piso	Desplazamientos (mm)	Desp Inelastico (mm)	Deriva	He (mm)	Deriva Rel	NEC
5	0,014	0,084	0,012	2700	4,44E-06	Cumple
4	0,012	0,072	0,012	2700	4,44E-06	Cumple
3	0,01	0,06	0,024	2700	8,89E-06	Cumple
2	0,006	0,036	0,024	2700	8,89E-06	Cumple
1	0,002	0,012	0,012	2700	4,44E-06	Cumple

Direccion Y						
Piso	Desplazamientos (mm)	Desp Inelastico (mm)	Deriva	He (mm)	Deriva Rel	NEC
5	0,024	0,144	0,018	2700	6,67E-06	Cumple
4	0,021	0,126	0,03	2700	1,11E-05	Cumple
3	0,016	0,096	0,036	2700	1,33E-05	Cumple
2	0,01	0,06	0,036	2700	1,33E-05	Cumple
1	0,004	0,024	0,024	2700	8,89E-06	Cumple

3.3.2 Irregularidad torsional

Para el control de torsión se realiza en las direcciones X e Y, obteniendo los desplazamientos máximos (δ_{max}) y promedios (δ_{prom}) de cada nivel. Con estos valores se verifica el criterio de diseño, que establece que la amplificación de torsión debe ser menor o igual a 1.

$$A_x = \left(\frac{\delta_{max}}{1.2 \delta_{prom}} \right)^2$$

Direccion X				
Piso	D. Max (mm)	D. Prom (mm)	Amplificación de torsión	NEC
5	0,014	0,012	0,945216049	Cumple
4	0,012	0,011	0,826446281	Cumple
3	0,01	0,009	0,85733882	Cumple
2	0,006	0,005	1	Cumple
1	0,002	0,002	0,694444444	Cumple

DIRECCION Y				
Piso	D. Max (mm)	D. Prom (mm)	Amplificación de torsión	NEC
5	0,024	0,024	0,694444444	Cumple
4	0,021	0,021	0,694444444	Cumple
3	0,016	0,016	0,694444444	Cumple
2	0,01	0,01	0,694444444	Cumple
1	0,004	0,004	0,694444444	Cumple

3.3.3 Índice de estabilidad y efecto de segundo orden

El índice de estabilidad (Q_i), para el piso i y en la dirección bajo estudio, puede calcularse por medio de la ecuación. Según la 3.-NEC-SE-DS-Peligro-Sismico-parte-2. (n.d.).

$$Q_i = \frac{P_i \Delta_i}{V_i h_i}$$

Donde:

P_i : Suma de la carga vertical, incluyendo carga muerto y viva, del piso i y los pisos superiores.

Δ_i : Deriva del piso i .

V_i : Cortante sísmico del piso i .

h_i : Altura del piso i .

Se debe cumplir $Q_i \leq 0.30$.

Piso	P (Axial)	V (Cortante)	Deriva	He (mm)	Q	Nec
5	1399,5225	66,61020075	0,003	2700	2,33E-05	Cumple
4	2540,7266	94,95566892	0,005	2700	4,95E-05	Cumple
3	3751,8901	102,6708701	0,006	2700	8,12E-05	Cumple
2	4986,0104	87,93522782	0,007	2700	1,47E-04	Cumple
1	6268,9206	52,17341115	0,004	2700	1,78E-04	Cumple

3.4 Diseño de Cimentación

Las propiedades geotécnicas del suelo ya fueron identificadas en secciones previas, entonces se procede a estimar el CBR No Saturado y la Resistencia al Corte No Drenado para suelos CL, CH y SC se tiene que (Muslih Purwana & Nikraz, 2014):

$$CBR_u = CBR_s \times (Sr)^{2.3}$$

Donde;

CBR_u : CBR No Saturado [%]

CBR_s : CBR Saturado [%] (ver Tabla 4)

Sr : Grado de Saturación [%]

Se conoce que:

Volumen de muestra de suelo: $V = 0.0009378 \text{ [m}^3\text{]}$

Volumen seco: $V_s = \frac{m_s}{\rho_s} = \frac{0.94058 \text{ kg}}{1660 \text{ kg/m}^3} = 0.00057 \text{ [m}^3\text{]}$

Volumen de vacíos: $V_v = V - V_s = 0.0009378 - 0.00057 = 0.0003678 \text{ [m}^3\text{]}$

Volumen de agua: $V_w = \frac{m_{evaporada}}{\rho_{agua}} = \frac{0.15323 \text{ kg}}{1000 \text{ kg/m}^3} = 0.00015323 \text{ [m}^3\text{]}$

Grado de Saturación: $Sr = \frac{V_w}{V_v} \times 100\% = \frac{0.00015323}{0.0003678} \times 100\% = 0.42\%$

Entonces:

$$CBR_u = 6.30 \times (0.42\%)^{2.3}$$

$$CBR_u = 0.86 \%$$

Luego:

$$S_u = -0.426(CBR_u)^2 + 2.212(CBR_u)$$

Donde;

S_u : Resistencia al Corte No Drenado

CBR_u : CBR No Saturado

Así:

$$S_u = -0.426(0.86\%)^2 + 2.212(0.86\%)$$

$$S_u = 1.59 \text{ [kPa]}$$

Considerando que una zapata cimentada en una arcilla saturada generará exceso de presión de poros inmediatamente después de ser cargada, dando como resultado un análisis de la presión de contacto en condiciones no drenadas, esto es cohesión igual a la resistencia al corte no drenado y ángulo de fricción igual a cero, entonces al evaluar con las propiedades geotécnicas del terreno no se cumplió la capacidad de carga última.

En la Figura 26 se exponen los tres escenarios en que puede aparecer el nivel freático (N.F.), para el presente proyecto N.F. está a 0.50 m, es decir, el caso 1, esto implica que $\gamma' = \gamma - \gamma_w$, donde:

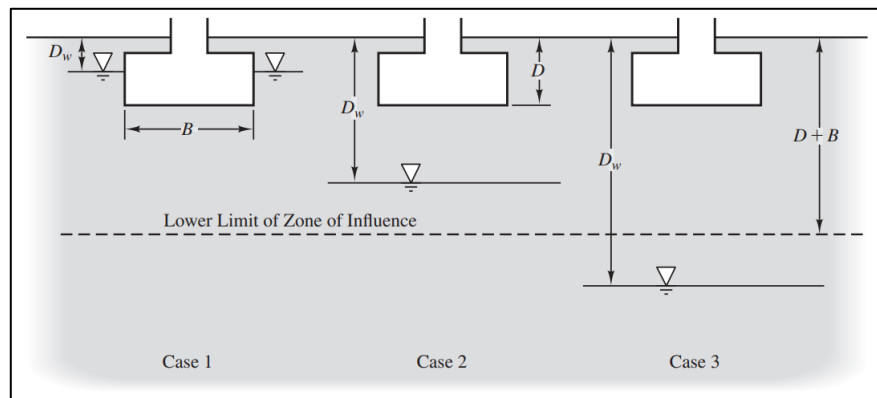
γ' : Peso específico corregido del suelo [kN/m^3]

γ : Peso específico del suelo [kN/m^3]

γ_w : Peso específico del agua [kN/m^3]

Figura 26

Tres casos de aguas subterráneas para el análisis de capacidad de carga.



Nota. La imagen fue obtenida de (Coduto et al., 2016)

3.4.1 Presión de Contacto

Para determinar la presión de contacto, se emplea la siguiente fórmula:

$$q = \frac{P + W_f}{A} - u_D$$

Donde;

q: Presión de contacto [kPa]

P: Fuerza o carga aplicada [kN]

W_f : Peso propio de la cimentación [kN]

A: Área de la cimentación [m^2]

u_D : Presión de poros en la base de la cimentación [kN/m^2]

El peso propio de la cimentación se define como:

$$W_f = \gamma_H [B \times L \times e + (D_f - e) \times b_c \times h_c] + \gamma_{suelo} [(B - b_c) \times L \times (D_f - e)]$$

$$W_f = 23.6 [3.75 \times 3.75 \times 0.6 + (0.5 - 0.5) \times 0.45 \times 0.45] + 22.07 [(3.75 - 0.45) \times 3.75 \times (0.5 - 0.5)]$$

$$W_f = 165.94 [kN]$$

La fuerza aplicada para una columna central se la obtuvo del programa de análisis estructural, esta es:

$$P = 11163.20 [kN]$$

El área de la cimentación se define como:

$$A = B \times L = 3.75 \text{ m} \times 3.75 \text{ m} = 14.06 [m^2]$$

Por lo tanto, se tiene que:

$$q = \frac{11163.20 \text{ kN} + 165.94 \text{ kN}}{14.06 \text{ m}^2} - (9.81 \text{ kN/m}^3 \times 0.50)$$

$$q = 800.72 \left[\frac{kN}{m^2} \right]$$

3.4.2 Capacidad de Carga Última

Se utiliza la teoría de Meyerhof (1963), quien propone la siguiente expresión para determinar la capacidad de carga última:

$$q_{ult} = c'N_c s_c d_c i_c + q_e N_q s_q d_q i_q + 0.5\gamma B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

Donde;

c' : cohesión

N_c, N_q, N_γ : Factores de capacidad de carga

s_c, s_q, s_γ : Factores de forma

d_c, d_q, d_γ : Factores de profundidad

i_c, i_q, i_γ : Factores de inclinación de carga

q_e : sobrecarga efectiva [KN/m^2]

γ : Peso específico del suelo [KN/m^3]

B: Ancho de la cimentación [m]

Se propone un material de relleno correspondiente a Zahorra Natural Caliza cuyas propiedades se exponen en la Tabla 24 y que tiene un precio de \$38.38/m³ (CYPE Ingenieros, 2025).

Tabla 24

Propiedades Geotécnicas de la Zahorra Natural Caliza

Propiedad	Valor típico	Unidad
Tipo de suelo	GW-GM / GP-GM	SUCS
Tamaño máximo del agregado	25 – 40	mm
Límite líquido (LL)	< 25	%

Índice plástico (IP)	< 6	%
Densidad seca máxima	2.25	g/cm ³
Peso específico	22.07	kN/m ³
Ángulo de fricción (ϕ)	35	°
Cohesión aparente (c)	3	kPa
Módulo de elasticidad (Es)	58200	kPa

Nota. Datos obtenidos de (OSEPSA, 2007)

Los factores de carga se eligen en base al ángulo de fricción del suelo (ϕ) tal como se observa en la siguiente figura:

Tabla 25

Factores de capacidad de carga para la teoría de Meyerhof

ϕ'	N_c	N_q	N_γ	ϕ'	N_c	N_q	N_γ
0	5.14	1.00	0.00	26	22.25	11.85	12.54
1	5.38	1.09	0.07	27	23.94	13.20	14.47
2	5.63	1.20	0.15	28	25.80	14.72	16.72
3	5.90	1.31	0.24	29	27.86	16.44	19.34
4	6.19	1.43	0.34	30	30.14	18.40	22.40
5	6.49	1.57	0.45	31	32.67	20.63	25.99
6	6.81	1.72	0.57	32	35.49	23.18	30.22
7	7.16	1.88	0.71	33	38.64	26.09	35.19
8	7.53	2.06	0.86	34	42.16	29.44	41.06
9	7.92	2.25	1.03	35	46.12	33.30	48.03
10	8.35	2.47	1.22	36	50.59	37.75	56.31
11	8.80	2.71	1.44	37	55.63	42.92	66.19
12	9.28	2.97	1.69	38	61.35	48.93	78.03
13	9.81	3.26	1.97	39	67.87	55.96	92.25
14	10.37	3.59	2.29	40	75.31	64.20	109.41
15	10.98	3.94	2.65	41	83.86	73.90	130.22
16	11.63	4.34	3.06	42	93.71	85.38	155.55
17	12.34	4.77	3.53	43	105.11	99.02	186.54
18	13.10	5.26	4.07	44	118.37	115.31	224.64
19	13.93	5.80	4.68	45	133.88	134.88	271.76
20	14.83	6.40	5.39	46	152.10	158.51	330.35
21	15.82	7.07	6.20	47	173.64	187.21	403.67
22	16.88	7.82	7.13	48	199.26	222.31	496.01
23	18.05	8.66	8.20	49	229.93	265.51	613.16
24	19.32	9.60	9.44	50	266.89	319.07	762.89
25	20.72	10.66	10.88				

Nota. Información extraída de la tabla 3.3 del libro “Fundamentos de ingeniería de cimentaciones” séptima edición de Braja M. Das.

Con un ángulo de fricción de 35° , se tiene que: $Nc = 35$; $Nq = 33.3$; $Ny = 48.03$.

Para los factores de forma se tiene que:

Dado que $\phi > 10$:

$$s_q = s_\gamma = 1 + 0.1 \left(\frac{B}{L} \right) \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)$$

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

Entonces:

$$s_q = s_\gamma = 1 + 0.1 \left(\frac{3.75 \text{ m}}{3.75 \text{ m}} \right) \tan^2 \left(45 + \frac{35^\circ}{2} \right)$$

$$s_q = s_\gamma = 1.01$$

$$s_c = 1 + 0.2 \left(\frac{3.75 \text{ m}}{3.75 \text{ m}} \right) \tan^2 \left(45 + \frac{35^\circ}{2} \right)$$

$$s_c = 1.02$$

Para los factores de profundidad se tiene que:

Dado que $\phi > 10$:

$$d_c = 1 + 0.2 \left(\frac{D_f}{B} \right) \sqrt{\tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)}$$

$$d_c = 1 + 0.2 \left(\frac{0.5 \text{ m}}{3.75 \text{ m}} \right) \sqrt{\tan^2 \left(45 + \frac{35^\circ}{2} \right)}$$

$$d_c = 1.01$$

$$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1 \left(\frac{D_f}{B} \right) \sqrt{\tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)}$$

$$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1 \left(\frac{0.5 \text{ m}}{3.75 \text{ m}} \right) \sqrt{\tan^2 \left(45 + \frac{35^\circ}{2} \right)}$$

$$d_q = d_\gamma = 1$$

Para los factores de inclinación corresponde el valor de 1 porque la cimentación es perpendicular al estrato de suelo:

$$i_c = i_q = i_\gamma = 1$$

Para la determinar la sobrecarga efectiva se tiene que:

$$q_e = D_f \times \gamma_{suelo}$$

$$q_e = 0.5 \text{ m} \times 22.07 \text{ kN/m}^3$$

$$q_e = 11.04 \left[\frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right]$$

Al reemplazar en la ecuación de la capacidad de carga última:

$$\begin{aligned} q_{ult} &= (3 \text{ kPa} \times 35 \times 1.02 \times 1.01 \times 1) + \left(11.04 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \times 33.3 \times 1.01 \times 1 \times 1 \right) \\ &\quad + (0.5 \times 22.07 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} \times 3.75 \text{ m} \times 48.03 \times 1.01 \times 1) \\ q_{ult} &= 2502.40 \left[\frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right] \end{aligned}$$

3.4.3 Capacidad de Carga Admisible

$$q_{adm} = \frac{q_{ult}}{FS}$$

Donde:

q_{adm} : Capacidad de carga admisible [kN/m²]

q_{ult} : Capacidad de carga última [kN/m²]

FS : Factor de seguridad

Según la NEC-SE-GC en la tabla 6 “Factores de Seguridad Indirectos Mínimos $FSIM$ ”, el factor de seguridad para combinaciones de carga muerta y carga viva es 3, entonces:

$$q_{adm} = \frac{2368.52 \text{ kN/m}^2}{3}$$

$$q_{adm} = 834.13 \left[\frac{kN}{m^2} \right]$$

Para que el diseño de la zapata sea satisfactorio por capacidad, se debe cumplir que:

$$q_{adm} > q$$

q: Presión de contacto [kPa]

$$834.13 \text{ kPa} > 800.72 \text{ kPa}$$

$\therefore$ El diseño propuesto cumple por capacidad de carga (Estado Límite Último).

3.4.4 Asentamiento Elástico

Se procede a determinar la profundidad de influencia de la zapata cuadrada que es dos veces la base o largo más el nivel de desplante, esto es:

$$Prof_i = 2B + D_f, B = L$$

$$Prof_i = (2)(3.75 \text{ m}) + 0.5 \text{ m}$$

$$Prof_i = 8 \text{ [m]}$$

Para calcular el asentamiento elástico, se utiliza la siguiente fórmula:

$$S_0 = I_0 I_1 \frac{q_0 \times B}{E_s} (1 - \nu^2)$$

Donde:

S_0 : Asentamiento elástico [mm]

$I_0 I_1$: Factores en función de Df/B y H/B respectivamente.

q_0 : Presión de contacto [kN/m²]

B : Base de la zapata [m]

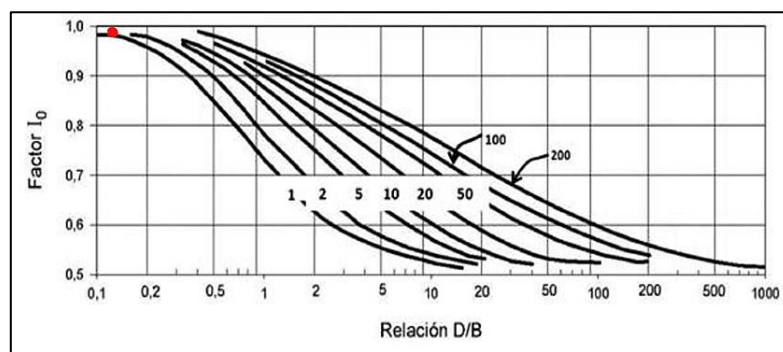
E_s : Módulo de elasticidad del suelo [kPa]

$$\nu = 0.30$$

Considerando que la profundidad de estudio equivale a H , entonces:

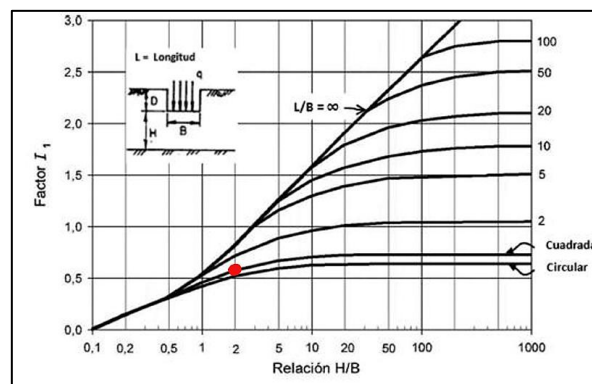
$$\frac{D_f}{B} = \frac{0.50 \text{ m}}{3.75 \text{ m}} = 0.13 \text{ [m]}$$

$$\frac{H}{B} = \frac{8.00 \text{ m}}{0.75 \text{ m}} = 2.13 \text{ [m]}$$

Figura 27Selección del factor I_0 

Nota. Gráfico obtenido de (Coduto et al., 2016)

Al utilizar la Figura 27 se estima que I_0 es 0.98.

Figura 28Selección del factor I_1 

Nota. Gráfico obtenido de (Coduto et al., 2016)

Al utilizar la Figura 28 se estima que I_1 es 0.60.

Por consiguiente, se tiene que:

$$S_0 = (0.98)(0.60) \frac{800.72 \text{ kPa} \times 3.75 \text{ m}}{58200 \text{ kPa}} (1 - 0.30^2)$$

$$S_0 = 0.028 \text{ m} = 27.61 \text{ [mm]}$$

3.4.5 Asentamiento por Consolidación Primaria

Se procede a calcular el asentamiento por consolidación en un estrato de suelo arcilloso, para ello se consideran dos estados:

1. Para arcillas sobreconsolidadas con $\sigma'_0 + \Delta\sigma < \sigma'_p$:

$$S_1 = \frac{C_r H_c}{1 + e_0} \log \left(\frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma}{\sigma'_0} \right)$$

2. Para arcillas sobreconsolidadas con $\sigma'_0 < \sigma'_p < \sigma'_0 + \Delta\sigma$:

$$S_1 = \frac{C_r H_c}{1 + e_0} \log \left(\frac{\sigma'_p}{\sigma'_0} \right) + \frac{C_c H_c}{1 + e_0} \log \left(\frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma}{\sigma'_p} \right)$$

Donde:

S_1 : Consolidación primaria [mm]

C_r : Índice de recompresión [0.08]

C_c : Índice de compresión

H_c : Espesor del estrato de arcilla [m]

e_0 : Relación de vacíos [1.90]

σ'_0 : Esfuerzo efectivo [KPa]

$\Delta\sigma$: Incremento de la presión efectiva sobre el estrato de arcilla [KPa]

σ'_p : Presión de preconsolidación [KPa]

Se procede con el índice de compresión, para un estrato de arcilla, se define como:

$$C_c = 0.156 \times e_0 + 0.0107$$

$$C_c = 0.156 \times 0.65 + 0.0107 = 0.11$$

Ahora se debe considerar que la altura del estrato de suelo (Z) es la mitad del espesor del estrato de arcilla (Hc), entonces:

$$H_c = 8 [m] \Rightarrow Z = 4 [m]$$

Después, el esfuerzo efectivo se determina mediante:

$$\sigma'_0 = (\gamma \times Z) - u_D$$

$$\sigma'_0 = \left(22.07 \frac{kN}{m^3} \times 4 m \right) - 4.91 \frac{kN}{m^2}$$

$$\sigma'_0 = 83.38 \left[\frac{kN}{m^2} \right]$$

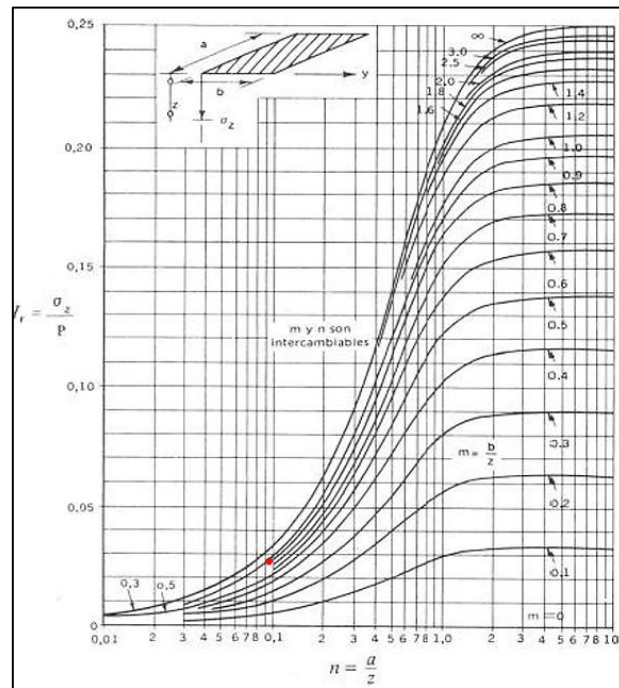
Para el incremento de la presión efectiva ($\Delta\sigma$), se tiene que:

$$\Delta\sigma = q_0 \times I_r$$

Donde:

q_0 : Presión de contacto [kPa]

I_r : Coeficiente en función de la base y longitud de la zapata y de Hc

Figura 29Selección del factor I_r 

Nota. Gráfico obtenido de (Coduto et al., 2016)

Considerando que B es la base de la zapata y a es la longitud, entonces:

$$m = n = \frac{b}{z} = \frac{a}{z} = \frac{3.75 \text{ m}}{4 \text{ m}} = 0.94$$

$$I_r = 0.028$$

$$\Delta\sigma = 800.72 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \times 0.028$$

$$\Delta\sigma = 22.42 \left[\frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right]$$

Para la presión de preconsolidación (σ'_p) se tiene que:

$$\sigma'_p = OCR \times \sigma'_0$$

Donde:

OCR = 1.5 para arcillas

$$\sigma'_p = 1.5 \times 83.38 \frac{kN}{m^2}$$

$$\sigma'_p = 125.06 \left[\frac{kN}{m^2} \right]$$

Dado que:

$$\left(\sigma'_0 + \Delta\sigma = 105.80 \frac{kN}{m^2} \right) < \left(\sigma'_p = 125.06 \frac{kN}{m^2} \right)$$

Entonces se utiliza el primer caso del asentamiento por consolidación:

$$S_1 = \frac{0.08 \times 8 \text{ m}}{1 + 0.65} \log \left(\frac{105.80 \text{ kN/m}^2}{83.38 \text{ kN/m}^2} \right)$$

$$S_1 = 0.04 \text{ m} = 40.23 \text{ [mm]}$$

3.4.6 Asentamientos Totales

El asentamiento total para la zapata central se obtiene como:

$$S_T = S_0 + S_1$$

$$S_{T\text{centro}} = 67.84 \text{ mm} + 40.23 \text{ mm}$$

$$S_{T\text{centro}} = 108.07 \text{ [mm]}$$

El asentamiento total para la zapata esquinera se obtiene como:

$$S_T = S_0 + S_1$$

$$S_{T\text{esquina}} = 18.94 \text{ mm} + 32.33 \text{ mm}$$

$$S_{T\text{esquina}} = 51.27 \text{ [mm]}$$

Considerando que la NEC - sección 6.3.4 propone un límite máximo de asentamientos totales para construcciones entre medianeros de 100 mm, entonces, los asentamientos calculados son aceptables y cumplen con la normativa.

3.4.7 Asentamiento Diferencial

La NEC-SE-GC clasifica el asentamiento máximo permisible de acuerdo con el tipo de construcción, esto es:

Tabla 26

Asentamiento máximo diferencial según NEC-SE-GC

Tipo de Construcción	Δ_{max}
(a) Edificaciones con muros y acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores.	L/1000
(b) Edificaciones con muros de carga en concreto o en mampostería.	L/500
(c) Edificaciones con pórticos en concreto, sin acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores.	L/300
(d) Edificaciones en estructura metálica, sin acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores.	L/160

Nota. Información obtenida de la tabla 7 “Valores máximos de asentamientos diferenciales calculados, expresados en función de la distancia entre apoyos o columnas, L [mm]” de la NEC-SE-GC.

Dado que la estructura propuesta para el proyecto corresponde a un pórtico en hormigón armado, entonces el asentamiento máximo diferencial para este tipo de construcción c según la Tabla 26 es:

$$\Delta_{max} = \frac{L}{300}$$

Donde:

L: Longitud entre la columna exterior y la columna interior más alejada, 24000 [mm]

$$\Delta_{max} = \frac{24000 \text{ mm}}{300} = 80 \text{ [mm]}$$

Ahora el asentamiento diferencial se define como:

$$\Delta_{calc} = S_{Tcentro} - S_{Tesquina}$$

$$\Delta_{calc} = 67.84 \text{ mm} - 51.27 \text{ mm}$$

$$\Delta_{calc} = 16.58 \text{ [mm]}$$

Dado que:

$$(\Delta_{calc} = 16.58 \text{ mm}) < (\Delta_{max} = 80 \text{ mm})$$

$\therefore$ El diseño propuesto cumple por asentamientos (Estado Límite de Servicio).

3.4.8 Corte Unidireccional

La resistencia a la compresión para el hormigón (f'_c) en la cimentación es 240 kg/cm^2

Se procede a calcular el esfuerzo último por carga vertical, este es:

$$q_{su} = \frac{P}{A}$$

Donde:

P: Carga vertical de la columna [kN]

A: Área de la cimentación [m^2]

$$q_{su} = \frac{11163.20 \text{ kN}}{1.56 \text{ m}^2}$$

$$q_{su} = 728.28 \left[\frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} \right]$$

Por consiguiente, el esfuerzo unidireccional que resiste el hormigón (V_{cu}) se define como:

$$V_{cu} = 0.53 \times \sqrt{f'_c}$$

$$V_{cu} = 0.53 \times \sqrt{240 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}$$

$$V_{cu} = 8.211 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 82.11 \left[\frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} \right]$$

Ahora se procede a calcular el esfuerzo unidireccional último (V_{uu}), esto es:

$$V_{cu} = \frac{V_{uu}}{\phi \times A}$$

Donde:

$$\phi = 0.75$$

$$A = B \times d$$

$$V_{uu} = q_{su} \left(\left(\frac{B}{2} - \frac{b_{cim}}{2} \right) - d \right) \times L$$

Donde:

B y L corresponden a la base y longitud de la cimentación respectivamente.

b_{cim} : Base de la columna de cimentación, esto es 45 cm

d: Espesor

$$V_{uu} = 728.28 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} \left(\left(\frac{1.25 \text{ m}}{2} - \frac{0.45 \text{ m}}{2} \right) - d \right) \times 1.25 \text{ m}$$

Ahora:

$$V_{uu} = V_{cu} \times \phi \times A$$

Entonces:

$$82.11 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} \times 0.75 \times (1.25 \text{ m} \times d) = 728.28 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} \left(\left(\frac{1.25 \text{ m}}{2} - \frac{0.45 \text{ m}}{2} \right) - d \right) \times 1.25 \text{ m}$$

$$d = 0.37 \text{ [m]}$$

3.4.9 Corte Bidireccional

Para el esfuerzo de corte bidireccional crítico (V_{cb}) se tiene que:

$$V_{cb} = \frac{V_{ub}}{\phi \times A}$$

Se debe considerar que la ACI 318S-14 “Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural” establece formas para calcular V_{cb} , este depende de tres límites que exponen a continuación:

Tabla 27

Corte bidireccional crítico en diferentes sistemas de unidades

	Sistema SI esfuerzos en MPa	Sistema mks esfuerzos en kgf/cm ²	Sistema de unidades usuales en USA esfuerzos en libras por pulgada cuadrada (lb./pulg. ²)
22.5.8.3.2	$V_{cw} = (0.29\lambda\sqrt{f'_c} + 0.3f_{pc})b_w d_p + V_p$	$V_{cw} = (0.93\lambda\sqrt{f'_c} + 0.3f_{pc})b_w d_p + V_p$	$V_{cw} = (3.5\lambda\sqrt{f'_c} + 0.3f_{pc})b_w d_p + V_p$
22.5.8.3.3	$0.33\lambda\sqrt{f'_c}$	$1.1\lambda\sqrt{f'_c}$	$4\lambda\sqrt{f'_c}$
22.5.10.6.2a 22.5.10.6.2b	$V_s \leq 0.25\sqrt{f'_c}b_w d$	$V_s \leq 0.8\sqrt{f'_c}b_w d$	$V_s \leq 3\sqrt{f'_c}b_w d$
22.6.3.1	$\sqrt{f'_c} \leq 8.3 \text{ MPa}$	$\sqrt{f'_c} \leq 27 \text{ kgf/cm}^2$	$\sqrt{f'_c} \leq 100 \text{ psi}$
22.6.5.2(a)	$v_c = 0.33\lambda\sqrt{f'_c}$	$v_c = 1.1\lambda\sqrt{f'_c}$	$v_c = 4\lambda\sqrt{f'_c}$
22.6.5.2(b)	$V_c = 0.17\left(1 + \frac{2}{\beta}\right)\lambda\sqrt{f'_c}$	$V_c = 0.53\left(1 + \frac{2}{\beta}\right)\lambda\sqrt{f'_c}$	$V_c = \left(2 + \frac{4}{\beta}\right)\lambda\sqrt{f'_c}$
22.6.5.2(c)	$V_c = 0.083\left(2 + \frac{\alpha_s d}{b_o}\right)\lambda\sqrt{f'_c}$	$V_c = 0.27\left(2 + \frac{\alpha_s d}{b_o}\right)\lambda\sqrt{f'_c}$	$V_c = \left(2 + \frac{\alpha_s d}{b_o}\right)\lambda\sqrt{f'_c}$

Nota. Se procede a utilizar las fórmulas en el sistema mks

Ahora, se escoge el menor valor entre las fórmulas 22.6.5.2 (a), 22.6.5.2 (b), 22.6.5.2 (c), considerando que:

$$\alpha = 0.40 \text{ para columna interior}$$

$$\beta = \frac{\text{Lado largo de la columna}}{\text{Lado corto de la columna}}$$

$$\beta = \frac{0.45 \text{ m}}{0.45 \text{ m}} = 1$$

$$\lambda = 1 \text{ para hormigón normal}$$

$$b_o = 2 \times (hc + bc + 4d)$$

$$b_o = 2 \times (0.45 \text{ m} + 0.45 \text{ m} + 4(0.37 \text{ m}))$$

$$b_o = 4.76 \text{ [m]}$$

Para 22.6.5.2 (a):

$$V_c = 1.1\lambda\sqrt{f'_c}$$

$$V_c = 1.1(1) \sqrt{240 \frac{kg}{cm^2}} = 17.04 \left[\frac{kg}{cm^2} \right]$$

Para 22.6.5.2 (b):

$$V_c = 0.53 \left(1 + \frac{2}{\beta} \right) \lambda \sqrt{f'c}$$

$$V_c = 0.53 \left(1 + \frac{2}{1} \right) (1) \sqrt{240 \frac{kg}{cm^2}} = 24.63 \left[\frac{kg}{cm^2} \right]$$

Para 22.6.5.2 (c):

$$V_c = 0.27 \left(2 + \frac{\alpha d}{b_0} \right) \lambda \sqrt{f'c}$$

$$V_c = 0.27 \left(2 + \frac{(0.4)(37 \text{ cm})}{476 \text{ cm}} \right) (1) \sqrt{240 \frac{kg}{cm^2}} = 8.50 \left[\frac{kg}{cm^2} \right]$$

El menor valor corresponde a la fórmula 22.6.5.2 (c):

$$V_{cb} = 8.50 \frac{kg}{cm^2} = 85 \left[\frac{Ton}{m^2} \right]$$

Después para para calcular V_{ub} se tiene que:

$$V_{ub} = P - q_{su}(B - bc - 2d_u)(L - hc - 2d_u)$$

$$V_{ub} = 1138.33 \text{ Ton} - 728.28 \frac{Ton}{m^2} (1.25 \text{ m} - 0.45 \text{ m} - 2d_u)(1.25 \text{ m} - 0.45 \text{ m} - 2d_u)$$

Dado que:

$$V_{ub} = V_{cb} \times \phi \times A$$

Entonces:

$$85 \frac{Ton}{m^2} \times 0.75 \times (1.25 \text{ m} \times d_u) = 1138.33 \text{ Ton} - 728.28 \frac{Ton}{m^2} (1.25 \text{ m} - 0.45 \text{ m} - 2d_u)(1.25 \text{ m} - 0.45 \text{ m} - 2d_u)$$

$$d_u \approx 1 \text{ [m]}$$

Considerando que el recubrimiento para cimentaciones es 7.5 cm, entonces, la altura de la cimentación es:

$$h = d_u + rec_{cim}$$

$$h = 1\text{ m} + 0.075\text{ m}$$

$$h \approx 1.10\text{ [m]}$$

3.4.10 Diseño del Acero de Refuerzo

Considerando que el esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo (f_y) es 4200 kg/cm^2 , se propone un diámetro de varilla longitudinal (ϕ_v) de 22 mm, cuya área es

$$A_v = \pi \times \frac{\phi_v^2}{4}$$

$$A_v = \pi \times \frac{2.2\text{ cm}^2}{4} = 3.80\text{ [cm}^2\text{]}$$

Para el peralte real de la cimentación se tiene que:

$$d_v = h - 2 \times rec_{cim} - \frac{\phi_v}{2}$$

$$d_v = 110\text{ cm} - 2 \times 7.5\text{ cm} - \frac{2.2\text{ cm}}{2}$$

$$d_v = 93.90\text{ [cm]}$$

Ahora el momento requerido se define como:

$$M_u = q_{su} \times \frac{\left(\frac{B}{2} - \frac{b_{cim}}{2}\right)^2}{2}$$

$$M_u = 728.28 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} \times \frac{\left(\frac{1.25\text{ m}}{2} - \frac{0.45\text{ m}}{2}\right)^2}{2}$$

$$M_u = 58.26\text{ [Ton.m/m]}$$

Para el acero mínimo se tiene que:

$$A_{s_{min}} = 0.0018 \times b \times h$$

Considerando un metro de ancho, entonces:

$$A_{s_{min}} = 0.0018 \times 100\text{ cm} \times 30\text{ cm}$$

$$As_{min} = 5.40 [cm^2/m]$$

Para el acero requerido se tiene que:

$$A_{req} = \frac{M_u}{\phi \times f_y \times j \times d_v}$$

Donde:

A_{req} : Área de acero requerida, en cm^2

M_u : Momento último, en $kg.cm$

ϕ : Factor de resistencia, normalmente 0.9 para flexión

f_y : Esfuerzo de fluencia del acero, en kg/cm^2

d_v : Altura efectiva de la sección en cm

j : Brazo interno efectivo (adimensional), 0.9

$$A_{req} = \frac{58.26 [Ton.m]}{0.9 \times 42000 [Ton/m^2] \times 0.9 \times 0.939 m}$$

$$A_{req} = 0.018[m^2] \approx 18.24 [cm^2]$$

Por consiguiente, se debe seleccionar el valor máximo entre el acero mínimo (As_{min}) y el acero requerido (A_{req}), resultando que el acero colocado es:

$$As_c = \max(As_{min}, A_{req})$$

$$As_c = \max(5.40 cm^2, 18.24 cm^2)$$

$$As_c = 18.24 [cm^2]$$

Con ello, se determina la cantidad de varillas requeridas en la zapata:

$$\#varillas = \frac{As_c}{A_v}$$

$$\#varillas = \frac{18.24 cm^2}{3.80 cm^2}$$

$$\#varillas = 4.80 \approx 5 \phi 22mm$$

Para la separación de varillas se tiene que:

$$sep_v = \frac{100 \text{ cm}}{\#varillas}$$

$$sep_v = \frac{100 \text{ cm}}{5} = 20 \text{ cm}$$

Se debe cumplir que la separación sea no mayor a 3 veces el espesor (e) de la zapata ni mayor a 30 cm, entonces:

$$(sep_v = 20 \text{ cm} < 30 \text{ cm}) \wedge (sep_v = 20 \text{ cm} < (3(0.50 \text{ cm}) = 150 \text{ cm}))$$

$$\therefore 5 \phi 22 \text{ mm @ } 20 \text{ cm}$$

3.4.11 Longitud de Desarrollo a Tracción

Se procede a evaluar si las varillas requieren ganchos, de ser así, se determina el ángulo de inclinación o doblado correspondiente:

$$l_d = \frac{f_y \times \varphi_t \times \varphi_e \times \lambda}{6.6 \times \sqrt{f'_c}} \times \phi_v$$

Donde: $\varphi_t = \varphi_e = 1$

$$l_d = \frac{4200 \text{ kg/cm}^2 \times 1 \times 1 \times 1}{6.6 \times \sqrt{240 \text{ kg/cm}^2}} \times 2.2 \text{ cm}$$

$$l_d = 90.37 \text{ cm}$$

$$\frac{L}{2} = \frac{125 \text{ cm}}{2} = 62.5 \text{ cm}$$

$$l_d > \frac{L}{2} \Rightarrow \text{La varilla necesita gancho.}$$

Se considera un gancho con doblado de 135° , entonces la longitud del gancho es:

$$l_{gancho} = 8 \times \phi_v$$

$$l_{gancho} = 8 \times 2.2 \text{ cm}$$

$$l_{gancho} = 17.60 \text{ cm}$$

Capítulo 4

4. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL

4.1 Descripción del proyecto

El proyecto consiste en la construcción de un edificio de cinco niveles, destinado a uso mixto (comercial y habitacional), ubicado en el cantón El Triunfo, en un sector de caminos rurales y alejado del centro urbano. Esta edificación busca mejorar la infraestructura disponible, ofreciendo espacios seguros y modernos que promuevan la actividad económica y el desarrollo comunitario de la zona. La obra representa una oportunidad de crecimiento para las comunidades cercanas, al generar empleo directo e indirecto durante la fase constructiva y dinamizar el comercio local. Asimismo, el edificio aportará a la calidad de vida de los habitantes, fortaleciendo la organización del espacio urbano y garantizando mayor seguridad y accesibilidad.

Dado que en el sitio web de la Alcaldía de El Triunfo solo existe información de estudios de impacto ambiental referentes a la explotación de materiales de construcción en la cantera “Juan Sebastián” y “Catamayo”, se considera fundamental la realización de un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) para la construcción de este edificio. Por consiguiente, la EIA del edificio de uso mixto propuesto en el cantón El Triunfo se enfoca en identificar y mitigar los efectos potenciales durante el ciclo de vida del proyecto, principalmente durante su construcción, de acuerdo con el Código Orgánico Ambiental (COA) del MAATE. El estudio está alineado con el ODS 11, Ciudades y Comunidades Sostenibles, al plantear una edificación vertical de cinco niveles orientada al uso eficiente del suelo, resiliencia urbana y reducción de huella ambiental.

4.2 Línea base ambiental

La línea base ambiental es la descripción detallada del estado actual del área de influencia del proyecto antes de su ejecución. Incluye información sobre los componentes físicos, bióticos y socioeconómicos. Su objetivo principal es establecer un punto de referencia que permita identificar y valorar los impactos ambientales que el proyecto puede generar en cada fase (construcción, operación y abandono).

4.2.1 Medio Físico – Químico Inerte

4.2.1.1 *Clima*

Según registros climáticos de (WeatherSpark, 2025.), El Triunfo presenta un clima tropical monzónico, caracterizado por una era húmeda de alrededor de 8 meses, desde principios de noviembre hasta principios de julio, con una probabilidad de lluvia acumulada superior a 12,7 mm durante un periodo continuo de 31 días. Las temperaturas en El Triunfo son estables a lo largo del año, con una temperatura promedio anual cercana a 25 °C, y variaciones mínimas entre las estaciones (Climate-Data.org, 2025.). La humedad relativa promedio oscila entre 80 % y 90 %, lo que eleva notablemente la sensación térmica y afecta el confort ambiental y los sistemas de ventilación.

4.2.1.2 *Aire*

La calidad del aire en El Triunfo es en general satisfactoria (ver Tabla 28), aunque las actividades vehiculares y agrícolas del cantón contribuyen a la emisión de partículas en suspensión menores a 2.5 μm (PM2.5). A esto se suma que se han registrado concentraciones aproximadas de 8.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM2.5 (Weather.com, 2025.). Este valor está por debajo del umbral

de alerta establecido en el Libro VI Anexo IV de la Norma de Calidad del Aire Ambiente, lo que implica que no representa riesgo para la salud pública.

Tabla 28

Concentración de contaminantes del aire en el cantón El Triunfo

Contaminante	Concentración [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Calidad del aire
Dióxido de azufre (SO_2)	2.09	Buena
Dióxido de nitrógeno (NO_2)	6.48	Buena
Monóxido de carbono (CO)	180	Buena
Ozono (O_3)	55.97	Buena
Partículas en suspensión menores a PM_{10}	7.56	Buena
Partículas en suspensión menores a $\text{PM}_{2.5}$	9.75	Buena

Nota. Información obtenida del portal (The Weather Channel, 2025).

4.2.1.3 Ruido

Según las disposiciones de diferentes ordenanzas locales (El Universo, 2018), los límites de ruido en zonas residenciales mixtas oscilan entre 55 dB(A) de día (06:00–20:00) y 45 dB(A) de noche (20:00–06:00).

4.2.1.4 Agua Superficial y Subterránea

El río Guayas, principal colector de la región costera, recibe gran parte de los efluentes urbanos e industriales de cantones como El Triunfo, comprometiendo su calidad (Dávalos, 2021). Estudios muestran que muchos ríos de la cuenca del Guayas presentan niveles elevados de demanda bioquímica de oxígeno (DBO), sólidos suspendidos totales y coliformes fecales debido a descargas de aguas residuales no tratadas, superando con frecuencia los valores permisibles establecidos en la normativa ambiental ecuatoriana (EXPRESO, 2017).

4.2.1.5 Suelo y Subsuelo

En el área de estudio de El Triunfo, los suelos corresponden a depósitos aluviales sedimentarios cuaternarios, compuestos principalmente por limos y arcillas con permeabilidad moderada. Estos sedimentos son característicos de cuencas costeras, como la del Guayas, donde forman suelos cohesivos inorgánicos con alta susceptibilidad a la erosión (Calvache Ulloa, 2015).

De acuerdo con clasificaciones del SUCS, se clasifican como limos inorgánicos (ML/MH), exhibiendo un ángulo de fricción interna cercano a 30° y una consistencia compacta, lo que brinda estabilidad adecuada para cimentaciones superficiales. La topografía general del sitio es plana, con pendientes inferiores al 5 %, aunque existen zonas deprimidas que pueden afectar el drenaje superficial y favorecer acumulación o estancamiento de aguas (BID, 2014).

4.2.2 Medio Físico-Biótico

4.2.2.1 Flora y Fauna

En la parroquia de El Triunfo prevalece una vegetación variada que soporta tanto actividades agrícolas como ecosistemas nativos. Destacan cultivos comerciales como caña de azúcar, banano y arroz, junto a frutas como mango, papaya, guaba, limón y zapote y plantaciones de teca (*Tectona grandis*) y samán (*Brosimum utile*) (Gobierno del Guayas, n.d.). También se encuentran especies nativas dispersas como guarumo, balsa y palmas, así como extensas zonas de pastos naturales y cultivados destinados a la ganadería.

Con respecto a la fauna, el territorio alberga una alta diversidad de aves adaptadas al entorno rural y ripario, como garcetas, tucanes, gavilán sabanero, colibríes, gallaretas y palomas (Ministerio de Turismo, 2020). En cuanto a fauna acuática, se registran tilapias y especies

nativas de ríos, aunque sin datos específicos locales. La presencia de mamíferos y reptiles típicos del litoral, como ardillas, monos aulladores, perezosos, zorro de páramo y diversas especies de anfibios y reptiles (Moncayo & Noboa, 2014).

4.2.3 Medio Humano

4.2.3.1 Medio Socioeconómico

Según el (INEC, 2022b), El Triunfo tiene una población de 60 541 habitantes en el cantón y 41 042 habitantes en la cabecera urbana. De ellos, aproximadamente 50.7 % son mujeres y 49.3 % hombres, con una distribución etaria que presenta cerca del 30 % de población menor a 15 años, y alrededor del 7.5 % de adultos mayores.

En cuanto a actividad económica, el cantón mantiene un fuerte componente agrícola, más del 60% del suelo es utilizado para cultivos como caña, banano, arroz y cacao, además de ganadería, silvicultura y pesca, actividades que generan más del 35 % del empleo local. El comercio de productos agrícolas y la prestación de servicios ocupan otro 20 % de la actividad económica, mientras que la industria y la construcción representan cerca de 15 % (GoEcuador, n.d.).

4.2.3.2 Calidad de Vida

El cantón El Triunfo muestra avances en infraestructura y calidad de vida, aunque aún enfrenta desafíos en servicios básicos. En 2016, el presupuesto municipal de aproximadamente USD 1.7 millones se priorizó en la limpieza de drenajes y mantenimiento de alcantarillado, lo cual redujo las inundaciones en zonas urbanas y mejoró las condiciones sanitarias locales (Expreso, 2016). Posteriormente, se implementó un préstamo de USD 254 944 del programa “Misión Agua y Saneamiento para Todos”, destinado a construir captaciones, estación de

bombeo, tanque de reserva y redes de distribución de agua potable para unos 900 habitantes del recinto San Joaquín (Senplades, 2018).

4.3 Actividades del proyecto

Se consideran las siguientes fases para el desarrollo del proyecto:

4.3.1 Fase de Construcción

Las acciones incluyen movimiento de tierras para limpieza y desalojo, excavaciones para cimentación, vertido de hormigón, armado de acero de refuerzo estructural y armado de losas nervadas con bloques de poliestireno. Estas actividades implican el uso de maquinaria pesada, transporte de materiales, consumo de agua y energía eléctrica (proveniente de la red pública).

4.3.2 Fase de Funcionamiento u Operación

En esta etapa, las actividades están relacionados con el consumo de agua potable y energía eléctrica de los usuarios, operación de oficinas.

4.3.3 Fase de Abandono o Cierre

Aunque es poco probable en el corto plazo, se considera que al final de su vida útil, la demolición del edificio generaría residuos de construcción significativos.

A continuación en la Tabla 29 se exponen las acciones específicas que componen a cada labor de las tres fases del proyecto:

Tabla 29.

Identificación de labores y acciones de las fases del proyecto

Fase	Labor	Acción
Construcción	Movimiento de tierras	Remoción de la capa vegetal y desalojo del material
	Excavación para cimentación	Transporte de material de relleno y compactación del suelo con maquinaria
	Armado de estructura (acero y hormigón)	Transporte de materiales, encofrados de madera y fundición de elementos estructurales
	Instalación de redes eléctricas e hidrosanitarias	Transporte de materiales, generación de residuos producto de uniones y juntas de las tuberías
	Instalación de acabados	Generación de residuos de empaste y pintura
Operación	Uso habitacional y de oficinas	Generación continua de residuos sólidos urbanos, consumo de agua potable y electricidad
	Funcionamiento de instalaciones comerciales	Aumento del tráfico vehicular
	Consumo energético	Alta demanda energética si no se emplean medidas pasivas o sistemas eficientes
Abandono	Desmontaje parcial o total	Emisión de polvo, residuos mixtos (acero, concreto)
	Recuperación o reutilización de materiales	Posible impacto negativo si no se clasifican correctamente los materiales reciclables y peligrosos.
		Aporta positivamente si se gestiona con empresas autorizadas.

Nota. Elaboración propia.

4.4 Identificación de impactos ambientales

En esta etapa se reconocen los posibles efectos positivos y negativos del proyecto sobre el medio físico, biótico y socioeconómico en sus distintas fases, esto permite establecer una base para la posterior valoración y definición de medidas de manejo ambiental.

4.4.1 Fase de Construcción

En esta etapa, se generarán residuos sólidos como escombros, madera, acero, hormigón y poliestireno, emisión de gases contaminantes y polvo (PM_{2.5}) que afectará temporalmente la calidad del aire, aumento del ruido y vibraciones por maquinaria, y emisiones indirectas de CO₂ (hasta 300 kg CO₂/m² incorporado en estructura compuesta según NBS, 2021). Además, existe riesgo de fugas o mala disposición de materiales contaminantes (aceites, disolventes), afectación potencial al suelo y agua, y generación de gases contaminantes (CO₂, NO_x).

4.4.2 Fase de Funcionamiento u Operación

En esta etapa, existirá consumo de agua potable y energía eléctrica de los usuarios, generación de residuos domésticos y operación de oficinas. Además, podría existir alta demanda energética si no se emplean sistemas eficientes y generación indirecta de emisiones de CO₂.

4.4.3 Fase de Abandono o Cierre

Aunque es poco probable en el corto plazo, se considera que al final de su vida útil, la demolición del edificio generaría residuos de construcción (RCD) significativos. También, habría un impacto negativo si no se clasifican correctamente los materiales reciclables y peligrosos.

4.5 Valoración de impactos ambientales

Para valorar el impacto ambiental se utilizará la Matriz de Leopold es una herramienta metodológica que permite identificar, analizar y valorar los impactos ambientales que pueden derivarse de la ejecución de un proyecto, como en el caso del edificio de uso mixto proyectado en el cantón El Triunfo (Abbas & Al-Kasser, 2021). Este instrumento fue desarrollado por el

geólogo estadounidense Luna Leopold en 1971 y se ha consolidado como un recurso útil para la evaluación de proyectos estructurales, industriales, viales, entre otros.

Cada celda de la matriz representa la interacción entre una acción específica y un componente ambiental, asignando valores a dos criterios: la magnitud (intensidad del impacto, del -10 al +10) y la importancia (relevancia del impacto, en escala de 1 a 10). La combinación de estos valores permite priorizar los impactos más significativos. A continuación se presenta los indicadores empleados para la Matriz de Leopold:

Tabla 30

Indicadores para valorar el impacto ambiental en la matriz de Leopold según (Boris, 2020)

Criterio	Valor				
	1.0	2.5	5.0	7.5	10.0
Extensión (E)	Puntual	Particular	Local	Generalizada	Regional
Duración (D)	Esporádica	Temporal	Periódica	Recurrente	Permanente
Reversibilidad (R)	Completamente	Medianamente	Parcialmente	Medianamente	Completamente
	Reversible	Reversible	Irreversible	Irreversible	Irreversible

Luego se tienen los criterios y su ponderación para la Matriz de Leopold:

Tabla 31

Criterios y ponderación en la matriz de Leopold según (Boris, 2020)

Criterio	Peso
Extensión (We)	0.40
Duración (Wd)	0.35
Reversibilidad (Wr)	0.25
Total	1

Considerando las magnitudes y sus pesos de la Tabla 30 y Tabla 31, se procede a generar la Matriz de Leopold para los tres criterios:

Tabla 32

Matriz de Leopold con los valores de extensión para las tres fases del proyecto

Componente Ambiental	Fase de Construcción					Fase de Operación			Fase de Abandono	
	Movimiento de tierras	Excavación cimentación	Armado de estructura	Instalación de REH	Instalación de acabados	Uso habitacional	Funcionamiento de instalaciones	Consumo energético	Desmontaje	Reutilización de materiales
Medio Físico - Químico Inerte										
Clima	2.5	1.0	1.0	1.0	1.0	2.5	5.0	5.0	1.0	1.0
Aire	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	2.5	2.5	2.5	5.0	2.5
Ruido	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	2.5	2.5	1.0	5.0	2.5
Agua superficial y subterránea	5.0	5.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	5.0	2.5	1.0
Suelo y subsuelo	10.0	7.5	5.0	2.5	2.5	1.0	1.0	2.5	7.5	2.5
Medio Físico - Biótico										
Flora y fauna	10.0	5.0	10.0	-2.5	2.5	1.0	7.5	1.0	7.5	7.5
Medio Humano										
Medio Socioeconómico	5.0	1.0	10.0	7.5	7.5	7.5	5.0	7.5	5.0	10.0
Calidad de vida	2.5	1.0	1.0	5.0	2.5	2.5	2.5	10.0	1.0	7.5

Nota. El acrónimo REH corresponde a redes eléctricas e hidrosanitarias

Tabla 33

Matriz de Leopold con los valores de duración para las tres fases del proyecto

Componente Ambiental	Fase de Construcción					Fase de Operación			Fase de Abandono	
	Movimiento de tierras	Excavación cimentación	Armado de estructura	Instalación de REH	Instalación de acabados	Uso habitacional	Funcionamiento de instalaciones	Consumo energético	Desmontaje	Reutilización de materiales
Medio Físico - Químico Inerte										
Clima	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	7.5	10.0	10.0	1.0	2.5
Aire	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	5.0	5.0	10.0	2.5	2.5
Ruido	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	5.0	5.0	5.0	2.5	2.5
Agua superficial y subterránea	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	7.5	10.0	5.0	2.5
Suelo y subsuelo	10.0	7.5	5.0	5.0	5.0	2.5	2.5	5.0	7.5	5.0
Medio Físico - Biótico										
Flora y fauna	5.0	5.0	2.5	2.5	2.5	1.0	1.0	2.5	5.0	2.5
Medio Humano										
Medio Socioeconómico	2.5	2.5	5.0	5.0	5.0	10.0	10.0	10.0	5.0	5.0
Calidad de vida	2.5	2.5	5.0	5.0	5.0	10.0	10.0	10.0	5.0	7.5

Nota. El acrónimo REH corresponde a redes eléctricas e hidrosanitarias

Tabla 34

Matriz de Leopold con los valores de reversibilidad para las tres fases del proyecto

Componente Ambiental	Fase de Construcción					Fase de Operación			Fase de Abandono	
	Movimiento de tierras	Excavación cimentación	Armado de estructura	Instalación de REH	Instalación de acabados	Uso habitacional	Funcionamiento de instalaciones	Consumo energético	Desmontaje	Reutilización de materiales
Medio Físico - Químico Inerte										
Clima	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	5.0	7.5	10.0	1.0	5.0
Aire	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	7.5	10.0	5.0	5.0
Ruido	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	7.5	7.5	5.0	5.0
Agua superficial y subterránea	7.5	7.5	5.0	5.0	5.0	5.0	7.5	10.0	7.5	5.0
Suelo y subsuelo	10.0	10.0	7.5	7.5	7.5	5.0	5.0	7.5	10.0	5.0
Medio Físico - Biótico										
Flora y fauna	7.5	7.5	5.0	5.0	5.0	2.5	2.5	5.0	7.5	5.0
Medio Humano										
Medio Socioeconómico	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	10.0	10.0	10.0	7.5	7.5
Calidad de vida	5.0	5.0	7.5	7.5	7.5	10.0	10.0	10.0	7.5	7.5

Nota. El acrónimo REH corresponde a redes eléctricas e hidrosanitarias

A continuación se presentan los valores de importancia, estos fueron calculados mediante la siguiente ecuación: (Boris, 2020)

$$Imp = (We \times E) + (Wd \times D) + (Wr \times R)$$

Donde:

Imp, Valor de Importancia del impacto ambiental

We, Peso de Extensión

E, Valor de Extensión

Wd, Peso de Duración

D, Valor de Duración

Wr, Peso de Reversibilidad

R, Valor de Reversibilidad

Tabla 35

Matriz de Leopold con los valores de importancia para las tres fases del proyecto

Componente Ambiental	Fase de Construcción					Fase de Operación			Fase de Abandono	
	Movimiento de tierras	Excavación cimentación	Armado de estructura	Instalación de REH	Instalación de acabados	Uso habitacional	Funcionamiento de instalaciones	Consumo energético	Desmontaje	Reutilización de materiales
Medio Físico - Químico Inerte										
Clima	1.6	1.0	1.0	1.0	1.0	4.9	7.4	8.0	1.0	2.5
Aire	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.0	4.6	7.0	4.1	3.1
Ruido	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	4.0	4.6	4.0	4.1	3.1
Agua superficial y subterránea	5.6	5.6	4.0	4.0	4.0	4.0	5.5	8.0	4.6	2.5
Suelo y subsuelo	10.0	8.1	5.6	4.6	4.6	2.5	2.5	4.6	8.1	4.0
Medio Físico - Biótico										
Flora y fauna	7.6	5.6	6.1	1.1	3.1	1.4	4.0	2.5	6.6	5.1
Medio Humano										
Medio Socioeconómico	4.1	2.5	7.0	6.0	6.0	9.0	8.0	9.0	5.6	7.6
Calidad de vida	3.1	2.5	4.0	5.6	4.6	7.0	7.0	10.0	4.0	7.5

Nota. El acrónimo REH corresponde a redes eléctricas e hidrosanitarias

A continuación se tienen los valores de magnitud donde (+) es beneficioso y (-) es perjudicial para las tres fases del proyecto:

Tabla 36

Matriz de Leopold con los valores de magnitud para las tres fases del proyecto

Componente Ambiental	Fase de Construcción					Fase de Operación			Fase de Abandono		Valores Positivos	Valores Negativos	Total Impactos
	Movimiento de tierras	Excavación cimentación	Armado de estructura	Instalación de REH	Instalación de acabados	Uso habitacional	Funcionamiento de instalaciones	Consumo energético	Desmontaje	Reutilización de materiales			
Medio Físico - Químico Inerte													
Clima	2.5	5.0	-7.5	7.5	-1.0	7.5	2.5	-7.5	-7.5	-7.5	25.0	-31.0	56.0
Aire	-2.5	-1.0	5.0	-10.0	-5.0	-7.5	5.0	1.0	10.0	-1.0	21.0	-27.0	48.0
Ruido	5.0	-2.5	1.0	10.0	2.5	10.0	-5.0	1.0	-2.5	5.0	34.5	-10.0	44.5
Agua superficial y subterránea	-1.0	5.0	-7.5	-5.0	-1.0	7.5	-10.0	10.0	5.0	10.0	37.5	-24.5	62.0
Suelo y subsuelo	2.5	5.0	-1.0	2.5	7.5	10.0	-2.5	-2.5	2.5	7.5	37.5	-6.0	43.5
Medio Físico - Biótico													
Flora y fauna	10.0	-5.0	-10.0	-2.5	2.5	-1.0	-7.5	1.0	7.5	7.5	28.5	-26.0	54.5
Medio Humano													
Medio Socioeconómico	-5.0	1.0	10.0	7.5	-7.5	-7.5	5.0	-7.5	5.0	-10.0	28.5	-37.5	66.0
Calidad de vida	2.5	-1.0	1.0	-5.0	-2.5	-2.5	-2.5	10.0	-1.0	7.5	21.0	-14.5	35.5
Total impactos por labor	31.0	25.5	43.0	50.0	29.5	53.5	40.0	40.5	41.0	56.0			

Nota. El acrónimo REH corresponde a redes eléctricas e hidrosanitarias

Por último, se tiene el valor del impacto ambiental, obtenido mediante:

$$IA = \pm \sqrt{Imp \times |Mag|}$$

Donde:

IA, Valor de Impacto Ambiental

Imp, Valor de Importancia del impacto ambiental

Mag, Valor de Magnitud, (+) si es beneficioso, (-) si es perjudicial

Tabla 37

Matriz de Leopold con los valores de impacto ambiental para las tres fases del proyecto

Componente Ambiental	Fase de Construcción					Fase de Operación			Fase de Abandono	
	Movimiento de tierras	Excavación cimentación	Armado de estructura	Instalación de REH	Instalación de acabados	Uso habitacional	Funcionamiento de instalaciones	Consumo energético	Desmontaje	Reutilización de materiales
Medio Físico - Químico Inerte										
Clima	2.0	2.2	-2.7	2.7	-1.0	6.0	4.3	-7.7	-2.7	-4.4
Aire	-3.2	-2.0	4.5	-6.4	-4.5	-5.5	4.8	2.6	6.4	-1.8
Ruido	4.5	-3.2	2.0	6.4	3.2	6.3	-4.8	2.0	-3.2	4.0
Agua superficial y subterránea	-2.4	5.3	-5.5	-4.5	-2.0	5.5	-7.4	8.9	4.8	5.0
Suelo y subsuelo	5.0	6.4	-2.4	3.4	5.9	5.0	-2.5	-3.4	4.5	5.5
Medio Físico - Biótico										
Flora y fauna	8.7	-5.3	-7.8	-1.7	2.8	-1.2	-5.5	1.6	7.0	6.2
Medio Humano										
Medio Socioeconómico	-4.5	1.6	8.4	6.7	-6.7	-8.2	6.3	-8.2	5.3	-8.7
Calidad de vida	2.8	-1.6	2.0	-5.3	-3.4	-4.2	-4.2	10.0	-2.0	7.5

Nota. El acrónimo REH corresponde a redes eléctricas e hidrosanitarias

Para identificar los impactos ambientales se utilizará la siguiente tabla:

Tabla 38

Escala de valoración cualitativa según (Boris, 2020)

Calificación del Impacto Ambiental	Valor del Índice de Impacto Ambiental (IA)
Altamente significativo	$ IA \geq 6.5$
Significativo	$6.5 > IA \geq 4.5$
Despreciable	$ IA < 4.5$
Benéfico	$ IA > 0$

Como resultado, se identificaron los siguientes impactos ambientales positivos por cada componente ambiental y calificación cualitativa: Uso habitacional (Clima, Significativo), Desmontaje (Aire, Significativo), Instalación de redes eléctricas e hidrosanitarias (Ruido, Significativo), Consumo energético (Agua superficial y subterránea, Altamente significativo), Excavación de cimentación (Suelo y subsuelo, Significativo), Movimiento de tierras (Flora y fauna, Altamente significativo), Armado de estructura (Medio socioeconómico, Altamente significativo), Consumo energético (Calidad de vida, Altamente significativo)

Mientras que los impactos ambientales negativos fueron: Consumo energético (Clima, Altamente significativo), Instalación de redes eléctricas e hidrosanitarias (Aire, Significativo), Funcionamiento de instalaciones (Ruido, Significativo), Funcionamiento de instalaciones (Agua superficial y subterránea, Altamente significativo), Consumo energético (Suelo y subsuelo, Despreciable), Armado de estructura (Flora y fauna, Altamente significativo), Reutilización de materiales (Medio socioeconómico, Altamente significativo), Instalación de redes eléctricas e hidrosanitarias (Calidad de vida, Significativo).

4.6 Medidas de prevención/mitigación

Para cada impacto ambiental negativo identificado como altamente significativo ($|IA| \geq 6.5$) existe una medida de mitigación propuesta:

Consumo energético (Clima):

Impacto: Incremento en las emisiones de GEI por consumo de energía eléctrica.

Tipo de medida:

Prevención:

- Uso de equipos de alta eficiencia energética.
- Instalación de fuentes de energía renovable (paneles solares).

Mitigación:

- Automatización de sistemas eléctricos para reducir el uso innecesario.
- Capacitación en prácticas de ahorro energético.

Funcionamiento de instalaciones (Agua superficial y subterránea):

Impacto: Riesgo de contaminación por vertimiento de aguas residuales o fugas.

Tipo de medida:

Prevención:

- Separación de aguas grises y negras.
- Instalación de equipos ahorradores de agua.

Mitigación:

- Tratamiento previo de aguas residuales antes de descarga.

Corrección:

- Mantenimiento periódico de redes hidráulicas para evitar fugas.

Armado de estructura (Flora y fauna):

Impacto: Alteración del hábitat y posible pérdida de biodiversidad.

Tipo de medida:

Mitigación:

- Delimitación del área de obra para reducir afectación.
- Señalización para evitar ingreso a zonas sensibles.

Compensación:

- Reforestación con especies nativas.
- Restricción de actividades durante periodos críticos para la fauna (cría, migración).

Reutilización de materiales (Medio socioeconómico):

Impacto: Generación de empleo y dinamismo económico por aprovechamiento de residuos.

Tipo de medida:

Optimización:

- Establecimiento de alianzas con recicladores locales.
- Promoción de emprendimientos basados en economía circular.
- Programas de educación ambiental para la comunidad.

Por último, la información resumida de los impactos negativos altamente significativos se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 39

Plan y medidas para Impactos Altamente Significativos

Fase	Actividad	Componente Afectado	Medida Propuesta	Tipo de Medida	Justificación	Indicador de Seguimiento	Responsable de Ejecución
Operación	Consumo energético	Clima	Uso de luminarias LED, equipos clase A+ y paneles solares. Implementación de sensores y cronogramas de uso.	Prevención / Mitigación	Disminuir huella de carbono y gasto operativo.	Reducción mensual del consumo eléctrico (%), número de equipos eficientes instalados	Administrador del edificio / Contratista eléctrico
Operación	Funcionamiento de instalaciones	Agua superficial y subterránea	Separación de aguas grises y negras. Uso de grifería ahorradora. Tratamiento básico de aguas residuales.	Prevención / Mitigación / Corrección	Prevenir contaminación hídrica local y garantizar eficiencia hídrica.	Caudal tratado (L/día), calidad del efluente (NTU, DBO5)	Supervisor ambiental / Contratista hidráulico
Construcción	Armado de estructura	Flora y fauna	Señalización de zonas sensibles. Delimitación del área de obra. Reforestación con especies nativas tras la construcción.	Mitigación / Compensación	Minimizar afectación a ecosistemas aledaños y compensar pérdida vegetal.	Superficie reforestada (m²), número de árboles sembrados	Residente de obra / Técnico forestal
Abandono	Reutilización de materiales	Medio socioeconómico	Acopio y clasificación de materiales reutilizables. Inclusión de recicladores locales. Campañas de concienciación comunitaria.	Optimización / Educación ambiental	Fomentar la economía circular y reducir residuos sólidos en el cierre de proyecto.	% de materiales reciclados, cantidad de beneficiarios locales	Coordinador ambiental / Municipio

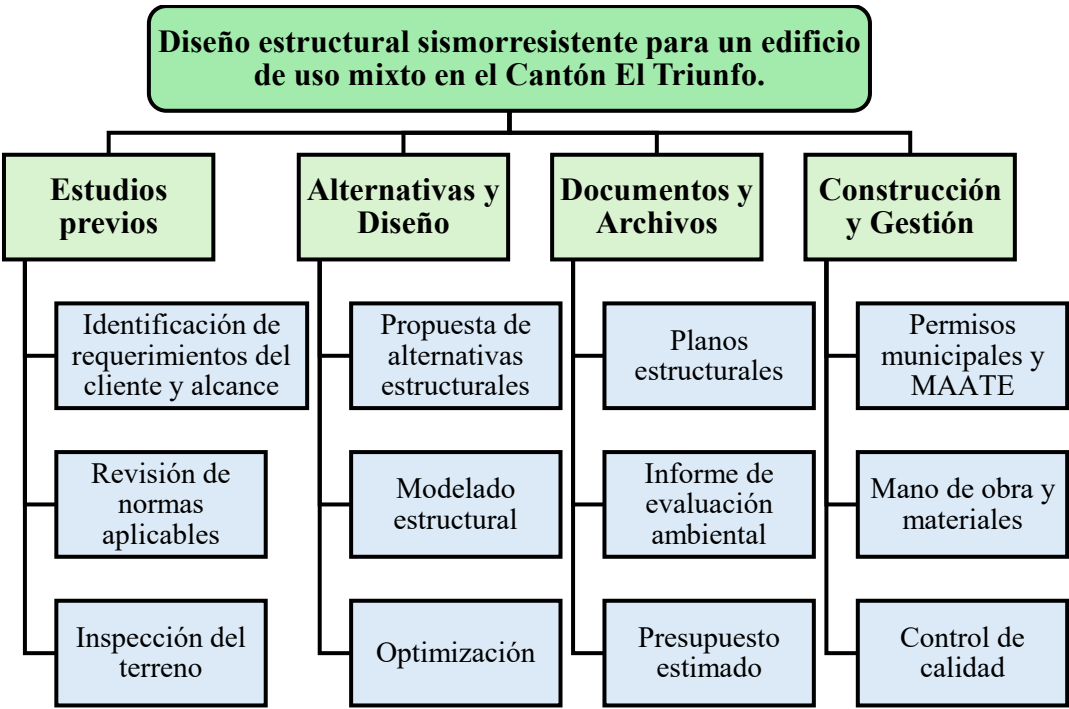
Capítulo 5

5. PRESUPUESTO

5.1 Estructura Desglosada de Trabajo

Se presenta la estructura general del proyecto centrado en el diseño estructural sismorresistente de un edificio de uso mixto en el cantón El Triunfo, donde se exponen las etapas desarrolladas, desde la identificación del problema ligada a la demanda habitacional y comercial hasta la propuesta técnica final. Además, se visualiza el flujo entre fases y los principales entregables de cada una, concluyendo con el diseño estructural optimizado, planos, cronograma de ejecución y la evaluación de sostenibilidad.

Figura 30
Estructura desglosada de trabajo del proyecto



5.2 Especificaciones Técnicas

El proyecto contempla el diseño estructural de un edificio de cinco niveles de uso mixto, implantado sobre un terreno de 300 m² en el cantón El Triunfo. Las especificaciones técnicas que se detallan a continuación tienen como objetivo establecer los criterios constructivos, materiales, normativas, equipos y procedimientos requeridos para ejecutar la obra.

Se considera la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-15), especialmente, NEC-SE: Diseño sísmo resistente, NEC-Hormigón Armado, NEC-Cimentaciones, NEC-Cargas. También se aplica el Reglamento Ambiental para el Sector de la Construcción (TULSMA) para la parte ambiental. Mientras que el Código de prácticas ACI 318-19 es la normativa internacional aplicada para el diseño.

Dado que el proyecto incluye el diseño estructural sismorresistente y el diseño de cimentación, entonces el presupuesto estimado considera las especificaciones técnicas asociadas a precios unitarios actualizados, volúmenes de obra estimados y rendimientos de materiales y equipos para la obra gris.

Como parte del proceso constructivo para la losa se empleará los caballetes, pie de pato o burrito (elementos de varillas corrugadas de acero de 8 mm) para mantener separadas las varillas de acero en los nervios mientras que en las zapatas se emplearán las galletas para separar las parrillas de acero de la superficie de apoyo.

5.3 Rubros y análisis de precios unitarios

Se consideraron los rubros correspondientes desde el inicio de la construcción del edificio hasta la finalización de obra gris correspondiente a la fundición y enlucido de elementos estructurales junto con los muros de mampostería (ver sección de anexos para detalles). Mientras que los precios unitarios de cada rubro se determinaron con base en catálogos del SERCOP y empresas mayoristas de materiales de construcción, esta última representa una ventaja porque sus precios oficiales se mantienen a nivel nacional, a diferencia de minoristas que varían por ciudad y no cuentan con referencias de costos en línea.

A continuación se exponen los rubros para la construcción de la superestructura del edificio mixto:

Tabla 40

Rubros para la obra gris del proyecto

CÓDIGO	ITEM	RUBRO	UNIDAD
1.OBRAS CIVILES PRELIMINARES			
OC11	1.1	TRAZADO Y REPLANTEO	m ²
OC12	1.2	DESALOJO DE MATERIAL DE EXCAVACIÓN, DEMOLICIÓN, A MÁQUINA (TRANSPORTE HASTA 5KM)	m ³
2. MOVIMIENTOS DE TIERRA			
MT21	2.1	EXCAVACION MANUAL Y DESALOJO	m ³
MT22	2.2	EXCAVACIÓN A MÁQUINA EN SUELO SIN CLASIFICAR.	m ³
MT23	2.3	EXCAVACIÓN MECÁNICA (INCLUYE DESALOJO)	m ³
MT24	2.4	REPLANTILLO CON ARENA e= 0,10 m	m ²
MT25	2.5	RELLENO COMPACTADO MANUALMENTE CON MATERIAL PRÉSTAMO IMPORTADO	m ³
3. HORMIGÓN ARMADO			
HA32	3.1	REPLANTILLO DE HORMIGÓN SIMPLE f _c =140kg/cm ² e=5cm	m ²
HA33	3.2	HORMIGÓN SIMPLE f _c =210kg/cm ² e=20cm	m ²
HA34	3.3	HORMIGÓN ESTRUCTURAL-VIGAS f _c =210kg/cm ² (INCLUYE ENCOFRADO)	m ³
HA37	3.4	HORMIGÓN ESTRUCTURAL-COLUMNA f _c =210kg/cm ² (INCLUYE ENCOFRADO)	m ³
4. MAMPOSTERÍA			
MP43	4.1	NIVELACIÓN DE PISO	m ²
MP44	4.2	ENLUCIDO DE PAREDES INTERIORES, EXTERIORES Y FONDO DE LOSA	m ²
MP46	4.3	PAREDES DE MAMPOSTERÍA CON BLOQUE 12 CM	m ²
MP47	4.4	ENLUCIDO CON MALLA	m ²

5.4 Cantidades de obra

La cuantificación del hormigón se divide por elemento estructural, columnas, vigas, losas y zapata y se mide en metros cúbicos. Mientras que la cuantificación para el acero de refuerzo según cada elemento se mide en kilogramos, y para las mallas electrosoldadas en losa se utiliza las planchas comerciales (ver medidas la sección de anexos)

5.5 Costo del proyecto

El presupuesto total estimado para el proyecto asciende a \$85 570.34. Cada nivel cuenta con un área de construcción de 192 [m²], y el proyecto contempla cinco niveles. En consecuencia, el costo por metro cuadrado de construcción (únicamente obra gris) es de \$89.14. Los detalles y el desglose correspondiente se presentan en la sección de anexos.

5.6 Cronograma de obra

La duración estimada de la obra es de 6 meses (128 días laborables), calculada en función de los rendimientos de cada APU y las cantidades totales de cada rubro, considerando una jornada laboral de 8 horas diarias. La información detalla se encuentra en la sección de anexos.

Capítulo 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

El diseño estructural del edificio se desarrolló bajo un sistema de pórticos resistentes a momento, considerando criterios esenciales como fuerzas axiales, cortante y momentos flectores para columnas y vigas. Asimismo, se evaluaron la capacidad de carga, los asentamientos y el corte unidireccional y bidireccional en la cimentación. Se aplicaron factores de seguridad y combinaciones de carga críticas, garantizando un desempeño adecuado frente a múltiples condiciones de solicitud. La aplicación de estos principios asegura que la estructura cumpla con los estándares de seguridad, funcionalidad y calidad requeridos, consolidando así un sistema estructural sólido y confiable.

El sistema estructural y material se seleccionó mediante una matriz de alternativas que consideró criterios sociales, económicos, ambientales y técnicos, determinando como mejor alternativa la construcción convencional en hormigón armado. Este sistema, combinado con un diseño de pórticos resistentes a momento, garantiza una estructura segura y resiliente, alineada con el ODS 11 por los beneficios socioeconómicos y de sostenibilidad que el proyecto aporta a la comunidad.

La aplicación del software estructural optimizó el proceso de cálculo, permitiendo evaluar las vigas mediante una envolvente que integra todos los casos de combinación, de manera que se analicen en sus condiciones más desfavorables. Asimismo, se determinó el diagrama de interacción de las columnas, verificando que las demandas no excedieran sus capacidades resistentes. El software también facilitó la comprobación de otros parámetros de estabilidad exigidos por la NEC, agilizando y asegurando la precisión en las verificaciones estructurales.

Los ensayos de laboratorio permitieron determinar el tipo de suelo del área de estudio, proporcionando información clave para el análisis sismorresistente y la evaluación mediante un espectro sísmico acorde al tipo de terreno. Estos datos también fueron fundamentales para definir el sistema de cimentación más adecuado. Si bien la muestra inicial presentó limitaciones por su baja representatividad, se recurrió a un estudio previo realizado en el cantón El Triunfo, en el cual se tomaron calicatas que aportaron datos de granulometría, límites de Atterberg y CBR, suficientes para correlacionar y clasificar el suelo como tipo E. Con esta información, fue posible diseñar una cimentación que garantice el desempeño estructural y la seguridad del edificio frente a solicitaciones sísmicas.

En el aspecto ambiental se identificó a la actividad de reutilización de materiales en la fase de abandono con el mayor valor de IA 8.7 que es altamente significativo y negativo, esto se explica por la pérdida de empleos asociados a la operación del edificio, los riesgos de seguridad laboral y salud junto con la manipulación de elementos pesados, cortantes o con residuos químicos que pueden generar accidentes.

Mientras que la actividad de consumo energético en la fase de operación tiene el mayor valor de IA que es 10, altamente significativo y positivo gracias al confort térmico/lumínico asociado a los sistemas de climatización, iluminación, ascensores y cámaras de vigilancia, generando así un entorno más ordenado y funcionado alineado con el ODS 11.

6.2 Recomendaciones

Se sugiere ejecutar un estudio geotécnico con perforaciones para identificar la estratigrafía del suelo a una profundidad de 10 metros a 15 metros para identificar el material de suelo natural y el estrato competente con el fin de actualizar la cimentación a las condiciones naturales del terreno y reducir el material de relleno importado.

Es aconsejable realizar un estudio de eficiencia acústica para las oficinas y departamentos, realizado por un especialista en arquitectura acústica, que permita mitigar ruidos externos e internos mediante soluciones pasivas como paneles absorbentes, dobles muros o vidrios laminados, esto permite ofrecer opciones más profesionales y únicas para alcanzar un nuevo grupo de clientes a nivel provincial.

Se recomienda acoplar un sistema autosuficiente de generación eléctrica fotovoltaica con baterías de almacenamiento para garantizar el flujo continuo de energía eléctrica, con el fin de reducir el costo de electricidad a mediano plazo y tener un valor agregado económicamente atractivo para posibles nuevos residentes del edificio mixto.

Es pertinente considerar la contratación de un servicio de seguridad privada especializado en edificaciones de uso mixto, que incluya vigilancia presencial 24/7, monitoreo por circuito cerrado de televisión (CCTV), control de accesos mediante sistemas electrónicos y protocolos de actuación ante incidentes, con el propósito de garantizar la protección de residentes, usuarios y bienes materiales dentro del edificio.

Se recomienda implementar un sistema de recolección y reutilización de aguas lluvias para uso en sanitarios y limpieza de áreas comunes, con el fin de optimizar el consumo hídrico del edificio y contribuir a la sostenibilidad ambiental del proyecto.

Referencias

- Abbas, M. D., & Al-Kasser, M. K. (2021). The Environmental Impact Assessment Of The Spent Engine Oil Recycling Plant By Using Leopold Matrix: Case Study Recycling Plant In Al-Diwaniyah City –Iraq. *Al-Qadisiyah Journal of Pure Science*, 26(4), 221–230.
<https://doi.org/10.29350/qjps.2021.26.4.1391>
- Acevedo, A. B., & Zora-Mejía, F. N. (2017). Características estructurales de escuelas colombianas de pórticos de hormigón reforzado con mampostería no reforzada. *Ingeniería y Ciencia*, 13(25), 209–227.
- ACI. (2014). *ACI 318S-14*.
- ACI 318S-14*. (2014).
- Arup. (2019). *Embodied carbon: Structural engineering and the climate emergency*.
<https://www.arup.com>
- BID. (2014). *Estudio de geotécnia y mecánica de suelos*.
- Boris, T. (2020). *Cómo hacer una Matriz de Leopold modificada en Excel*. Ingeniería Ambiental.
<https://ingenieriaambiental.net/matriz-de-leopold/>
- Building Seismic Safety Council. (2010). *Earthquake-Resistant Design Concepts An Introduction to the NEHRP Recommended Seismic Provisions for New Buildings and Other Structures*. www.bssconline.org
- Calvache Ulloa, A. (2015). *Los Suelos del Ecuador*.
- Campus, P., & Dinesh Gupta, E. (2014). *Earthquake Resistant Design of Apartment Building*.
- Celik, T., & Kamali, S. (2018). *Gap Analysis for the Potential Use of Lightweight Steel Construction in Cyprus*.
- Çelik, T., & Kamali, S. (2018). Multidimensional comparison of lightweight steel and reinforced concrete structures: A case study. In *Tehnicki Vjesnik* (Vol. 25, Issue 4, pp. 1234–1242). Strojariski Facultet. <https://doi.org/10.17559/TV-20160901185826>
- Climate-Data.org. (n.d.). *Climate: El Triunfo*. Retrieved June 29, 2025, from <https://en.climate-data.org/south-america/ecuador/guayas/el-triunfo-857089/>
- Coduto, D. P. ., Kitch, W. A. ., & Yeung, M. Ronald. (2016). *Foundation design : principles and practices*. Pearson.

Consorcio IDEAR El Triunfo. (2023). *PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL*.

https://www.gadeltriunfo.gob.ec/attachments/article/167/16.%20PDOT%20EL%20triunfo%202023-2027_compressed.pdf

Cordova Lluen, B. C., & Barra Cier, M. J. (n.d.). *Influencia de la génesis de los sismos en las normas de diseño sísmico de estructuras aisladas para los países de Perú, Chile, Estados Unidos e Italia en sus zonas de mayor actividad sísmica*.

Crawford, S. (2019). *Embodied energy of common building materials*. YourHome.

<https://www.yourhome.gov.au/materials/embodied-energy>

CYPE Ingenieros, S. A. (2025). *Generador de Precios Ecuador*.

https://ecuador.generadordeprecios.info/obra_nueva/Adecuacion_del_terreno/Mejoras_del_terreno/Compactaciones/AMC010_Relleno_y_compactacion_del_terreno_.html

Dávalos. (2021, September 11). Los ríos Guayas y Machángara son los más contaminados del país. *Primicias*.

Duque Escobar, G. (2007). Riesgo sísmico: los terremotos. *III Foro Científico Colrosario*, 75.

Eduardo Medina Sanchez. (2009). *Construcción de estructuras de Hormigón Armado* (2da Edición).

El Universo. (2018). Multas por ruidos pueden llegar hasta \$38.600. *El Universo*.

Engineering LibreTexts. (n.d.). *Internal Forces in Beams and Frames*. Engineering LibreTexts.

Retrieved August 6, 2025, from

https://eng.libretexts.org/Bookshelves/Mechanical_Engineering/Engineering_Mechanics_-_Statics_%28Osgood_Cameron_and_Christensen%29/06%3A_Internal_Forces/6.02%3A_Shear_Moment_Diagrams

Espinoza Barreras, F. (1999). *Determinación de características dinámicas de estructuras*.

Universitat Politècnica de Catalunya.

Expreso. (2016). El Triunfo recupera la calma, pero necesita alcantarillado. *Expreso*.

<https://www.expreso.ec/actualidad/triunfo-recupera-calma-necesita-alcantarillado-80139.html>

EXPRESO. (2017, July 5). *Falla el control de aguas servidas que van al río*.

GAD Guayaquil. (2021). *Ordenanza contra la contaminación acústica – Límites máximos permisibles de ruido ambiente*.

- Gobierno del Guayas. (n.d.). *Producción agrícola y ganadera de El Triunfo*. Retrieved June 29, 2025, from <https://guayas.gob.ec/cantones-2/el-triunfo/>
- GoEcuador. (n.d.). *El Triunfo – Desarrollo económico y actividades productivas*. Retrieved June 29, 2025, from <https://goecuador.net/ciudad/el-triunfo-ecuador> en.wikipedia.org +6 goe
- G. P. Hammond & Jones, C. I. (2006). *Embodied energy and carbon footprint database (ICE)*. University of Bath.
- Guerra-Mera, J. C., Puig-Martínez, R., Castañeda-Valdés, A., & Baque-Campozano, B. P. (2023). Estado del arte sobre durabilidad de estructuras de hormigón armado en perfiles costeros. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación*. ISSN: 2737-6249., 6(11), 2–20.
- Guillermo Guillén Gavilanes. (2019, August 16). *Reseña Histórica Del Cantón El Triunfo*. <https://abogadoguillaneltriunfo.blogspot.com/2019/08/resena-historica-del-canton-el-triunfo.html>
- Hammond, G. , & J. C. (2011). *Inventory of Carbon and Energy (ICE) (Version 2.0)*.
- INAMHI. (2021). *Informe climático anual del Ecuador*.
- INEC. (2022a). *Resultados del Censo de Población y Vivienda 2022*. Instituto Nacional de Estadística y Censos. <https://cubos.inec.gob.ec/AppCensoEcuador/>
- INEC. (2022b). *Resultados del Censo de Población y Vivienda 2022*. Instituto Nacional de Estadística y Censos. <https://cubos.inec.gob.ec/AppCensoEcuador/>
- Malatesta Cademartori, J. A. (1975). *Diseño de un edificio de cuatro pisos considerando fuerzas laterales debidas al sismo*.
- Ministerio de Turismo. (2020). *El Triunfo, un destino de tradiciones turísticas y gastronomía*. Ministerio de Turismo. <https://www.turismo.gob.ec/el-triunfo-destino-de-tradiciones-turisticas-y-gastronomia/>
- Moncayo, E. L., & Noboa, A. T. (2014). Lista de peces continentales de la Cuenca del río Guayas. *Avaliable from: Http://Condor. Depaul. Edu/Waguirre/Fishwestec/Intro. Html* (Accessed 21 Sept. 2016).
- Muñoz Salinas, F., & Mendoza Escobedo, C. J. (2012). La durabilidad en las estructuras de concreto reforzado desde la perspectiva de la norma española para estructuras de concreto. *Concreto y Cemento. Investigación y Desarrollo*, 4(1), 63–86.

- Muslih Purwana, Y., & Nikraz, H. (2014). The Correlation between the CBR and Shear Strength in Unsaturated Soil Conditions. In *International Journal of Transportation Engineering* (Vol. 1, Issue 3).
- NEC. (2014). *NEC-SE-HM*.
- NEC. (2014). *NEC-SE-DS*.
- Nolet, V., Casagrande, D., & Doudak, G. (2019). Multipanel CLT shearwalls: an analytical methodology to predict the elastic-plastic behaviour. *Engineering Structures*, 179, 640–654. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2018.11.017>
- OSEPSA. (2007). *PE-PA.04 Zahorras Naturales. Procedimiento de aplicación*.
- Prefectura del Guayas. (2023). *El Triunfo*. Prefectura Ciudadana del Guayas. <https://guayas.gob.ec/cantones-2/el-triunfo/>
- Ramón Araujo. (2020). *Construir en altura: Sistemas, tipos y estructuras*.
- Ramos, L., Paz, V., Bedoya, M. A., Chaves, R., Barco, D., & Muñoz, J. (n.d.). *Dirección/Departamento Elaborado por: Revisado por: Aprobado por*. www.ecuadorencifras.com
- San, K. M. (2022). *ANALYSIS AND DESIGN OF EARTHQUAKE-RESISTANT TWELVE-STOREYED REINFORCED CONCRETE APARTMENT BUILDING*. <https://www.researchgate.net/publication/379080162>
- Schenk, D., & Amiri, A. (2022). Life cycle energy analysis of residential wooden buildings versus concrete and steel buildings: A review. In *Frontiers in Built Environment* (Vol. 8). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2022.975071>
- SCI – Steel Construction Institute. (2021). *Composite construction using steel deck: Technical guidance*. <https://www.steel-sci.com>
- Segovia, M., Alvarado, A., Collot, J. Y., Sallares, V., & Pazmiño, N. (2009). Breve análisis de la sismicidad y del campo de esfuerzos en el Ecuador. *Geología y Geofísica Marina y Terrestre Del Ecuador: Desde La Costa Continental Hasta Las Islas Galápagos*, 131–149.
- Senplades. (2018). *Misión Agua y Saneamiento para Todos: El Triunfo*. Secretaría Nacional de Planificación. <https://www.planificacion.gob.ec/las-poblaciones-de-balao-y-el-triunfo-se-benficarian-con-obras-de-agua-potable/>

Sismo, D., De, R., De, E., & Armado, H. (n.d.). *PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA DE CIVIL DISERTACIÓN DE GRADO PREVIA A LA OBTENCION DE TITULO DE INGENIERO CIVIL*.

Weather.com. (n.d.). *Air Quality Forecast for El Triunfo, Guayas, Ecuador*. Retrieved June 29, 2025, from <https://weather.com/es-EC/forecast/air-quality/1/939cc196e2cf1fe00248624632d34c1da5e6f33eede673e441564644e1f7282d>

WeatherSpark. (n.d.). *Average Weather in El Triunfo, Ecuador Year Round*. Retrieved June 29, 2025, from <https://weatherspark.com/y/19361/Average-Weather-in-El-Triunfo-Ecuador-Year-Round>

World Steel Association. (2021). *World steel in figures 2021*. <https://www.worldsteel.org>

PLANOS Y ANEXOS

Predimensionamiento columnas y vigas

Ubicación	Luz libre (m)	Carga de uso			Pisos para cuarto de máquinas de elevadores (áreas de 2600 mm²)			
A - B	2.90	Nivel	Uso	CV (kN/m2)				
B - C	2.20	Planta Baja	Oficinas	2.40				
C - D	2.90	Piso 1	Oficinas	2.40				
	8.00	Piso 2	Departamentos	2.00				
		Piso 3	Departamentos	2.00				
Ubicación	Luz libre (m)	Piso 4	Departamentos	2.00				
1-2"	6.00	Cubierta	Eventos	4.80				
2-3"	6.00							
3-4"	6.00							
4-5"	6.00	Carga Muerta						
	24.00	Tumbado	Mortero	Teja plana	Metalica	Cuartos de maquinas	Muro de bloque	Ceramica
		kN/m2	kN/m3	kN/m3	kN/m3	kN	kN/m2	kN/m2
		0.2	20	0.85	77.01	1.4	1.72	0.17

[illegible][illegible]

[illegible][illegible]

Columnas		Lx	Ly	Área tri	Carga	L req	Vol	Peso	L adap
		m	m	m2	kN	mm	m3	kN	mm
A	1	1.45	3	4.35	42.82	142.80	0.055	1.101	15
	2	1.45	6	8.70	85.64	201.95	0.110	2.202	20
	3	1.45	6	8.70	85.64	201.95	0.110	2.202	20
	4	1.45	6	8.70	85.64	201.95	0.110	2.202	20
	5	1.45	3	4.35	42.82	142.80	0.055	1.101	15
B	1	2.55	3	7.65	75.31	189.37	0.097	1.936	20
	2	2.55	6	15.30	150.61	267.81	0.194	3.873	25
	3	2.55	6	15.30	150.61	267.81	0.194	3.873	25
	4	2.55	6	15.30	150.61	267.81	0.194	3.873	25
	5	2.55	3	7.65	75.31	189.37	0.097	1.936	20
C	1	2.55	3	7.65	75.31	189.37	0.097	1.936	20
	2	2.55	6	15.30	150.61	267.81	0.194	3.873	25
	3	2.55	6	15.30	150.61	267.81	0.194	3.873	25
	4	2.55	6	15.30	150.61	267.81	0.194	3.873	25
	5	2.55	3	7.65	75.31	189.37	0.097	1.936	20
D	1	1.45	3	4.35	42.82	142.80	0.055	1.101	15
	2	1.45	6	8.70	85.64	201.95	0.110	2.202	20
	3	1.45	6	8.70	85.64	201.95	0.110	2.202	20
	4	1.45	6	8.70	85.64	201.95	0.110	2.202	20
	5	1.45	3	4.35	42.82	142.80	0.055	1.101	15

Columnas		Lx m	Ly m	Área tri m2	Carga kN	L req mm	Vol m3	Peso kN	L adap mm
A	1	1.45	3	4.35	61.68	171.38	0.079	1.586	20
	2	1.45	6	8.70	123.36	242.37	0.159	3.172	25
	3	1.45	6	8.70	123.36	242.37	0.159	3.172	25
	4	1.45	6	8.70	123.36	242.37	0.159	3.172	25
	5	1.45	3	4.35	61.68	171.38	0.079	1.586	20
B	1	2.55	3	7.65	108.48	227.28	0.139	2.789	25
	2	2.55	6	15.30	216.95	321.42	0.279	5.579	35
	3	2.55	6	15.30	216.95	321.42	0.279	5.579	35
	4	2.55	6	15.30	216.95	321.42	0.279	5.579	35
	5	2.55	3	7.65	108.48	227.28	0.139	2.789	25
C	1	2.55	3	7.65	108.48	227.28	0.139	2.789	25
	2	2.55	6	15.30	216.95	321.42	0.279	5.579	35
	3	2.55	6	15.30	216.95	321.42	0.279	5.579	35
	4	2.55	6	15.30	216.95	321.42	0.279	5.579	35
	5	2.55	3	7.65	108.48	227.28	0.139	2.789	25
D	1	1.45	3	4.35	61.68	171.38	0.079	1.586	20
	2	1.45	6	8.70	123.36	242.37	0.159	3.172	25
	3	1.45	6	8.70	123.36	242.37	0.159	3.172	25
	4	1.45	6	8.70	123.36	242.37	0.159	3.172	25
	5	1.45	3	4.35	61.68	171.38	0.079	1.586	20

Columnas		Lx m	Ly m	Área tri m2	Carga kN	L req mm	Vol m3	Peso kN	L adap mm
A	1	1.45	3	4.35	81.62	197.15	0.105	2.099	20
	2	1.45	6	8.70	163.24	278.81	0.210	4.198	30
	3	1.45	6	8.70	163.24	278.81	0.210	4.198	30
	4	1.45	6	8.70	163.24	278.81	0.210	4.198	30
	5	1.45	3	4.35	81.62	197.15	0.105	2.099	20
B	1	2.55	3	7.65	143.54	261.44	0.185	3.691	25
	2	2.55	6	15.30	287.08	369.74	0.369	7.382	35
	3	2.55	6	15.30	287.08	369.74	0.369	7.382	35
	4	2.55	6	15.30	287.08	369.74	0.369	7.382	35
	5	2.55	3	7.65	143.54	261.44	0.185	3.691	25
C	1	2.55	3	7.65	143.54	261.44	0.185	3.691	25
	2	2.55	6	15.30	287.08	369.74	0.369	7.382	35
	3	2.55	6	15.30	287.08	369.74	0.369	7.382	35
	4	2.55	6	15.30	287.08	369.74	0.369	7.382	35
	5	2.55	3	7.65	143.54	261.44	0.185	3.691	25
D	1	1.45	3	4.35	81.62	197.15	0.105	2.099	20
	2	1.45	6	8.70	163.24	278.81	0.210	4.198	30
	3	1.45	6	8.70	163.24	278.81	0.210	4.198	30
	4	1.45	6	8.70	163.24	278.81	0.210	4.198	30
	5	1.45	3	4.35	81.62	197.15	0.105	2.099	20

Columnas		Lx m	Ly m	Área tri m2	Carga kN	L req mm	Vol m3	Peso kN	L adap mm
A	1	1.45	3	4.35	103.30	221.79	0.133	2.656	25
	2	1.45	6	8.70	206.60	313.66	0.266	5.313	30
	3	1.45	6	8.70	206.60	313.66	0.266	5.313	30
	4	1.45	6	8.70	206.60	313.66	0.266	5.313	30
	5	1.45	3	4.35	103.30	221.79	0.133	2.656	25
B	1	2.55	3	7.65	181.67	294.12	0.234	4.671	30
	2	2.55	6	15.30	363.33	415.95	0.467	9.343	40
	3	2.55	6	15.30	363.33	415.95	0.467	9.343	40
	4	2.55	6	15.30	363.33	415.95	0.467	9.343	40
	5	2.55	3	7.65	181.67	294.12	0.234	4.671	30
C	1	2.55	3	7.65	181.67	294.12	0.234	4.671	30
	2	2.55	6	15.30	363.33	415.95	0.467	9.343	40
	3	2.55	6	15.30	363.33	415.95	0.467	9.343	40
	4	2.55	6	15.30	363.33	415.95	0.467	9.343	40
	5	2.55	3	7.65	181.67	294.12	0.234	4.671	30
D	1	1.45	3	4.35	103.30	221.79	0.133	2.656	25
	2	1.45	6	8.70	206.60	313.66	0.266	5.313	30
	3	1.45	6	8.70	206.60	313.66	0.266	5.313	30
	4	1.45	6	8.70	206.60	313.66	0.266	5.313	30
	5	1.45	3	4.35	103.30	221.79	0.133	2.656	25

Columnas		Lx m	Ly m	Área tri m2	Carga kN	L req mm	Vol m3	Peso kN	L adap cm
A	1	1.45	3	4.35	124.98	243.96	0.161	3.214	25
	2	1.45	6	8.70	249.96	345.01	0.321	6.428	35
	3	1.45	6	8.70	249.96	345.01	0.321	6.428	35
	4	1.45	6	8.70	249.96	345.01	0.321	6.428	35
	5	1.45	3	4.35	124.98	243.96	0.161	3.214	25
B	1	2.55	3	7.65	219.79	323.52	0.283	5.652	35
	2	2.55	6	15.30	439.59	457.52	0.565	11.304	45
	3	2.55	6	15.30	439.59	457.52	0.565	11.304	45
	4	2.55	6	15.30	439.59	457.52	0.565	11.304	45
	5	2.55	3	7.65	219.79	323.52	0.283	5.652	35
C	1	2.55	3	7.65	219.79	323.52	0.283	5.652	35
	2	2.55	6	15.30	439.59	457.52	0.565	11.304	45
	3	2.55	6	15.30	439.59	457.52	0.565	11.304	45
	4	2.55	6	15.30	439.59	457.52	0.565	11.304	45
	5	2.55	3	7.65	219.79	323.52	0.283	5.652	35
D	1	1.45	3	4.35	124.98	243.96	0.161	3.214	25
	2	1.45	6	8.70	249.96	345.01	0.321	6.428	35
	3	1.45	6	8.70	249.96	345.01	0.321	6.428	35
	4	1.45	6	8.70	249.96	345.01	0.321	6.428	35
	5	1.45	3	4.35	124.98	243.96	0.161	3.214	25

Diseño de Vigas

Vigas en Y - Piso 1												
Eje B												
Momento (kN- m)	(1- 2)			(2-3)			(3-4)			(4-5)		
	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha
	Superior	53.84	17.89	60.78	57.9	16.63	56.93	58.35	16.88	55.33	22.31	2.66
Inferior	25.53	37.63	28.86	27.44	35.04	26.99	27.65	35.55	26.24	10.89	5.61	7.41
Eje B												
Momento (Ton- m)	(1- 2)			(2-3)			(3-4)			(4-5)		
	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha
	Superior	5.38	1.79	6.08	5.79	1.66	5.69	5.84	1.69	5.53	2.23	0.27
Inferior	2.55	3.76	2.89	2.74	3.50	2.70	2.77	3.56	2.62	1.09	0.56	0.74
Momentos Min (T.m)			Momentos Min (T.m)			Momentos Min (T.m)			Momentos Min (T.m)			
Sup	5.38	1.52	6.08	5.79	1.45	5.69	5.84	1.46	5.53	2.23	0.56	1.53
Inf	2.69	1.52	3.04	2.90	1.45	2.85	2.92	1.46	2.77	1.12	0.56	0.77
Acero Requerido (cm2)			Acero Requerido (cm2)			Acero Requerido (cm2)			Acero Requerido (cm2)			
Sup	5.315	1.404	6.082	5.761	1.336	5.654	5.811	1.346	5.478	2.084	0.508	1.414
Inf	2.534	1.404	2.877	2.734	1.336	2.686	2.756	1.346	2.607	1.024	0.508	0.699
Acero requerido Min (cm2)			Acero requerido Min (cm2)			Acero requerido Min (cm2)			Acero requerido Min (cm2)			
Sup	5.32	2.44	6.08	5.76	2.44	5.65	5.81	2.44	5.48	2.44	2.44	2.44
Inf	2.53	2.44	2.88	2.73	2.44	2.69	2.76	2.44	2.61	2.44	2.44	2.44
Acero colocado (Φ)			Acero colocado (Φ)			Acero colocado (Φ)			Acero colocado (Φ)			
Sup	4Ø14	2Ø14	4Ø14	4Ø14	2Ø14	4Ø14	4Ø14	2Ø14	4Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14
Inf	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14
Acero colocado (cm2)			Acero colocado (cm2)			Acero colocado (cm2)			Acero colocado (cm2)			
Sup	6.156	3.078	6.156	6.156	3.078	6.156	6.156	3.078	6.156	3.078	3.078	3.078
Inf	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078
Sup	Momento probable (T.m)			Momento probable (T.m)			Momento probable (T.m)			Momento probable (T.m)		
	8.2991	-	8.2991	8.2991	-	8.2991	8.2991	-	8.2991	4.4422	-	4.4422
	4.4422	-	4.4422	4.4422	-	4.4422	4.4422	-	4.4422	4.4422	-	4.4422
V probable	Vpr 1		Vpr 2	Vpr 1		Vpr 2	Vpr 1		Vpr 2	Vpr 1		Vpr 2
	2.1236		2.1236	2.1236		2.1236	2.1236		2.1236	1.4807		1.4807
	Vpr Max	2.1236		Vpr Max	2.1236		Vpr Max	2.1236		Vpr Max	1.4807	
	Vgr	4.78		Vgr	4.62		Vgr	4.66		Vgr	2.1	
Cortante requerida			Cortante requerida			Cortante requerida			Cortante requerida			
Vu Calc	6.9036	tonf	Vu Calc	6.7436	tonf	Vu Calc	6.7836	tonf	Vu Calc	3.5807	tonf	
Region central	460	cm										
Region confinam	70	cm										
s Zona Central	15	cm										
s Zona Confinam	8	cm										
As	1 E 10mm	0.785										
Vc(ton)	5.626		Vc(ton)	5.626		Vc(ton)	5.626		Vc(ton)	5.626		
Vs(ton)	12.075	ΦVn>Vu	Vs(ton)	12.075	ΦVn>Vu	Vs(ton)	12.075	ΦVn>Vu	Vs(ton)	12.075	ΦVn>Vu	ΦVn>Vu
ΦVn	13.27575	SI CUMPLE	ΦVn	13.27575	SI CUMPLE	ΦVn	13.27575	SI CUMPLE	ΦVn	13.27575	SI CUMPLE	SI CUMPLE
s	8.00		s	8.00		s	8.00		s	8.00		
Torsion												
Tu	0.096	ton*m	Tu	0.1199	ton*m	Tu	0.141	ton*m	Tu	0.971	ton*m	
bc	0.16	m	bc	0.16	m	bc	0.16	m	bc	0.16	m	
hc	0.17	m	hc	0.17	m	hc	0.17	m	hc	0.17	m	
Aoh	0.027		Aoh	0.027		Aoh	0.027		Aoh	0.027		
Ao	0.023		Ao	0.023		Ao	0.023		Ao	0.023		
Acp	0.035		Acp	0.035		Acp	0.035		Acp	0.035		
Pcp	0.66		Pcp	0.66		Pcp	0.66		Pcp	0.66		
Tth	0.7	SI CUMPLE	Tth	0.7	SI CUMPLE	Tth	0.7	SI CUMPLE	Tth	0.7	NO CUMPLE	
At	NO REQUIERE		At	NO REQUIERE		At	NO REQUIERE		At	0.5	cm2	
										1Ø8		

	Vigas en X - Piso 1								
	Eje 2								
Momento (kN- m)	A-B			B-C			C-D		
	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha
Superior	0.62	2.08	4.38	1.97	0.88	1.78	4.53	2.08	0.52
Inferior	0.4	4.13	2.23	1.00	1.82	0.92	2.30	4.12	0.33
	Eje 2								
Momento (Ton- m)	A-B			B-C			C-D		
	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha
Superior	0.06	0.21	0.44	0.20	0.09	0.18	0.45	0.21	0.05
Inferior	0.04	0.41	0.22	0.10	0.18	0.09	0.23	0.41	0.03
	Momentos Min (T.m)			Momentos Min (T.m)			Momentos Min (T.m)		
Sup	0.06	0.11	0.44	0.20	0.05	0.18	0.45	0.11	0.05
Inf	0.04	0.11	0.22	0.10	0.05	0.09	0.23	0.11	0.03
	Acero Requerido (cm2)			Acero Requerido (cm2)			Acero Requerido (cm2)		
Sup	0.056	0.099	0.398	0.178	0.044	0.161	0.412	0.102	0.047
Inf	0.036	0.099	0.202	0.09	0.044	0.083	0.208	0.102	0.03
	Acero requerido Min (cm2)			Acero requerido Min (cm2)			Acero requerido Min (cm2)		
Sup	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44
Inf	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44
	Acero colocado (Φ)			Acero colocado (Φ)			Acero colocado (Φ)		
Sup	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14
Inf	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14
	Acero colocado (cm2)			Acero colocado (cm2)			Acero colocado (cm2)		
Sup	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078
Inf	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078
	Momento probable (T.m)			Momento probable (T.m)			Momento probable (T.m)		
Sup	4.4422	-	4.4422	4.4422	-	4.4422	4.4422	-	4.4422
Inf	4.4422	-	4.4422	4.4422	-	4.4422	4.4422	-	4.4422
V probable	Vpr 1		Vpr 2	Vpr 1		Vpr 2	Vpr 1		Vpr 2
	3.0636		3.0636	4.0384		4.0384	3.0636		3.0636
	Vpr Max	3.0636		Vpr Max	4.0384		Vpr Max	3.0636	
	Vgr	0.78		Vgr	0.46		Vgr	0.74	
	Cortante requerida			Cortante requerida			Cortante requerida		
	Vu Calc	3.8436	tonf	Vu Calc	4.4984	tonf	Vu Calc	3.8036	tonf
	Region confinam	70	cm						
	s Zona Central	15	cm						
	s Zona Confinam	8	cm						
	As	4 E 10mm	3.14						
	Vc(ton)	0		Vc(ton)	0		Vc(ton)	0	
	Vs (ton)	48.301	ϕVn>Vu	Vs (ton)	48.301	ϕVn>Vu	Vs (ton)	48.301	ϕVn>Vu
	ϕVn	36.22575	SI CUMPLE	ϕVn	36.22575	SI CUMPLE	ϕVn	36.22575	SI CUMPLE
	s	2.00		s	2.00		s	2.00	
	Torsion								
	Tu	0.058	ton*m	Tu	0.0802	ton*m	Tu	0.1024	ton*m
	bc	0.16	m	bc	0.16	m	bc	0.16	m
	hc	0.17	m	hc	0.17	m	hc	0.17	m
	Aoh	0.027		Aoh	0.027		Aoh	0.027	
	Ao	0.023		Ao	0.023		Ao	0.023	
	Acp	0.035		Acp	0.035		Acp	0.035	
	Pcp	0.66		Pcp	0.66		Pcp	0.66	
	Tth	0.7	SI CUMPLE	Tth	0.7	SI CUMPLE	Tth	0.7	SI CUMPLE
	At	NO REQUIERE		At	NO REQUIERE		At	NO REQUIERE	

	Vigas en Y - Piso 2											
	Eje B											
Momento (kN- m)	(1-2)			(2-3)			(3-4)			(4-5)		
	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha
Superior	50.79	18.18	63.14	59.88	16.64	58.15	60.28	16.97	56.22	25.91	3.57	15.63
Inferior	24.14	38.28	29.97	28.39	35.03	27.58	28.58	35.74	26.70	12.65	7.43	7.61
	Eje B											
Momento (Ton- m)	(1-2)			(2-3)			(3-4)			(4-5)		
	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha
Superior	5.08	1.82	6.31	5.99	1.66	5.82	6.03	1.70	5.62	2.59	0.36	1.56
Inferior	2.41	3.83	3.00	2.84	3.50	2.76	2.86	3.57	2.67	1.27	0.74	0.76
	Momentos Min (T.m)			Momentos Min (T.m)			Momentos Min (T.m)			Momentos Min (T.m)		
Sup	5.08	1.58	6.31	5.99	1.50	5.82	6.03	1.51	5.62	2.59	0.65	1.56
Inf	2.54	1.58	3.16	2.99	1.50	2.91	3.01	1.51	2.81	1.30	0.65	0.78
	Acero Requerido (cm2)			Acero Requerido (cm2)			Acero Requerido (cm2)			Acero Requerido (cm2)		
Sup	4.985	1.459	6.348	5.981	1.382	5.789	6.026	1.392	5.575	2.435	0.59	1.445
Inf	2.384	1.459	2.994	2.832	1.382	2.746	2.852	1.392	2.651	1.193	0.59	0.714
	Acero requerido Min (cm2)			Acero requerido Min (cm2)			Acero requerido Min (cm2)			Acero requerido Min (cm2)		
Sup	4.99	2.44	6.35	5.98	2.44	5.79	6.03	2.44	5.58	2.44	2.44	2.44
Inf	2.44	2.44	2.99	2.83	2.44	2.75	2.85	2.44	2.65	2.44	2.44	2.44
	Acero colocado (Φ)			Acero colocado (Φ)			Acero colocado (Φ)			Acero colocado (Φ)		
Sup	4Ø14	2Ø14	5Ø14	4Ø14	2Ø14	4Ø14	4Ø14	2Ø14	4Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14
Inf	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14
	Acero colocado (cm2)			Acero colocado (cm2)			Acero colocado (cm2)			Acero colocado (cm2)		
Sup	6.156	3.078	7.695	6.156	3.078	6.156	6.156	3.078	6.156	3.078	3.078	3.078
Inf	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078

	Momento probable (T.m)			Momento probable (T.m)			Momento probable (T.m)			Momento probable (T.m)		
Sup	8.2991	-	10.0082	8.2991	-	8.2991	8.2991	-	8.2991	4.4422	-	4.4422
Inf	4.4422	-	4.4422	4.4422	-	4.4422	4.4422	-	4.4422	4.4422	-	4.4422
V probable	Vpr 1		Vpr 2	Vpr 1		Vpr 2	Vpr 1		Vpr 2	Vpr 1		Vpr 2
	2.1236		2.4084	2.1236		2.1236	2.1236		2.1236	1.4807		1.4807
	Vpr Max	2.4084		Vpr Max	2.1236		Vpr Max	2.1236		Vpr Max	1.4807	
	Vgr	4.83		Vgr	4.65		Vgr	4.68		Vgr	2.26	
	Cortante requerida			Cortante requerida			Cortante requerida			Cortante requerida		
Vu Calc	7.2384	tonf	Vu Calc	6.7736	tonf	Vu Calc	6.8036	tonf	Vu Calc	3.7407	tonf	
Region central	460	cm										
Region confinam	70	cm										
s Zona Central	15	cm										
s Zona Confinam	8	cm										

Torsion											
Tu	0.128	ton*m	Tu	0.122	ton*m	Tu	0.16	ton*m	Tu	0.9543	ton*m
bc	0.16	m	bc	0.16	m	bc	0.16	m	bc	0.16	m
hc	0.17	m	hc	0.17	m	hc	0.17	m	hc	0.17	m
Aoh	0.027		Aoh	0.027		Aoh	0.027		Aoh	0.027	
Ao	0.023		Ao	0.023		Ao	0.023		Ao	0.023	
Acp	0.035		Acp	0.035		Acp	0.035		Acp	0.035	
Pcp	0.66		Pcp	0.66		Pcp	0.66		Pcp	0.66	
Tth	0.7	SI CUMPLE	Tth	0.7	SI CUMPLE	Tth	0.7	SI CUMPLE	Tth	0.7	NO CUMPLE
At	NO REQUIERE		At	NO REQUIERE		At	NO REQUIERE		At	0.5	cm2

Vigas en X - Piso 2									
	Eje 2								
Momento (kN- m)	A-B			B-C			C-D		
	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha
Superior	0.58	2.13	4.64	2.28	0.81	2.03	4.85	2.13	0.43
Inferior	0.37	4.25	2.40	1.17	1.7	1.05	2.49	4.25	0.26
	Eje 2								
Momento (Ton- m)	A-B			B-C			C-D		
	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha
Superior	0.06	0.21	0.46	0.23	0.08	0.20	0.49	0.21	0.04
Inferior	0.04	0.43	0.24	0.12	0.17	0.11	0.25	0.43	0.03
	Momentos Min (T.m)			Momentos Min (T.m)			Momentos Min (T.m)		
Sup	0.06	0.12	0.46	0.23	0.06	0.20	0.49	0.12	0.04
Inf	0.04	0.12	0.24	0.12	0.06	0.11	0.25	0.12	0.03
	Acero Requerido (cm2)			Acero Requerido (cm2)			Acero Requerido (cm2)		
Sup	0.052	0.105	0.422	0.207	0.052	0.184	0.441	0.11	0.039
Inf	0.033	0.105	0.217	0.106	0.052	0.095	0.226	0.11	0.023
	Acero requerido Min (cm2)			Acero requerido Min (cm2)			Acero requerido Min (cm2)		
Sup	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44
Inf	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44
	Acero colocado (Φ)			Acero colocado (Φ)			Acero colocado (Φ)		
Sup	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14
Inf	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14
	Acero colocado (cm2)			Acero colocado (cm2)			Acero colocado (cm2)		
Sup	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078
Inf	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078

As	1 E 10mm	0.785								
Vc(ton)	5.626		Vc(ton)	5.626		Vc(ton)	5.626		Vc(ton)	5.626
Vs (ton)	12.075	$\phi V_n > V_u$	Vs (ton)	12.075	$\phi V_n > V_u$	Vs (ton)	12.075	$\phi V_n > V_u$	Vs (ton)	12.075
ϕV_n	13.27575	SI CUMPLE	ϕV_n	13.27575	SI CUMPLE	ϕV_n	13.27575	SI CUMPLE	ϕV_n	13.27575
s	8.00		s	8.00		s	8.00		s	8.00
Torsion										
Tu	0.143	ton*m	Tu	0.1182	ton*m	Tu	0.1733	ton*m	Tu	0.8758
bc	0.16	m	bc	0.16	m	bc	0.16	m	bc	0.16
hc	0.17	m	hc	0.17	m	hc	0.17	m	hc	0.17
Aoh	0.027		Aoh	0.027		Aoh	0.027		Aoh	0.027
Ao	0.023		Ao	0.023		Ao	0.023		Ao	0.023
Acp	0.035		Acp	0.035		Acp	0.035		Acp	0.035
Pcp	0.66		Pcp	0.66		Pcp	0.66		Pcp	0.66
Tth	0.7	SI CUMPLE	Tth	0.7	SI CUMPLE	Tth	0.7	SI CUMPLE	Tth	0.7
At	NO REQUIERE		At	NO REQUIERE		At	NO REQUIERE		At	0.4
										108

Vigas en X - Piso 3										
Eje 2										
Momento (kN- m)	A-B			B-C			C-D			
	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha	
Superior	0.09	2.32	4.35	2.36	0.78	2.10	4.55	2.32	0.03	
Inferior	0.04	4.41	2.44	1.29	1.56	1.17	2.54	4.4	0.24	
Eje 2										
Momento (Ton- m)	A-B			B-C			C-D			
	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha	
Superior	0.01	0.23	0.44	0.24	0.08	0.21	0.46	0.23	0.00	
Inferior	0.00	0.44	0.24	0.13	0.16	0.12	0.25	0.44	0.02	
Momentos Min (T.m)			Momentos Min (T.m)			Momentos Min (T.m)				
Sup	0.01	0.11	0.44	0.24	0.06	0.21	0.46	0.11	0.00	
Inf	0.00	0.11	0.24	0.13	0.06	0.12	0.25	0.11	0.02	
Acero Requerido (cm2)			Acero Requerido (cm2)			Acero Requerido (cm2)				
Sup	0.008	0.098	0.395	0.214	0.053	0.19	0.414	0.103	0.003	
Inf	0.004	0.098	0.221	0.117	0.053	0.106	0.23	0.103	0.022	
Acero requerido Min (cm2)			Acero requerido Min (cm2)			Acero requerido Min (cm2)				
Sup	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	
Inf	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	
Acero colocado (Φ)			Acero colocado (Φ)			Acero colocado (Φ)				
Sup	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	
Inf	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	
Acero colocado (cm2)			Acero colocado (cm2)			Acero colocado (cm2)				
Sup	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078	
Inf	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078	

Momento probable (T.m)			Momento probable (T.m)			Momento probable (T.m)			
Sup	4.4422	-	4.4422	4.4422	-	4.4422	4.4422	-	4.4422
Inf	4.4422	-	4.4422	4.4422	-	4.4422	4.4422	-	4.4422
V probable	Vpr 1		Vpr 2	Vpr 1		Vpr 2	Vpr 1		Vpr 2
	3.0636		3.0636	4.0384		4.0384	3.0636		3.0636
	Vpr Max	3.0636		Vpr Max	4.0384		Vpr Max	3.0636	
	Vgr	0.8		Vgr	0.4		Vgr	0.81	
Cortante requerida			Cortante requerida			Cortante requerida			
Vu Calc	3.8636	tonf	Vu Calc	4.4384	tonf	Vu Calc	3.8736	tonf	
Region confinam	70	cm							
s Zona Central	15	cm							
s Zona Confinam	8	cm							
As	4 E 10mm	3.14							
Vc(ton)	0		Vc(ton)	0		Vc(ton)	0		
Vs (ton)	48.301	$\phi V_n > V_u$	Vs (ton)	48.301	$\phi V_n > V_u$	Vs (ton)	48.301	$\phi V_n > V_u$	
ϕV_n	36.22575	SI CUMPLE	ϕV_n	36.22575	SI CUMPLE	ϕV_n	36.22575	SI CUMPLE	
s	2.00		s	2.00		s	2.00		

Torsion								
Tu	0.0781	ton*m	Tu	0.1173	ton*m	Tu	0.124	ton*m
bc	0.16	m	bc	0.16	m	bc	0.16	m
hc	0.17	m	hc	0.17	m	hc	0.17	m
Aoh	0.027		Aoh	0.027		Aoh	0.027	
Ao	0.023		Ao	0.023		Ao	0.023	
Acp	0.035		Acp	0.035		Acp	0.035	
Pcp	0.66		Pcp	0.66		Pcp	0.66	
Tth	0.7	SI CUMPLE	Tth	0.7	SI CUMPLE	Tth	0.7	SI CUMPLE
At	NO REQUIERE		At	NO REQUIERE		At	NO REQUIERE	

[illegible]

	Momento probable (T.m)			Momento probable (T.m)			Momento probable (T.m)			Momento probable (T.m)		
Sup	6.2792	-	8.0066	8.0066	-	8.0066	8.0066	4.369	-	4.369		
Inf	4.369	-	4.369	4.369	-	4.369	4.369	4.369	-	4.369		
V probable	Vpr 1		Vpr 2	Vpr 1		Vpr 2	Vpr 1	Vpr 2		Vpr 2		
	1.7747		2.0626	2.0626		2.0626	2.0626		2.0626	1.4563	1.4563	
	Vpr Max	2.0626		Vpr Max	2.0626		Vpr Max	2.0626		Vpr Max	1.4563	
	Vgr	4.43		Vgr	4.31		Vgr	4.37		Vgr	2.01	
Cortante requerida			Cortante requerida			Cortante requerida			Cortante requerida			
Vu Calc	6.4926	tonf		Vu Calc	6.3726	tonf		Vu Calc	6.4326	tonf		
Region central	460	cm										
Region confinam	70	cm										
s Zona Central	15	cm										
s Zona Confinam	8	cm										
As			2 E 10mm	0.785								
Vc(ton)	4.501			Vc(ton)	4.501			Vc(ton)	4.501			
Vs (ton)	12.075	ϕVn>Vu		Vs (ton)	12.075	ϕVn>Vu		Vs (ton)	12.075	ϕVn>Vu		
ϕVn	12.432	SI CUMPLE		ϕVn	12.432	SI CUMPLE		ϕVn	12.432	SI CUMPLE		
s	8.00			s	8.00			s	8.00			

[illegible]

Vigas en X - Piso 4									
Eje 2									
Momento (kN- m)	A-B			B-C			C-D		
	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha
Superior	0.58	2	4.07	2.04	0.74	1.81	4.26	2	0.41
Inferior	0.23	3.77	2.25	1.14	1.56	1.03	2.33	3.76	0.15
Eje 2									
Momento (Ton- m)	A-B			B-C			C-D		
	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha
Superior	0.06	0.20	0.41	0.20	0.07	0.18	0.43	0.20	0.04
Inferior	0.02	0.38	0.23	0.11	0.16	0.10	0.23	0.38	0.02
Momentos Min (T.m)			Momentos Min (T.m)			Momentos Min (T.m)			
Sup	0.06	0.10	0.41	0.20	0.05	0.18	0.43	0.11	0.04
Inf	0.03	0.10	0.23	0.11	0.05	0.10	0.23	0.11	0.12
Acero Requerido (cm2)			Acero requerido Min (cm2)			Acero requerido Min (cm2)			
Sup	0.052	0.092	0.37	0.185	0.046	0.164	0.388	0.096	0.037
Inf	0.026	0.092	0.204	0.103	0.046	0.093	0.211	0.096	0.105
Acero requerido Min (cm2)			Acero requerido Min (cm2)			Acero requerido Min (cm2)			
Sup	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95
Inf	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95
Acero colocado (Φ)			Acero colocado (Φ)			Acero colocado (Φ)			
Sup	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14
Inf	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14
Acero colocado (cm2)			Acero colocado (cm2)			Acero colocado (cm2)			
Sup	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078
Inf	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078
Momento probable (T.m)			Momento probable (T.m)			Momento probable (T.m)			
Sup	4.369	-	4.369	4.369	-	4.369	4.369	-	4.369
Inf	4.369	-	4.369	4.369	-	4.369	4.369	-	4.369
V probable			V probable			V probable			
Vpr 1	3.0131		Vpr 2	3.9718		Vpr 1	3.0131		Vpr 2
Vpr Max	3.0131		Vpr Max	3.9718		Vpr Max	3.0131		Vpr Max
Vgr	0.67		Vgr	0.34		Vgr	0.73		Vgr
Cortante requerida			Cortante requerida			Cortante requerida			
Vu Calc	3.6831	tonf	Vu Calc	4.3118	tonf	Vu Calc	3.7431	tonf	
Region confinam	70	cm							
s Zona Central	15	cm							
s Zona Confinam	8	cm							
As	4 E 10mm	3.14							
Vc(ton)	0		Vc(ton)	0		Vc(ton)	0		
Vs (ton)	48.301	ϕVn>Vu	Vs (ton)	48.301	ϕVn>Vu	Vs (ton)	48.301	ϕVn>Vu	
ϕVn	36.22575	SICUMPLE	ϕVn	36.22575	SICUMPLE	ϕVn	36.22575	SICUMPLE	
s	2.00		s	2.00		s	2.00		

Torsion								
Tu	0.0825	ton*m	Tu	0.1123	ton*m	Tu	0.1519	ton*m
bc	0.11	m	bc	0.11	m	bc	0.11	m
hc	0.17	m	hc	0.17	m	hc	0.17	m
Aoh	0.019		Aoh	0.019		Aoh	0.019	
Ao	0.016		Ao	0.016		Ao	0.016	
Acp	0.024		Acp	0.024		Acp	0.024	
Pcp	0.56		Pcp	0.56		Pcp	0.56	
Tth	0.4	SICUMPLE	Tth	0.4	SICUMPLE	Tth	0.4	SICUMPLE
At	NO REQUIERE		At	NO REQUIERE		At	NO REQUIERE	

Vigas en Y - Piso 5												
	Eje B											
Momento (kN- m)	(1-2)			(2-3)			(3-4)			(4-5)		
	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha
	Superior	54.74	24.8	107.21	97.44	20.03	93.30	97.95	22.21	83.71	54.91	5.55
Inferior	21.74	63.89	41.64	37.90	51.34	36.3	38.06	57.15	32.77	21.62	14.04	5.92
	Eje B											
Momento (Ton- m)	(1-2)			(2-3)			(3-4)			(4-5)		
	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha
	Superior	5.47	2.48	10.72	9.74	2.00	9.33	9.80	2.22	8.37	5.49	0.56
Inferior	2.17	6.39	4.16	3.79	5.13	3.63	3.81	5.72	3.28	2.16	1.40	0.59
	Momentos Min (T.m)			Momentos Min (T.m)			Momentos Min (T.m)			Momentos Min (T.m)		
Sup	5.47	2.68	10.72	9.74	2.44	9.33	9.80	2.45	8.37	5.49	1.37	1.42
Inf	2.74	2.68	5.36	4.87	2.44	4.67	4.90	2.45	4.19	2.75	1.37	1.08
	Acero Requerido (cm2)			Acero Requerido (cm2)			Acero Requerido (cm2)			Acero Requerido (cm2)		
Sup	5.564	2.551	13.154	11.413	2.306	10.74	11.498	2.319	9.291	5.584	1.272	1.312
Inf	2.608	2.551	5.432	4.876	2.306	4.645	4.905	2.319	4.12	2.616	1.272	0.996
	Acero requerido Min (cm2)			Acero requerido Min (cm2)			Acero requerido Min (cm2)			Acero requerido Min (cm2)		
Sup	5.56	2.55	9.34	9.34	2.31	9.34	9.34	2.32	9.29	5.58	1.95	1.95
Inf	2.61	2.55	5.43	4.88	2.31	4.65	4.91	2.32	4.12	2.62	1.95	1.95
	Acero colocado (Φ)			Acero colocado (Φ)			Acero colocado (Φ)			Acero colocado (Φ)		
Sup	4Ø14	2Ø14	7Ø14	7Ø14	2Ø14	7Ø14	7Ø14	2Ø14	7Ø14	5Ø14	2Ø14	2Ø14
Inf	2Ø14	2Ø14	4Ø14	4Ø14	2Ø14	4Ø14	4Ø14	2Ø14	3Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14
	Acero colocado (cm2)			Acero colocado (cm2)			Acero colocado (cm2)			Acero colocado (cm2)		
Sup	6.156	3.078	10.773	10.773	3.078	10.179	10.773	3.078	10.773	7.695	3.078	3.078
Inf	3.078	3.078	6.156	6.156	3.078	6.156	6.156	3.078	4.617	3.078	3.078	3.078

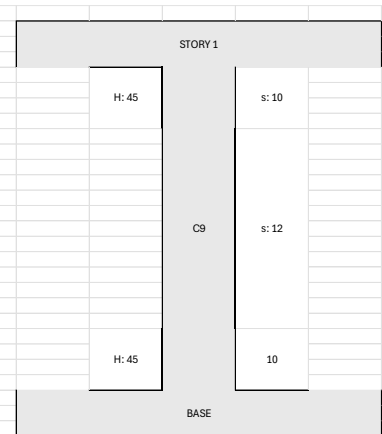
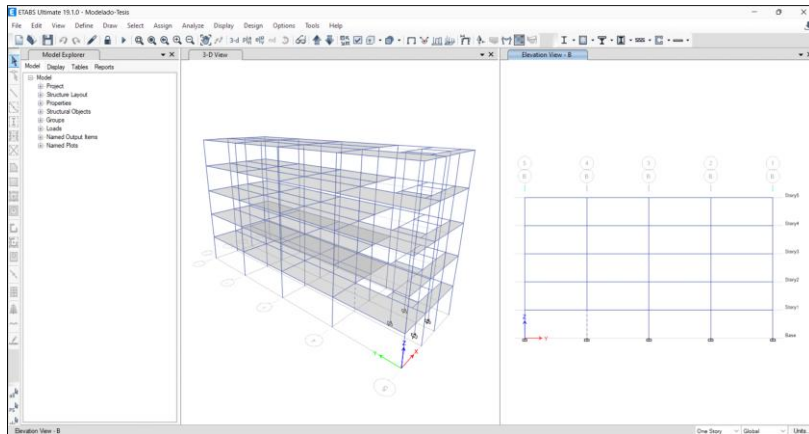
	Momento probable (T.m)			Momento probable (T.m)			Momento probable (T.m)			Momento probable (T.m)		
Sup	8.0066	-	12.0914	12.0914	-	11.6581	12.0914	-	12.0914	9.551	-	4.369
Inf	4.369		8.0066	8.0066	-	8.0066	8.0066	-	6.2792	4.369		4.369
V probable	Vpr 1		Vpr 2	Vpr 1		Vpr 2	Vpr 1		Vpr 2	Vpr 1		Vpr 2
	2.6689		2.7434	3.3497		3.2775	3.0618		3.3497	2.32		1.4563
	Vpr Max	2.7434		Vpr Max	3.3497		Vpr Max	3.3497		Vpr Max	2.32	
	Vgr	6.98		Vgr	6.32		Vgr	6.53		Vgr	3.79	
	Cortante requerida			Cortante requerida			Cortante requerida			Cortante requerida		
	Vu Calc	9.7234	tonf	Vu Calc	9.6697	tonf	Vu Calc	9.8797	tonf	Vu Calc	6.11	tonf
	Region central	460	cm									
	Region confinam	70	cm									
	s Zona Central	15	cm									
	s Zona Confinam	8	cm									
	As	2 E 10mm	1.57									

Vc(ton)	4.501		Vc(ton)	4.501		Vc(ton)	4.501		Vc(ton)	4.501	
Vs(ton)	24.151	ϕVn>Vu	Vs(ton)	24.151	ϕVn>Vu	Vs(ton)	24.151	ϕVn>Vu	Vs(ton)	24.151	ϕVn>Vu
ϕVn	21.489	SI CUMPLE	ϕVn	21.489	SI CUMPLE	ϕVn	21.489	SI CUMPLE	ϕVn	21.489	SI CUMPLE
s	8.00		s	8.00		s	8.00		s	8.00	

Torsion											
Tu	0.2572	ton*m	Tu	0.1838	ton*m	Tu	0.7565	ton*m	Tu	1.2077	ton*m
bc	0.11	m	bc	0.11	m	bc	0.11	m	bc	0.11	m
hc	0.17	m	hc	0.17	m	hc	0.17	m	hc	0.17	m
Aoh	0.019		Aoh	0.019		Aoh	0.019		Aoh	0.019	
Ao	0.016		Ao	0.016		Ao	0.016		Ao	0.016	
Acp	0.024		Acp	0.024		Acp	0.024		Acp	0.024	
Pcp	0.56		Pcp	0.56		Pcp	0.56		Pcp	0.56	
Tth	0.4	SI CUMPLE	Tth	0.4	SI CUMPLE	Tth	0.4	NO CUMPLE	Tth	0.4	NO CUMPLE
At	NO REQUIERE		At	NO REQUIERE		At	0.5		At	0.9	cm2
							1Ø8			2Ø8	

	Vigas en X - Piso 5								
	Eje 2								
Momento (kN- m)	A-B			B-C			C-D		
	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha
Superior	1.03	3.13	6.94	4.82	0.48	4.66	7.08	3.13	1.10
Inferior	3.22	7.8	2.89	2.00	1.26	1.93	2.95	7.8	3.37
	Eje 2								
Momento (Ton- m)	A-B			B-C			C-D		
	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha	Izquierda	Centro	Derecha
Superior	0.10	0.31	0.69	0.48	0.05	0.47	0.71	0.31	0.11
Inferior	0.32	0.78	0.29	0.20	0.13	0.19	0.30	0.78	0.34
	Momentos Min (T.m)			Momentos Min (T.m)			Momentos Min (T.m)		
Sup	0.10	0.17	0.69	0.48	0.12	0.47	0.71	0.18	0.11
Inf	0.32	0.17	0.35	0.24	0.12	0.23	0.35	0.18	0.34
	Acero Requerido (cm2)			Acero Requerido (cm2)			Acero Requerido (cm2)		
Sup	0.093	0.157	0.635	0.439	0.109	0.424	0.648	0.16	0.1
Inf	0.292	0.157	0.315	0.219	0.109	0.211	0.322	0.16	0.306
	Acero requerido Min (cm2)			Acero requerido Min (cm2)			Acero requerido Min (cm2)		
Sup	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95
Inf	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95	1.95
	Acero colocado (Φ)			Acero colocado (Φ)			Acero colocado (Φ)		
Sup	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14
Inf	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14	2Ø14
	Acero colocado (cm2)			Acero colocado (cm2)			Acero colocado (cm2)		
Sup	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078
Inf	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078	3.078
	Momento probable (T.m)			Momento probable (T.m)			Momento probable (T.m)		
Sup	4.369	-	4.369	4.369	-	4.369	4.369	-	4.369
Inf	4.369	-	4.369	4.369	-	4.369	4.369	-	4.369
V probable	Vpr 1		Vpr 2	Vpr 1		Vpr 2	Vpr 1		Vpr 2
	3.0131		3.0131	3.9718		3.9718	3.0131		3.0131
	Vpr Max	3.0131		Vpr Max	3.9718		Vpr Max	3.0131	
	Vgr	0.9		Vgr	0.43		Vgr	0.97	
	Cortante requerida			Cortante requerida			Cortante requerida		
	Vu Calc	3.9131	tonf	Vu Calc	4.4018	tonf	Vu Calc	3.9831	tonf
	Region confinam	70	cm						
	s Zona Central	15	cm						
	s Zona Confinam	8	cm						
	As	4 E 10mm	3.14						
	Vc(ton)	0.00		Vc(ton)	0.00		Vc(ton)	0.00	
	Vs (ton)	48.301	ϕVn>Vu	Vs (ton)	48.301	ϕVn>Vu	Vs (ton)	48.301	ϕVn>Vu
	ϕVn	36.22575	SI CUMPLE	ϕVn	36.22575	SI CUMPLE	ϕVn	36.22575	SI CUMPLE
	s	4.00		s	4.00		s	4.00	
	Torsion								
Tu	0.324	ton*m	Tu	0.5021	ton*m	Tu	0.925	ton*m	
bc	0.11	m	bc	0.11	m	bc	0.11	m	
hc	0.17	m	hc	0.17	m	hc	0.17	m	
Aoh	0.019		Aoh	0.019		Aoh	0.019		
Ao	0.016		Ao	0.016		Ao	0.016		
Acp	0.024		Acp	0.024		Acp	0.024		
Pcp	0.56		Pcp	0.56		Pcp	0.56		
Tth	0.4	SI CUMPLE	Tth	0.4	NO CUMPLE	Tth	0.4	NO CUMPLE	
At	NO REQUIERE		At	0.4		At	0.7		
				1Ø8			2Ø8		

Diseño de columnas

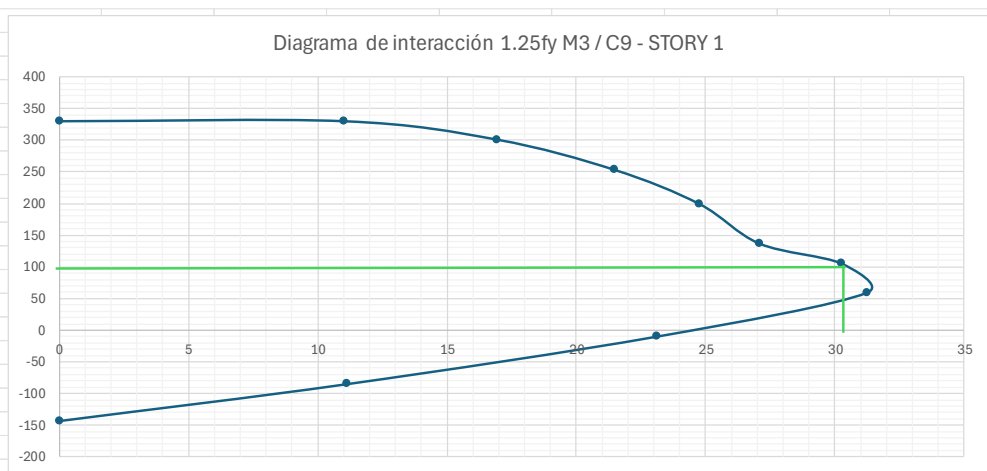


P	M3
329.7329	0
329.7329	11.0101
300.7519	16.9195
253.1437	21.465
199.177	24.76
136.627	27.0888
105.0619	30.2688
59.0901	31.2426
-10.1844	23.0987
-84.9248	11.1405
-143.1461	0

Pu (tonf)	Mpr (tonf-m)
100	30.5
Vu (tonf)	22.5926

Aporte cortante hormigon	
Pu	Limite
100	21.2625

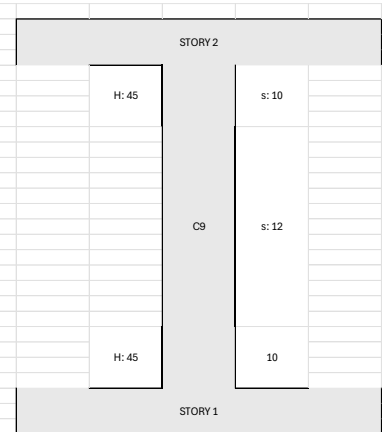
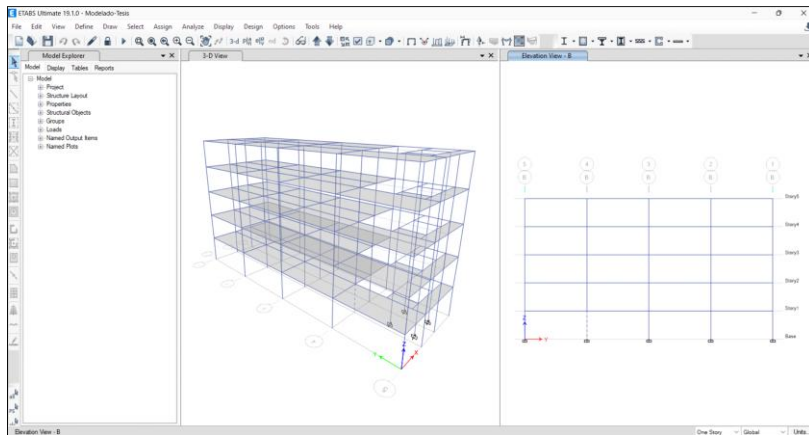
Diseño a Cortante	
Vc	18.2337
Vs	11.88976667
Av	3.1416
s demanda	43.2804



Separacion elegida	
s demanda	44
s norma	10
s final	10 cm

Longitudes		
ld	131	cm
lext	24	cm
ldh	34	cm
Empalme	1.71	m

Columna fuerte-Viga debil							
Eje Y - (1-2)		Eje Y - (2-3)		Eje X - (A-B)		Eje X - (B-C)	
Momento probable Vigas (T.m)		Momento probable Vigas (T.m)		Momento probable Vigas (T.m)		Momento probable Vigas (T.m)	
Mpr1	4.4422	Mpr1	4.4422	Mpr1	4.4422	Mpr1	4.4422
Mpr2	8.2991	Mpr2	8.2991	Mpr2	4.4422	Mpr2	4.4422
Mnb	12.7413	Mnb	12.7413	Mnb	8.8844	Mnb	8.8844
Demandas Pu (T)		Demandas Pu (T)		Demandas Pu (T)		Demandas Pu (T)	
Pu1	70	Pu1	70	Pu1	70	Pu1	70
Pu2	87	Pu2	87	Pu2	87	Pu2	87
Momento nominal (T.m)		Momento nominal (T.m)		Momento nominal (T.m)		Momento nominal (T.m)	
Mn1	33	Mn1	35	Mn1	35	Mn1	35
Mn2	35	Mn2	38	Mn2	38	Mn2	38
Mnc	68	Mnc	73	Mnc	73	Mnc	73
Comprobacion	5.34	Comprobacion	5.73	Comprobacion	8.22	Comprobacion	8.22
	CUMPLE		CUMPLE		CUMPLE		CUMPLE

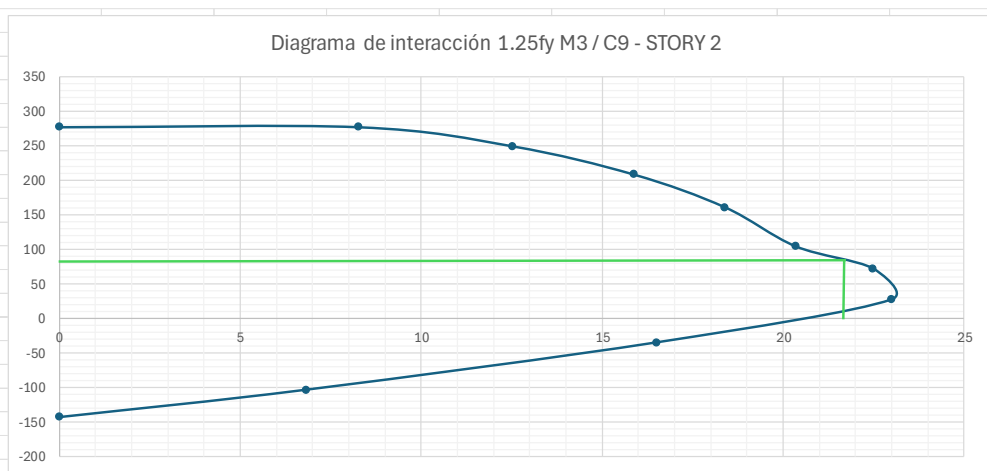


P	M3
276.9043	0
276.9043	8.2805
249.1349	12.5355
208.3243	15.8759
160.9085	18.3933
104.3193	20.3499
72.1854	22.4908
27.3789	22.9961
-34.7231	16.5172
-103.3931	6.8282
-143.1461	0

Pu (tonf)	Mpr (tonf-m)
70	21.5
Vu (tonf)	15.9259

Aporte cortante hormigon	
Pu	Limite
70	16.8000
SI	

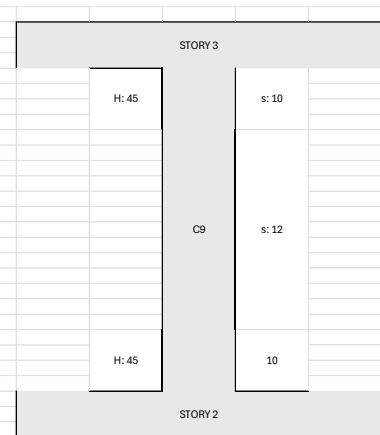
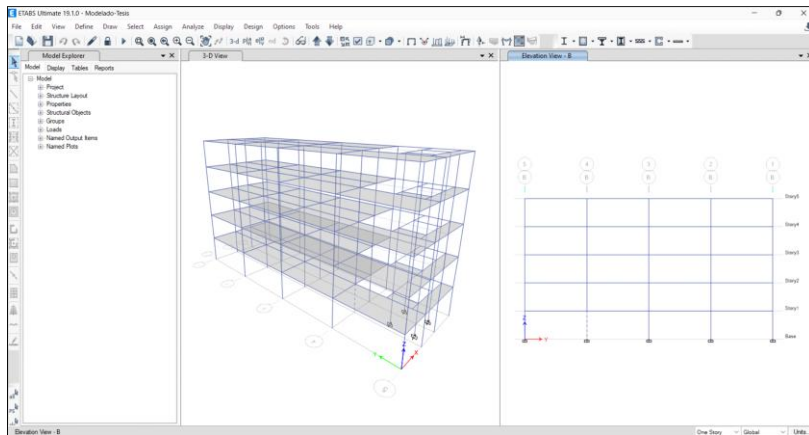
Diseño a Cortante	
Vc	13.7096
Vs	7.524933333
Av	3.1416
s demanda	59.6179



Separacion elegida	
s demanda	60
s norma	10
s final	10 cm

Longitudes		
ld	131	cm
l _{ext}	24	cm
ldh	34	cm
Empalme	1.71	m

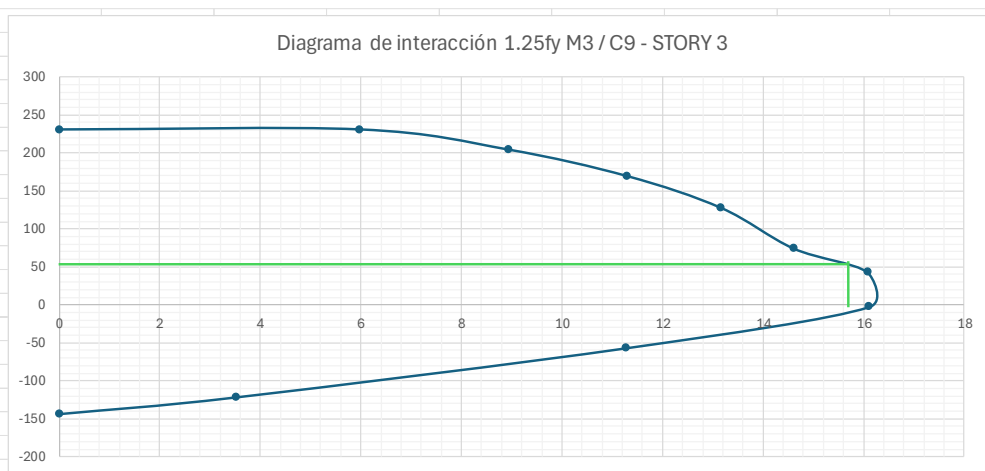
Columna fuerte-Viga debil											
Eje Y - (1-2)			Eje Y - (2-3)			Eje X - (A-B)			Eje X - (B-C)		
Momento probable Vigas (T.m)			Momento probable Vigas (T.m)			Momento probable Vigas (T.m)			Momento probable Vigas (T.m)		
Mpr1		4.4422	Mpr1		4.4422	Mpr1		4.4422	Mpr1		4.4422
Mpr2		10.0082	Mpr2		8.2991	Mpr2		4.4422	Mpr2		4.4422
Mnb		14.4504	Mnb		12.7413	Mnb		8.8844	Mnb		8.8844
Demandas Pu (T)			Demandas Pu (T)			Demandas Pu (T)			Demandas Pu (T)		
Pu1		53	Pu1		53	Pu1		53	Pu1		53
Pu2		70	Pu2		70	Pu2		70	Pu2		70
Momento nominal (T,m)			Momento nominal (T,m)			Momento nominal (T,m)			Momento nominal (T,m)		
Mn1		25	Mn1		25	Mn1		25	Mn1		25
Mn2		28	Mn2		28	Mn2		28	Mn2		28
Mnc		53	Mnc		53	Mnc		53	Mnc		53
Comprobacion	3.67	CUMPLE	Comprobacion	4.16	CUMPLE	Comprobacion	5.97	CUMPLE	Comprobacion	5.97	CUMPLE



P	M3
230.2907	0
230.2907	5.9847
203.8485	8.9337
168.9944	11.3011
127.2037	13.17
73.9552	14.6103
42.7486	16.079
-2.8396	16.1139
-56.8786	11.2751
-121.1758	3.5243
-143.1461	0

Pu (tonf)	Mpr (tonf-m)
53	15.6
Vu (tonf)	11.5556

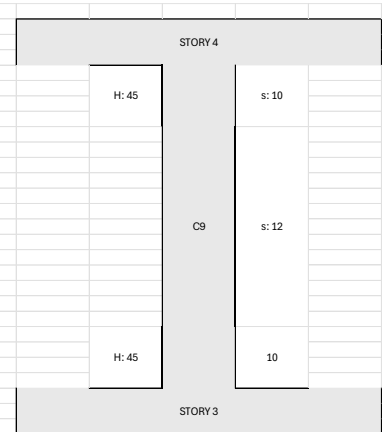
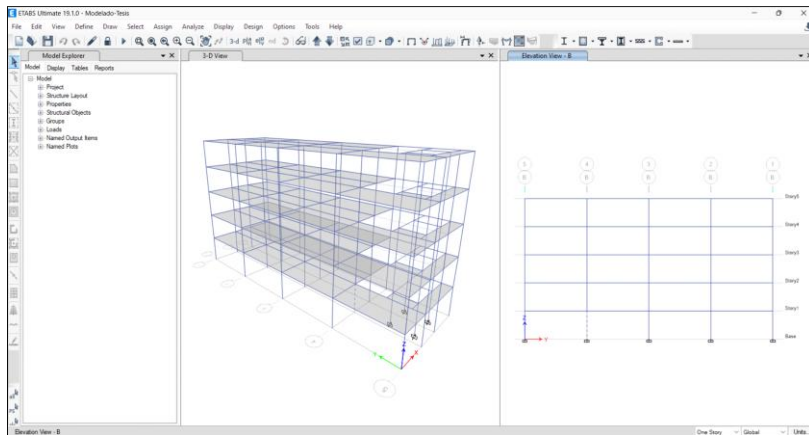
Aporte cortante hormigon	
Pu	Limite
53	12.8625
SI	
Diseño a Cortante	
Vc	10.2048
Vs	5.202666667
Av	3.927
s demanda	91.9353



Separacion elegida	
s demanda	92
s norma	10
s final	10 cm

Longitudes		
ld	131	cm
l _{ext}	24	cm
ldh	34	cm
Empalme	1.71	m

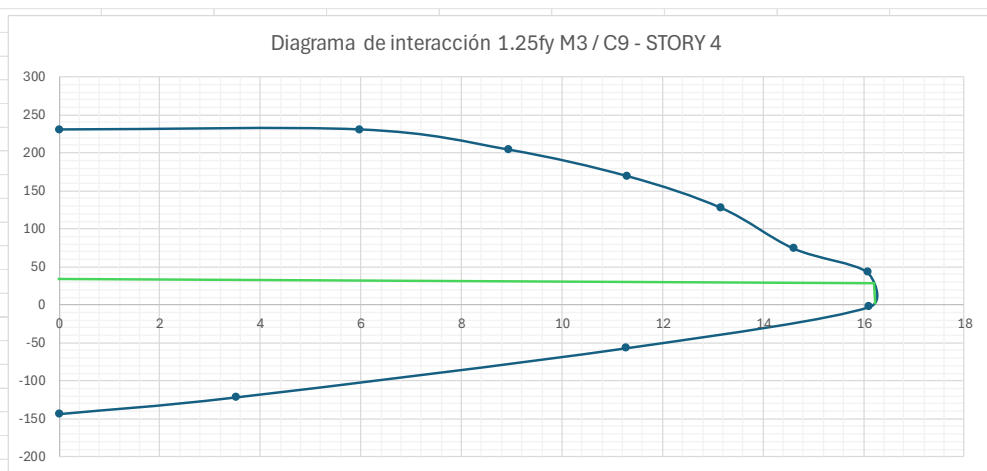
Columna fuerte-Viga debil											
Eje Y - (1-2)			Eje Y - (2-3)			Eje X - (A-B)			Eje X - (B-C)		
Momento probable Vigas (T.m)			Momento probable Vigas (T.m)			Momento probable Vigas (T.m)			Momento probable Vigas (T.m)		
Mpr1		4.4422	Mpr1		4.4422	Mpr1		4.4422	Mpr1		4.4422
Mpr2		10.0082	Mpr2		8.2991	Mpr2		4.4422	Mpr2		4.4422
Mnb		14.4504	Mnb		12.7413	Mnb		8.8844	Mnb		8.8844
Demandas Pu (T)			Demandas Pu (T)			Demandas Pu (T)			Demandas Pu (T)		
Pu1		38	Pu1		38	Pu1		38	Pu1		38
Pu2		53	Pu2		53	Pu2		53	Pu2		53
Momento nominal (T,m)			Momento nominal (T,m)			Momento nominal (T,m)			Momento nominal (T,m)		
Mn1		23	Mn1		23	Mn1		23	Mn1		23
Mn2		20	Mn2		20	Mn2		20	Mn2		20
Mnc		43	Mnc		43	Mnc		43	Mnc		43
Comprobacion	2.98	CUMPLE	Comprobacion	3.37	CUMPLE	Comprobacion	4.84	CUMPLE	Comprobacion	4.84	CUMPLE



P	M3
230.2907	0
230.2907	5.9847
203.8485	8.9337
168.9944	11.3011
127.2037	13.17
73.9552	14.6103
42.7486	16.079
-2.8396	16.1139
-56.8786	11.2751
-121.1758	3.5243
-143.1461	0

Pu (tonf)	Mpr (tonf-m)
38	16.15
Vu (tonf)	11.963

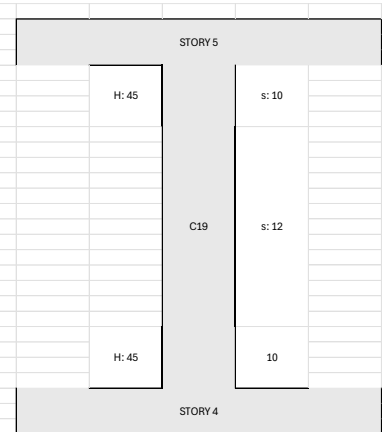
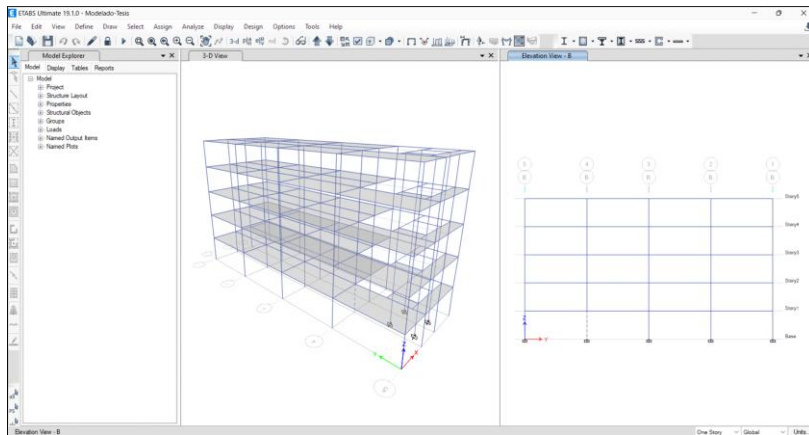
Aporte cortante hormigon	
Pu	Limite
38	12.8625
SI	
Diseño a Cortante	
Vc	9.5229
Vs	6.427766667
Av	3.927
s demanda	74.4129



Separacion elegida	
s demanda	75
s norma	10
s final	10 cm

Longitudes		
ld	131	cm
l _{ext}	24	cm
ldh	34	cm
Empalme	1.71	m

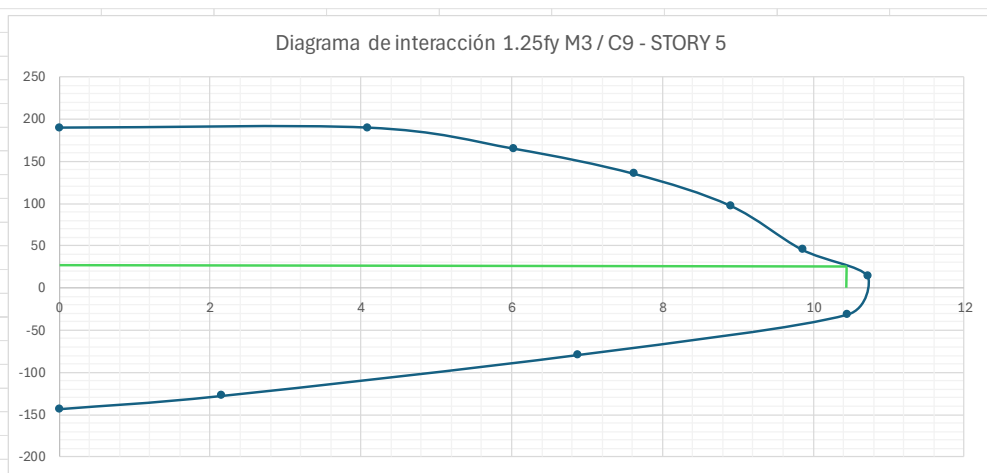
Columna fuerte-Viga debil							
Eje Y - (1-2)		Eje Y - (2-3)		Eje X - (A-B)		Eje X - (B-C)	
Momento probable Vigas (T.m)		Momento probable Vigas (T.m)		Momento probable Vigas (T.m)		Momento probable Vigas (T.m)	
Mpr1	4.369	Mpr1	4.369	Mpr1	4.369	Mpr1	4.369
Mpr2	8.0066	Mpr2	8.0066	Mpr2	4.369	Mpr2	4.369
Mnb	12.3756	Mnb	12.3756	Mnb	8.738	Mnb	8.738
Demandas Pu (T)		Demandas Pu (T)		Demandas Pu (T)		Demandas Pu (T)	
Pu1	23	Pu1	23	Pu1	23	Pu1	23
Pu2	38	Pu2	38	Pu2	38	Pu2	38
Momento nominal (T,m)		Momento nominal (T,m)		Momento nominal (T,m)		Momento nominal (T,m)	
Mn1	17	Mn1	17	Mn1	17	Mn1	17
Mn2	19	Mn2	19	Mn2	19	Mn2	19
Mnc	36	Mnc	36	Mnc	36	Mnc	36
Comprobacion	2.91	CUMPLE	Comprobacion	2.91	CUMPLE	Comprobacion	4.12
							CUMPLE



P	M3
189.8924	0
189.8924	4.091
164.9483	6.0275
135.1743	7.6241
97.4202	8.903
45.4378	9.8553
14.0335	10.7251
-31.4439	10.4526
-79.0975	6.8819
-127.5612	2.1496
-143.1461	0

Pu (tonf)	Mpr (tonf-m)
28	10.1
Vu (tonf)	7.4815

Aporte cortante hormigon	
Pu	Limite
28	9.4500
SI	
Diseño a Cortante	
Vc	6.7588
Vs	3.216533333
Av	3.927
s demanda	123.0647



Separacion elegida	
s demanda	124
s norma	10
s final	10 cm

Longitudes		
ld	131	cm
l _{ext}	24	cm
ldh	34	cm
Empalme	1.71	m

Columna fuerte-Viga debil							
Eje Y - (1-2)		Eje Y - (2-3)		Eje X - (A-B)		Eje X - (B-C)	
Momento probable Vigas (T.m)		Momento probable Vigas (T.m)		Momento probable Vigas (T.m)		Momento probable Vigas (T.m)	
Mpr1	8.0066	Mpr1	8.0066	Mpr1	4.369	Mpr1	4.369
Mpr2	12.0914	Mpr2	12.0914	Mpr2	4.369	Mpr2	4.369
Mnb	20.098	Mnb	20.098	Mnb	8.738	Mnb	8.738
Demandas Pu (T)		Demandas Pu (T)		Demandas Pu (T)		Demandas Pu (T)	
Pu1	22	Pu1	22	Pu1	22	Pu1	22
Pu2	23	Pu2	23	Pu2	23	Pu2	23
Momento nominal (T,m)		Momento nominal (T,m)		Momento nominal (T,m)		Momento nominal (T,m)	
Mn1	14	Mn1	14	Mn1	14	Mn1	14
Mn2	13	Mn2	13	Mn2	13	Mn2	13
Mnc	27	Mnc	27	Mnc	27	Mnc	27
Comprobacion	1.34	CUMPLE	Comprobacion	1.34	CUMPLE	Comprobacion	3.09
					CUMPLE		CUMPLE

Verificaciones de la NEC

Chequeo de las Derivas de Entrepiso

$$\Delta M = 0.75 \times R \times \Delta E$$

Direccion X

Piso	Desplazamientos (mm)	Desp Inelastico (mm)	Deriva	He (mm)	Deriva Rel	NEC
5	0.014	0.084	0.012	2700	4.44E-06	Cumple
4	0.012	0.072	0.012	2700	4.44E-06	Cumple
3	0.01	0.06	0.024	2700	8.89E-06	Cumple
2	0.006	0.036	0.024	2700	8.89E-06	Cumple
1	0.002	0.012	0.012	2700	4.44E-06	Cumple

Direccion Y

Piso	Desplazamientos (mm)	Desp Inelastico (mm)	Deriva	He (mm)	Deriva Rel	NEC
5	0.024	0.144	0.018	2700	6.67E-06	Cumple
4	0.021	0.126	0.03	2700	1.11E-05	Cumple
3	0.016	0.096	0.036	2700	1.33E-05	Cumple
2	0.01	0.06	0.036	2700	1.33E-05	Cumple
1	0.004	0.024	0.024	2700	8.89E-06	Cumple

Irregularidad Torsional.

$$A_x = \left(\frac{\delta_{max}}{1.2\delta_{prom}} \right)^2$$

Direccion X

Piso	D. Max (mm)	D. Prom (mm)	Amplificación de torsión	NEC
5	0.014	0.012	0.945216049	Cumple
4	0.012	0.011	0.826446281	Cumple
3	0.01	0.009	0.85733882	Cumple
2	0.006	0.005	1	Cumple
1	0.002	0.002	0.694444444	Cumple

Direccion Y

Piso	D. Max (mm)	D. Prom (mm)	Amplificación de torsión	NEC
5	0.024	0.024	0.694444444	Cumple
4	0.021	0.021	0.694444444	Cumple
3	0.016	0.016	0.694444444	Cumple
2	0.01	0.01	0.694444444	Cumple
1	0.004	0.004	0.694444444	Cumple

Índice de estabilidad y efecto de segundo orden.							
$Q_i = \frac{P_i \Delta_i}{V_i h_i}$							
Piso	P (Axial)	V (Cortante)	Deriva	He (mm)	Q	Nec	
5	1399.5225	66.61020075	0.003	2700	2.33E-05	Cumple	
4	2540.7266	94.95566892	0.005	2700	4.95E-05	Cumple	
3	3751.8901	102.6708701	0.006	2700	8.12E-05	Cumple	
2	4986.0104	87.93522782	0.007	2700	1.47E-04	Cumple	
1	6268.9206	52.17341115	0.004	2700	1.78E-04	Cumple	
Se debe cumplir $Q_i \leq 0.30$.							
Nota: cuando Q_i es mayor que 0.30, la estructura es potencialmente inestable y debe rigidizarse, a menos que se demuestre, mediante procedimientos más estrictos, que la estructura permanece estable y que cumple con todos los requisitos de diseño sismo resistente establecidos en las normativas de diseño en hormigón armado, estructuras de acero, madera o mampostería, acordes con la filosofía de diseño de la presente norma.							
T	phi P	phi E	R	I	Sa	W	V BASAL
0.67	1	1	8	1	0.516	6269	404
Piso	W sis react kN	he m	h m	k	whk	fracción lateral	F piso
5	1399.5225	2.7	13.5	1.08	23477	0.165	67
4	2540.7266	2.7	10.8	1.08	33468	0.235	95
3	3751.8901	2.7	8.1	1.08	36187	0.254	103
2	4986.0104	2.7	5.4	1.08	30994	0.217	88
1	6268.9206	2.7	2.7	1.08	18389	0.129	52
					142515		404

Diseño de losa para oficinas

CARGA VIVA		
Carga viva uniforme	0.24	T/m2
<i>Ql</i>	<i>0.24</i>	T/m2
CARGA MUERTA PLANTA		
Paredes	0.19	T/m2
Tumbado (de mortero cemento)	0.06	T/m2
Baldosa de cerámica (recubrimiento)	0.02	T/m2
Instalaciones	0.01	T/m2
Peso propio losa sin poliestireno	0.22	T/m2
<i>Qd</i>	<i>0.49</i>	T/m2
Datos Iniciales		
Qd	0.49	T/m2
Ql	0.24	T/m2
Ancho del bloque EPS (entre nervios)	0.48	cm
recubrimiento	3.00	cm
ϕ Longitudinal	1.00	cm
separacion libre, s	60.00	cm
hminimo	17.50	cm
hmáxima	42	cm
ancho nervio, bn	12.00	cm
altura losa, hn	20.00	cm
Luz libre	2.80	m
fy	4200.00	kg/cm2
F'c	240.00	kg/cm2
ϕ	0.75	
Cálculos y Verificaciones		
Qu	0.98	T/m2
qU	0.47	T/m
d	16.50	cm
Asmin	0.66	cm2
Altura loseta de compresión	5	cm
As retracción	0.90	cm2/m
Malla electrosoldada cuadrada (Ø4.5 @15 cm)	1.06	cm2/m
Vu	0.75	T
Vc	1.49	T
ϕVc	1.12	T
ϕVc > Vu	Si cumple	

	Luces Libres P1-P2-P3 (Oficinas)						
	Viga (Eje A)	Luz1	Viga (Eje B)	Luz2	Viga (Eje C)	Luz3	Viga (Eje D)
	0.2	2.80	0.2	2.00	0.2	2.80	0.2
	Momentos (ton*m)						
	Apoyo	Centro	Apoyo	Apoyo	Centro	Apoyo	Apoyo
Superior	0.15	0.00	0.37	0.00	0.19	0.00	0.15
Inferior	0.00	0.26	0.00	0.12	0.00	0.26	0.00
	As Requerido (cm2)						
	Apoyo	Centro	Apoyo	Apoyo	Centro	Apoyo	Apoyo
Superior	0.28	0.00	0.67	0.00	0.34	0.00	0.28
Inferior	0.00	0.48	0.00	0.21	0.00	0.48	0.00
	As Requerido - Norma (cm2)						
	Apoyo	Centro	Apoyo	Apoyo	Centro	Apoyo	Apoyo
Superior	0.66	0.00	0.67	0.00	0.66	0.00	0.66
Inferior	0.00	0.66	0.00	0.66	0.00	0.66	0.00
	As Colocado/Nervio						
	Apoyo	Centro	Apoyo	Apoyo	Centro	Apoyo	Apoyo
Superior	1D10		1D10		1D10		1D10
Inferior				1D10			
	As Colocado						
	Apoyo	Centro	Apoyo	Apoyo	Centro	Apoyo	Apoyo
Superior	0.79		0.79		0.79		0.79
Inferior				0.79			
	Verificación As Colocado						
	Apoyo	Centro	Apoyo	Apoyo	Centro	Apoyo	Apoyo
Superior	OK		OK		OK		OK
Inferior				OK			

Diseño de losa para departamentos

CARGA VIVA		
Carga viva uniforme	0.20	T/m2
<i>Ql</i>	<i>0.20</i>	T/m2
CARGA MUERTA PLANTA		
Paredes	0.19	T/m2
Tumbado (de mortero cemento)	0.06	T/m2
Baldosa de cerámica (recubrimiento)	0.02	T/m2
Instalaciones	0.01	T/m2
Peso propio losa sin poliestireno	0.22	T/m2
<i>Qd</i>	<i>0.49</i>	T/m2
Datos Iniciales		
Qd	0.49	T/m2
Ql	0.20	T/m2
Ancho del bloque EPS (entre nervios)	0.48	cm
recubrimiento	3.00	cm
ϕ Longitudinal	1.00	cm
separacion libre, s	60.00	cm
hminimo	17.50	cm
hmáxima	42	cm
ancho nervio, bn	12.00	cm
altura losa, hn	20.00	cm
Luz libre	2.80	m
fy	4200.00	kg/cm2
F'c	240.00	kg/cm2
ϕ	0.75	
Cálculos y Verificaciones		
Qu	0.91	T/m2
qU	0.44	T/m
d	16.50	cm
Asmin	0.66	cm2
Altura loseta de compresión	5	cm
As retracción	0.90	cm2/m
Malla electrosoldada cuadrada (Ø4.5 @15 cm)	1.06	cm2/m
Vu	0.70	T
Vc	1.49	T
ϕVc	1.12	T
ϕVc > Vu	Si cumple	

	Luces Libres P1-P2-P3 (Oficinas)						
	Viga (Eje A)	Luz1	Viga (Eje B)	Luz2	Viga (Eje C)	Luz3	Viga (Eje D)
	0.2	2.80	0.2	2.00	0.2	2.80	0.2
	Momentos (ton*m)						
	Apoyo	Centro	Apoyo	Apoyo	Centro	Apoyo	Apoyo
Superior	0.14	0.00	0.34	0.00	0.18	0.00	0.14
Inferior	0.00	0.25	0.00	0.11	0.00	0.25	0.00
	As Requerido (cm2)						
	Apoyo	Centro	Apoyo	Apoyo	Centro	Apoyo	Apoyo
Superior	0.26	0.00	0.62	0.00	0.32	0.00	0.26
Inferior	0.00	0.45	0.00	0.20	0.00	0.45	0.00
	As Requerido - Norma (cm2)						
	Apoyo	Centro	Apoyo	Apoyo	Centro	Apoyo	Apoyo
Superior	0.66	0.00	0.66	0.00	0.66	0.00	0.66
Inferior	0.00	0.66	0.00	0.66	0.00	0.66	0.00
	As Colocado/Nervio						
	Apoyo	Centro	Apoyo	Apoyo	Centro	Apoyo	Apoyo
Superior	1D10		1D10		1D10		1D10
Inferior				1D10			
	As Colocado						
	Apoyo	Centro	Apoyo	Apoyo	Centro	Apoyo	Apoyo
Superior	0.79		0.79		0.79		0.79
Inferior				0.79			
	Verificación As Colocado						
	Apoyo	Centro	Apoyo	Apoyo	Centro	Apoyo	Apoyo
Superior	OK		OK		OK		OK
Inferior				OK			

Diseño de losa para terraza

CARGA VIVA		
Carga viva uniforme	0.48	T/m2
<i>Ql</i>	<i>0.48</i>	T/m2
CARGA MUERTA PLANTA		
Paredes	0.19	T/m2
Tumbado (de mortero cemento)	0.06	T/m2
Baldosa de cerámica (recubrimiento)	0.02	T/m2
Instalaciones	0.01	T/m2
Peso propio losa sin poliestireno	0.22	T/m2
<i>Qd</i>	<i>0.49</i>	T/m2
Datos Iniciales		
Qd	0.49	T/m2
Ql	0.48	T/m2
Ancho del bloque EPS (entre nervios)	0.48	cm
recubrimiento	3.00	cm
ϕ Longitudinal	1.00	cm
separacion libre, s	60.00	cm
hminimo	17.50	cm
hmáxima	42	cm
ancho nervio, bn	12.00	cm
altura losa, hn	20.00	cm
Luz libre	2.80	m
fy	4200.00	kg/cm2
F'c	240.00	kg/cm2
ϕ	0.75	
Cálculos y Verificaciones		
Qu	1.36	T/m2
qU	0.65	T/m
d	16.50	cm
Asmin	0.66	cm2
Altura loseta de compresión	5	cm
As retracción	0.90	cm2/m
Malla electrosoldada cuadrada (Ø4.5 @15 cm)	1.06	cm2/m
Vu	1.05	T
Vc	1.49	T
ϕVc	1.12	T
ϕVc > Vu	Si cumple	

	Luces Libres P1-P2-P3 (Oficinas)						
	Viga (Eje A)	Luz1	Viga (Eje B)	Luz2	Viga (Eje C)	Luz3	Viga (Eje D)
	0.2	2.80	0.2	2.00	0.2	2.80	0.2
	Momentos (ton*m)						
	Apoyo	Centro	Apoyo	Apoyo	Centro	Apoyo	Apoyo
Superior	0.21	0.00	0.51	0.00	0.26	0.00	0.21
Inferior	0.00	0.37	0.00	0.16	0.00	0.37	0.00
	As Requerido (cm2)						
	Apoyo	Centro	Apoyo	Apoyo	Centro	Apoyo	Apoyo
Superior	0.39	0.00	0.93	0.00	0.47	0.00	0.39
Inferior	0.00	0.66	0.00	0.30	0.00	0.66	0.00
	As Requerido - Norma (cm2)						
	Apoyo	Centro	Apoyo	Apoyo	Centro	Apoyo	Apoyo
Superior	0.66	0.00	0.93	0.00	0.66	0.00	0.66
Inferior	0.00	0.66	0.00	0.66	0.00	0.66	0.00
	As Colocado/Nervio						
	Apoyo	Centro	Apoyo	Apoyo	Centro	Apoyo	Apoyo
Superior	1D12		1D12		1D12		1D12
Inferior				1D10			
	As Colocado						
	Apoyo	Centro	Apoyo	Apoyo	Centro	Apoyo	Apoyo
Superior	1.13		1.13		1.13		1.13
Inferior				0.79			
	Verificación As Colocado						
	Apoyo	Centro	Apoyo	Apoyo	Centro	Apoyo	Apoyo
Superior	OK		OK		OK		OK
Inferior				OK			

Diseño de zapata central

Datos iniciales del suelo		
Parametro	Valor	Unidad
$c' = Su$	1	Kpa
ϕ	39	°
Y_{suelo}	22.07	KN/m ³
Y_{water}	9.81	KN/m ³
$Y_{hormigon}$	23.6	KN/m ³
Nivel Freatico	0.5	m

Dimensiones de la cimentación		
Parametro	Valor	Unidad
B	1.25	m
L	1.25	m
e	0.5	m
Df	2	m
hc = bc	0.45	m

Presión de Contacto		
Parametro	Valor	Unidad
P	11163.20	KN
Wf	58.71	KN
A	1.56	m ²
Ud	4.91	kN/m ²
q	7177.12	kPa

Capacidad de Carga Última		
c'	1	Kpa
N_c	67.87	
s_c	21.97	
d_c	4.28	
i_c	1	
q_e	44.14	kN/m ²
N_q	55.96	
s_q	11.49	
d_q	2.64	
i_q	1	
γ	22.07	KN/m ³
B	1.25	m
N_γ	92.25	
s_γ	11.49	
d_γ	2.64	

iy	1	
qult	119782.65	kN/m2

Capacidad de Carga Admisible		
FS	3	
qadm	39927.55	kN/m2
Resultado	OK	

Asentamiento Instantáneo		
Prof_estudio	4.5	m
I0	0.65	
I1	0.7	
Es	58200	kPa
v	0.3	
Df/B	1.60	m/m
H/B	3.60	m/m
S0	63.82	mm

Asentamiento por Consolidación Primaria		
e0	0.65	
Cc	0.111	
Hc	4.5	m
Z	2.25	m
$\sigma'0$	44.75	kN/m2
a	1.25	
m = n	0.56	
Ir	0.015	
$\Delta\sigma$	107.66	kN/m2
OCR	1.5	
$\sigma'p$	67.13	kN/m2
$\zeta\sigma'0+\Delta\sigma<\sigma'p?$	Falso	
Cr*Hc	0.36	
1+e0	1.65	
$\sigma'0+\Delta\sigma/\sigma'0$	3.41	
S1	0.15	mm
Stotal	63.97	mm
Para construcciones entre medianeros		
Max 100 mm	OK	

Asentamiento Diferencial		
L	24000	mm
L/300	80.00	mm
Δcal	17.88	mm
¿Cumple?	OK	

Corte Unidireccional		
qsu	728.28	Ton/m2
Vcu	82.11	Ton/m2

Diseño de zapata esquinera

Datos iniciales del suelo		
Parametro	Valor	Unidad
$c' = Su$	1	Kpa
ϕ	39	°
Ysuelo	22.07	KN/m3
Ywater	9.81	KN/m3
Yhormigon	23.6	KN/m3
Nivel Freatico	0.5	m

Dimensiones de la cimentación		
Parametro	Valor	Unidad
B	1	m
L	1	m
e	0.5	m
Df	1	m
hc = bc	0.45	m

Presión de Contacto		
Parametro	Valor	Unidad
P	9798.01	KN
Wf	157.42	KN
A	1.00	m2
Ud	4.91	kN/m2
q	9950.53	kPa

Capacidad de Carga Última		
c'	1	Kpa
Nc	67.87	
sc	21.97	
dc	3.05	
ic	1	
qe	22.07	kN/m2
Nq	55.96	
sq	11.49	
dq	2.02	

iq	1	
y	22.07	KN/m3
B	1	m
Ny	92.25	
sy	11.49	
dy	2.02	
iy	1	
qult	56917.27	kN/m2

Capacidad de Carga Admisible		
FS	3	
qadm	18972.42	kN/m2
Resultado	OK	

Asentamiento Instantáneo		
Prof_estudio	3	m
I0	0.75	
I1	0.7	
Es	58200	kPa
v	0.3	
Df/B	1.00	m/m
H/B	3.00	m/m
S0	81.68	mm

Asentamiento por Consolidación Primaria		
e0	0.65	
Cc	0.111	
Hc	3	m
Z	1.5	m
σ'_0	28.20	kN/m2
a	1	
m = n	0.67	
lr	0.02	
$\Delta\sigma$	199.01	kN/m2
OCR	1.5	
σ'_p	42.30	kN/m2
$\zeta\sigma'_0 + \Delta\sigma < \sigma'_p$?	Falso	
Cr*Hc	0.24	
1+e0	1.65	
$\sigma'_0 + \Delta\sigma / \sigma'_0$	8.06	
S1	0.17	mm
Stotal	81.86	mm
Para construcciones entre medianeros		
Max 100 mm	OK	

Asentamiento Diferencial		
L	24000	mm
L/300	80.00	mm
Δcal	17.88	mm
¿Cumple?	OK	

Malla electrosoldada para losa

Descripción	Diámetro de varilla mm	Apertura cm	Peso kg/unidad	Peso kg/m²
R - 64	3.5	15 x 15	15.17	1.01
R - 126	4	10 x 10	29.48	1.97
R - 84	4	15 x 15	19.81	1.32
R - 106	4.5	15 x 15	25.07	1.67
R - 196	5	10 x 10	46.06	3.07
R - 131	5	15 x 15	30.99	2.07
R - 238	5.5	10 x 10	55.80	3.72
R - 158	5.5	15 x 15	37.45	2.50
R - 283	6	10 x 10	66.32	4.42
R - 188	6	15 x 15	44.62	2.97
R - 257	7	15 x 15	60.74	4.05
R - 500	8	10 x 10	117.9	7.86
R - 335	8	15 x 15	79.34	5.29

Rubros y Presupuesto

Proyecto	Diseño estructural sismorresistente para un edificio de uso mixto en el Cantón El Triunfo					
Ubicación	El Triunfo, Guayas, Ecuador					
Cliente	Sra. Elizabeth Ortiz					
Fecha	22/8/2025					
TABLA GENERAL DE CANTIDADES Y RUBROS						
CODIGO	ITEM	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1.OBRAS CIVILES PRELIMINARES						
OC11	1.1	TRAZADO Y REPLANTEO	m2	192	\$ 1.4200	\$ 272.64
OC12	1.2	DESALOJO DE MATERIAL DE EXCAVACIÓN, DEMOLICIÓN, A MÁQUINA (TRANSPORTE HASTA 5KM)	m3	300	\$ 29.7200	\$ 8,916.00
2. MOVIMIENTOS DE TIERRA						
MT21	2.1	EXCAVACION MANUAL Y DESALOJO	m3	19.2	\$ 18.7800	\$ 360.58
MT22	2.2	EXCAVACIÓN A MÁQUINA EN SUELO SIN CLASIFICAR.	m3	19.2	\$ 10.5800	\$ 203.14
MT23	2.3	EXCAVACIÓN MECÁNICA (INCLUYE DESALOJO)	m3	19.2	\$ 12.8200	\$ 246.14
MT24	2.4	REPLANTILLO CON ARENA e= 0,10 m	m2	192	\$ 28.3200	\$ 5,437.44
MT25	2.5	RELLENO COMPACTADO MANUALMENTE CON MATERIAL PRÉSTAMO IMPORTADO	m3	228	\$ 60.2300	\$ 13,733.95
3. HORMIGÓN ARMADO						
HA32	3.1	REPLANTILLO DE HORMIGÓN SIMPLE f'c=140kg/cm2 e=5cm	m2	25.625	\$ 6.7000	\$ 171.69
HA33	3.2	HORMIGÓN SIMPLE f'c=210kg/cm2 e=20cm	m2	161.4	\$ 21.4700	\$ 3,465.26
HA34	3.3	HORMIGÓN ESTRUCTURAL-VIGAS f'c=210kg/cm2 (INCLUYE ENCOFRADO)	m3	39.375	\$ 425.1500	\$ 16,740.28
HA37	3.4	HORMIGÓN ESTRUCTURAL-COLUMNNA f'c=210kg/cm2 (INCLUYE ENCOFRADO)	m3	43.2	\$ 553.3300	\$ 23,903.86
4. MAMPOSTERÍA						
MP43	4.1	NIVELACIÓN DE PISO	m2	161.4	\$ 9.8800	\$ 1,594.63
MP44	4.2	ENLUCIDO DE PAREDES INTERIORES, EXTERIORES Y FONDO DE LOSA	m2	316.98	\$ 12.4000	\$ 3,930.55
MP46	4.3	PAREDES DE MAMPOSTERÍA CON BLOQUE 12 CM	m2	316.98	\$ 15.0800	\$ 4,780.06
MP47	4.4	ENLUCIDO CON MALLA	m2	161.4	\$ 11.2400	\$ 1,814.14
					TOTAL	\$ 85,570.34
					TOTAL/M2 CONSTRUIDOS	\$ 89.14

Análisis de Precios Unitarios (APU)

1.OBRAS CIVILES PRELIMINARES						HOJA:	1			
						DE:	15			
						UNIDAD:	m2			
RUBRO:	1.1									
DETALLE:	TRAZADO Y REPLANTEO									
EQUIPOS						DESAGREGACIÓN TECNOLÓGICA.				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	RENDIMIENTO	COSTO	PESO RELATIVO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE(%)	VAE(%) ELEMENTO
Herramientas menores (5,00% M.O).	A	B	C=A*B	R	D=C*R	2.54%		EP	100%	2.54%
Equipo topográfico	1.00000	5.00000	5.00000	0.03300	0.03000 0.17000	14.41%		NP	0%	0.00%
SUBTOTAL M					0.20000	16.95%				2.54%
MANO DE OBRA										
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	PESO RELATIVO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE(%)	VAE(%) ELEMENTO
Maestro mayor en obras civiles (Est. Ocup. C1).	A	B	C=A*B	R	D=C*R	2.54%		EP	100%	2.54%
Topógrafo 2: título experiencia mayor a 5 años (Estr.Oc.C1)	0.20000	4.65000	0.93000	0.03300	0.03000	2.54%		EP	100%	2.54%
Cadenero (Estr. Oc. D2)	1.00000	4.19000	4.19000	0.03300	0.14000	11.86%		EP	100%	11.86%
Carpintero (Estr. Oc. D2)	1.00000	4.19000	4.19000	0.03300	0.14000	11.86%		EP	100%	11.86%
Peón (Estr. Oc. E2)	2.00000	4.14000	8.28000	0.03300	0.27000	22.88%		EP	100%	22.88%
SUBTOTAL N					0.61000	51.69%				51.69%

MATERIALES									
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	PESO RELATIVO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE(%)	VAE(%) ELEMENTO
		A	B	C=A*B					
Cuartón semiduro	u	0.05000	4.53000	0.23000	19.492%				
Tira semidura	u	0.05000	1.67000	0.08000	6.780%				
Clavos de 2 " a 3 1/2"	u	0.03000	1.98000	0.06000	5.085%				
SUBTOTAL O				0.37000	31.36%				0.00%
TRANSPORTE									
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	PESO RELATIVO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE(%)	VAE(%) ELEMENTO
		A	B	C=A*B					
SUBTOTAL P				0.00	0.00%				0.00%
TOTAL DE COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				\$ 1.18000					
INDIRECTOS				15.00%	\$ 0.17700				
UTILIDADES				5.00%	\$ 0.05900				
COSTO TOTAL DEL RUBRO				\$ 1.41600					
VALOR OFERTADO				\$ 1.42	100.00%				54.24%

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

GUAYAQUIL, AGOSTO DEL 2025

FIRMA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
1.OBRAS CIVILES PRELIMINARES

RUBRO: 1.2
DETALLE: DESALOJO DE MATERIAL DE EXCAVACIÓN, DEMOLICIÓN, A MÁQUINA (TRANSPORTE HASTA 5KM)

HOJA: 2
DE: 15
UNIDAD: m3

EQUIPOS						DESAGREGACIÓN TECNOLÓGICA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	RENDIMIENTO	COSTO	PESO RELATIVO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE(%)	VAE(%) ELEMENTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R					
Herramientas menores (5,00% M.O).					0.96000	3.88%		ND	40%	1.55%
Volquete	0.05000	28.00000	1.40000	0.05000	0.07000	0.28%		ND	40%	0.11%
Retroexcavadora	0.05000	30.00000	1.50000	1.00000	1.50000	6.06%		ND	40%	2.42%
SUBTOTAL M					2.53000	10.21%				4.09%
MANO DE OBRA										
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	PESO RELATIVO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE(%)	VAE(%) ELEMENTO
	A	B	C=A*B	R	D=C*R					
Operador de retroexcavadora (Est. Ocup. C1 Gr II)	1.00000	4.65000	4.65000	1.00000	4.65000	18.77%		EP	100%	18.77%
Chofer de volqueta (Est. Ocup. C1)	1.00000	6.08000	6.08000	1.00000	6.08000	24.55%		EP	100%	24.55%
Maestro mayor en obras civiles (Est. Ocup. C1)	0.05000	4.65000	0.23000	1.00000	0.23000	0.93%		EP	100%	0.93%
Peón (Est. ocup. E2)	2.00000	4.14000	8.28000	1.00000	8.28000	33.43%		EP	100%	33.43%
SUBTOTAL N					19.24000	77.67%				77.67%

MATERIALES									
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	PESO RELATIVO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE(%)	VAE(%) ELEMENTO
		A	B	C=A*B					
SUBTOTAL O				0.00000	0.00%				0.00%
TRANSPORTE									
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	PESO RELATIVO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE(%)	VAE(%) ELEMENTO
Volqueta	m³	A 1.00000	B 3.00000	C=A*B 3.00000	12.11%		EP	100%	12.11%
SUBTOTAL P				3.00	12.11%				12.11%
				TOTAL DE COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	\$ 24.77000				
				INDIRECTOS 15.00%	\$ 3.71550				
				UTILIDADES 5.00%	\$ 1.23850				
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	\$ 29.72400				
				VALOR OFERTADO	\$ 29.72	100.00%			93.87%

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

GUAYAQUIL, AGOSTO DEL 2025

FIRMA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
2. MOVIMIENTOS DE TIERRA

RUBRO: 2.1

DETALLE: EXCAVACION MANUAL Y DESALOJO

HOJA: 3

DE: 15

UNIDAD: m3

EQUIPOS						DESAGREGACIÓN TECNOLÓGICA.				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	RENDIMIENTO	COSTO	PESO RELATIVO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE(%)	VAE(%) ELEMENTO
Herramientas menores (5,00% M.O).	A	B	C=A*B	R	D=C*R	2.88%		EP	100%	2.88%
Volqueta 8 m3	0.35000	30.00000	10.50000	0.60000	6.30000	40.26%		NP	0%	0.00%
SUBTOTAL M			6.75000			43.13%				2.88%
MANO DE OBRA										
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORAS	RENDIMIENTO	COSTO	PESO RELATIVO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE(%)	VAE(%) ELEMENTO
Maestro mayor en obras civiles (Est. Ocup. C)	0.10000	4.65000	0.47000	0.60000	0.28000	1.79%		EP	100%	1.79%
Chofer: Volqueta (Est. Ocup. C1).	1.00000	6.08000	6.08000	0.60000	3.65000	23.32%		EP	100%	23.32%
Peón (Est. Ocup. E2).	2.00000	4.14000	8.28000	0.60000	4.97000	31.76%		EP	100%	31.76%
SUBTOTAL N					8.90000	56.87%				56.87%
MATERIALES										
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO	PESO RELATIVO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE(%)	VAE(%) ELEMENTO	
		A	B	C=A*B						
SUBTOTAL O					0.00000	0.00%			0.00%	
TRANSPORTE										
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	PESO RELATIVO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE(%)	VAE(%) ELEMENTO	
		A	B	C=A*B						
SUBTOTAL P					0.00	0.00%			0.00%	
		TOTAL DE COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			\$ 15.65000	100.00%			59.74%	
		INDIRECTOS			15.00%					\$ 2.34750
		UTILIDADES			5.00%					\$ 0.78250
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			\$ 18.78000					
		VALOR OFERTADO			\$ 18.78					

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
2. MOVIMIENTOS DE TIERRA

RUBRO: 2.3

DETALLE: EXCAVACIÓN MECÁNICA (INCLUYE DESALOJO)

HOJA: 5

DE: 15

UNIDAD: m3

EQUIPOS						DESAGREGACIÓN TECNOLÓGICA.				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	RENDIMIENTO	COSTO	PESO RELATIVO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE(%)	VAE(%) ELEMENTO
Herramientas menores (5,00% M.O).	A	B	C=A*B	R	D=C*R	0.84%		EP	100%	0.84%
Volqueta 8 m3	1.00000	30.00000	30.00000	0.16000	4.80000	44.94%		ND	40%	17.98%
Retroexcavadora	1.00000	25.00000	25.00000	0.16000	4.00000	37.45%		ND	40%	14.98%
SUBTOTAL M					8.89000	83.24%				33.80%
MANO DE OBRA										
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	PESO RELATIVO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE(%)	VAE(%) ELEMENTO
Maestro mayor en obras civiles (Est. Ocup. C1).	0.10000	4.65000	0.47000	0.16000	0.08000	0.75%		EP	100%	0.75%
Chofer: Volqueta (Est. Ocup. C1).	1.00000	6.08000	6.08000	0.16000	0.97000	9.08%		EP	100%	9.08%
Operador de Retroexcavadora (Est. Ocup. C1 Gr II).	1.00000	4.65000	4.65000	0.16000	0.74000	6.93%		EP	100%	6.93%
SUBTOTAL N					1.79000	16.76%				16.76%
MATERIALES										
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	PESO RELATIVO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE(%)	VAE(%) ELEMENTO	
		A	B	C=A*B						
SUBTOTAL O					0.00000	0.00%				0.00%
TRANSPORTE										
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	PESO RELATIVO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE(%)	VAE(%) ELEMENTO	
		A	B	C=A*B						
SUBTOTAL P					0.00	0.00%				0.00%
		TOTAL DE COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			\$ 10.68000	100.00%				50.56%
		INDIRECTOS			\$ 1.60200					
		UTILIDADES			\$ 0.53400					
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			\$ 12.81600					
		VALOR OFERTADO			\$ 12.82					

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

GUAYAQUIL, AGOSTO DEL 2025

FIRMA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
2. MOVIMIENTOS DE TIERRA

HOJA: 6
DE: 15
UNIDAD: m2

RUBRO: 2.4
DETALLE: REPLANTILLO CON ARENA e= 0,10 m

EQUIPOS						DESAGREGACIÓN TECNOLÓGICA.				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	RENDIMIENTO	COSTO	PESO RELATIVO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE(%)	VAE(%) ELEMENTO
Herramientas menores (5,00% M.O).	A	B	C=A*B	R	D=C*R	0.93%		EP	100%	0.93%
SUBTOTAL M					0.22000	0.93%				0.93%
MANO DE OBRA										
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	PESO RELATIVO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE(%)	VAE(%) ELEMENTO
Maestro mayor en obras civiles (Est. Ocup. C	A	B	C=A*B	R	D=C*R	1.02%		EP	100%	1.02%
	0.10000	4.65000	0.47000	0.50000	0.24000	17.54%				
Peón (Est. Ocup. E2).	2.00000	4.14000	8.28000	0.50000	4.14000					
SUBTOTAL N					4.38000	18.56%				1.02%
MATERIALES										
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		PESO RELATIVO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE(%)	VAE(%) ELEMENTO
Arena Homogenizada		A	B	C=A*B		\$0.80508				
	m3	1.00000	19.00000	19.00000						
SUBTOTAL O					19.00000	80.51%				0.00%
TRANSPORTE										
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		PESO RELATIVO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE(%)	VAE(%) ELEMENTO
		A	B	C=A*B						
SUBTOTAL P					0.00	0.00%				0.00%
		TOTAL DE COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			\$ 23.60000	100.00%				1.95%
		INDIRECTOS			\$ 3.54000					
		UTILIDADES			\$ 1.18000					
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			\$ 28.32000					
		VALOR OFERTADO			\$ 28.32					

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

GUAYAQUIL, AGOSTO DEL 2025

FIRMA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
2. MOVIMIENTOS DE TIERRA

RUBRO: 2.5

DETALLE: RELLENO COMPACTADO MANUALMENTE CON MATERIAL PRÉSTAMO IMPORTADO

HOJA: 7

DE: 15

UNIDAD: m3

EQUIPOS						DESAGREGACIÓN TECNOLÓGICA.				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	RENDIMIENTO	COSTO	PESO RELATIVO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE(%)	VAE(%) ELEMENTO
Herramientas menores (5,00% M.O). Compactador manual	A	B	C=A*B	R	D=C*R	0.22%		EP	100%	0.22%
	1.00000	15.00000	15.00000	0.25000	3.75000	7.47%		NP	0%	0.00%
SUBTOTAL M					3.86000	7.69%				0.22%
MANO DE OBRA										
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORAS	RENDIMIENTO	COSTO	PESO RELATIVO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE(%)	VAE(%) ELEMENTO
Maestro mayor en obras civiles (Est. Ocup. C) Peón (Est. Ocup. E2).	A	B	C=A*B	R	D=C*R	0.24%		EP	100%	0.24%
	0.10000	4.65000	0.47000	0.25000	0.12000	4.12%		EP	100%	4.12%
SUBTOTAL N					2.19000	4.36%				4.36%
MATERIALES										
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	PESO RELATIVO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE(%)	VAE(%) ELEMENTO	
Zahorra Natural Caliza		A	B	C=A*B	\$0.87946		EP	100%	87.95%	
	m3	1.15000	38.38000	44.14000						
SUBTOTAL O					44.14000	87.95%				87.95%
TRANSPORTE										
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	PESO RELATIVO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE(%)	VAE(%) ELEMENTO	
		A	B	C=A*B						
SUBTOTAL P					0.00	0.00%				0.00%
		TOTAL DE COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			\$ 50.19000	100.00%				
		INDIRECTOS 15.00%			\$ 7.52850					
		UTILIDADES 5.00%			\$ 2.50950					
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			\$ 60.22800					
		VALOR OFERTADO			\$ 60.23					
							92.53%			

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
3. HORMIGÓN ARMADO

HOJA: 8
DE: 15
UNIDAD: m2

RUBRO: 3.1
DETALLE: REPLANTILLO DE HORMIGÓN SIMPLE $f_c=140\text{kg/cm}^2$ $e=5\text{cm}$

EQUIPOS						DESAGREGACIÓN TECNOLÓGICA.				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	RENDIMIENTO	COSTO	PISO RELATIVO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE(%)	VAE(%) ELEMENTO
Herramientas menores (5,00% M.O).	A	B	C=A*B	R	D=C*R	1.08%		EP	100%	1.08%
Concretera 1 saco	1.00000	4.00000	4.00000	0.07000	0.28000	5.02%		ND	40%	2.01%
SUBTOTAL M					0.34000	6.09%				3.08%
MANO DE OBRA										
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	PISO RELATIVO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE(%)	VAE(%) ELEMENTO
Maestro mayor en obras civiles (Est. Ocup. C1).	A	B	C=A*B	R	D=C*R	0.54%		EP	100%	0.54%
Albañil (Est. Ocup. D2).	0.10000	4.65000	0.47000	0.07000	0.03000	5.20%		EP	100%	5.20%
Carpintero (Est. Ocup. D2).	1.00000	4.19000	4.19000	0.07000	0.29000	5.20%		EP	100%	5.20%
Peón (Est. Ocup. E2).	2.00000	4.14000	8.28000	0.07000	0.58000	10.39%		EP	100%	10.39%
SUBTOTAL N					1.19000	21.33%				21.33%
MATERIALES										
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	PISO RELATIVO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE(%)	VAE(%) ELEMENTO	
		A	B	C=A*B						
Arena Homogenizada	m3	0.02500	19.00000	0.48000	8.60%		EP	100%	8.60%	
Cemento portland I (50 kg)	saco	0.25000	7.48000	1.87000	33.51%		EP	100%	33.51%	
Piedra 3/4	m3	0.03360	17.50000	0.59000	10.57%		ND	40%	4.23%	
Tabla semidura (4m)	u	0.20000	4.50000	0.90000	16.13%		ND	40%	6.45%	
Clavos de 2 1/2"	kg	0.02000	1.98000	0.04000	0.72%		ND	40%	0.29%	
Tiras de encofrado de 1"x 4m.	u	0.09000	1.80000	0.16000	2.87%		ND	40%	1.15%	
Agua (1,00 m3)	m3	0.01000	1.00000	0.01000	0.18%		ND	40%	0.07%	
SUBTOTAL O					4.05000	72.58%			54.30%	
TRANSPORTE										
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	PISO RELATIVO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE(%)	VAE(%) ELEMENTO	
		A	B	C=A*B						
SUBTOTAL P					0.00	0.00%			0.00%	
	TOTAL DE COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				\$ 5.58000					
	INDIRECTOS				15.00%					\$ 0.83700
	UTILIDADES				5.00%					\$ 0.27900
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				\$ 6.69600					
	VALOR OFERTADO				\$ 6.70	100.00%			78.71%	

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

GUAYAQUIL, AGOSTO DEL 2025

FIRMA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
3. HORMIGÓN ARMADO

HOJA: 9
DE: 15
UNIDAD: m2

RUBRO: 3.2
DETALLE: HORMIGÓN SIMPLE f'c=210kg/cm2 e=20cm

EQUIPOS						DESAGREGACIÓN TECNOLÓGICA.				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	RENDIMIENTO	COSTO	PISO RELATIVO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE(%)	VAE(%) ELEMENTO
Herramientas menores (5,00% M.O).	A	B	C=A*B	R	D=C*R	0.89%		EP	100%	0.89%
Concretera 1 saco	1.00000	5.50000	5.50000	0.12500	0.69000	3.86%		ND	40%	1.54%
Vibrador de manguera	1.00000	4.50000	4.50000	0.12500	0.56000	2.61%				
SUBTOTAL M					1.41000	7.36%				2.44%
MANO DE OBRA										
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	PISO RELATIVO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE(%)	VAE(%) ELEMENTO
Maestro mayor en obras civiles (Est. Ocup. C1).	A	B	C=A*B	R	D=C*R	0.34%		EP	100%	0.34%
Albañil (Est. Ocup. D2).	0.10000	4.19000	0.419000	0.12500	0.52000	2.91%		EP	100%	2.91%
Carpintero (Est. Ocup. D2).	1.00000	4.19000	4.19000	0.12500	0.52000	2.91%		EP	100%	2.91%
Peón (Est. Ocup. E2).	4.00000	4.14000	16.56000	0.12500	2.07000	11.57%		EP	100%	11.57%
SUBTOTAL N					3.17000	17.72%				17.72%
MATERIALES										
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	PISO RELATIVO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE(%)	VAE(%) ELEMENTO	
		A	B	C=A*B						
Arena Homogenizada	m3	0.09000	19.00000	1.71000	9.56%		EP	100%	9.56%	
Cemento portland I (50 kg)	saco	0.65000	7.48000	4.86000	27.17%		EP	100%	27.17%	
Piedra 3/4	m3	0.10000	17.50000	1.75000	9.78%		ND	40%	3.91%	
Aceite quemado	Gl	0.20000	1.75000	0.35000	1.96%		ND	40%	0.78%	
Tabla semidura (4m)	u	0.40000	4.50000	1.80000	10.06%		ND	40%	4.02%	
Cuarton semiduro	u	0.40000	3.00000	1.20000	6.71%		ND	40%	2.68%	
Tiras de encofrado de 1"x 4m.	u	0.10000	1.80000	0.18000	1.01%		ND	40%	0.40%	
Agua (1,00 m3)	m3	0.01000	1.00000	0.01000	0.06%		ND	40%	0.02%	
Curador de Hormigón	kg	0.25000	4.89000	1.22000	6.82%					
Clavos	kg	0.10000	2.25000	0.23000	\$0.01286					
SUBTOTAL O					13.31000	74.40%			48.55%	
TRANSPORTE										
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	PISO RELATIVO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE(%)	VAE(%) ELEMENTO	
		A	B	C=A*B						
SUBTOTAL P					0.00	0.00%			0.00%	
		TOTAL DE COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			\$ 17.89000					
		INDIRECTOS			\$ 2.68350					
		UTILIDADES			\$ 0.89450					
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			\$ 21.46800					
		VALOR OFERTADO			\$ 21.47	99.48%	68.71%			

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

GUAYAQUIL, AGOSTO DEL 2025

FIRMA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
3. HORMIGÓN ARMADO

HOJA: 10
DE: 15
UNIDAD: m³

RUBRO: 3.3
DETALLE: HORMIGÓN ESTRUCTURAL-VIGAS f_c=210kg/cm² (INCLUYE ENCOFRADO)

EQUIPOS						DESAGREGACIÓN TECNOLÓGICA				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	RENDIMIENTO	COSTO	PISO RELATIVO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE(%)	VAE(%) ELEMENTO
Herramientas menores (5,00% M.O).	A	B	C=A*B	R	D=C*R	0.72%		EP	100%	0.72%
Concretera 1 saco	1.00000	4.00000	4.00000	2.00000	8.00000	2.26%		ND	40%	0.90%
Vibrador de manguera	1.00000	4.00000	4.00000	2.00000	8.00000	1.88%				
SUBTOTAL M					18.54000	4.86%				1.62%
MANO DE OBRA										
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	PISO RELATIVO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE(%)	VAE(%) ELEMENTO
Maestro mayor en obras civiles (Est. Ocup. C1).	A	B	C=A*B	R	D=C*R	0.27%		EP	100%	0.27%
Albañil (Est. Ocup. D2).	0.10000	4.65000	0.47000	2.00000	0.94000	2.37%		EP	100%	2.37%
Carpintero (Est. Ocup. D2).	1.00000	4.19000	4.19000	2.00000	8.38000	2.37%		EP	100%	2.37%
Peón (Est. Ocup. E2).	4.00000	4.14000	16.56000	2.00000	33.12000	9.35%		EP	100%	9.35%
SUBTOTAL N					50.82000	14.34%				14.34%
MATERIALES										
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	PISO RELATIVO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE(%)	VAE(%) ELEMENTO	
		A	B	C=A*B						
Arena Homogenizada	m3	0.65000	19.00000	12.35000	3.49%		EP	100%	3.49%	
Cemento portland I (50 kg)	saco	7.50000	7.48000	56.10000	15.83%		EP	100%	15.83%	
Varillas φ14	u	8.00000	20.07000	160.56000	45.32%			100%	45.32%	
Piedra 3/4	m3	0.95000	17.50000	16.63000	4.69%		ND	40%	1.88%	
Aceite quemado	Gl	0.62000	1.75000	1.08500	0.31%		ND	40%	0.12%	
Tabla semidura (4m)	u	5.00000	4.50000	22.50000	6.35%		ND	40%	2.54%	
Cuarton semiduro	u	3.00000	3.00000	9.00000	2.54%		ND	40%	1.02%	
Tiras de encofrado de 1"x 4m.	u	2.00000	1.80000	3.60000	1.02%		ND	40%	0.41%	
Agua (1.00 m3)	m3	0.10000	1.00000	0.10000	0.03%		ND	40%	0.01%	
Curador de Hormigón	kg	0.50000	4.89000	2.45000	0.69%					
Clavos	kg	0.25000	2.25000	0.56000	\$0.00158					
SUBTOTAL O					284.93500		80.42%			70.61%
TRANSPORTE										
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	PISO RELATIVO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE(%)	VAE(%) ELEMENTO	
		A	B	C=A*B						
SUBTOTAL P					0.00	0.00%			0.00%	
		TOTAL DE COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			\$ 354.29500	99.62%			86.58%	
		INDIRECTOS			\$ 53.14425					
		UTILIDADES			\$ 17.71475					
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			\$ 425.15400					
		VALOR OFERTADO			\$ 425.15					

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

GUAYAQUIL, AGOSTO DEL 2025

FIRMA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
3. HORMIGÓN ARMADO

HOJA: 11
DE: 15
UNIDAD: m³

RUBRO: 3.4
DETALLE: HORMIGÓN ESTRUCTURAL-COLUMNA f_c=210kg/cm² (INCLUYE ENCOFRADO)

EQUIPOS						DESAGREGACIÓN TECNOLÓGICA.				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	RENDIMIENTO	COSTO	PESO RELATIVO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE(%)	VAE(%) ELEMENTO
Herramientas menores (5,00% M.O).	A	B	C=A*B	R	D=C*R	0.62%		EP	100%	0.62%
Concretera 1 saco	1.00000	4.00000	4.00000	1.35000	5.40000	1.17%		ND	40%	0.47%
Vibrador de manguera	1.00000	4.00000	4.00000	1.35000	5.40000	0.98%				
SUBTOTAL M					13.64000	2.76%				1.08%
MANO DE OBRA										
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	PESO RELATIVO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE(%)	VAE(%) ELEMENTO
Maestro mayor en obras civiles (Est. Ocup. C1).	A	B	C=A*B	R	D=C*R	0.14%		EP	100%	0.14%
Albañil (Est. Ocup. D2).	0.10000	4.65000	0.47000	1.35000	0.63000	2.45%		EP	100%	2.45%
Carpintero (Est. Ocup. D2).	2.00000	4.19000	8.38000	1.35000	11.31000	2.45%		EP	100%	2.45%
Peón (Est. Ocup. E2).	6.00000	4.14000	24.84000	1.35000	33.53000	7.27%		EP	100%	7.27%
SUBTOTAL N					56.78000	12.31%				12.31%
MATERIALES										
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	PESO RELATIVO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE(%)	VAE(%) ELEMENTO	
		A	B	C=A*B						
Arena Homogenizada	m3	0.65000	19.00000	12.35000	2.68%		EP	100%	2.68%	
Cemento portland I (50 kg)	saco	7.21000	7.48000	53.93000	11.70%		EP	100%	11.70%	
Varillas ø20	u	7.00000	40.96000	286.72000	62.18%			100%	62.18%	
Piedra 3/4	m3	0.95000	17.50000	16.63000	3.61%		ND	40%	1.44%	
Tabla semidura (4m)	u	1.50000	4.50000	6.75000	1.46%		ND	40%	0.59%	
Cuartern semiduro	u	1.50000	3.00000	4.50000	0.98%		ND	40%	0.39%	
Tiras de encofrado de 1"x 4m.	u	2.70000	1.00000	2.70000	0.59%		ND	40%	0.23%	
Agua (1,00 m3)	m3	0.05000	1.00000	0.05000	0.01%		ND	40%	0.00%	
Curador de Hormigón	kg	0.20000	4.89000	0.98000	0.21%		ND	40%	0.09%	
Clavos	kg	0.70000	2.25000	1.58000	0.34%		ND	40%	0.14%	
Inhibidor de Corrosión de protección mixta	lt	0.20000	22.50000	4.50000	0.98%		ND	40%	0.39%	
SUBTOTAL O					390.69000		84.73%			
TRANSPORTE										
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	PESO RELATIVO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE(%)	VAE(%) ELEMENTO	
		A	B	C=A*B						
SUBTOTAL P					0.00	0.00%				0.00%
		TOTAL DE COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			\$ 461.11000	99.80%				
		INDIRECTOS 15.00%			\$ 69.16650					
		UTILIDADES 5.00%			\$ 23.05550					
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			\$ 553.33200					
		VALOR OFERTADO			\$ 553.33					
							93.22%			

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

GUAYAQUIL, AGOSTO DEL 2025

FIRMA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
4. MAMPOSTERÍA

RUBRO: 4.1

DETALLE: NIVELACIÓN DE PISO

HOJA: 12

DE: 15

UNIDAD: m2

EQUIPOS						DESAGREGACIÓN TECNOLÓGICA.				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	RENDIMIENTO	COSTO	PESO RELATIVO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE(%)	VAE(%) ELEMENTO
Herramientas menores (5,00% M.O).	A	B	C=A*B	R	D=C*R					
					0.31000	3.77%		EP	100%	3.77%
SUBTOTAL M					0.31000	3.77%				3.77%
MANO DE OBRA										
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	PESO RELATIVO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE(%)	VAE(%) ELEMENTO
Maestro mayor en obras civiles (Est. Ocup. C	A	B	C=A*B	R	D=C*R					
Albañil (Est. Ocup. D2).	0.10000	4.65000	0.47000	0.47300	0.22000	2.67%		EP	100%	2.67%
Peón (Est. Ocup. E2).	1.00000	4.19000	4.19000	0.47300	1.98000	24.06%		EP	100%	24.06%
	2.00000	4.14000	8.28000	0.47300	3.92000	47.63%		EP	100%	47.63%
SUBTOTAL N					6.12000	74.36%				74.36%
MATERIALES										
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	PESO RELATIVO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE(%)	VAE(%) ELEMENTO	
		A	B	C=A*B						
Cemento portland I (50 kg)	saco	0.10000	7.48000	0.75000	9.11%		ND	40%	3.65%	
Arena Homogenizada	m3	0.01500	19.00000	0.29000	3.52%		EP	100%	3.52%	
Agua	m3	0.00800	1.00000	0.01000	0.12%		EP	100%	0.12%	
Piedra chispa	m3	0.03000	22.00000	0.66000						
tiras	u	0.06000	1.50000	0.09000	\$0.01094		ND	40%	0.44%	
SUBTOTAL O					1.80000	13.85%				7.73%
TRANSPORTE										
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	PESO RELATIVO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE(%)	VAE(%) ELEMENTO	
		A	B	C=A*B						
SUBTOTAL P					0.00	0.00%				0.00%
		TOTAL DE COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			\$ 8.23000	91.98%				85.86%
		INDIRECTOS			\$ 1.23450					
		UTILIDADES			\$ 0.41150					
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			\$ 9.87600					
		VALOR OFERTADO			\$ 9.88					

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

GUAYAQUIL, AGOSTO DEL 2025

FIRMA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
4. MAMPOSTERÍA

HOJA: 13
DE: 15
UNIDAD: m2

RUBRO: 4.2
DETALLE: ENLUCIDO DE PAREDES INTERIORES, EXTERIORES Y FONDO DE LOSA

EQUIPOS						DESAGREGACIÓN TECNOLÓGICA.				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	RENDIMIENTO	COSTO	PESO RELATIVO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE(%)	VAE(%) ELEMENTO
Herramientas menores (5,00% M.O).	A	B	C=A*B	R	D=C*R	3.78%		EP	100%	3.78%
Andamio	1.00000	0.50000	0.50000	0.60000	0.30000	2.90%		NP	0%	0.00%
SUBTOTAL M					0.69000	6.68%				3.78%
MANO DE OBRA										
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	PESO RELATIVO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE(%)	VAE(%) ELEMENTO
Maestro mayor en obras civiles (Est. Ocup. C1).	A	B	C=A*B	R	D=C*R	2.71%		EP	100%	2.71%
Albañil (Est. Ocup. D2).	0.10000	4.65000	0.47000	0.60000	0.28000	24.30%		EP	100%	24.30%
Peón (Est. Ocup. E2).	1.00000	4.19000	4.19000	0.60000	2.51000	48.11%		EP	100%	48.11%
SUBTOTAL N					7.76000	75.12%				75.12%
MATERIALES										
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	PESO RELATIVO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE(%)	VAE(%) ELEMENTO	
		A	B	C=A*B	14.52%		ND	40%	5.81%	
	saco	0.20000	7.48000	1.50000						
	m3	0.02000	19.00000	0.38000						
Agua	m3	0.00100	1.00000	0.00000						0.00%
SUBTOTAL O					1.88000	18.20%			9.49%	
TRANSPORTE										
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	PESO RELATIVO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE(%)	VAE(%) ELEMENTO	
		A	B	C=A*B						
SUBTOTAL P					0.00	0.00%			0.00%	
		TOTAL DE COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			\$ 10.33000	100.00%			88.38%	
		INDIRECTOS			\$ 1.54950					
		UTILIDADES			\$ 0.51650					
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			\$ 12.39600					
		VALOR OFERTADO			\$ 12.40					

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

GUAYAQUIL, AGOSTO DEL 2025

FIRMA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
4. MAMPOSTERÍA

HOJA: 14
DE: 15
UNIDAD: m2

RUBRO: 4.3
DETALLE: PAREDES DE MAMPOSTERÍA CON BLOQUE 12 CM

EQUIPOS						DESAGREGACIÓN TECNOLÓGICA.				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	RENDIMIENTO	COSTO	PESO RELATIVO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE(%)	VAE(%) ELEMENTO
Herramientas menores (5,00% M.O).	A	B	C=A*B	R	D=C*R 0.34000	2.70%		EP	100%	2.70%
SUBTOTAL M					0.34000	2.70%				2.70%
MANO DE OBRA										
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	PESO RELATIVO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE(%)	VAE(%) ELEMENTO
Maestro mayor en obras civiles (Est. Ocup. C1).	A 0.10000	B 4.65000	C=A*B 0.47000	R 0.53000	D=C*R 0.25000	1.99%		EP	100%	1.99%
Albañil (Est. Ocup. D2).	1.00000	4.19000	4.19000	0.53000	2.22000	17.66%		EP	100%	17.66%
Peón (Est. Ocup. E2).	2.00000	4.14000	8.28000	0.53000	4.39000	34.92%		EP	100%	34.92%
SUBTOTAL N					6.86000	54.57%				54.57%
MATERIALES										
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	PESO RELATIVO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE(%)	VAE(%) ELEMENTO	
Cemento portland I (50 kg)	saco	A	B	C=A*B	5.97%		ND	40%	2.39%	
		0.10000	7.48000	0.75000						
		0.01500	19.00000	0.29000						
		0.00800	1.00000	0.01000						
		12.50000	0.31000	3.88000						
Arena Homogenizada	m3	0.01500	19.00000	0.29000	2.31%		EP	100%	2.31%	
Agua	m3	0.00800	1.00000	0.01000	0.08%		EP	100%	0.08%	
Bloque pomez 0.12x0.20x0.40 m	u	12.50000	0.31000	3.88000	30.87%		EP	100%	30.87%	
Chicotes	kg	0.35000	1.25000	0.44000	3.50%		EP	100%	3.50%	
SUBTOTAL O					5.37000	42.72%				39.14%
TRANSPORTE										
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	PESO RELATIVO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE(%)	VAE(%) ELEMENTO	
		A	B	C=A*B						
SUBTOTAL P					0.00	0.00%				0.00%
TOTAL DE COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					\$ 12.57000	100.00%				96.42%
INDIRECTOS					\$ 1.88550					
UTILIDADES					\$ 0.62850					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					\$ 15.08400					
VALOR OFERTADO					\$ 15.08					

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

GUAYAQUIL, AGOSTO DEL 2025

FIRMA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS
4. MAMPOSTERÍA

HOJA: 15
DE: 15
UNIDAD: m2

RUBRO: 4.4
DETALLE: ENLUCIDO CON MALLA

EQUIPOS						DESAGREGACIÓN TECNOLÓGICA.				
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/H	RENDIMIENTO	COSTO	PESO RELATIVO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE(%)	VAE(%) ELEMENTO
Herramientas menores (5,00% M.O).	A	B	C=A*B	R	D=C*R	3.42%		EP	100%	3.42%
					0.32000					
SUBTOTAL M					0.32000	3.42%				3.42%
MANO DE OBRA										
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	PESO RELATIVO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE(%)	VAE(%) ELEMENTO
Maestro mayor en obras civiles (Est. Ocup. C1).	A	B	C=A*B	R	D=C*R	2.56%		EP	100%	2.56%
Albañil (Est. Ocup. D2).	0.10000	4.65000	0.47000	0.50000	0.24000	22.41%		EP	100%	22.41%
Peón (Est. Ocup. E2).	1.00000	4.19000	4.19000	0.50000	2.10000	44.18%		EP	100%	44.18%
SUBTOTAL N					6.48000	69.16%				69.16%
MATERIALES										
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	PESO RELATIVO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE(%)	VAE(%) ELEMENTO	
		A	B	C=A*B			ND	40%	4.27%	
	saco	0.20000	4.98000	1.00000	10.67%		EP	100%	16.76%	
	m2	1.00000	1.57000	1.57000	16.76%		EP	100%	0.00%	
	m3	0.00100	1.00000	0.00000	0.00%					
SUBTOTAL O					2.57000	27.43%				21.02%
TRANSPORTE										
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	PESO RELATIVO (%)	CPC ELEMENTO	NP/EP/ND	VAE(%)	VAE(%) ELEMENTO	
		A	B	C=A*B						
SUBTOTAL P					0.00	0.00%				0.00%
		TOTAL DE COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			\$ 9.37000	100.00%			93.60%	
		INDIRECTOS			\$ 1.40550					
		UTILIDADES			\$ 0.46850					
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			\$ 11.24400					
		VALOR OFERTADO			\$ 11.24					

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN I.V.A.

GUAYAQUIL, AGOSTO DEL 2025

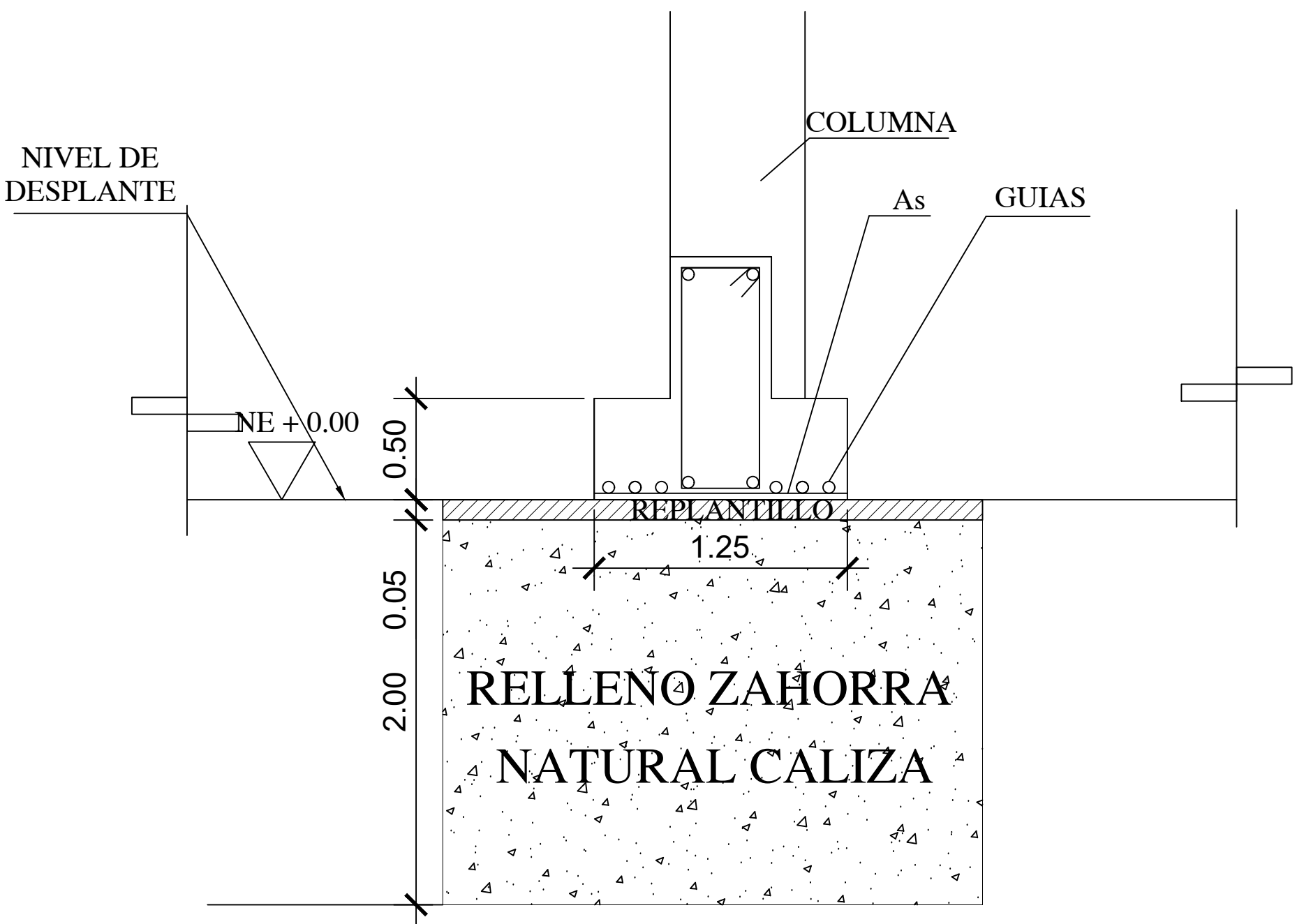
FIRMA

Cronograma de avance de obra

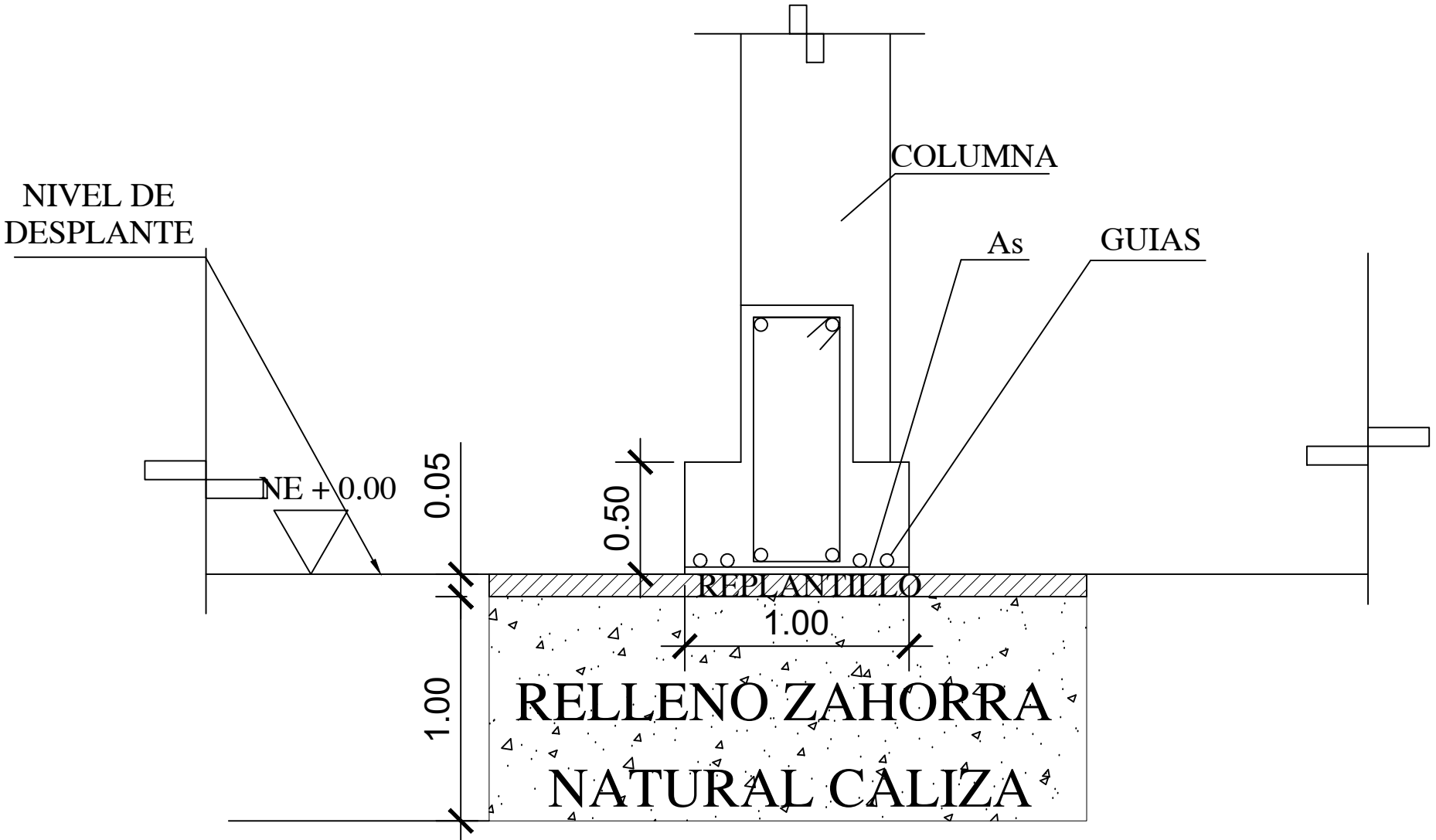
Proyecto	Diseño estructural sismorresistente para un edificio de uso mixto en el Cantón El Triunfo					
Ubicación	El Triunfo, Guayas, Ecuador					
Cliente	Sra. Elizabeth Ortiz					
Fecha	22/8/2025					
TABLA GENERAL DE CANTIDADES Y RUBROS						
CODIGO	ITEM	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1.OBRAS CIVILES PRELIMINARES						
OC11	1.1	TRAZADO Y REPLANTEO	m2	192	\$ 1.4200	\$ 272.64
OC12	1.2	DESALOJO DE MATERIAL DE EXCAVACIÓN, DEMOLICIÓN, A MÁQUINA (TRANSPORTE HASTA 5KM)	m3	300	\$ 29.7200	\$ 8,916.00
2. MOVIMIENTOS DE TIERRA						
MT21	2.1	EXCAVACION MANUAL Y DESALOJO	m3	19	\$ 18.7800	\$ 360.58
MT22	2.2	EXCAVACIÓN A MÁQUINA EN SUELO SIN CLASIFICAR.	m3	19	\$ 10.5800	\$ 203.14
MT23	2.3	EXCAVACIÓN MECÁNICA (INCLUYE DESALOJO)	m3	19	\$ 12.8200	\$ 246.14
MT24	2.4	REPLANTILLO CON ARENA e= 0,10 m	m2	192	\$ 28.3200	\$ 5,437.44
MT25	2.5	RELLENO COMPACTADO MANUALMENTE CON MATERIAL PRÉSTAMO IMPORTADO	m3	228	\$ 60.2300	\$ 13,733.95
3. HORMIGÓN ARMADO						
HA32	3.1	REPLANTILLO DE HORMIGÓN SIMPLE f'c=140kg/cm2 e=5cm	m2	26	\$ 6.7000	\$ 171.69
HA33	3.2	HORMIGÓN SIMPLE f'c=210kg/cm2 e=20cm	m2	161	\$ 21.4700	\$ 3,465.26
HA34	3.3	HORMIGÓN ESTRUCTURAL-VIGAS f'c=210kg/cm2 (INCLUYE ENCOFRADO)	m3	39	\$ 425.1500	\$ 16,740.28
HA37	3.4	HORMIGÓN ESTRUCTURAL-COLUMNNA f'c=210kg/cm2 (INCLUYE ENCOFRADO)	m3	43	\$ 553.3300	\$ 23,903.86
4. MAMPOSTERÍA						
MP43	4.1	NIVELACIÓN DE PISO	m2	161	\$ 9.8800	\$ 1,594.63
MP44	4.2	ENLUCIDO DE PAREDES INTERIORES, EXTERIORES Y FONDO DE LOSA	m2	317	\$ 12.4000	\$ 3,930.55
MP46	4.3	PAREDES DE MAMPOSTERÍA CON BLOQUE 12 CM	m2	317	\$ 15.0800	\$ 4,780.06
MP47	4.4	ENLUCIDO CON MALLA	m2	161	\$ 11.2400	\$ 1,814.14
			TOTAL (no incluye i.v.a)			\$ 85,570.34
			INVERSION SEMANAL \$			
			INVERSION MENSUAL \$			
			INVERSION SEMANAL %			
			INVERSION MENSUAL %			
			INVERSION SEMANAL ACUMULADA \$			
			INVERSION MENSUAL ACUMULADA \$			
			INVERSION SEMANAL ACUMULADA %			
			INVERSION MENSUAL ACUMULADA %			

MES 1 - JUNIO 2026				MES 2 - JULIO 2026				MES 3 - AGOSTO 2026			
SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4
\$68.16	\$68.16	\$68.16	\$68.16								
\$2,229.00	\$2,229.00	\$2,229.00	\$2,229.00								
			\$180.29	\$180.29							
			\$101.57	\$101.57							
			\$196.92	\$49.23							
				\$5,437.44							
					\$6,866.97	\$6,866.97					
					\$34.34	\$103.01	\$34.34				
					\$346.53	\$1,039.58	\$346.53	\$1,039.58	\$693.05		
								\$3,348.06	\$3,348.06	\$3,348.06	\$3,348.06
\$2,297.16	\$2,297.16	\$2,297.16	\$2,775.93	\$5,768.52	\$7,247.84	\$8,009.56	\$380.86	\$4,387.63	\$4,041.11	\$3,348.06	\$3,348.06
\$9,667.41				\$21,406.79				\$15,124.85			
2.68%	2.68%	2.68%	3.24%	6.74%	8.47%	9.36%	0.45%	5.13%	4.72%	3.91%	3.91%
11.30%				9.14%				9.82%			
\$2,297.16	\$4,594.32	\$6,891.48	\$9,667.41	\$15,435.94	\$22,683.77	\$30,693.33	\$31,074.20	\$35,461.83	\$39,502.94	\$42,851.00	\$46,199.05
9,667.41				31,074.20				46,199.05			
2.68%	5.37%	8.05%	11.30%	18.04%	26.51%	35.87%	36.31%	41.44%	46.16%	50.08%	53.99%
11.30%				36.31%				53.99%			

MES 4 - SEPTIEMBRE 2026				MES 5 - OCTUBRE 2026				MES 6 - NOVIEMBRE 2026			
SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4
\$3,348.06											
	\$4,780.77	\$4,780.77	\$4,780.77	\$4,780.77	\$4,780.77						
						\$478.39	\$1,116.24				
						\$786.11	\$786.11	\$786.11	\$786.11	\$786.11	
					\$956.01	\$956.01	\$956.01	\$956.01	\$956.01		
							\$362.83	\$362.83	\$362.83	\$362.83	\$362.83
\$3,348.06	\$4,780.77	\$4,780.77	\$4,780.77	\$4,780.77	\$5,736.78	\$2,220.51	\$3,221.19	\$2,104.95	\$2,104.95	\$1,148.94	\$362.83
\$17,690.37				\$15,959.26				\$5,721.66			
3.91%	5.59%	5.59%	5.59%	5.59%	6.70%	2.59%	3.76%	2.46%	2.46%	1.34%	0.42%
12.99%				10.59%				3.30%			
\$49,547.11	\$54,327.88	\$59,108.65	\$63,889.42	\$68,670.19	\$74,406.98	\$76,627.49	\$79,848.68	\$81,953.63	\$84,058.58	\$85,207.52	\$85,570.34
63,889.42				79,848.68				85,570.34			
57.90%	63.49%	69.08%	74.66%	80.25%	86.95%	89.55%	93.31%	95.77%	98.23%	99.58%	100.00%
74.66%				93.31%				100.00%			



ZAPATA CENTRAL
ESCALA 4:1



ZAPATA ESQUINERA
ESCALA 4:1

ESPECIFICACIONES TECNICAS

(O LO INDICADO EXPRESAMENTE EN LOS PLANOS)

- *— REGLAMENTO A.C.I. 318–2019
- *— NORMAS A.S.T.M.
- *— RESISTENCIA DE DISEÑO ESPECIFICADA PARA EL CONCRETO
 $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$
- *— RESISTENCIA DEL ACERO PERFILES METALICOS A36 $f_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$
- *— RESISTENCIA DEL ACERO DE VARILLAS $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- *— ANTES DE PROCEDER A LA CONSTRUCCION SE DEBERA CORRELACIONAR LOS PLANOS ESTRUCTURALES CON LOS ARQUITECTONICOS
- *— PESO ESPECÍFICO DEL SUELO $\gamma = 2.21 \text{ Ton/m}^3$
- *— SOLDADURA A UTILIZAR:
 - *— FABRICACIÓN: PROCESO Mig ER70–S PARA ESPESORES $\leq 6\text{mm}$
PROCESO Mig 71T1 PARA ESPESORES $\geq 8\text{mm}$
 - *— MONTAJE: PROCESO SMAW E–6011 y E–7018
- *— LIMPIEZA DE LA ESTRUCTURA:
 - *— PROCESO SSPC–SP1 (DENGRASANTE BASE SOLVENTE)
 - *— PROCESO SSPC–SP3 (LIMPIEZA METALMECÁNICA)
- *—ACABADO DE LA ESTRUCTURA: ANTICORROSIVO COLOR GRIS 60 MICRAS

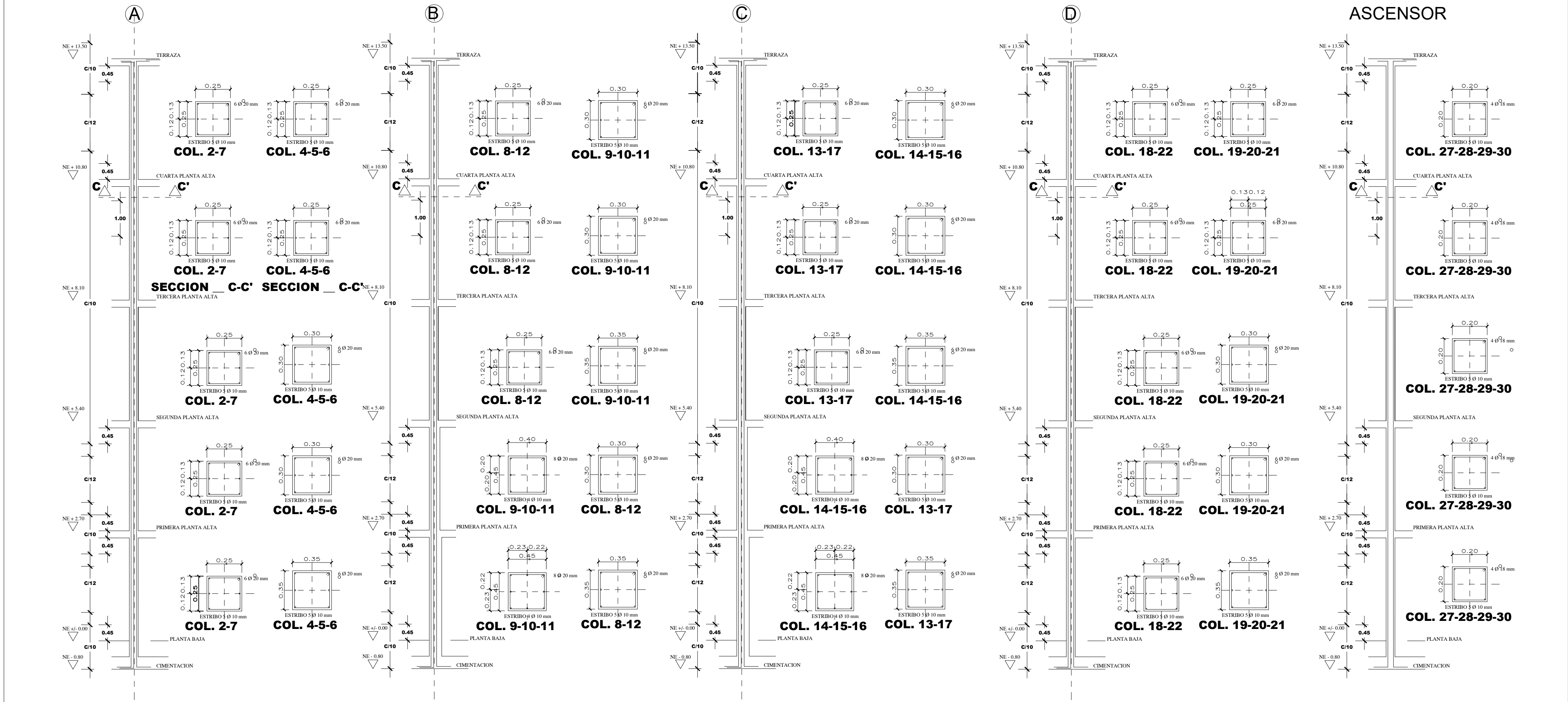
PLANILLA DE ZAPATAS

ZAPATA - EJES	B	e	L	As	GUIAS	NIVEL DE DESPLANTE
CONCENTRICA EJE - B2 - C2	125 cm.	50 cm.	125 cm.	Ø 22 mm C/22cm	Ø 12 mm C/20cm	- 2.00 m
CONCENTRICA EJE - B3 - C3	125 cm.	50 cm.	125 cm.	Ø 22 mm C/22cm	Ø 12 mm C/20cm	- 2.00 m
CONCENTRICA EJE - B4 - C4	125 cm.	50 cm.	125 cm.	Ø 22 mm C/22cm	Ø 12 mm C/20cm	- 2.00 m
CONCENTRICA EJE - A1 - D1	100 cm.	50 cm.	100 cm.	Ø 18 mm C/20cm	Ø 12 mm C/20cm	- 1.00 m
CONCENTRICA EJE - A5 - D5	100 cm.	50 cm.	100 cm.	Ø 18 mm C/20cm	Ø 12 mm C/20cm	- 1.00 m

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE PARA UN EDIFICIO DE USO MIXTO EN EL CANTÓN EL TRIUNFO			
CONTENIDO: DETALLE ZAPATAS			
Tutor de Materia Integradora: PhD. Luis Sanchez	Estudiantes: Cristopher Jose Bustos Montero Jorge Marcelo Ortiz Granda	Fecha de entrega: 8 de agosto, 2025	
Profesor de Materia Integradora: MSc. Lenin Dender		Lámina: A 1/7	Escala: Varias

COLUMNAS

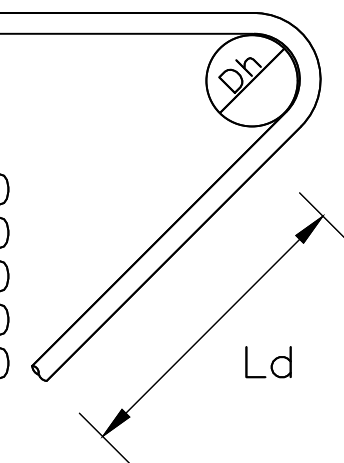
ESCALA VERTICAL 1 : 0.75
ESCALA TRANSVERSAL 1 : 0.75



RECUBRIMIENTOS
ZAPATAS _____ 7 cm.
COLUMNAS _____ 4 cm.
VIGAS _____ 4 cm.

GANCHO A ° 135

Ø	Dh	ld
5.5	35	100
8	35	130
10	40	150
12	60	170
14	80	190



ANCLAJE Y
TRASLAPE

Ø8mm	_____ 40 cm.
Ø10mm	_____ 50 cm.
Ø12mm	_____ 60 cm.
Ø14mm	_____ 75 cm.
Ø16mm	_____ 80 cm.
Ø20mm	_____ 100 cm.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:
DISEÑO ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE PARA UN EDIFICIO DE
USO MIXTO EN EL CANTÓN EL TRIUNFO

CONTENIDO:
DETALLE COLUMNAS

Tutor de Materia Integradora:

PhD. Luis Sanchez

Profesor de Materia Integradora:

MSc. Lenin Dender

Estudiantes:

Cristopher Jose Bustos Montero
Jorge Marcelo Ortiz Granda

Fecha de entrega:

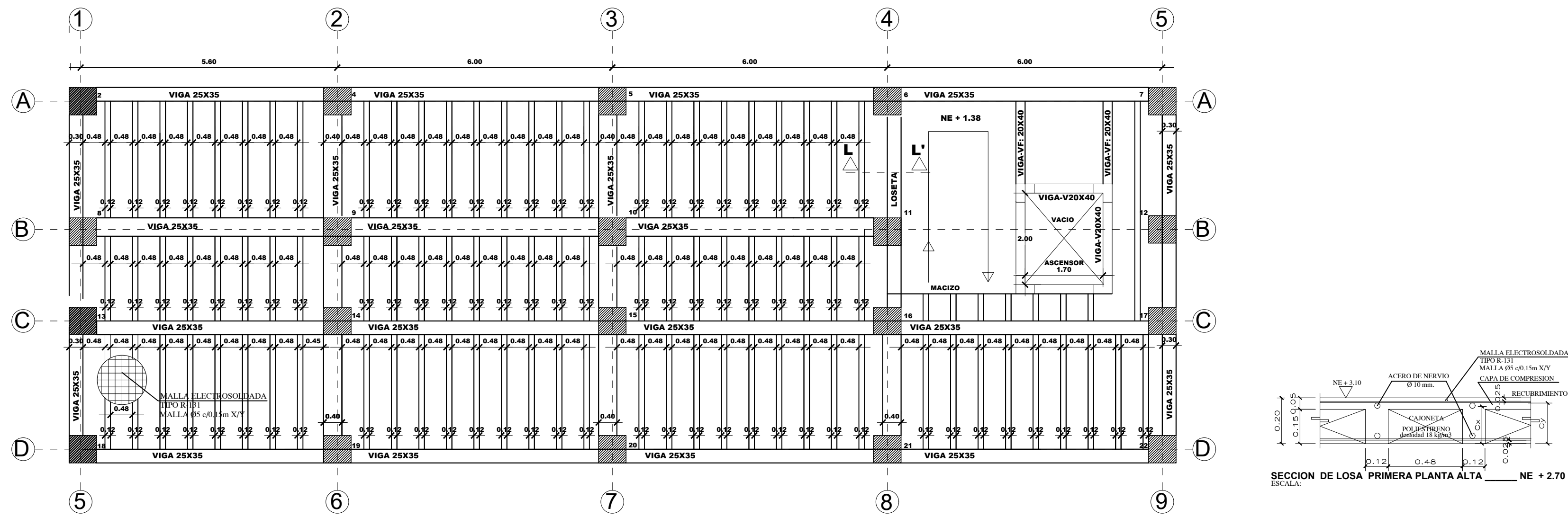
8 de agosto, 2025

Lámina:

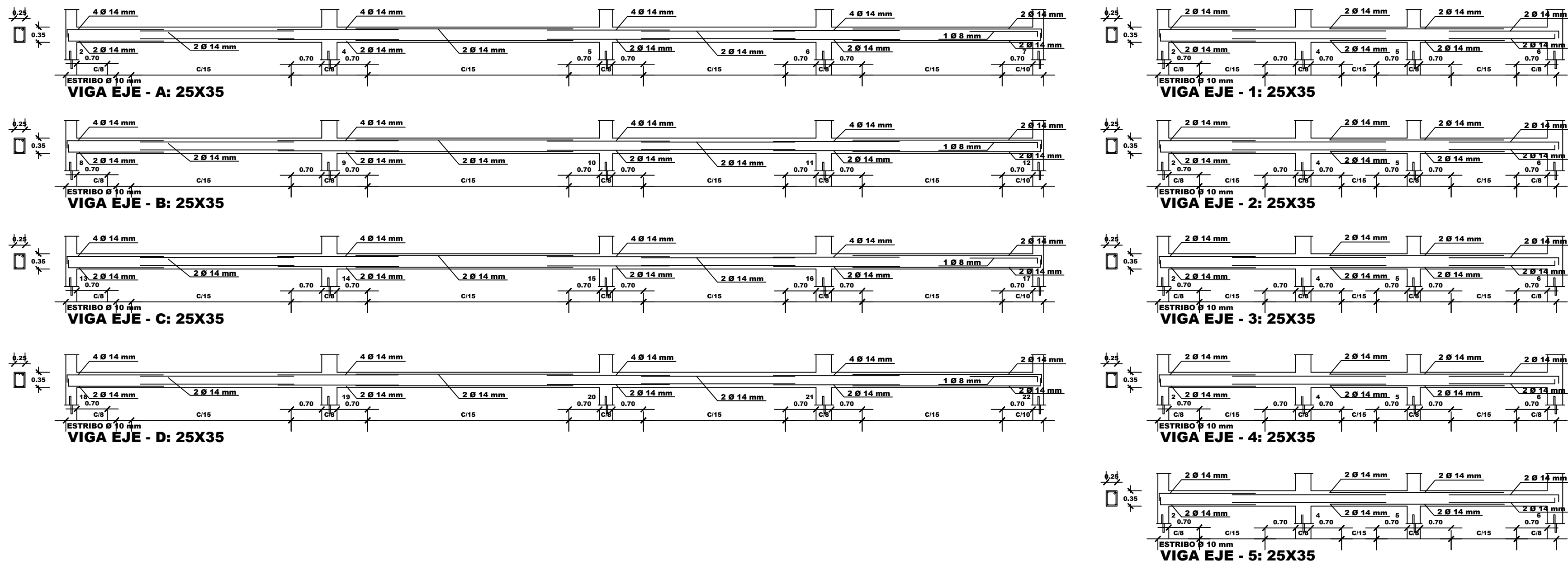
A 2/7

Escala:

Varias



PRIMERA PLANTA ALTA - N + 2.70
ESCALA 1:50



RECUBRIMIENTOS
ZAPATAS _____ 7 cm.
COLUMNAS _____ 4 cm.
VIGAS _____ 4 cm.

GANCHO A ° 135

Ø	Dh	ld
5.5	35	100
8	35	130
10	40	150
12	60	170
14	80	190

ANCLAJE Y
TRASLAPE

Ø8mm	40 cm.
Ø10mm	50 cm.
Ø12mm	60 cm.
Ø14mm	75 cm.
Ø16mm	80 cm.
Ø20mm	100 cm.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

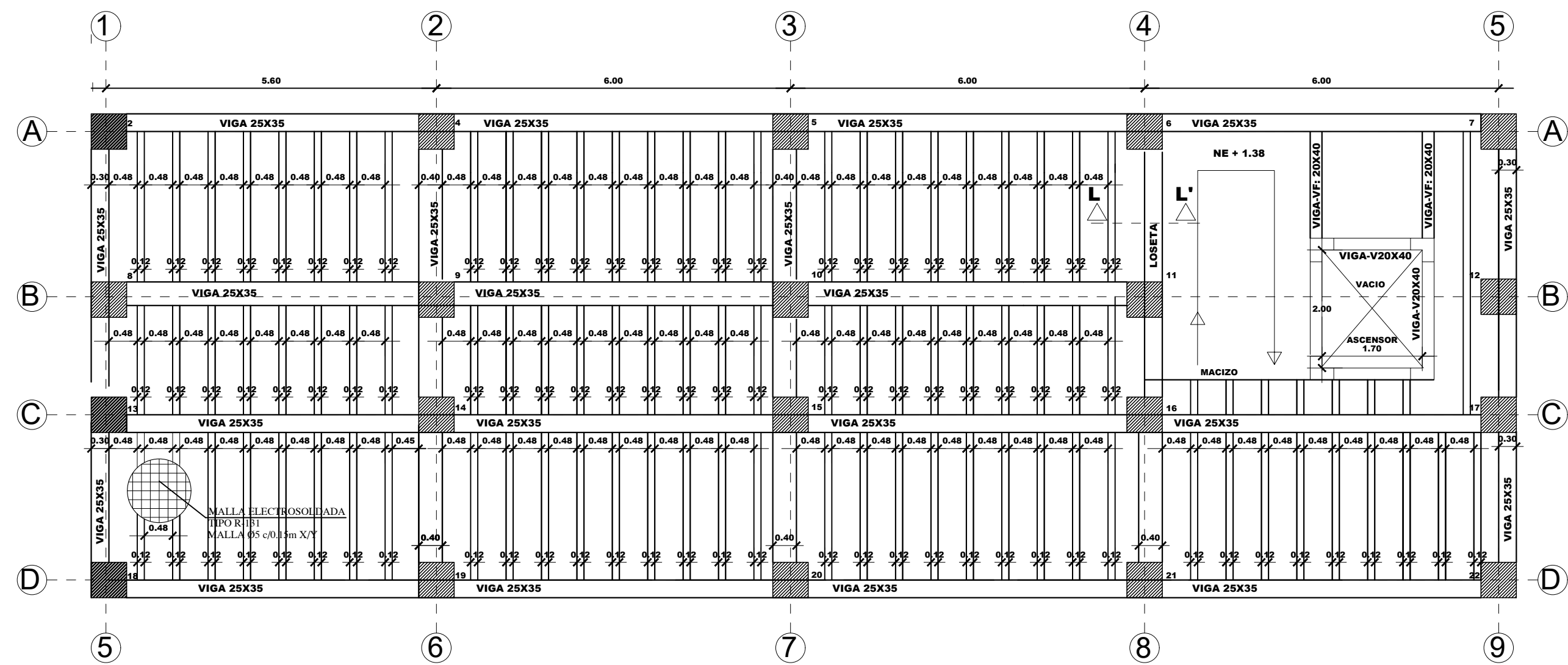
PROYECTO:
**DISEÑO ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE PARA UN EDIFICIO DE
USO MIXTO EN EL CANTÓN EL TRIUNFO**

CONTENIDO:
DETALLE VIGAS Y LOSA PRIMERA PLANTA ALTA

Tutor de Materia Integradora:
PhD. Luis Sanchez
Profesor de Materia Integradora:
MSc. Lenin Dender

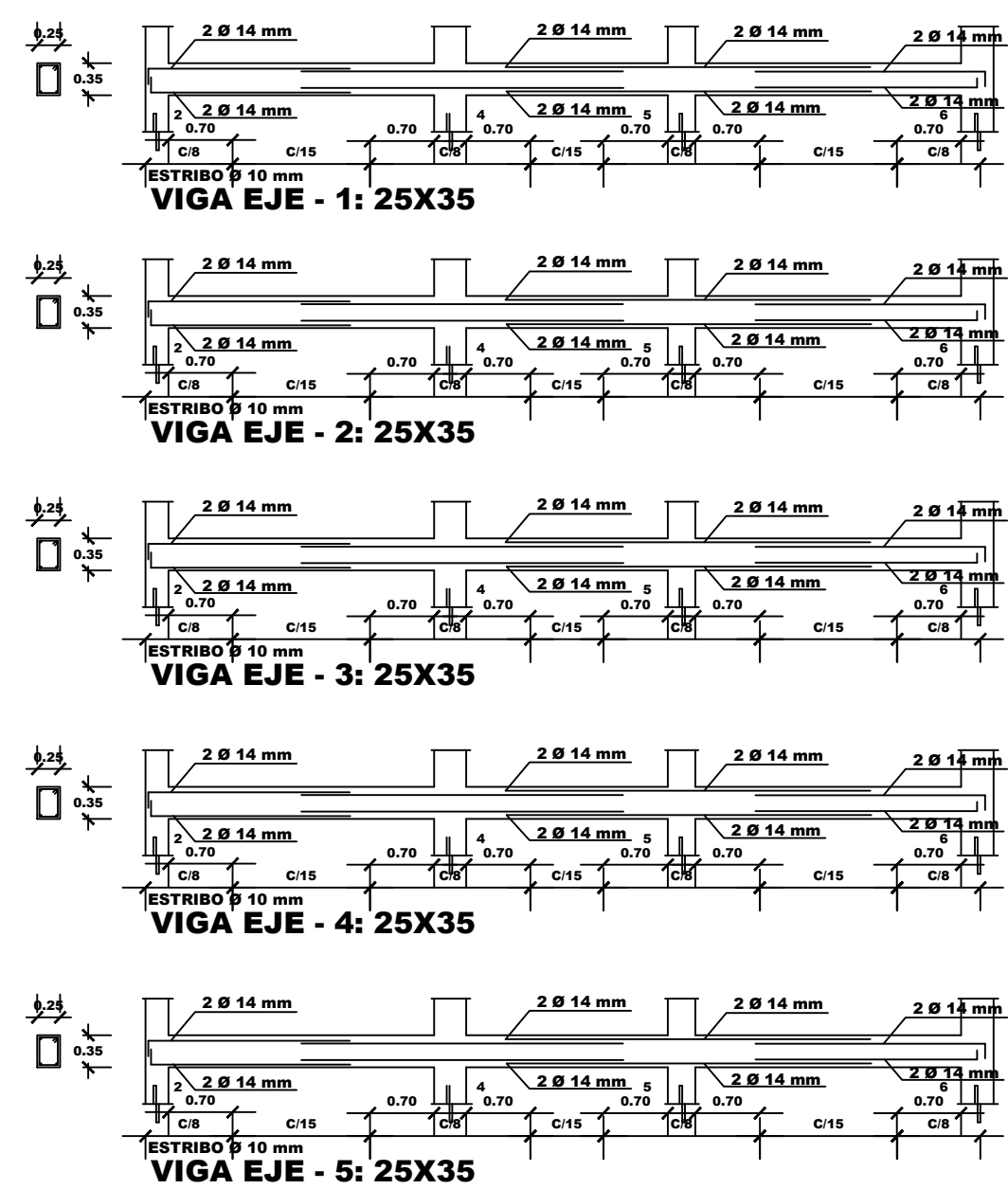
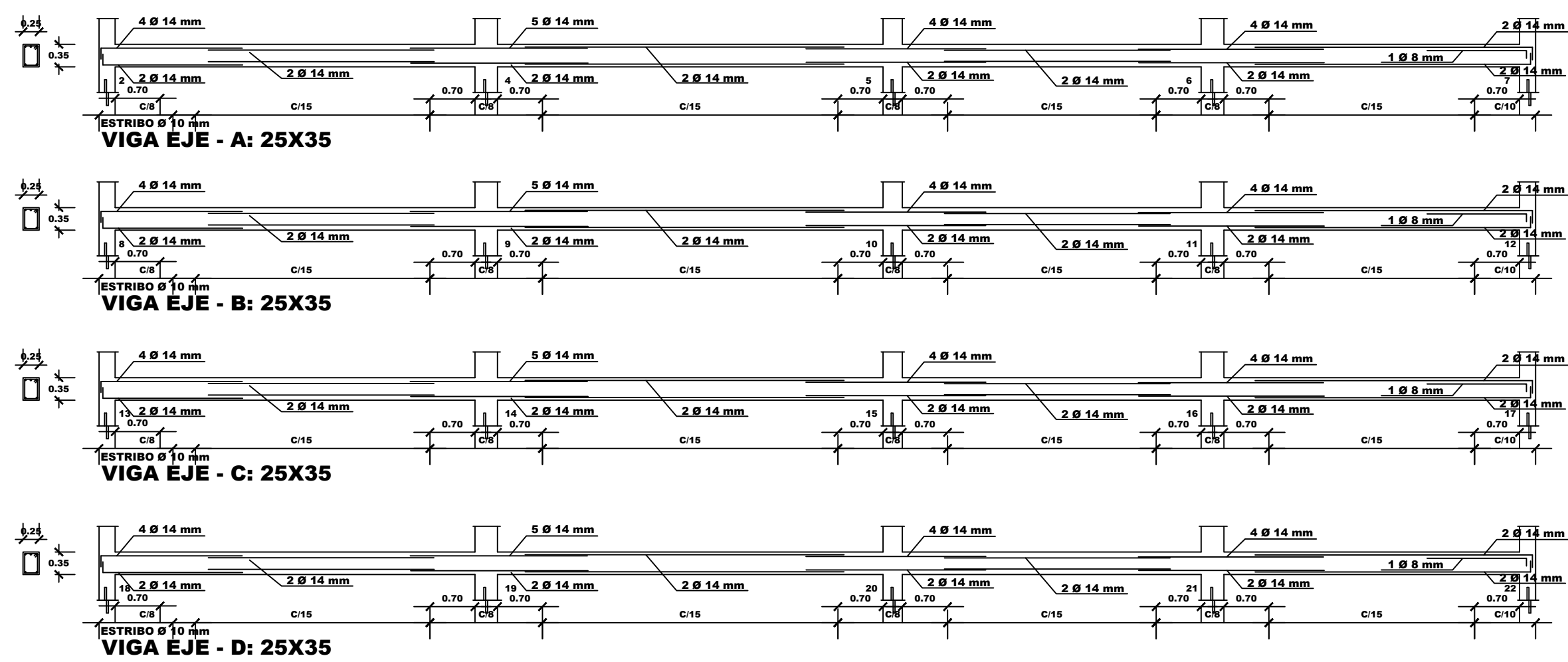
Estudiantes:
Cristopher Jose Bustos Montero
Jorge Marcelo Ortiz Granda

Fecha de entrega:
8 de agosto, 2025
Lámina:
A 3/7
Escala:
1:0.75



SEGUNDA PLANTA ALTA - N + 5.40

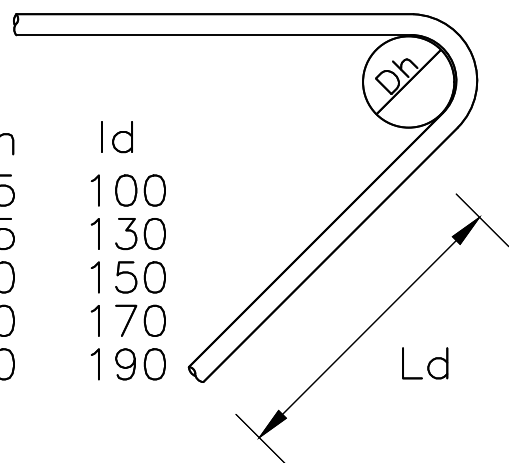
ESCALA 1:50



RECUBRIMIENTOS
ZAPATAS _____ 7 cm.
COLUMNAS _____ 4 cm.
VIGAS _____ 4 cm.

GANCHO A ° 135

Ø	Dh	ld
5.5	35	100
8	35	130
10	40	150
12	60	170
14	80	190



ANCLAJE Y
TRASLAPE

Ø8mm	40 cm.
Ø10mm	50 cm.
Ø12mm	60 cm.
Ø14mm	75 cm.
Ø16mm	80 cm.
Ø20mm	100 cm.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:
**DISEÑO ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE PARA UN EDIFICIO DE
USO MIXTO EN EL CANTÓN EL TRIUNFO**

CONTENIDO:
DETALLE VIGAS Y LOSA SEGUNDA PLANTA ALTA

Tutor de Materia Integradora:

PhD. Luis Sanchez

Profesor de Materia Integradora:

MSc. Lenin Dender

Estudiantes:

Cristopher Jose Bustos Montero
Jorge Marcelo Ortiz Granda

Fecha de entrega:

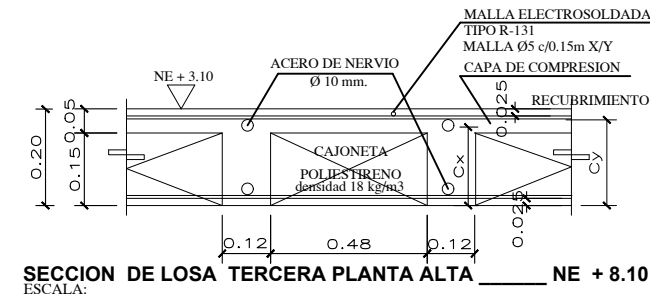
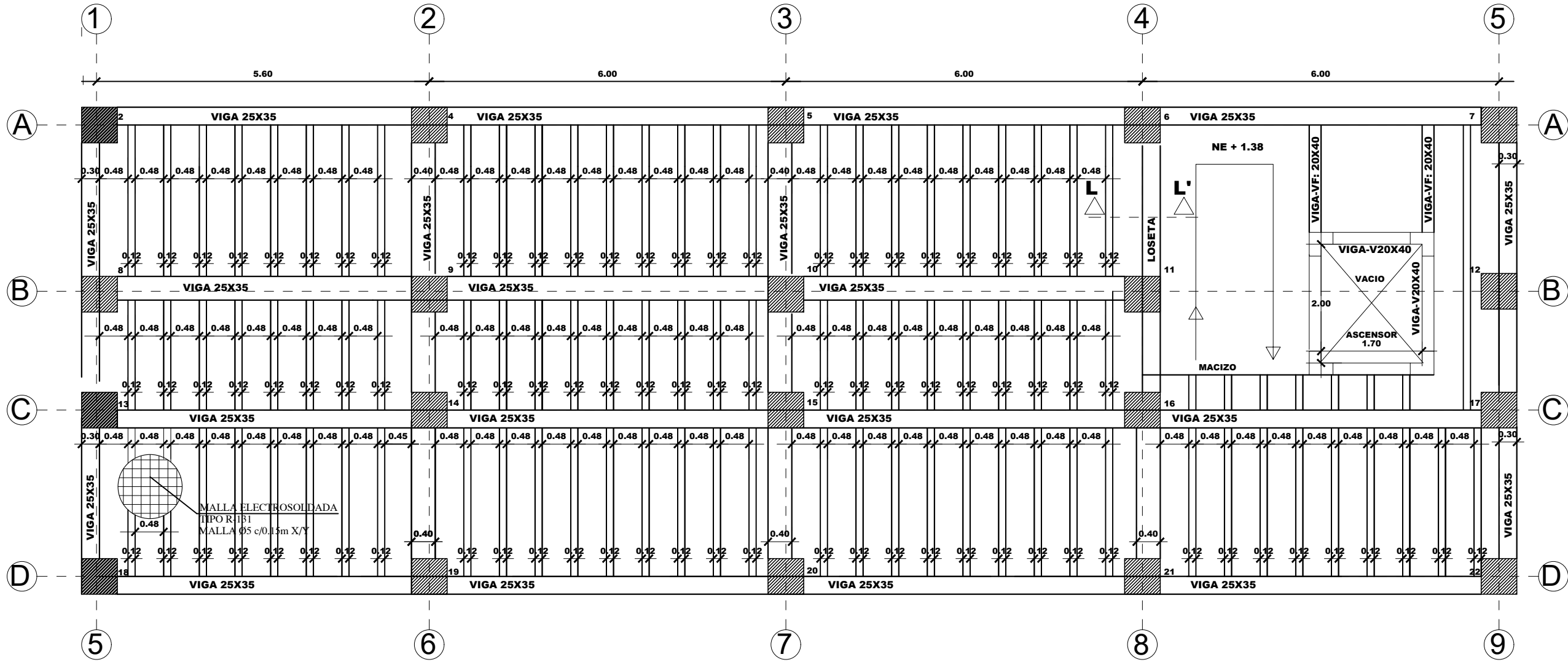
8 de agosto, 2025

Lámina:

A 4/7

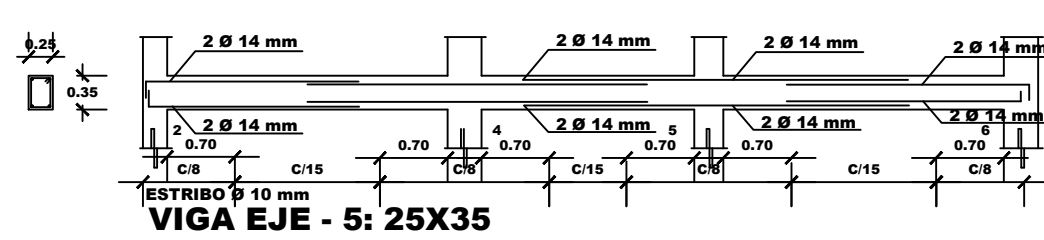
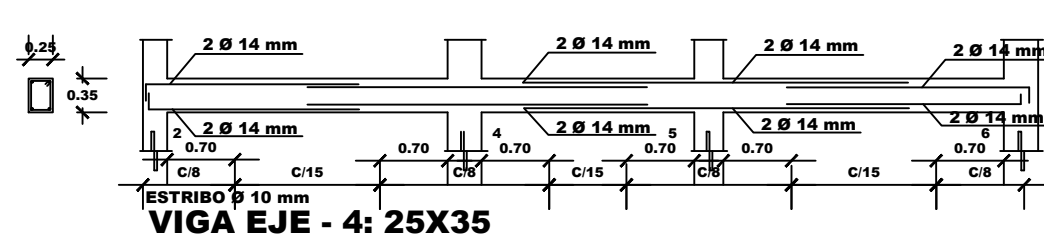
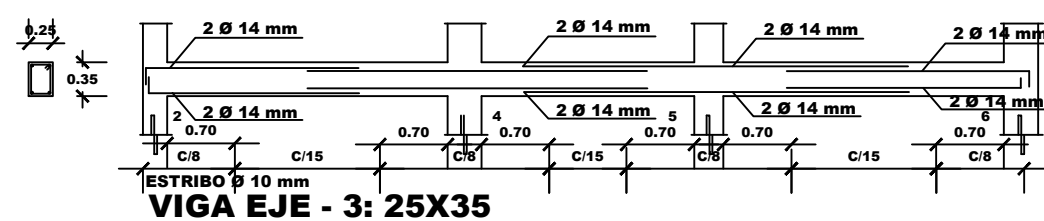
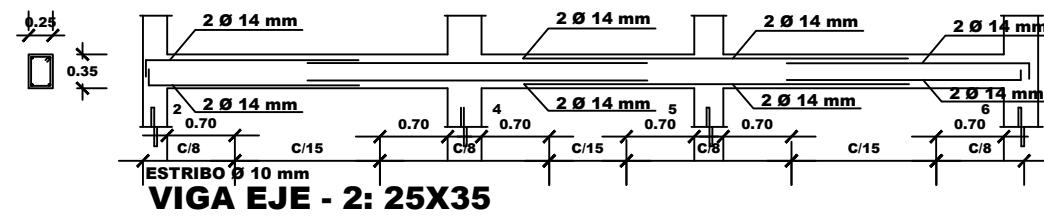
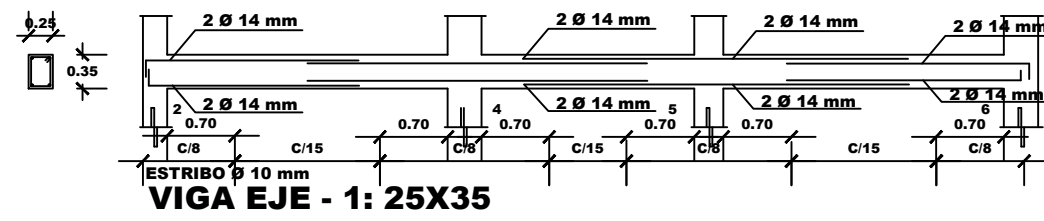
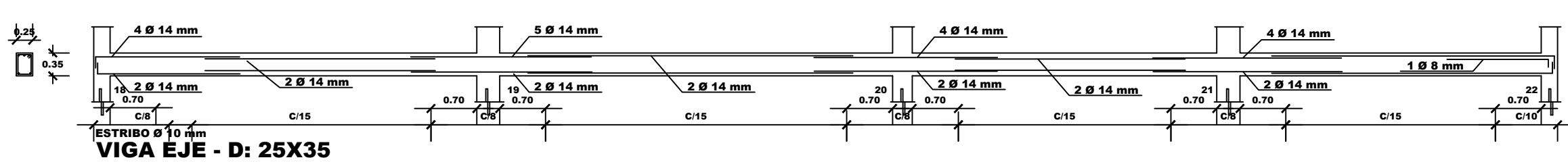
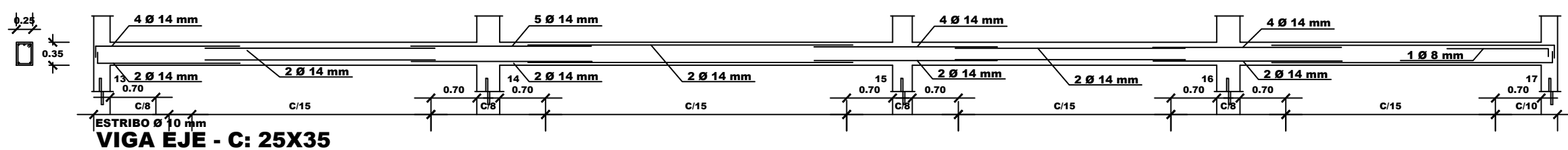
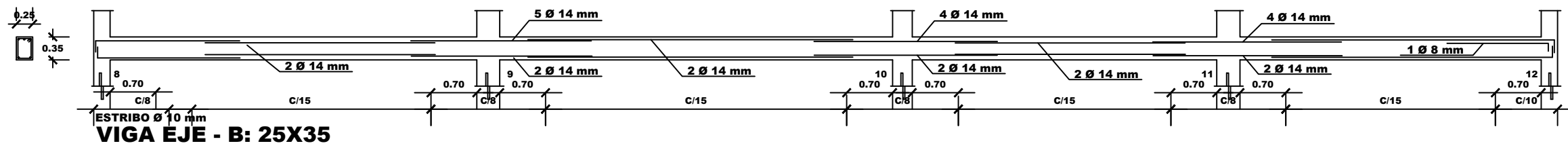
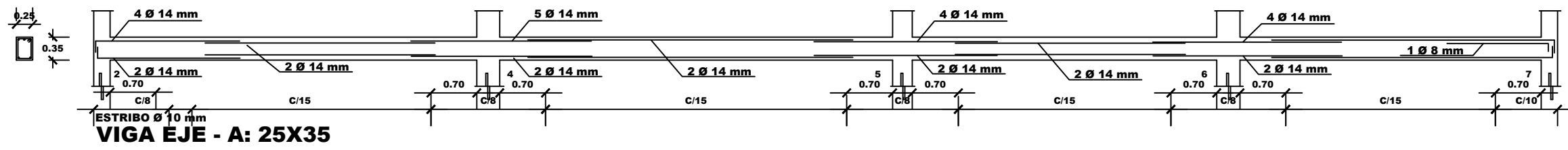
Escala:

1:0.75



TERCERA PLANTA ALTA - N + 8.10

ESCALA 1:50



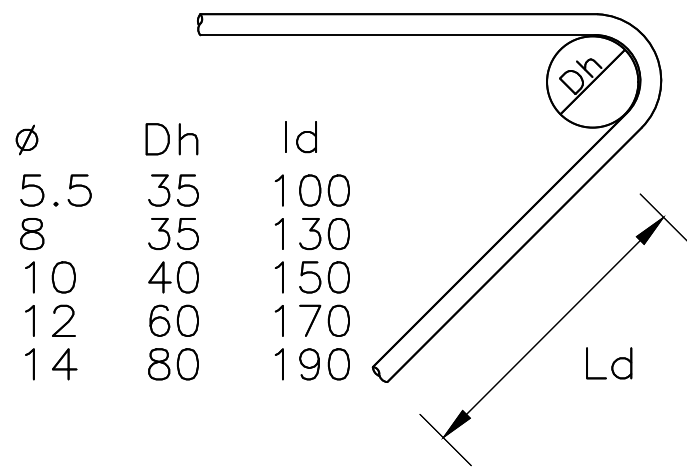
RECUBRIMIENTOS

ZAPATAS 7 cm.

COLUMNAS 4 cm.

VIGAS 4 cm.

GANCHO A ° 135



ANCLAJE Y TRASLAPE

Ø8mm 40 cm.

Ø10mm 50 cm.

Ø12mm 60 cm.

Ø14mm 75 cm.

Ø16mm 80 cm.

Ø20mm 100 cm.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:

DISEÑO ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE PARA UN EDIFICIO DE
USO MIXTO EN EL CANTÓN EL TRIUNFO

CONTENIDO:

DETALLE VIGAS Y LOSA TERCERA PLANTA ALTA

Tutor de Materia Integradora:

PhD. Luis Sanchez

Estudiantes:

Cristopher Jose Bustos Montero
Jorge Marcelo Ortiz Granda

Fecha de entrega:

8 de agosto, 2025

Profesor de Materia Integradora:

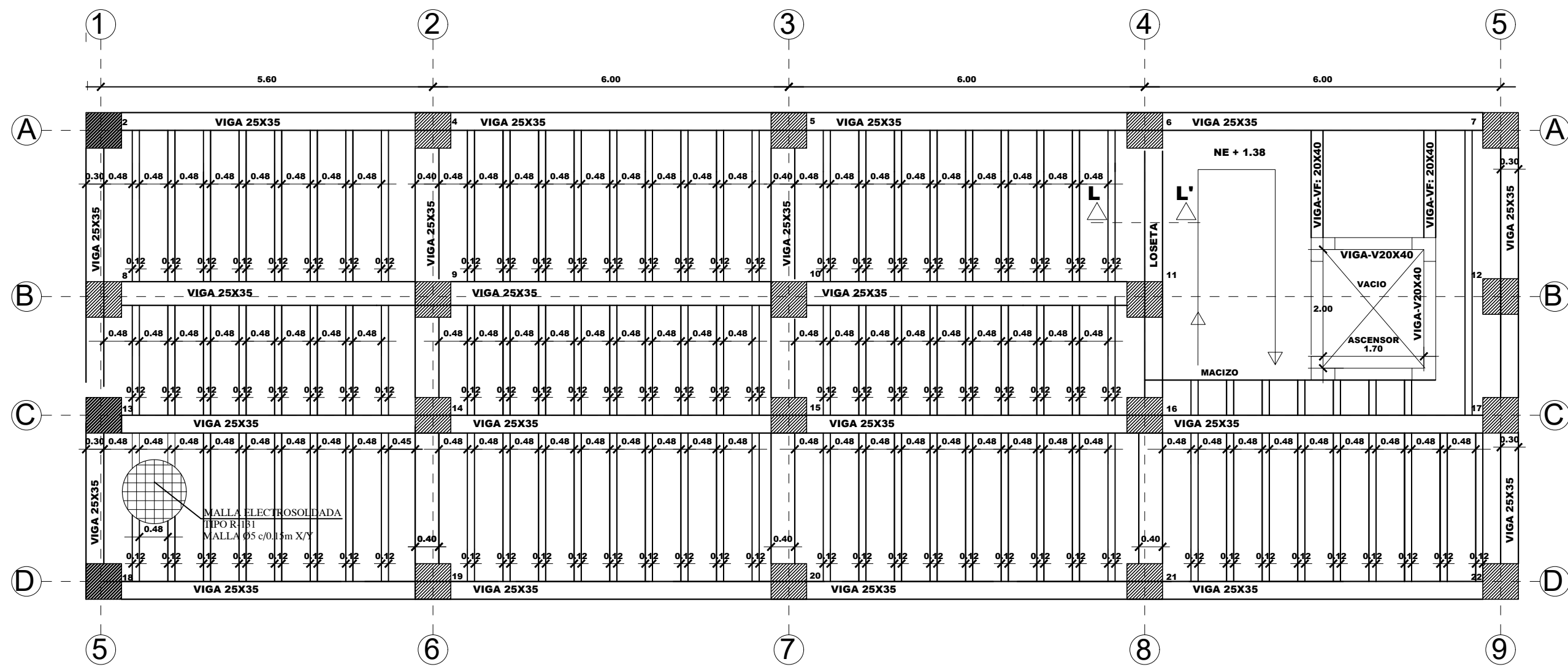
MSc. Lenin Dender

Lámina:

A 5/7

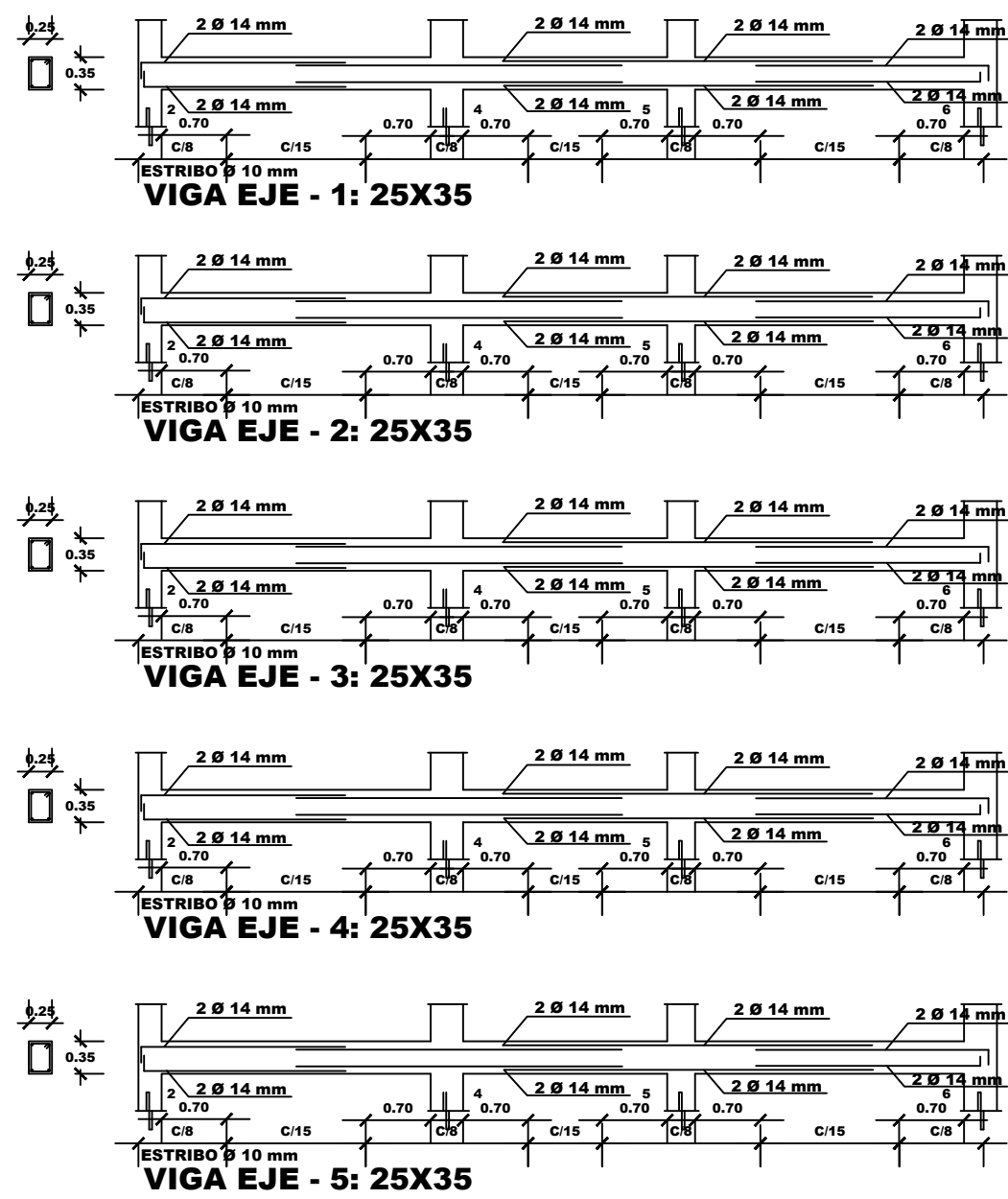
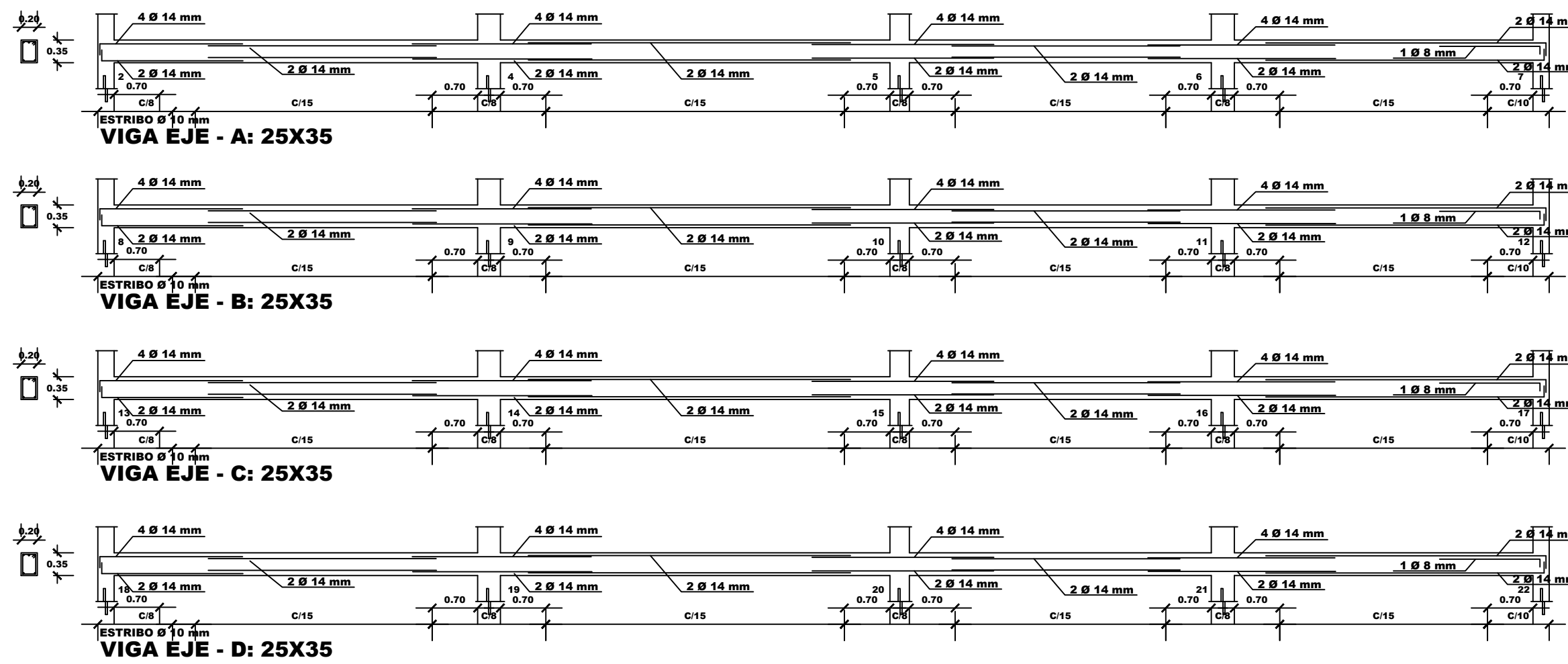
Escala:

1:0.75



CUARTA PLANTA ALTA - N + 10.80

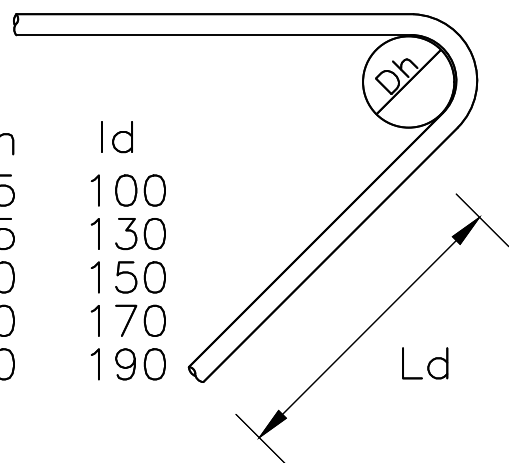
ESCALA 1 : 50



RECUBRIMIENTOS
ZAPATAS _____ 7 cm.
COLUMNAS _____ 4 cm.
VIGAS _____ 4 cm.

GANCHO A ° 135

Ø	Dh	ld
5.5	35	100
8	35	130
10	40	150
12	60	170
14	80	190



ANCLAJE Y
TRASLAPE

Ø8mm	_____ 40 cm.
Ø10mm	_____ 50 cm.
Ø12mm	_____ 60 cm.
Ø14mm	_____ 75 cm.
Ø16mm	_____ 80 cm.
Ø20mm	_____ 100 cm.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:

**DISEÑO ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE PARA UN EDIFICIO DE
USO MIXTO EN EL CANTÓN EL TRIUNFO**

CONTENIDO:

DETALLE VIGAS Y LOSA CUARTA PLANTA ALTA

Tutor de Materia Integradora:

PhD. Luis Sanchez

Estudiantes:

Cristopher Jose Bustos Montero
Jorge Marcelo Ortiz Granda

Fecha de entrega:

8 de agosto, 2025

Profesor de Materia Integradora:

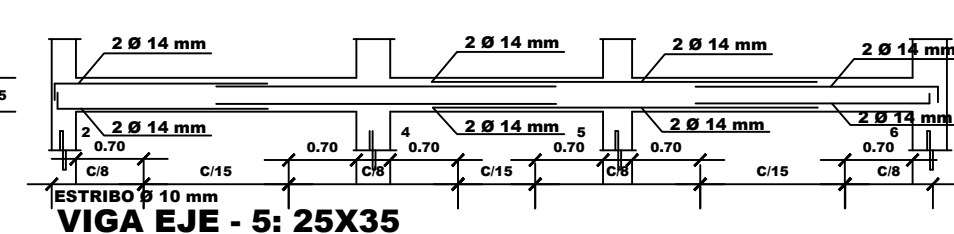
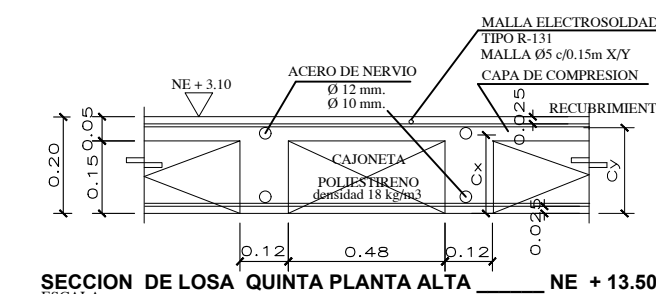
MSc. Lenin Dender

Lámina:

A 6/7

Escala:

1:0.75



GANCHO A °135

ANCLAJE Y TRASLAPE

ø	Dh	Id	
5.5	35	100	ø8mm ____ 40 cm.
8	35	130	ø10mm ____ 50 cm.
10	40	150	ø12mm ____ 60 cm.
12	60	170	ø14mm ____ 75 cm.
14	80	190	ø16mm ____ 80 cm.
			ø20mm ____ 100 cm.

ANCLAJE Y
TRASLAPE

ø8mm	40	cm.
ø10mm	50	cm.
ø12mm	60	cm.
ø14mm	75	cm.
ø16mm	80	cm.
ø20mm	100	cm.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: DISEÑO ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE PARA UN EDIFICIO DE USO MIXTO EN EL CANTÓN EL TRIUNFO			
CONTENIDO: DETALLE VIGAS Y LOSA QUINTA PLANTA ALTA			
Tutor de Materia Integradora: PhD. Luis Sanchez	Estudiantes: Cristopher Jose Bustos Montero Jorge Marcelo Ortiz Granda		Fecha de entrega: 8 de agosto, 2025
Profesor de Materia Integradora: MSc. Lenin Dender			Lámina: A 7/7