Escuela Superior Politécnica del Litoral

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

Diseño de una edificación de 4 niveles para uso multifamiliar ubicado en la Urbanización “Mi Lote”, Guayaquil

INGE-2902

Proyecto Integrador

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero Civil

Presentado por:

Roberto Arturo Chávez Valencia

Samuel Enrique Mora Mejía

Guayaquil - Ecuador

Año: 2025

Dedicatoria

Quiero dedicar este trabajo a mi mamá y a mi papá, quienes con su esfuerzo, sacrificio y ejemplo me enseñaron el valor de la constancia y el compromiso. A mi hermano Ismael, por brindarme siempre su apoyo y alegría en los momentos más difíciles. Y a mis abuelos, quienes con su cariño, sabiduría y enseñanzas han sido guía e inspiración en cada paso de este camino. A todos ustedes les debo este logro, que no solo es mío, sino nuestro.

Samuel Mora Mejía

Dedicatoria

Este proyecto se lo dedico a mi familia, cuyo apoyo y confianza han sido fundamentales para alcanzar esta meta. En especial a mis padres, quienes con su esfuerzo, guía y enseñanzas me brindaron la fortaleza necesaria para continuar, incluso en los momentos más difíciles. A mi hermano, por su respaldo incondicional a lo largo de este proceso. Y a mi tía Martha, quien confió en mí desde el inicio y me motivó constantemente, alentándome a dar siempre lo mejor de mí.

Cada uno de ellos ha sido una verdadera motivación que me permitió superar los desafíos y culminar esta etapa con éxito. Su apoyo ha sido esencial no solo en lo académico, sino también en mi crecimiento personal.

Roberto Chávez Valencia

Agradecimientos

Quiero agradecer a todos los docentes que tuve a lo largo de la carrera por sus enseñanzas, en especial al PhD. David Valverde, mi tutor de tesis, por su valiosa guía y apoyo. A mi compañero de tesis, Roberto Chávez, por su compromiso y colaboración constante durante este proceso, y a mis familiares que siempre me brindaron su apoyo incondicional. También quiero agradecer a mis amigos más cercanos: César, Joao y Alejandro, por su valiosa amistad, por su compañía y apoyo.

Samuel Mora Mejía

Agradecimientos

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a Dios, por darme la fortaleza y la guía para llegar hasta este momento. A mi familia, en especial a mis padres, Roberto Chávez y Magali Valencia, por su apoyo constante, confianza y ejemplo en cada etapa de mi vida. A mi hermano Gabriel y a mis tíos, por su respaldo y motivación durante todo este proceso. También agradezco a mis amigos, con quienes compartí experiencias inolvidables durante mi etapa universitaria, y de manera especial a mi compañero de tesis, Samuel, un gran amigo y apoyo durante todo este proyecto. De manera especial, quiero agradecer a mi tutor, el Ing. David Valverde, quien nos ha guiado durante este proyecto, brindándonos orientación y para que se lleve a cabo correctamente, sirviendo como una guía que nos permitió avanzar a nuestros objetivos.

Roberto Chávez Valencia

Declaración Expresa

Nosotros Roberto Arturo Chávez Valencia y Samuel Enrique Mora Mejía acordamos y reconocemos que:

La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor o autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores.

La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por 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.

Roberto Arturo Chávez Valencia

Samuel Enrique Mora Mejía

Evaluadores

Firmado electrónicamente por:
LENIN ALEXANDER DENDER AGUILAR
Validar únicamente con FirmaEC

MSc. Lenin Dender

Profesor de Materia

Firmado electrónicamente por:
DAVID ENRIQUE VALVERDE BURNEO
Validar únicamente con FirmaEC

PhD. David Valverde

Tutor de proyecto

RESUMEN

El acelerado crecimiento poblacional que experimenta Guayaquil ha generado una alta demanda de viviendas capaces de cubrir las necesidades de distintos grupos sociales. En este contexto, el presente proyecto se enfocó en el diseño de una residencia multifamiliar de cuatro plantas, concebida para brindar confort, seguridad y espacios funcionales que permitan a los residentes desarrollar sus actividades cotidianas sin problemas. Para el proceso de diseño, fue primordial conocer el tipo de suelo donde se ejecutará la obra, por lo cual se realizaron estudios geotécnicos para determinar sus propiedades y garantizar la adecuada selección de la cimentación. Asimismo, todos los cálculos estructurales y constructivos se efectuaron con base en la Norma Ecuatoriana de la Construcción, lo que aseguró el cumplimiento de parámetros técnicos y normativos. Entre los principales resultados, destacan el diseño de vigas, columnas, losas y vigas de cimentación, junto con los sistemas hidrosanitarios y eléctricos, los cuales fueron cuantificados para su cotización. Asimismo, se desarrolló un Estudio de Evaluación Ambiental que identificó los posibles impactos generados y se plantearon medidas de mitigación. Finalmente, el costo total de la edificación es $285,331.87, equivalente a $743.05 por metro cuadrado, con una duración estimada de seis meses.

Palabras Clave: Edificación, crecimiento, diseño, hormigón

ABSTRACT

The accelerated population growth experienced in Guayaquil has generated a high demand for housing capable of meeting the needs of different social groups. In this context, the present project focused on the design of a four-story multifamily residence, conceived to provide comfort, safety, and functional spaces that allow residents to conduct their daily activities without difficulties. For the design process, it was essential to understand the type of soil where the construction will take place; therefore, geotechnical studies were conducted to determine its properties and ensure the proper selection of the foundation. Likewise, all structural and construction calculations were conducted based on the Ecuadorian Construction Code, ensuring compliance with technical and regulatory standards. Among the main results are the design of beams, columns, slabs, and foundation beams, along with the hydro sanitary and electrical systems, which were quantified for their future quotation. In addition, an Environmental Impact Assessment was developed to identify the potential impacts of the project and propose mitigation measures. Finally, the total cost of the building amounts to $285,331.87, equivalent to $743.05 per square meter, with an estimated duration of six months.

Keywords: Building, growth, design, concrete.

ÍNDICE GENERAL

Resumen I

Abstract II

Índice general III

Abreviaturas VII

Simbología VIII

Índice de figuras IX

Índice de tablas XIII

Índice de planos XVII

Capítulo 1 1

1. INTRODUCCIÓN 2

1.1 Antecedentes 3

1.2 Descripción del Problema 5

1.3 Justificación del Problema 6

1.4 Objetivos 7

1.4.1 Objetivo general 7

1.4.2 Objetivos específicos 7

Capítulo 2 9

2. MATERIALES Y MÉTODOS 10

2.1 Revisión de literatura 10

2.2 Área de estudio 12

2.3 Trabajo de campo y laboratorio 14

2.4 Análisis de datos 15

2.5 Análisis de alternativas 22

2.5.1 Pórtico especial sismo resistente en hormigón armado (H.A) 22

2.5.2 Pórticos especiales a momento en acero (PEM) 24

Capítulo 3 26

3. DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES 26

3.1 Diseño arquitectónico 27

3.2 Diseño estructural 29

3.2.1 Definición de cargas (cargas vivas y muertas) 30

3.2.2 Espectro sísmico 33

3.2.3 Determinación del peso sísmico 35

3.2.4 Determinación del peso sísmico y distribución vertical de fuerza sísmica 41

3.2.5 Pre-dimensionamiento de vigas y columnas 44

3.2.6 Modelación de la estructura 48

3.2.7 Irregularidades 61

3.2.8 Deriva permisible 65

3.2.9 Corrección del cortante basal y comprobación 67

3.2.10 Diseño de vigas (flexión, cortante, longitud de anclaje) 70

3.2.11 Diseño de columnas 77

3.2.12 Diseño de losa 91

3.2.13 Diseño de la cimentación 97

3.3 Diseño hidrosanitario 104

3.3.1 Diseño AAPP 105

3.3.2 Diseño AASS 121

3.3.3 Diseño AALL 130

3.4 Diseño del sistema eléctrico 136

Capítulo 4 143

4. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL 144

4.1 Descripción del proyecto 144

4.2 Línea base ambiental 145

4.2.1 Medio Físico 145

4.2.2 Medio Biótico 146

4.2.3 Medio Socioeconómico y Cultural 146

4.3 Actividades del proyecto 147

4.3.1 Fase de construcción 147

4.3.2 Fase de operación 148

4.3.3 Fase de abandono 148

4.4 Identificación de impactos ambientales 149

4.5 Valoración de impactos ambientales 151

4.6 Medidas de prevención/mitigación 153

4.6.1 Fase de planificación y diseño 153

4.6.2 Fase de construcción 154

4.6.3 Fase de operación 154

4.6.4 Fase de cierre o futura demolición 155

Capítulo 5 156

5. PRESUPUESTO 157

5.1 Estructura Desglosada de Trabajo 157

5.2 Especificaciones Técnicas 157

5.3 Rubros y análisis de precios unitarios 193

5.4 Cantidades de obra (Revisar) 194

5.5 Costo del proyecto 194

5.6 Cronograma de obra 197

Capítulo 6 199

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 200

6.1 Conclusiones 200

6.2 Recomendaciones 201

Referencias 201

ABREVIATURAS

ESPOL Escuela Superior Politécnica del Litoral

ASTM American Society for Testing and Materials

NEC Norma Ecuatoriana de la Construcción

CSE Electrodo de Cobre Sulfato de Cobre

ACI American Concrete Institute

INEC Instituto Nacional de Estadística y Censos

MAATE Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica

PRM Pórticos Resistentes a Momento

SUCS Sistema Unificado de Clasificación de suelos

MTOP Ministerio de Transporte y Obras Públicas

PEM Pórticos resistentes a momento en acero

ODS Objetivos de Desarrollo Sostenible

BID Banco Interamericano de Desarrollo

SIG Sistemas de Información Geográfica

DOT Desarrollo Orientado al Tránsito

SIMBOLOGÍA

m	Metro
cm	Centímetro
mm	Milímetro
m^2	Metro cuadrado
cm^2	Centímetro cuadrado
kg	Kilogramo
ton	Tonelada
L	Litros
m^3	Metro cúbico
g	Gravedad
A	Amperio
W	Voltio
%	Porcentaje
s	Segundo
in	Pulgadas

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1 Ubicación del área de estudio 13

Ilustración 2 Ubicación del área de estudio 13

Ilustración 3 Calicata hecha en sitio 15

Ilustración 4 Especificaciones de la prueba Proctor Modificada 18

Ilustración 5 Especificaciones para la clasificación del suelo 20

Ilustración 6 Especificaciones para la clasificación del suelo 21

Ilustración 7 Distribución de la planta baja de la residencia multifmiliar 27

Ilustración 8 Distribución para los pisos 1, 2 y 3 de la residencia multifamiliar 28

Ilustración 9 Sobrecargas mínimas uniformemente distribuidas, L_0 y concentradas P_0 30

Ilustración 10 Zona sísmica y curvas de peligro sísmico 34

Ilustración 11 Perfiles del suelo con sus características 34

Ilustración 12 Coeficientes para calcular el periodo de vibración 36

Ilustración 13 Coeficiente de importanica de acuerdo con el uso, destino e importanica 39

Ilustración 14 Coeficiente R para sistemas estructurales dúctiles 39

Ilustración 15 Definición de la grilla para el modelo del edificio 48

Ilustración 16 Definición de etiqueta para los niveles 48

Ilustración 17 Configuración de las propiedades de los materiales 49

Ilustración 18 Configuración de las propiedades del acero de refuerzo 50

Ilustración 19 Configuración de las propiedades del hormigón 50

Ilustración 20 Configuración del tipo de losa 51

Ilustración 21 Modelo de la superestructura del edificio multifamiliar 52

Ilustración 22 Definición de cargas 53
Ilustración 23 Configuración del sismo en dirección X 53
Ilustración 24 Configuración del sismo en dirección Y 54
Ilustración 25 Configuración del espectro de diseño elástico 54
Ilustración 26 Espectro de respuesta sísmica elaborado en el programa 55
Ilustración 27 Configuración de los sismos dinámicos 56
Ilustración 28 Factor de escala para el sismo en Y 57
Ilustración 29 Peso sísmico del edificio 58
Ilustración 30 Cargas establecidas para el modelo de la edificación 59
Ilustración 31 Configuración del efecto P-Delta 59
Ilustración 32 Diafragmas rígidos en cada una de las plantas del edificio 60
Ilustración 33 Coeficientes de irregularidad en planta 61
Ilustración 34 Coeficientes de irregularidad en elevación 63
Ilustración 35 Derivas máximas permisibles 65
Ilustración 36 Derivas obtenidas del porgrama 66
Ilustración 37 Cortante estático y dinámico de la edificación 68
Ilustración 38 Cortante dinámico corregido en el programa 69
Ilustración 39 Viga de diseño como ejemplo 70
Ilustración 40 Demandas de momentos de la viga de diseño 71
Ilustración 41 Detalle del armado de la viga de diseño 77
Ilustración 42 Columna para ejemplo de diseño B3 78
Ilustración 43 Límites dimensionales en columnas 80

Ilustración 44 Criterio de columna fuerte y viga débil....82
Ilustración 45 Combinación crítica demanda axial....84
Ilustración 46 Acero de refuerzo para columnas....87
Ilustración 47 Separación de estribos en la columna....88
Ilustración 48 Vista transversal del armado de la columna para la planta baja....90
Ilustración 49 Vista longitudinal del armado de la columna para la planta baja....90
Ilustración 50 Deflexiones para la losa de cubierta en SAFE....91
Ilustración 51 Demandas de momentos para el eje de las abscisas para la losa de la cubierta....92
Ilustración 52 Demandas de momento para ele de las ordenadas para la losa de la cubierta....92
Ilustración 53 Armado de acero longitudinal para la losa de cubierta....93
Ilustración 54 Deflexiones para losa de pisos en SAFW....94
Ilustración 55 Demandas de momento para el eje de las abscisas para losa de pisos....94
Ilustración 56 Demandas de momento para el eje de las ordenadas para losa de pisos....95
Ilustración 57 Armado de acero longitudinal para losa de pisos....96
Ilustración 58 Viga del eje B que será diseñada como ejemplo....97
Ilustración 59 Demandas de momento y fuerza axial de las columnas del eje B....98
Ilustración 60 Demandas mayoradas de las columnas del eje B....101
Ilustración 61 Detalle de armado transversal de la viga de cimentación....103
Ilustración 62 Detalle del armado longitudinal de la viga de cimentación....104
Ilustración 63 Valores de dotación dependiendo del tipo de edificación....105
Ilustración 64 Tabla de Flamant para la tubería de ¾”....107
Ilustración 65 Tabla de Flamant para la tubería de 1”....108

Ilustración 66 Unidades de descarga de aparatos sanitarios 108

Ilustración 67 Demandas de caudales, presiones y diámetros en aparatos de consumo 109

Ilustración 68 Expresión matemática para el cálculo de caudal máximo problable 110

Ilustración 69 Aparatos sanitarios con tubería de agua fría de la residencia 111

Ilustración 70 Aparatos sanitarios con tuberías de agua fría de la residencia 113

Ilustración 71 Distribución de las redes de AASS 12121

Ilustración 72 Unidades de descarga 12122

Ilustración 73 Caudales para fluxómetros 12125

Ilustración 74 Máximo para ramales horizontales 12127

Ilustración 75 Tabla de Manning para la tubería de 4” 12127

Ilustración 76 Relaciones hidráulicas 12128

Ilustración 77 Distribución de las bajantes del edificio 130

Ilustración 78 Distribucion de las cajas de paso y colectores 132

Ilustración 79 Tabla de Manning para tubería de 3” 134

Ilustración 80 Relaciones hidráulicas 135

Ilustración 81 Relaciones hidráulicas 136

Ilustración 82 Circuitos de iluminación del edifcio 139

Ilustración 83 Circuitos de tomacorrientes del edifcio 139

Ilustración 84 Esquema de la Matriz de Leopold 150

Ilustración 85 Estructura Desglosada de Trabajo (EDT) 158

Ilustración 86 APU para el rubro “Enlucido de paredes” 193

Ilustración 87 Cantidad del rubro “Punto de luminarias” 194

Ilustración 88 Presupuesto final del proyecto 195

Ilustración 89 Cronograma del proyecto 19899

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Número de tamices con sus respectivas aberturas 15

Tabla 2 Resultados de la prueba de Granulometría 16

Tabla 3 Valores obtenidos para calcular el límite Líquido 17

Tabla 4 Valores obtenidos para obtener el límite Plástico 17

Tabla 5 Resultados de la prueba límites de Atterberg 18

Tabla 6 Cálculos del ensayo Proctor 19

Tabla 7 Evaluación del Hormigón Armado 23

Tabla 8 Evaluación de la estructura en acero 24

Tabla 9 Resultados de las evaluaciones de los dos materiales 25

Tabla 10 Valores de Z en función de la zona sísmica 33

Tabla 11 Coeficiente de Amplificación de suelo en la zona de periodo corto (Fa) 36

Tabla 12 Amplificación de las ordenadas del espectro de respuesta de desplazamiento para diseño en roca (Fd) 37

Tabla 13 Comportamiento no lineal de los suelos (Fs) 37

Tabla 14 Valores de K 42

Tabla 15 Distribución vertical de fuerza sísmica y cortante basal 43

Tabla 16 Fuerzas sísmicas eje X 44

Tabla 17 Fuerza sísmicas eje Y 44

Tabla 18 Combinación de cargas eje X 45

Tabla 19 Combinación de cargas eje Y 45

Tabla 20 Resultados de las alturas de las vigas por piso del eje X 45

Tabla 21 Resultados de las alturas de las vigas por piso del eje Y 46

Tabla 22 Coeficiente K_{LL} para las columnas 46

Tabla 23 Dimensiones de las columnas prediseñadas 47

Tabla 24 Coeficientes de irregularidad en planta del programa 62

Tabla 25 Comprobación de irregularidad en planta 63

Tabla 26 Coeficientes de irregularidad en elevación del programa 64

Tabla 27 Comprobación de irregularidad en elevación 65

Tabla 28 Comprobación de derivas mínimas de la NEC 66

Tabla 29 Periodo del edificio calculado manualmente para ambos ejes 67

Tabla 30 Comprobación del periodo en el eje X con el criterio de la NEC 67

Tabla 31 Comprobación del periodo en el eje Y con el criterio de la NEC 68

Tabla 32 Resultados del diseño a flexión para la viga de ejemplo 73

Tabla 33 Acero colocado según la normativa 74

Tabla 34 Acero corregido acorde al acero mínimo y máximo 74

Tabla 35 Acero colocado: 4 varillas de 12 mm 74

Tabla 36 Resultados de los momentos probables del ejemplo 75

Tabla 37 Resultados de los cortantes para la viga de ejemplo 76

Tabla 38 Demandas de la columna B3 78

Tabla 39 Datos de las vigas que llegan a la columna de ejemplo 83

Tabla 40 Resultado de los momentos probables 84

Tabla 41 Demandas de servicio para la viga de ejemplo del eje B 99

Tabla 42 Esfuerzos distribuidos a lo largo de la viga 101

Tabla 43 Demandas mayoradas para el diseño de la viga de cimentación 102

Tabla 44 Caudales máximos para tuberías comerciales 110

Tabla 45 Cálculos del tejido 1 111

Tabla 46 Cálculos del tejido 2 112

Tabla 47 Cálculos del tejido 1 de agua caliente 114

Tabla 48 Longitudes equivalentes de los accesorios agua fría- Ruta crítica 1 116

Tabla 49 Longitudes equivalentes de los accesorios agua fría- Ruta crítica 2 117

Tabla 50 Longitudes equivalentes de los accesorios agua caliente- Ruta crítica I 118

Tabla 51 Presiones del sistema agua fría y agua caliente 119

Tabla 52 Resultados para la selección de la bomba 120

Tabla 53 Total de unidades de descarga para bajante 123

Tabla 54 Máximo número de unidades por bajante 124

Tabla 55 Diseño de bajantes 125

Tabla 56 Diseño de los colectores horizontales 127

Tabla 57 Resultados de verificación de llenado 129

Tabla 58 Caudal de los canales 1 y 4 131

Tabla 59 Caudal de los canales 2 y 3 131

Tabla 60 Proyección horizontal en m2 de área servida 132

Tabla 61 Caudal de las bajantes 1 y 2 133

Tabla 62 Número mínimo de circuitos según el tipo de vivienda 137

Tabla 63 Factores de demanda según el tipo de vivienda 137

Tabla 64 Factores de demanda para cargas especiales 138

Tabla 65 Cargas especiales 138

Tabla 66 Tabla resumen del diseño eléctrico 141

Tabla 67 Distribución de Breakers por piso 141

Tabla 68 Resumen de los cálculos para el diseño del sistema eléctricos 142

Tabla 69 Matriz de Leopold del proyecto 150

Tabla 70 Resultados obtenidos de la Matriz de Leopold 151

ÍNDICE DE PLANOS

PLANO 1 Propuesta arquitectónica- Planta baja- Primera Planta

PLANO 2 Propuesta arquitectónica- Segunda Planta- Tercera Planta

PLANO 3 Propuesta arquitectónica- fachada frontal lateral

PLANO 4 Propuesta arquitectónica- Isometría

PLANO 5 Detalles estructurales- Columnas

PLANO 6 Detalles estructurales- Primera Planta

PLANO 7 Detalles estructurales- Segunda Planta

PLANO 8 Detalles estructurales- Tercera planta

PLANO 9 Detalles estructurales- Cubierta

PLANO 10 Detalles estructurales- Losa

PLANO 11 Detalles estructurales- Cimentación

PLANO 12 Detalles estructurales- Cortes Cimentación

PLANO 13 Distribución de Agua Potable fría Planta Baja- Primera Planta

PLANO 14 Distribución de Agua Potable fría Segunda Planta- Tercera Planta

PLANO 15 Distribución de Agua Potable caliente Planta Baja- Primera Planta

PLANO 16 Distribución de Agua Potable caliente Segunda Planta- Tercera Planta

PLANO 17 Distribución de Agua Sanitaria Planta Baja- Primera Planta

PLANO 18 Distribución de Agua Sanitaria Segunda Planta- Tercera Planta

PLANO 19 Distribución de AALL- Ubicación de Pozos

PLANO 20 Isométrico de AAPP fría

PLANO 21 Isométrico de AAPP caliente

PLANO 22 Isométrico de AALL-AASS

PLANO 23 Circuito Eléctrico Iluminación Planta Baja- Primera Planta

PLANO 24 Circuito Eléctrico Iluminación Segunda Planta- Tercera Planta

PLANO 25 Circuito Eléctrico Potencia Planta Baja- Primera Planta

PLANO 26 Circuito Eléctrico Potencia Segunda Planta - Tercera Planta

PLANO 27 Tejido Eléctrico- Isométrico

Capítulo 1

1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, las ciudades han experimentado un crecimiento acelerado que ha dado lugar a un fenómeno conocido como expansión urbana. Este proceso, caracterizado por la ocupación progresiva del territorio más allá de los límites urbanos establecidos, ha transformado de forma significativa la configuración del entorno construido, el uso del suelo y la dinámica de vida de los ciudadanos. La expansión urbana es una manifestación del desarrollo económico y demográfico de las sociedades contemporáneas, el aumento poblacional, la migración del campo a la ciudad y las nuevas demandas de vivienda, infraestructura y servicios.

A nivel global, diversos medios de comunicación han llamado la atención sobre la necesidad de abordar la expansión urbana desde una perspectiva integral que contemple tanto el crecimiento físico de las ciudades como el bienestar de sus habitantes. La relevancia de este tema radica en la necesidad urgente de reorientar las prácticas urbanas hacia modelos más justos y sostenibles que garanticen el acceso equitativo a los servicios, oportunidades económicas y espacios de interacción social. La manera en que se utiliza el suelo y se organiza el territorio influye directamente en la vida cotidiana de las personas, condicionando su movilidad, sus relaciones comunitarias, sus posibilidades de empleo y su relación con el entorno natural.

En el caso particular de la ciudad de Guayaquil, la expansión urbana ha tenido un impacto significativo en su estructura territorial y en la calidad de vida de sus habitantes. Durante los últimos años, el crecimiento de la ciudad se ha extendido hacia zonas periféricas, muchas veces sin una planificación integral que considere el acceso a servicios básicos. Esta expansión ha generado asentamientos dispersos, dificultades en la movilidad urbana, presión sobre los recursos naturales y una creciente desigualdad en el acceso a oportunidades económicas. Además, el uso del suelo en Guayaquil refleja una tendencia hacia la ocupación desorganizada y poco sustentable del territorio, lo cual limita la capacidad de la ciudad para responder de manera equitativa y funcional a las necesidades de su población.

En este contexto, el presente trabajo busca diseñar una solución viable para reducir la expansión urbana y darle un mejor uso al suelo a través de la construcción de residencias multifamiliares verticales. Mediante esta solución se busca mejorar el progreso y el acceso a mejores condiciones de vida de la población de escasos recursos, también plantea ajustar el crecimiento urbano de manera ordenada y con una planificación adecuada. Las consecuencias de no tomar medidas en cuanto al crecimiento desordenado se hacen evidentes en la desconexión entre zonas urbanas, la saturación de servicios, el aumento de los tiempos de traslado y el deterioro ambiental.

1.1 Antecedentes

A medida que las poblaciones crecieron y se incrementaron las demandas habitacionales, los centros urbanos comenzaron a extenderse más allá de sus límites tradicionales, ocupando progresivamente suelo rural o natural. A este fenómeno se lo conoce como expansión urbana y se refiere al crecimiento físico de las ciudades hacia sus periferias, muchas veces de forma desordenada y sin planificación (Cruz-Muñoz, 2021). La expansión urbana ha acompañado históricamente al crecimiento de las ciudades, especialmente desde el auge de la industrialización en el siglo XIX (Lyu et al., 2025).

En América Latina, la expansión urbana ha sido uno de los fenómenos más notorios de las últimas décadas, con un crecimiento sostenido de las áreas urbanas que supera ampliamente el ritmo de crecimiento poblacional (Pierri-Daunt & Siedentop, 2025). Según datos del Banco Mundial (BANCO MUNDIAL, 2023), más del 80% de la población latinoamericana vive actualmente en ciudades, lo que convierte a la región en una de las más urbanizadas del mundo. Sin embargo, este crecimiento ha sido en gran parte desordenado: se estima que cerca del 25% de la población urbana vive en asentamientos informales, caracterizados por la falta de servicios básicos, infraestructura adecuada y seguridad jurídica sobre la tenencia del suelo (Inostroza et al., 2013). Además, informes del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) indican que entre

1990 y 2015, las ciudades latinoamericanas duplicaron su huella urbana, mientras que su población creció solo en un 50%, lo que refleja una expansión extensiva y poco eficiente del territorio (Barragán & de Andrés, 2016).

Diversas investigaciones recientes han abordado la problemática desde múltiples enfoques, donde algunos estudios han evaluado los patrones espaciales de expansión mediante tecnologías como la teledetección y los sistemas de información geográfica (SIG) (Sánchez et al., 2024). Otros trabajos han analizado las consecuencias sociales del crecimiento urbano desordenado, como la marginación de ciertos sectores poblacionales o la pérdida de cohesión comunitaria (Ramón González et al., 2021). También se han desarrollado modelos de planificación urbana orientados a la sostenibilidad, como las ciudades compactas (residencias verticales), los sistemas de transporte integrados y el desarrollo orientado al tránsito (TOD, por sus siglas en inglés), los cuales buscan reducir la dispersión urbana y optimizar el uso del suelo (Becerra et al., 2023; Carrasco, 2016; Rodriguez & Vergel, 2013).

En este contexto, una de las soluciones que ha vuelto a tomar fuerza durante los últimos años ante los asentamientos irregulares es la construcción vertical. Este tipo de construcciones residenciales eran muy populares en la antigua Unión Soviética ya que buscaban solucionar el rápido crecimiento urbano y la crisis de vivienda tras la II Guerra Mundial (Khairullina, 2018). Al inicio, estos edificios residenciales eran de 5 pisos, posteriormente fueron aumentando la altura a medida que construían estructuras más duraderas. Estos modelos residenciales ofrecían viviendas dignas a todos sus ciudadanos ya que responden a una visión ideológica de igualdad: todos los ciudadanos merecen tener acceso a una vivienda (Álvarez Cantero, 2021).

De esta manera, desarrollar la construcción vertical se convierte en una solución viable, que a priori, frenaría el crecimiento desorganizado de la población. Así mismo, orientar los modelos arquitectónicos de estas viviendas para familias inclusivas constituye una base fundamental para comprender y abordar la necesidad de una planificación más equitativa y

eficiente (Inostroza et al., 2013). De esta manera, el espacio urbano deja de ser tratado únicamente como un recurso económico, sino como un bien común que garantiza el desarrollo integral de las personas. Finalmente, la forma en que se organiza el territorio tiene una relación directa sobre el acceso a derechos básicos como la vivienda, la movilidad, la salud y la educación.

1.2 Descripción del Problema

En la actualidad, la expansión urbana en ciudades como Guayaquil ocurre de manera acelerada y, en muchos casos, sin una planificación adecuada que garantice un uso eficiente y equitativo del suelo. Entre los principales aspectos a resolver se encuentran la falta de conectividad entre las nuevas áreas urbanizadas y el centro de la ciudad, la carencia de servicios básicos en zonas periféricas, la ocupación de suelos no aptos para urbanización y la pérdida de espacios naturales o agrícolas. Estos factores dificultan el acceso a una vivienda digna donde puedan desarrollar sus actividades laborales, educativas y de salud, además de incrementar los tiempos y costos de desplazamiento.

Entre las restricciones importantes están los límites físicos del territorio, las condiciones ambientales, la normativa urbanística vigente y la capacidad financiera de los gobiernos locales para intervenir en zonas informales. El desafío se centra en diseñar estrategias que equilibren el crecimiento urbano con la preservación del entorno y la equidad social, evitando que la expansión territorial continúe generando fragmentación y desigualdad. En consecuencia, la relevancia del problema recae en cómo afecta de manera directa la calidad de vida de miles de personas y compromete el desarrollo sostenible de la ciudad.

Por este motivo, si no se aborda de forma integral, las consecuencias a corto y largo plazo incluyen el aumento de asentamientos informales, la sobrecarga de servicios públicos, el deterioro del medio ambiente urbano y la profundización de la segregación social. Además, se pierde la oportunidad de construir una ciudad más inclusiva, resiliente y eficiente, donde todas

las personas tengan acceso equitativo a los beneficios del desarrollo urbano. Por consiguiente, los principales afectados por esta problemática son los habitantes de las zonas periféricas, especialmente aquellos con menores recursos económicos, quienes enfrentan mayores barreras para acceder a vivienda digna, servicios básicos y transporte eficiente.

1.3 Justificación del Problema

Los asentamientos irregulares en la periferia de Guayaquil han provocado un uso ineficiente del suelo, la falta de acceso a infraestructura y servicios básicos. Esta situación repercute negativamente en la calidad de vida de los habitantes, genera dificultades en la movilidad, incrementa la desigualdad social y afecta la sostenibilidad del desarrollo urbano. Si no se adoptan medidas de planificación adecuadas, este crecimiento seguirá profundizando la fragmentación territorial y social de la ciudad.

En este contexto, el proyecto está orientado a beneficiar directamente a un grupo de familias del sector Villa Bonita en la ciudad de Guayaquil. Estas familias requieren soluciones habitacionales dignas, accesibles y bien integradas al entorno urbano a través del diseño de residencias multifamiliares. Además, el proyecto también ofrece beneficios a los profesionales del urbanismo y la arquitectura ya que puede aportar un modelo que puede ser replicable para demás desarrollos urbanísticos. Esta iniciativa es necesaria porque responde a una doble problemática: la escasez de vivienda adecuada para sectores vulnerables y el crecimiento desorganizado del territorio urbano. A través de un diseño arquitectónico eficiente y funcional el proyecto busca optimizar el uso del suelo en zonas periféricas, promoviendo una solución habitacional que respete el entorno, facilite la vida comunitaria y contribuya a la consolidación de barrios más estructurados y sostenibles.

Entre los impactos positivos del proyecto se destacan la mejora en las condiciones de habitabilidad del cliente, el fortalecimiento social en el vecindario y la contribución de un modelo residencial más compacto y eficiente. Además, se incentiva el aprovechamiento racional

del suelo urbano disponible, reduciendo asentamientos sobre nuevas áreas rurales o naturales, y apoyando la provisión de servicios básicos en zonas ya intervenidas. Finalmente, la innovación del proyecto radica en su enfoque integral, que no solo contempla criterios arquitectónicos y constructivos, sino también sociales, económicos y urbanísticos. La propuesta introduce una solución técnica viable y contextualizada para el problema de la vivienda en la periferia urbana de la ciudad de Guayaquil, aportando con un diseño multifamiliar desde una perspectiva sostenible y replicable en otras zonas de características similares.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Diseñar estructuralmente una edificación multifamiliar en la periferia de Guayaquil, integrando instalaciones hidrosanitarias, eléctricas y presupuesto mediante la aplicación de criterios de eficiencia estructural, optimización de costos y cumplimiento de normativas vigentes, garantizando su funcionalidad, sostenibilidad y adaptabilidad, en vista de las necesidades habitacionales de sectores urbanos en constante expansión.

- ¿Qué beneficios conlleva a la aplicación de la metodología BIM en este tipo de proyectos?
- ¿Qué estrategias se están utilizando para reducir el consumo energético?
- ¿Cómo se garantiza que el diseño propuesto garantice la estabilidad ante un sismo o desplazamiento laterales?

1.4.2 Objetivos específicos

1. Verificar el cumplimiento de los criterios de eficiencia estructural, aplicando normativas sísmicas y estructurales vigentes para edificaciones sismorresistentes en el Ecuador considerando la arquitectura del edificio.

2. Elaborar los sistemas hidrosanitarios y eléctricos de la vivienda multifamiliar a través de la generación de planos con la ayuda de programas de ingeniería civil para la elaboración de una memoria técnica donde se detallen todas las características del diseño.
3. Generar un presupuesto y cronograma de obra detallado incluyendo los costos de materiales, mano de obra y equipos para una planificación adecuada y viable cumpliendo los códigos y regulaciones de construcción.

Capítulo 2

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Revisión de literatura

Desde el siglo XIX, la vivienda social se convirtió en una de las principales preocupaciones urbanas en las grandes ciudades de los países más avanzados en el proceso de industrialización (Rodríguez Sosa et al., 2019). En 1922, Le Corbusier fue uno de los primeros en proponer los edificios verticales de alta densidad como una respuesta arquitectónica y urbanística moderna frente al crecimiento de la población en las ciudades (Vásquez, 2010). Actualmente, diversos autores concuerdan en que la construcción residencial vertical es una alternativa efectiva para responder a la creciente demanda habitacional en contextos de urbanización acelerada (D'Ottaviano & Bossuyt, 2024; Ferguson & Smets, 2010; Van Noorloos et al., 2020).

La construcción vertical representa una estrategia prometedora para la urbanización sostenible al hacer crecer las ciudades hacia arriba en lugar de hacia afuera (Chen et al., 2023). Una de sus principales fortalezas es la optimización del uso del suelo, ya que permite albergar a un mayor número de familias usando menos área de suelo. Esto resulta especialmente valioso en situaciones donde la disponibilidad de terrenos urbanizables es limitada sobre todo para personas de escasos recursos (Wang et al., 2025). Adicionalmente, se facilita el acceso a servicios e infraestructura como: transporte público, centros educativos, de salud y espacios comerciales, reduciendo así los tiempos de desplazamiento y mejorando la calidad de vida de los habitantes (Jirón et al., 2024).

Otro aspecto positivo es su potencial para fomentar la cohesión social, estas edificaciones pueden incluir espacios comunes como áreas verdes, salones comunales o patios interiores, que promueven la interacción entre vecinos y fortalecen el sentido de comunidad (Romero-Pérez et al., 2021). Por otro lado, este tipo de desarrollo contribuye a disminuir la expansión horizontal de

las ciudades, lo que implica una menor ocupación de suelos agrícolas o áreas naturales y una reducción en las emisiones de gases contaminantes derivados del transporte motorizado (Dinic Brankovic et al., 2022). Dadas estas características, Yin considera que la expansión vertical es una solución para abordar la expansión horizontal incontrolada y, al mismo tiempo, conservar eficazmente los recursos de la tierra (Yin et al., 2025).

A pesar de los beneficios que ofrece, diversos autores expresan que los edificios de gran altura también pueden provocar una serie de problemas económicos y sociales (Hayati & Sayadi, 2012; Kalantari & Shepley, 2021). Los espacios reducidos, poco ventilados o mal iluminados, generan condiciones de hacinamiento y deterioro físico que afectan la salud y el bienestar de sus ocupantes. Por ejemplo, un estudio de 1353 ciudades de Estados Unidos reveló que los edificios de gran altura reducen el acceso de los residentes de la ciudad a la luz solar, lo que puede provocar graves problemas psicológicos y de salud pública (Wu et al., 2024).

Así mismo, algunos estudios concluyen que existe un grupo específico de la población que presenta inconvenientes en habitar en edificios entre ellos están las familias con niños y las personas mayores (Caswell et al., 2025; Trivic, 2021; Whitzman & Mizrachi, 2012). Esto radica en la calidad del diseño arquitectónico cuando las edificaciones verticales no son concebidas con criterios adecuados de habitabilidad, confort y sostenibilidad (Vives et al., 2024). Además, la falta de mantenimiento en áreas comunes puede acelerar el deterioro de estos inmuebles, lo que a largo plazo repercute en el abandono o estigmatización de estos conjuntos habitacionales (Álvarez Mora, 2016).

Otro de los principales obstáculos es la resistencia cultural, ya que en muchas comunidades persiste una fuerte preferencia por las viviendas unifamiliares con patio o jardín, lo cual está profundamente arraigado en la identidad y aspiraciones de muchas familias (Villalobos-González, 2020). Por otra parte, el factor económico también está involucrado dado que la construcción de residencias verticales requiere una inversión inicial considerable, tiene un precio

de $385 – $400 USD por metro cuadrado para estructuras de hormigón (Castillo & Forray, 2014). Esto puede representar una barrera para su desarrollo, a menos que existan mecanismos de financiamiento accesibles o subsidios gubernamentales que permitan su ejecución.

Diversos proyectos en el mundo han convertido la vivienda vertical en un referente de innovación arquitectónica y sostenibilidad urbana. En Milán, las icónicas Torres Bosco Verticale, integran cientos de árboles y plantas en balcones y fachadas, filtrando la contaminación, regularizando microclimas y sirviendo como "bosques verticales" en altura (Al-Kodmany, 2023). Otro ejemplo destacable, es la Aqua Tower en Chicago, su diseño combina balcones ondulados que ofrecen sombra y ventilación, además obtuvo la certificación LEED por su enfoque sostenible (Szołomicki & Berkowski, 2016). Estos ejemplos demuestran que existen soluciones innovadoras con diseños arquitectónicos funcionales que permiten a sus residentes realizar sus actividades cotidianas sin problemas.

En Ecuador, en los últimos años se observa un impulso significativo hacia el desarrollo urbano vertical, especialmente en ciudades como Quito y Guayaquil. En Quito existen construcciones como los edificios IQON y EPIQ (La Hora, 2024); en Guayaquil, existen proyectos residenciales como Bosques del Norte, YOO Guayaquil y The Hills cuyos departamentos integran usos mixtos y espacios comunitarios (García, 2024). Por otro lado, está el desarrollo de Residencias Villanueva en la ciudad de Quito que está orientado a sectores de clase media y baja de la población a diferencia de los proyectos mencionados anteriormente. El proyecto cuenta con 27 apartamentos y 17 casas donde son ocupadas por estudiantes de la universidad ESPE, la cual se encuentra a pocas cuadras de distancia, los apartamentos por familias pequeñas y personas de la tercera edad y las casas por familias con planificación a crecer (ERDC Arquitectos, 2023).

2.2 Área de estudio

- Ubicación geográfica

La ubicación del proyecto se encuentra al noroeste de la ciudad de Guayaquil (Guayas), en el sector de Villa Bonita (2°02 '54 "S 79°59' 33"W). El sector es una zona destinada a residencia, por lo que, en los alrededores se encuentran negocios familiares como tiendas de barrio, talleres mecánicos y parques familiares. A pesar de estar ligeramente en los alrededores de la ciudad, cuenta con servicios como una planta de tratamiento de agua residuales y líneas de transporte público (ver Ilustración 1 e Ilustración 2).

Ilustración 1

Ubicación del área de estudio

Nota. Obtenida de Google Earth

Ilustración 2

Ubicación del área de estudio

Nota. Obtenida de Google Earth

- Descripción física o técnica del sitio

Dado que el terreno se encuentra en los límites de la ciudad de Guayaquil, predomina una topografía plana donde existe la presencia de bosques secos tropicales en los alrededores de Villa Bonita. Además, el clima se caracteriza por ser caluroso y húmedo durante gran parte del año con temperaturas que varían entre 24ºC y 32ºC, así mismo, la época de lluvias ocurre durante los meses de enero a abril y los restantes meses se los conoce como época seca. Por otro lado, Villa Bonita es una urbanización creada por la Municipalidad de Guayaquil para familias de clase media-baja que buscan acceder a una vivienda digna, del mismo modo, con este proyecto se busca regular asentamientos irregulares de viviendas en los límites de la ciudad.

2.3 Trabajo de campo y laboratorio

Con el fin de conocer las características del suelo del terreno, se llevaron a cabo una serie de ensayos de laboratorio para la clasificación de este. Los ensayos realizados son los siguientes: Granulometría, Límites de Atterberg y Proctor Estándar, las muestras se tomaron a partir de una calicata realizada a 1.5 m de profundidad en el terreno (ver Ilustración 3).

Ilustración 3

Calicata hecha en sitio

Nota. Elaboración propia.

2.4 Análisis de datos

Para el ensayo de granulometría se consideró una muestra de aproximadamente 8.5 kg, la cual fue lavada y secada durante 1 día para su posterior tamizado. Por simple inspección se observó que no eran necesarios tamices mayores a 3 pulgadas ya que no había presencia de rocas mayores a este tamaño. La lista de tamices usados junto con sus aberturas se muestra en la Tabla 1:

Tabla 1

Número de tamices con sus respectivas aberturas

# Tamiz	3	$2^{1/2}$	2	$1^{1/2}$	1	3/4	1/2	3/8	4	8	16	30	50	100	200
Abertura (mm)	75	63	50.8	38.1	25.4	19	12.5	9.5	4.75	2.38	1.19	0.6	0.297	0.15	0.075

Nota. Elaboración propia.

Al finalizar el tamizado, se procesaron los resultados y se obtuvo lo siguientes valores mostrados en la Tabla 2:

Tabla 2

Resultados de la prueba de Granulometría

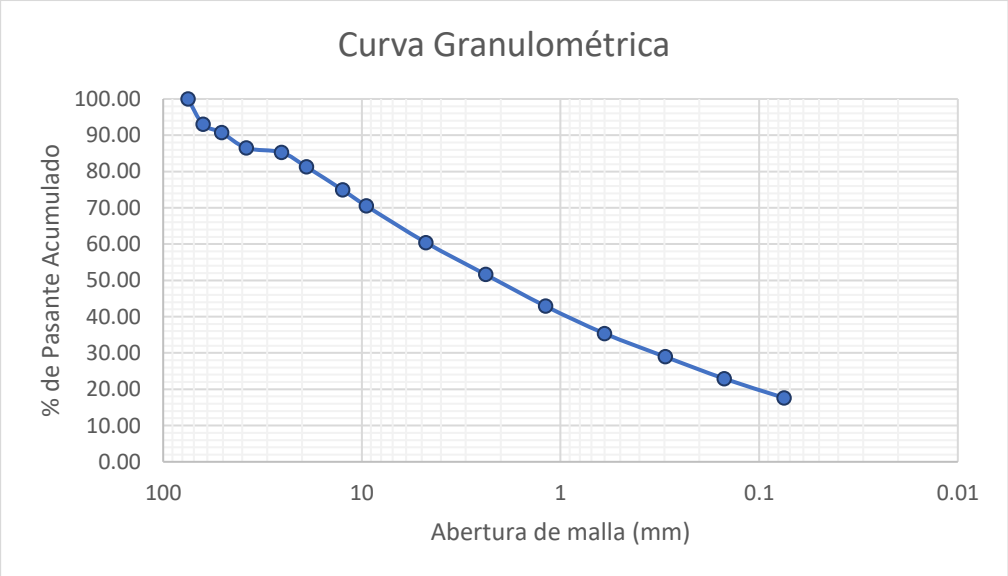
Tipo de suelo	Tamiz	%
Fino	Pasa el #200	17.65
Arenas	Pasa el #4 y queda retenido en el #200	42.77
Gravas	Queda retenido en el #4	39.59

Nota. Elaboración propia.

Adicionalmente, con los resultados se elaboró la siguiente curva granulométrica donde se muestra el porcentaje de material que ha pasado en cada uno de los tamices usados (ver Gráfico 1).

Gráfico 1

Curva de la granulometría de la muestra



Nota. Elaboración propia.

En el ensayo de Límites de Atterberg se busca conocer la consistencia del material fino a partir de la identificación del límite plástico, líquido y el índice de plasticidad, para realizar esta práctica es necesario el uso de la cuchara de Casagrande. Se realizaron tres pruebas para la determinación del límite líquido y dos para el límite de plástico, los resultados se muestran en la Tabla 3 y Tabla 4:

Tabla 3

Valores obtenidos para calcular el Límite Líquido

Límite Líquido			
Recipientes	1	2	3
ID recipiente	67	75	16
Recipiente + peso húmedo (gr)	13.58	13.21	16.74
Recipiente + peso seco (gr)	11.50	11.30	140
Peso del recipiente (gr)	6.18	6.14	6.29
Peso del agua (gr)	2.08	1.91	2.74
Peso seco (gr)	5.32	5.16	7.71
# de golpes	**15**	**23**	**39**
Humedad (%)	39.10	37.02	35.54

Nota. Elaboración propia.

Tabla 4

Valores obtenidos para obtener el Límite Plástico

Límite Plástico		
Recipientes	1	2
ID de recipiente	71	26
Recipiente + peso húmedo (gr)	13.73	10.62
Recipiente + peso seco (gr)	12.20	9.80
Peso del recipiente (gr)	5.98	6.17
Peso del agua (gr)	1.53	0.82
Peso seco (gr)	6.22	3.63

Humedad (%)	24.60	22.59

Nota. Elaboración propia.

A partir de los porcentajes de humedad de ambos límites se obtienen los límites líquido y plástico, posteriormente se obtiene el índice de plasticidad del resultado de la diferencia de ambos como se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5

Resultados de la prueba Limites de Atterberg

Límite Líquido	37.22
Límite Plástico	23.59
Índice de Plasticidad	13.62

Nota. Elaboración propia.

Por último, se realizó el ensayo de Proctor modificado la cual, a diferencia del ensayo estándar, este requiere de 56 golpes y 5 capas a compactar según la norma ASTM (ver Ilustración 4).

Ilustración 4

Especificaciones de la prueba Proctor modificada

Tabla 5.3 Especificaciones de la prueba Proctor modificada (Basadas en Norma ASTM Prueba 1577)

Elemento	Método A	Método B	Método C
Diámetro del molde	101.6 mm	101.6 mm	152.4 mm
Volumen del molde	943.3 cm^3	943.3 cm^3	2124 cm^3
Peso del martillo	44.5 N	44.5 N	44.5 N
Altura de la caída del martillo	457.2 mm	457.2 mm	457.2 mm
Número de golpes de martillo por capa de suelo	25	25	56
Número de capas de compactación	5	5	5
Energía de compactación	2696 kN-m/m^3	2696 kN-m/m^3	2696 kN-m/m^3
Suelo utilizado	Porción que pasa el tamiz núm. 4 (4.57 mm). Puede ser utilizada si 20% *o menos* del peso de material es retenido en el tamiz núm. 4	Porción que pasa el tamiz de 9.5 mm. Puede utilizarse si el suelo retenido en el tamiz núm. 4 *es más* de 20% y 20% *o menos* del peso es retenido en el tamiz de 9.5 mm.	Porción que pasa el tamiz de 19 mm. Puede utilizarse si *más de* 20% del material es retenido en el tamiz de 9.5 mm y *menos de* 30% del peso es retenido en el tamiz de 19 mm.

Nota. Obtenido del libro “Fundamentos de Geotecnia” de Bras.

El objetivo de este ensayo es conocer la densidad seca máxima del suelo a partir del incremento de humedad de este, a continuación, se muestran los resultados de la compactación de 3 muestras de aproximadamente 6 kg cada uno junto con los datos del molde empleado (ver Tabla 6).

$$Masa_{molde} = 2.7\ kg$$

$$Volumen_{molde} = 2124\ cm^3$$

Tabla 6

Cálculos del ensayo Proctor

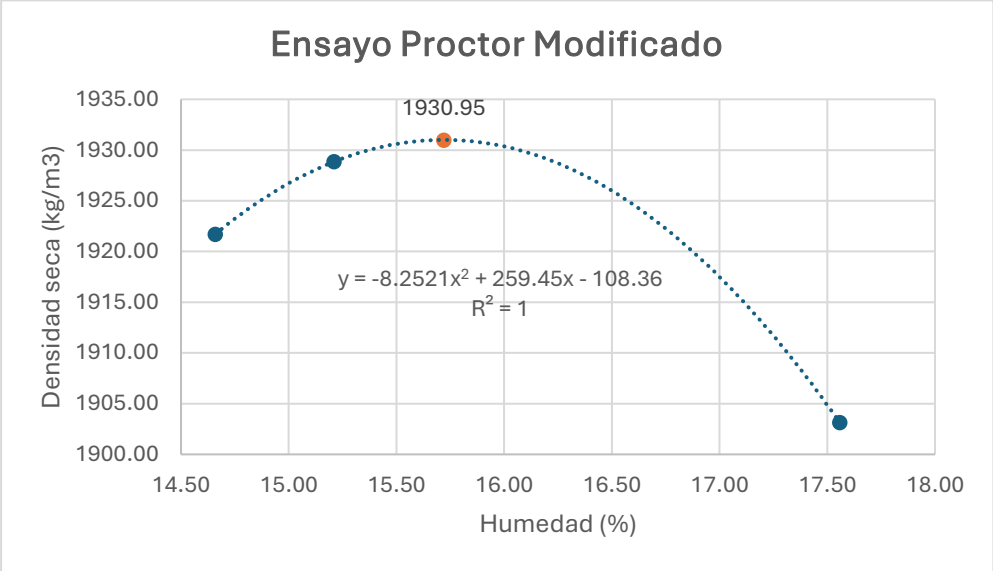
	Determinación de la densidad húmeda			
	1	2	3	4
Masa compactada + molde A (kg)	7.3	7.4	7.5	7.5
Densidad humedad (kg/m3)	2171.4	2203.4	2222.2	2237.3
	Determinación de la humedad			
Masa de agua añadida (gr)	350	450	550	650
ID de recipiente	13	22	18	P1F
Masa del recipiente (gr)	101.5	91.5	92.4	111.4
Masa de suelo húmedo + recipiente (gr)	469.1	412.2	452.2	515.8
Masa de suelo seco + recipiente (gr)	430.8	371.2	404.7	455.4
Masa de agua evaporada (gr)	38.3	41	47.5	60.4
Masa de suelo seco (gr)	329.3	279.7	312.3	344
Humedad (%)	11.6	14.7	15.2	17.6
	Determinación de la densidad seca			
A = (Humedad+100) *0.01	1.12	1.15	1.15	1.18
Densidad seca (kg/m3)	1945.1	1921.7	1928.9	1903.1

Nota. Elaboración propia.

Con estos valores se realiza la gráfica de Humedad vs Densidad Seca donde se observa una parábola invertida donde su vértice es la densidad máxima seca de la muestra (ver Gráfico 2).

Gráfico 2

Curva del ensayo Proctor Modificado



Nota. Elaboración propia.

$$\gamma_{dmax} = 1930.95\ kg/m^3$$

$$Humedad = 15.72\ \%$$

Al finalizar los ensayos se clasificó la muestra de suelo de acuerdo con el Sistema Unificado de Clasificación de Suelo (SUCS) a partir de los resultados de la granulometría y límites de Atterberg (ver Ilustración 5 e Ilustración 6).

Ilustración 5

Especificaciones para la clasificación de suelo

Tabla 4.2 Sistema unificado de clasificación de suelo (basado en el material que pasa por el tamiz núm. 75)

Criterio para la asignación de símbolos de grupo				Símbolos de grupo
Suelos de grano grueso Más de 50% retenido en el tamiz núm. 200	**Gravas** Más de 50% de fracción gruesa retenida en el tamiz núm. 4	Gravas limpias Menos de 5% finos[a]	$C_u \geq 4$ y $1 \leq C_c \leq 3^c$	GW
			$C_u < 4$ y/o $1 > C_c > 3^c$	GP
		Gravas con finos Más de 12% finos[a,d]	$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2)	GM
			$PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2)	GC
	Arenas 50% o más de la fracción gruesa pasa tamiz núm. 4	Arenas limpias Menos de 5% finos[b]	$C_u \geq 6$ y $1 \leq C_c \leq 3^c$	SW
			$C_u < 6$ y/o $1 > C_c > 3^c$	SP
		Arenas con finos Más de 12% finos[b,d]	$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2)	SM
			$PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2)	SC
Suelos de grano fino 50% o más pasa a través del tamiz núm. 200	**Limos y arcillas** Límite líquido menor que 50	Inorgánico	$PI > 7$ y gráficos en o por encima de línea "A" (figura 4.2)[e]	CL
			$PI < 4$ o gráficos por debajo de línea "A" (figura 4.2)[e]	ML
		Orgánico	$\frac{\text{Límite líquido: secado}}{\text{Límite líquido: no secado}} < 0.75$; vea la figura 4.2; zona OL	OL
	Limos y arcillas Límite líquido 50 o más	Inorgánico	Gráficos *PI* en o por encima de línea "A" (figura 4.2)	CH
			Gráficos *PI* por debajo de "A" línea (figura 4.2)	MH
		Orgánico	$\frac{\text{Límite líquido: secado}}{\text{Límite líquido: no secado}} < 0.75$; vea la figura 4.2; zona OH	OH
Suelos altamente orgánicos	Materia orgánica principalmente, color oscuro y orgánico			Pt

[a] Gravas con 5 a 12% de finos requieren símbolos dobles: GW-GM, GW-GC, GP-GM, GP-GC.
[b] Arenas con 5 a 12% de finos requieren símbolos dobles: SW-SM, SW-SC, SP-SM, SP-SC.
[c] $C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$; $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} \times D_{10}}$
[d] Si $4 \leq PI \leq 7$ y gráficos en la zona rayada en la figura 4.2, se usa doble símbolo GC-GM o SC-SM.
[e] Si $4 \leq PI \leq 7$ y gráficos en la zona rayada en la figura 4.2, se usa doble símbolo CL-ML.

Nota. Obtenido del libro "Fundamentos de Geotecnia" de Bras.

Ilustración 6

Especificaciones para la clasificación de suelo

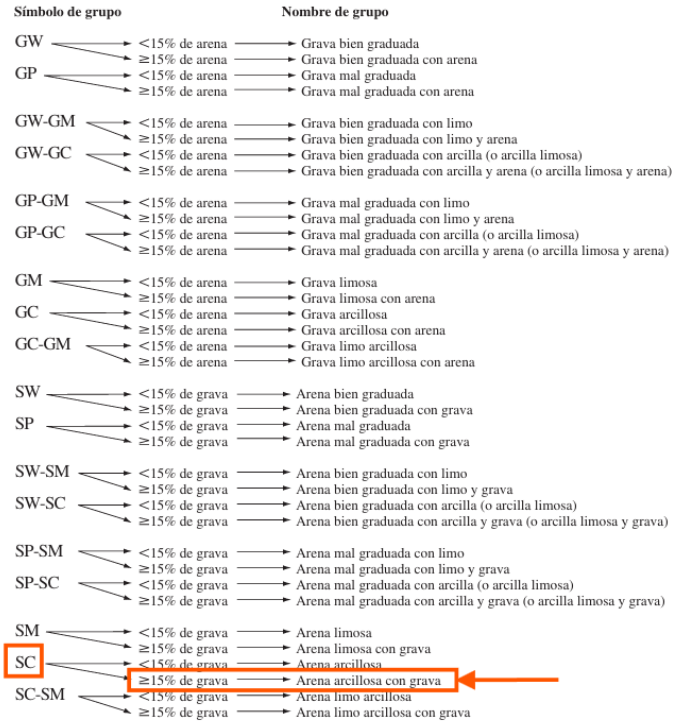


Figura 4.3 Diagrama de flujo para los nombres de los grupos de grava y arena del suelo (Reproducido con permiso del Libro Anual de Normas ASTM, 2010, copyright ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, West Conshohocken, PA, 19428)

Nota. Obtenido del libro “Fundamentos de Geotecnia” de Bras.

A partir del ensayo de Granulometría, se conoce que la muestra presenta más de un 50% de material retenido en el tamiz # 200, por lo que, se infiere que el suelo es de grano grueso. Adicionalmente, más del 50% de la fracción gruesa quedó retenida en el tamiz # 4, por tanto, se clasifica como arenas. Por otro lado, conociendo el índice de plasticidad a partir de los límites de Atterberg (PI>7) se determinó que la muestra pertenece a una arena arcillosa. Finalmente, como se observan en la imagen, la muestra de suelo del terreno pertenece a la familia de Arenas Arcillosas con presencia de Gravas (SC) ya que cuenta con un porcentaje considerable de gravas.

2.5 Análisis de alternativas

Para la construcción del edificio residencial de cuatro niveles se evaluarán dos alternativas principales: 1) Pórtico especial sismo resistente de hormigón armado y 2) Pórtico especiales a momento de acero. Cada alternativa será analizada en función de los criterios más importantes para el cliente: costo, tiempo, mantenimiento e impacto ambiental mediante una matriz de análisis de alternativas. Los criterios serán evaluados con una escala de 1 hasta el 5, donde 1 es nada favorable y 5 muy favorable, adicionalmente, cada criterio tendrá una ponderación de importancia en función de las necesidades del cliente. Para el cliente, lo más importante es saber cuánto dinero tendrá que invertir en el proyecto (50%); así mismo, el tiempo de ejecución es otro criterio importante para el cliente (25%); por otro lado, existe una menor preocupación en cuanto al mantenimiento del edificio una vez finalizada la obra (15%); finalmente, el impacto ambiental es el criterio que menos importancia le da el cliente (10%), sin embargo, es importante considerarlo para el análisis.

2.5.1 Pórtico especial sismo resistente en hormigón armado (H.A)

El hormigón armado es un material compuesto de hormigón y acero, logrando resistir a esfuerzos tanto a compresión como a tracción. Este material permite construir elementos como:

columnas, vigas, losas y muros con una gran capacidad de carga y durabilidad. Su resistencia al fuego, a la intemperie y a ciertos agentes químicos lo hace ideal para obras permanentes mientras que su ductilidad proporciona seguridad ante eventos sísmicos (Bernal, 2021). En la Tabla 7 se muestran los valores asignados para cada criterio, posteriormente, se redacta una justificación del porqué de estos valores.

Tabla 7

Evaluación del Hormigón Armado

Criterio	Ponderación (%)	ESCALA				
		1	**2**	**3**	**4**	**5**
Costo	50%					X
Tiempo	25%		X			
Mantenimiento	15%				X	
Impacto Ambiental	10%			X		

Nota. Elaboración propia

Costo: Un estudio comparó los sistemas de pórticos con H.A y acero estructural llegando a la conclusión de que el sistema estructural de pórticos especiales resistentes a momento más económico es el de hormigón armado (Camino et al., 2023). Entre los resultados del estudio, se observa que el costo de los pórticos de H.A son casi un 80% más baratos que emplear acero estructural, teniendo en cuenta solo el material.

Tiempo: Entre las desventajas del H.A está el tiempo de construcción, debido que el concreto debe ser curado y debe llegar a su resistencia máxima, además, la necesidad de encofrar y desencofrar alarga la duración del proyecto (Rojas et al., 2019).

Mantenimiento: El H.A es un material que no requiere de una inversión fuerte en cuanto al mantenimiento de la estructura si esta no presenta problemas graves (Bernal, 2021), pueden aparecer fisuras que se pueden corregir al instante.

Impacto Ambiental: Existe una mayor generación de CO_2 durante la fabricación del cemento además requiere de una alta demanda de agua potable para su mezclado y curado. Además, cada metro cuadrado de construcción típica genera 76.11 de residuo de construcción y demolición, siendo 75.77 kg mixto proveniente del hormigón y 0.34 kg, del acero (Mercader Moyano et al., 2019).

2.5.2 Pórticos especiales a momento en acero (PEM)

La construcción de estructuras metálicas ofrece alta resistencia, flexibilidad y rapidez de montaje. Estas estructuras son comunes en edificaciones industriales, puentes, hangares, edificios de gran altura y obras temporales debido a su capacidad de soportar grandes cargas con elementos más delgados y ligeros que los de hormigón armado. La mayoría de las piezas se fabrican en taller bajo estrictos controles de calidad y luego se transportan al sitio de obra para su ensamblaje mediante pernos o soldaduras, lo que acelera considerablemente el proceso constructivo (Vielma & Cando, 2017). En la Tabla 8 se muestran los valores asignados para las estructuras de acero y, posteriormente, se encuentran las justificaciones de estas.

Tabla 8

Evaluación de la Estructura en Acero

Criterio	Ponderación (%)	ESCALA				
		1	2	3	4	5
Costo	50%		X			
Tiempo	20%					X
Mantenimiento	15%	X				
Impacto Ambiental	15%				X	

Nota. Elaboración propia.

Costo: Como se mencionó anteriormente, estas estructuras tienen un costo del material elevado llegando a ser un 80% más caro que el H.A (Camino et al., 2023).

Mantenimiento: Este material requiere de un mantenimiento periódico para evitar corrosión en los elementos y protección pasiva contra el fuego, por lo que, los costos de mantenimiento son elevados con respecto al H.A (Ripani et al., 2021).

Tiempo: La gran ventaja del acero estructural es el tiempo de montaje para estas estructuras: son rápidos ya que las piezas se fabrican en talleres y se ensamblan en obra, por lo que, se convierten en la opción idónea para proyectos con plazos pequeños (Chóez & Suárez, 2021).

Impacto ambiental: Las emisiones de CO_2 generado por las estructuras metálicas es mayor que H.A, sin embargo, las estructuras metálicas pueden ser 100% reciclables sin perder sus propiedades mecánicas. Además, el acero demuestra ser menos energético-consumidor, generando menos emisiones y permitiendo reducir los residuos mediante reciclaje (Mercader Moyano et al., 2019).

Dadas estas características de los materiales se procede a elegir la alternativa más viable para el proyecto.

Tabla 9

Resultados de las evaluaciones de los dos materiales

Criterio	**Ponderación (%)**	**ESCALA**			
		H. A		**Estructura metálica**	
Costo	50%	5	2.50	2	1.00
Tiempo	20%	2	0.40	5	1.00
Mantenimiento	15%	4	0.60	1	0.15
Impacto Ambiental	15%	3	0.45	4	0.60
TOTAL		3.95		2.75	

Nota. Elaboración propia.

Al observar los puntajes de las alternativas (ver Tabla 9), se escogen los pórticos de H.A como los más favorables en comparación con las estructuras metálicas.

Capítulo 3

3. DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES

En este capítulo se desarrollará el diseño arquitectónico, estructural, eléctrico e hidrosanitario del proyecto, de tal manera, que combinando estos componentes responda a las

necesidades habitacionales de los usuarios. Todo ello se realizará garantizando espacios confortables y eficientes, en cumplimiento con las normativas técnicas y legales vigentes en el Ecuador.

3.1 Diseño arquitectónico

La propuesta arquitectónica busca optimizar el uso del espacio disponible, garantizar la funcionalidad de cada unidad habitacional y responder a las necesidades de habitabilidad, confort y accesibilidad. El diseño contempla una distribución eficiente de los ambientes, considerando aspectos normativos, estéticos y técnicos que contribuyan a una edificación segura, sostenible y adecuada al entorno urbano. El terreno de lote tiene 8 metros de ancho por 12 metros de largo, de los cuales para la construcción del edificio contarán 7.39x11.55 m.

En planta baja se contempla el uso para consultorio dental donde cuenta con áreas como: baño, consultorio, bodega de insumos y sala de espera (ver Ilustración 7). Adicionalmente, las demás plantas están destinadas al uso residencial con 2 habitaciones, baño, cocina, sala de estar y lavandería (ver Ilustración 8).

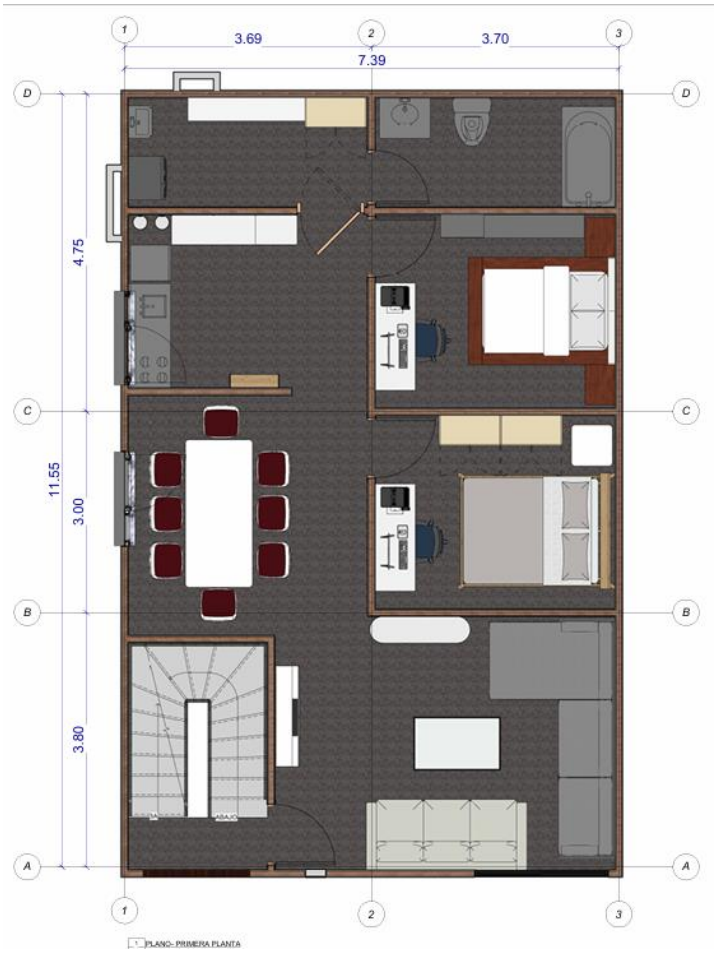
Ilustración 7

Distribución de la planta baja de la residencia multifamiliar

Nota. Elaboración propia.

Ilustración 8

Distribución para los pisos 1, 2 y 3 de la residencia multifamiliar.



Nota. Elaboración propia.

3.2 Diseño estructural

Debido a que Ecuador se encuentra en una zona altamente sísmica, se utilizará un análisis sísmico y el análisis sísmico elástico lineal. Del mismo modo, se procedió a realizar un pre-dimensionamiento de sus miembros, cálculo de las cargas presentes en ambos pisos, de manera que sea sismorresistente y cumpla con las normas ecuatorianas de construcción. Se mostrará el proceso, fórmulas utilizadas para estimar las cargas, reacciones y el dimensionamiento de los elementos estructurales. A partir de los resultados de laboratorio de suelos, se obtuvo las variables necesarias para calcular la capacidad de carga admisible del suelo y con ello poder diseñar la cimentación.

3.2.1 Definición de cargas (cargas vivas y muertas)

Para la definición de cargas se consideran tanto las fuerzas gravitacionales como las no gravitacionales que actúan sobre la estructura y que deben ser contrarrestadas por su resistencia. Estas cargas se clasifican principalmente en cargas muertas, que son permanentes y comprenden el peso propio de la estructura, así como elementos fijos como paredes y vigas; y cargas vivas, que varían en el tiempo y están asociadas al uso del edificio, las actividades humanas y elementos móviles. Adicionalmente, se contemplan cargas especiales relacionadas con condiciones específicas del entorno, como viento, sismos o nieve, las cuales serán analizadas en secciones posteriores.

Cargas vivas: Para la asignación de esta carga se revisa la norma NEC-SE-CG (NEC, 2015) para cargas no sísmicas donde se localiza el tipo de edificación que corresponde, en este caso el uso que se va a dar a la edificación es una residencia multifamiliar, a continuación, en la Ilustración 9 se muestran los diferentes valores de carga viva:

Ilustración 9

Sobrecargas mínimas uniformemente distribuidas, L_0, y concentradas P_0

Ocupación o Uso	Carga uniforme (kN/m²)	Carga concentrada (kN)
Hospitales		
Sala de quirófanos, laboratorios	2.90	4.50
Sala de pacientes	2.00	4.50
Corredores en pisos superiores a la planta baja	4.00	4.50
Instituciones penales		
Celdas	2.00	
Corredores	4.80	
Pasamanos, guardavías y agarraderas de seguridad	Véase sección 4.5 ASCE/SEI 7-10	
Pasarelas y plataformas elevadas (excepto rutas de escape)	3.00	
Patios y terrazas peatonales	4.80	
Pisos para cuarto de máquinas de elevadores (áreas de 2600 mm²)		1.40
Residencias		
Viviendas (unifamiliares y bifamiliares)	2.00	
Hoteles y residencias multifamiliares		
Habitaciones	2.00	
Salones de uso público y sus corredores	4.80	
Salas de baile	4.80	
Salas de billar, bolos y otras áreas de recreación similares	3.60	
Salida de emergencia	4.80	
Únicamente para residencias unifamiliares	2.00	
Sistemas de pisos para circulación		
Para oficinas	2.40	9.00
Para centros de cómputo	4.80	9.00

Nota. Extraída de la tabla 9 “Sobrecargas mínimas uniformemente distribuidas, L_0, y concentradas P_0” de la NEC-SE-CG.

Cargas muertas: Para la determinación de la carga muerta es necesario calcular el peso de cada elemento que se considere “estático” en la estructura, es decir, que permanezca invariable.

Paredes: Se usan ladrillos de 12x8x26 con 3.5 kg de peso por ladrillo, dadas estas dimensiones, entran aproximadamente 32 ladrillos en 1 m2 pared, además, se considera que por cada 1 m2 de losa existe 1.7 m2 de pared, entonces

$$W_{pared} = 32\frac{ladrillos}{m^2 pared} * 1.7\frac{m^2 pared}{m^2 losa} * 3.5\frac{kg}{ladrillos} = 190\frac{kg}{m^2 losa}$$

Enlucido: Se asume que la densidad del mortero es de 2100 kg/m3, con un espesor de no más de 1.5cm por cada lado y, asimismo, se considera que por cada 1 m2 de losa existe 1.7 m2 de pared, entonces

$$W_{enlucido} = 2 * 1.5cm * \frac{1m}{100cm} * 2100\frac{kg}{m^3} * 1.7\frac{m^2 pared}{m^2 losa} = 107\frac{kg}{m^2 losa}$$

Piso: Se asume que se usará una cerámica de 30x30 cm con un peso de 2.97 kg por unidad, dada estas dimensiones en 1 m2 de losa entran aproximadamente 11.11 cerámicas, entonces

$$W_{piso} = 11.11\frac{cerámicas}{m^2 losa} * 2.97\frac{kg}{cerámica} = 33\ \frac{kg}{m^2 losa}$$

Enlucido tumbado e instalaciones: Para estos valores de peso se asume un valor de 40 kg/m2 y 15 kg/m2 para enlucido de tumbado e instalaciones respectivamente.

Losa: Para esta edificación se empleará una losa nervada en dos direcciones de 20 cm de altura donde en sus espacios huecos se colocarán bloques de hormigón de 20x40x15, entonces en 1 m2 de losa requieren de 8 bloques.

$$V_{losa2D} = V_t - \left(\#Bloques * V_{bloques}\right)$$

$$V_{losa2D} = (1m * 1m * 0.20m) - (8 * 0.2m * 0.4m * 0.15m) = 0.104\ m^3$$

$$W_{losa2D} = V_{losa2D} * \gamma_h = 0.104\ m^3 * 2400\ \frac{kg}{m^3} = 249.6\frac{kg}{m^2 losa}$$

Adicional se deben incluir el peso de los bloques

$$W_{bloques} = 8\ \frac{bloques}{m^2 losa} * 12\frac{kg}{bloques} = 96\frac{kg}{m^2 losa}$$

Una vez estimado todos los pesos correspondientes se procede a calcular la carga muerta

$$W_D = W_{bloques} + W_{losa2D} + W_{piso} + W_{enlucido} + W_{pared} + W_{enl_{tumb}} + W_{instalaciones}$$

$$W_D = 715\frac{kg}{m^2} = 0.715\ \frac{ton}{m^2}$$

Cubierta: Para esta, se considera el 25% de la carga muerta calculada anteriormente, por lo que se obtiene lo siguiente:

$$W_{cub} = 0.25 * (W_D)$$

$$W_{cub} = 0.179 \frac{ton}{m^2}$$

Peso propio columnas y vigas: El valor del peso propio de las vigas y columnas está entre 0.2- 0.5 ton/m2. En este caso se estima un peso de carga propio de vigas y columnas de 0.3 ton/m2.

$$W_{pp} = 0.3 \frac{ton}{m^2}$$

3.2.2 Espectro sísmico

Para obtener el espectro de Respuesta Elástico de diseño se utilizó la NEC-SE-DS 2015. El sismo de diseño tendrá un periodo de retorno de 475 años, que representa 10% de probabilidad de ocurrir en 50 años.

Características del suelo: La Ilustración 10 muestra el mapa de las zonas sísmicas en el Ecuador lo que permite obtener el valor del factor Z, estos valores se encuentran en la NEC-SE-DS 2015. Por lo expuesto, la edificación se encuentra en la ciudad de Guayaquil considerándose una zona sísmica V de alto peligro sísmico, el valor de Z es de 0.4g como indica la Tabla 10:

Tabla 10

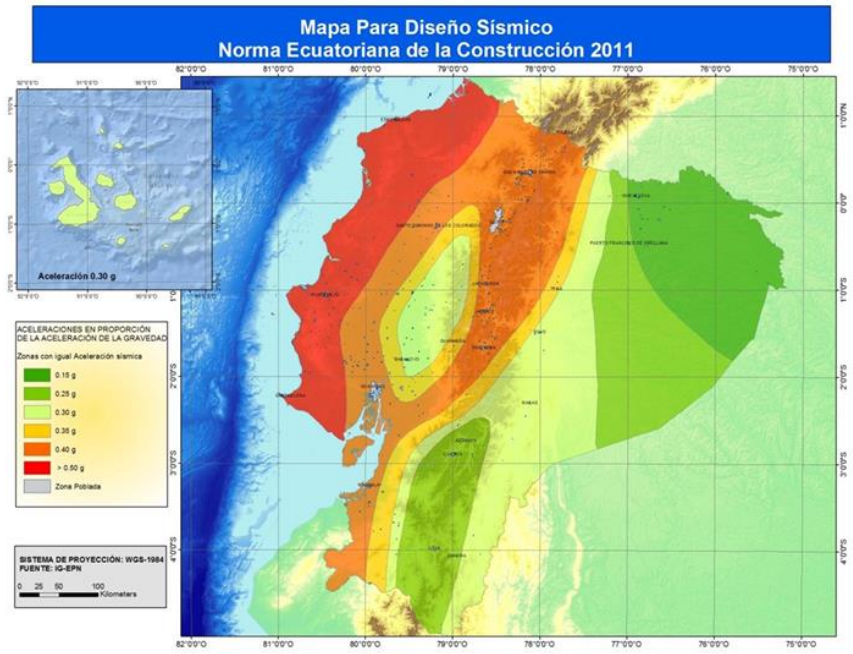
Valores de Z en función de la zona sísmica

Zona Sísmica	**I**	**II**	**III**	**IV**	**V**	**VI**
Valor factor Z	0.15	0.25	0.3	0.35	0.4	0.5
Caracterización del Peligro Sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy Alta

Nota. Extraído de la tabla 1 “Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada” de la NEC-SE-DS.

Ilustración 10

Zona sísmica y curvas de peligro sísmico



Nota. Extraído de la imagen 1 “Ecuador, zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor del factor de zona Z” de la NEC-SE-DS.

La estructura es un edifico residencial multifamiliar que está ubicada en la costa ecuatoriana, estudios geotécnicos de la zona determinan que el suelo es de tipo C, sin embargo, considerando que estos estudios están sin actualización se considera el suelo tipo D ya que involucra el caso más desfavorable (ver Ilustración 11).

Ilustración 11

Perfiles del suelo con sus características

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$V_s \geq 1500$ m/s
B	Perfil de roca de rigidez media	1500 m/s $> V_s \geq 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	760 m/s $> V_s \geq 360$ m/s
	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, que cumplan con cualquiera de los dos criterios	$N \geq 50.0$ $S_u \geq 100$ KPa
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	360 m/s $> V_s \geq 180$ m/s
	Perfiles de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones	$50 > N \geq 15.0$ 100 kPa $> S_u \geq 50$ kPa
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$Vs < 180$ m/s
	Perfil que contiene un espesor total H mayor de 3 m de arcillas blandas	$IP > 20$ $w \geq 40\%$ $S_u < 50$ kPa

Nota. Extraído de la tabla 2 “Clasificación de los perfiles de suelo” de la NEC-SE-DS

3.2.3 Determinación del peso sísmico

El periodo de vibración aproximado de la estructura se determina para cada dirección, dado que los parámetros no presentan variación, la estructura tendrá el mismo periodo de vibración en ambos ejes. Se clasifica la estructura como edificación de pórticos especiales de hormigón armado, con una altura de 12.32 m. De acuerdo con la fórmula dada por la NEC-SE-DS, el periodo de vibración se calcula como:

$$T = C_t(h_n)^{\alpha}$$

Donde:

C_t : Coeficiente que depende del tipo de edificio. Ver Ilustración 12

h_n : Altura máxima de la edificación de n pisos, medida desde la base de la estructura, en metros.

Ilustración 12

Coeficientes para calcular el periodo de vibración

Tipo de estructura	C_t	α
Estructuras de acero		
Sin arriostramientos	0.072	0.8
Con arriostramientos	0.073	0.75
Pórticos especiales de hormigón armado		
Sin muros estructurales ni diagonales rigidizadoras	0.055	0.9
Con muros estructurales o diagonales rigidizadoras y para otras estructuras basadas en muros estructurales y mampostería estructural	0.055	0.75

Nota. Extraído de la NEC-SE-DS

Se obtiene el periodo de vibración:

$$T = 0.055(12.32)^{0.9} = 0.527$$

Determinación de la clase y coeficiente de sitio: Los coeficientes se determinan utilizando la Tabla 11, la Tabla 12 y la Tabla 13 proporcionadas por la NEC que se encuentran en la sección de Peligro sísmico y Diseño Sismo Resistente. El suelo de la estructura tipo D, por lo tanto, se determinaron los valores de clase y coeficientes de sitio, obteniendo:

$$F_a = 1.20 \qquad F_d = 1.19 \qquad F_s = 1.28$$

Tabla 11

Coeficiente de Amplificación de suelo en la zona de periodo corto (F_a)

Tipo de Perfil del Subsuelo	Zona Sísmica y Factor Z					
	I	**II**	**III**	**IV**	**V**	**VI**
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	0.50
A	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90

B	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
C	1.40	1.30	1.25	1.23	1.20	1.18
D	1.60	1.40	1.30	1.25	1.20	1.12
E	1.80	1.40	1.25	1.10	1.00	0.85
F	Ver Tabla2: Clasificación de los perfiles de suelo y la sección 10.5.4					

Nota. Extraído de la tabla 3 "Tipo de suelo y Factores de sitio F_a" de la NEC-SE-DS

Tabla 12

Amplificación de las ordenadas del espectro de respuesta de desplazamiento para diseño en roca (F_d)

Tipo de Perfil del Subsuelo	**Zona Sísmica y Factor Z**					
	I	**II**	**III**	**IV**	**V**	**VI**
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	0.50
A	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
B	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
C	1.36	1.28	1.19	1.15	1.11	1.06
D	1.62	1.45	1.36	1.28	1.19	1.11
E	2.10	1.75	1.70	1.65	1.60	1.50
F	Ver Tabla2: Clasificación de los perfiles de suelo y la sección 10.6.4					

Nota. Extraído de la tabla 4 "Tipo de suelo y Factores de sitio Fd" de la NEC-SE-DS.

Tabla 13

Comportamiento no lineal de los suelos (F_s)

Tipo de Perfil del Subsuelo	**Zona Sísmica y Factor Z**					
	I	**II**	**III**	**IV**	**V**	**VI**
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	0.50
A	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
B	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C	0.85	0.94	1.02	1.06	1.11	1.23
D	1.02	1.06	1.11	1.19	1.28	1.40
E	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00

F	Ver Tabla2: Clasificación de los perfiles de suelo y la sección 10.6.4

Nota. Extraído de la tabla 5 "Tipo de suelo y Factores del comportamiento inelástico del subsuelo F_s" de la NEC-SE-DS.

Determinación de η

Es la razón entre la aceleración espectral $S_a(T = 0.1\ s)$ y el PGA (Peak Ground Accel) para el periodo de retorno seleccionado, ya que la estructura está ubicada en la provincia de Guayas, se toma el valor de η=1.8

Periodos límite de vibración del espectro de sismo elástico de aceleraciones

$$T_0 = 0.10\ F_s\ \frac{F_d}{F_a}$$

$$T_0 = 0.10\ (1.28)\frac{(1.19)}{(1.20)} = 0.127$$

$$T_c = 0.55\ F_s\ \frac{F_d}{F_a}$$

$$T_0 = 0.55\ (1.28)\frac{(1.19)}{(1.20)} = 0.698$$

- Para los $0 \leq T\ \leq\ Tc$:

$$S_a =\ \eta\ Z\ F_a$$

- Para los $T > Tc$:

$$S_a =\ \eta\ Z\ F_a\ \frac{(T_c)^r}{T}$$

Donde *r* toma el valor de 1.

Cálculo del espectro de respuesta Inelástico

Se utiliza la ecuación de la NEC para espectro inelástico

$$C_s(T) = \frac{S_a * I}{R * \emptyset_p *\ \emptyset_e}$$

Coeficiente de importancia (I)

Ya que la estructura a diseñar es una residencia multifamiliar, esta entra en la categoría de otras estructuras, en la Ilustración 13 se muestra el valor del coeficiente que le corresponde a 1.0

Ilustración 13

Coeficiente de importancia de acuerdo con el uso, destino e importancia

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

Nota. Extraído de la tabla 6 “Tipo de uso, destino e importancia de la estructura” de la NEC-SE-DS.

Coeficiente R

La estructura es un pórtico sismo resistente de hormigón armado, en la Ilustración 14 se muestra el valor del coeficiente R = 8.

Ilustración 14

Coeficiente R para sistemas estructurales dúctiles

Sistemas Estructurales Dúctiles	R
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas banda, con muros estructurales de hormigón armado o con diagonales rigidizadoras.	7
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

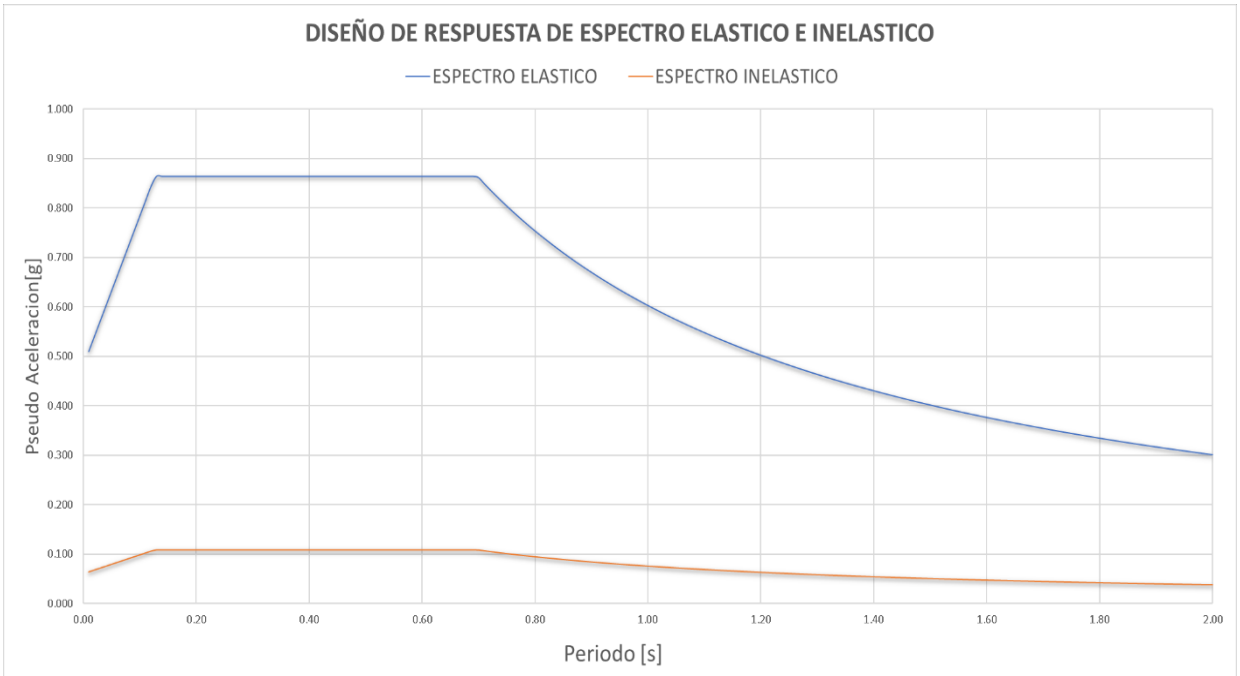
Nota. Extraído de la tabla 15 "Coeficiente R para sistemas estructurales dúctiles" de la NEC-SE-DS.

Los factores de $\emptyset_p$ y $\emptyset_e$ se asumen con un valor de 1 para el prediseño.

Gráfico de diseño de respuesta de espectros

Gráfico 3

Diseño de Respuesta de Espectro Elástico e Inelástico



Nota. Elaboración propia.

En el Gráfico 3 se observa las pesudo aceleraciones [g] en el eje de las ordenadas vs el periodo [s] en el eje de las abscisas. El periodo fundamental es de 0.53 s por lo cual se puede ver en la gráfica que la pesuda aceleración de ese periodo en la gráfica de espectro inelástico es de 0.864 g, este valor servirá posteriormente para poder calcular el cortante basal. Se tomó un periodo máximo de 2s, para ver ampliamente el comportamiento de la aceleración. Se puede observar que el periodo de To y Tc la curva de aceleración tiene otro comportamiento tanto en el espectro elástico e inelástico.

3.2.4 Determinación del peso sísmico y distribución vertical de fuerza sísmica

El peso sísmico se lo obtiene de la siguiente expresión, donde se requieren las cargas de los pisos más la cubierta, en esta última se asume que el peso de propio de las vigas y columnas son el 50%.

$$W = \sum A_i * \left(W_D + W_{pp} + 0.25 * W_L\right) * (N-1) + 0.5W_{pp} + W_{cub}$$

$$A_i = Area\ de\ piso\ i$$

$$N = Número\ de\ pisos$$

$$w_{pp}(columnas\ y\ vigas) = 0.2 - 0.5\frac{t}{m^2}$$

Reemplazando los valores por los calculados anteriormente, se obtiene un peso de

$$W_{Total} = 297.34\ ton$$

Para obtener la fuerza sísmica se utilizó la ecuación proporcionada por la NEC:

$$F_i = C_{VX} * V_X$$

$$C_{VX} = \frac{W_i * {h_i}^k}{\sum_{i=1}^{N} W_i * h_i}$$

Donde:

$$F_x = Fuerza\ sismica\ en\ el\ nivel\ i$$

$$C_{Vx} = Factor\ de\ distribucion\ vertical$$

$$W_i = Peso\ del\ piso\ i$$

$$k = Exponente\ relacionado\ al\ periodo\ de\ la\ estructura$$

Cálculo de K: La Tabla 14 muestra los posibles valores del factor K, este depende del periodo fundamental de la estructura T = s, entonces:

Tabla 14

Valores de K

Valores de T(s)	K
<=0.5	1
0.5<T<2.5	0.75+0.50T
>2.5	2

Nota. Extraído de la NEC-SE-DS.

Como el periodo se encuentra entre 0.5 y 2.5

$$K = 0.75 + 0.5\ (0.527)$$

$$K = 1.014$$

Coeficiente de respuesta sísmica C_s: Se conoce que el periodo de la estructura T = 0.527 s, por lo tanto, se observa que en el Gráfico 3 de espectro inelástico el valor de Cs=0.108, tanto para el eje X como para el eje Y.

$$C_s = 0.108$$

Cortante basal: Este se obtiene mediante la fórmula

$$V = C_s * W_{total}$$

$$V = 0.108 * 297.34\ ton$$

$$Vx = 32.113\ ton$$

$$Vy = 32.113\ ton$$

Fuerza sísmica: Finalmente, para cada piso se realiza el cálculo respectivo obteniendo la fuerza sísmica, también se puede observar el cortante sísmico para cada piso, tanto para el eje y como el eje x, en la Tabla 15 y Gráfico 4

Tabla 15

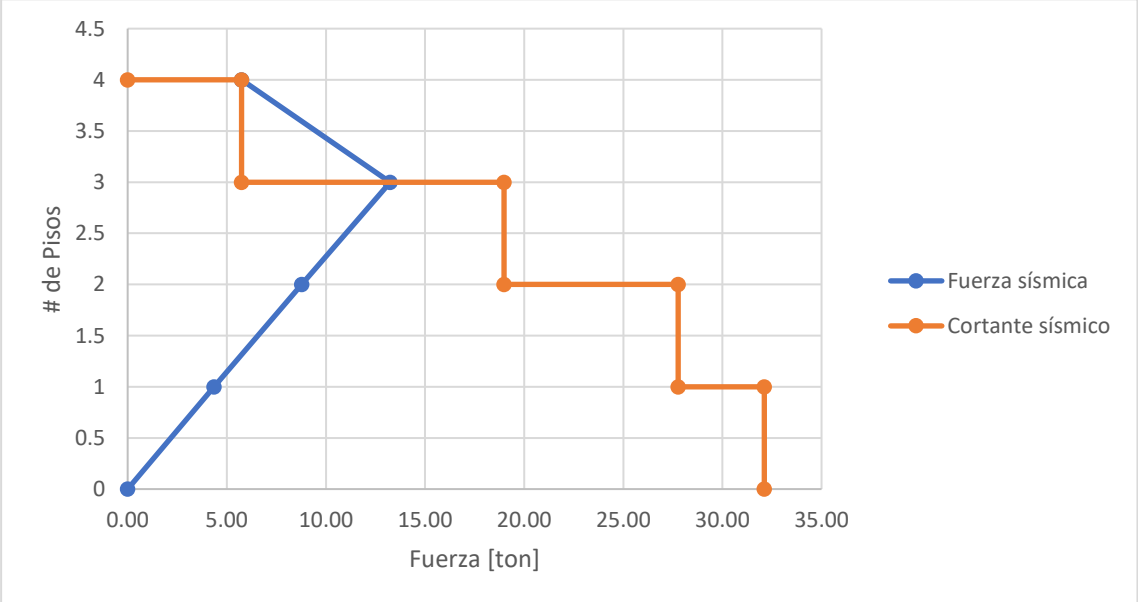
Distribución vertical de fuerza sísmica y cortante basal

PISOS	Altura de piso [m]	Peso del Piso W_i [Ton]	H_i^k*w_i	C_{vx}	C_{vy}	F_x [Ton]	F_y [Ton]	V_x [Ton]	V_y [Ton]
4	12.32	28.97	369.32	0.18	0.18	5.74	5.74	5.74	5.74
3	9.24	89.46	851.87	0.41	0.41	13.24	13.24	18.98	18.98
2	6.16	89.46	564.80	0.27	0.27	8.78	8.78	27.76	27.76
1	3.08	89.46	279.76	0.14	0.14	4.35	4.35	32.11	32.11
		TOTAL	2065.75		1				

Nota. Elaboración propia.

Gráfico 4

Distribución de la Fuerza sísmica y cortante sísmico



Nota. Elaboración propia.

3.2.5 Pre-dimensionamiento de vigas y columnas

Se realizó el pre-dimensionamiento de las vigas y columnas a partir del método del portal donde para las vigas se realizó el análisis para ambos ejes, mostrando la siguiente configuración (ver Tabla 16 y Tabla 17):

Tabla 16

Fuerzas sísmicas eje X

Método del Portal Eje X					
Pisos	**Altura [m]**	**Fx [Ton]**	**Fx/4**	**Fx accum**	**Vc**
4	12.32	5.74	1.44	1.44	0.14
3	9.24	13.24	3.31	4.75	0.47
2	6.16	8.78	2.19	6.94	0.69
1	3.08	4.35	1.09	8.03	0.80

Nota. Elaboración propia.

Tabla 17

Fuerza sísmicas eje Y

Método del Portal Eje Y					
Pisos	**Altura [m]**	**Fy [Ton]**	**Fx/3**	**Fx accum**	**Vc**
4	12.32	5.74	1.91	1.91	0.32
3	9.24	13.24	4.41	6.33	1.05
2	6.16	8.78	2.93	9.26	1.54
1	3.08	4.35	1.45	10.70	1.78

Nota. Elaboración propia.

Conocidas los valores de fuerzas cortante en cada piso se realiza las combinaciones de carga para obtener las demandas, en las Tabla 18 y Tabla 19 muestran los momentos de diseño:

Tabla 18

Combinación de cargas eje X

Piso	Wd	Wl	Ws	1.2Wd+1.6Wl	1.2Wd+1Wl+1Ws	Mu [ton*m]
4	4.76	1.10	0.22	7.47	7.03	7.47
3	4.76	1.10	0.73	7.47	7.54	7.54
2	4.76	1.10	1.29	7.47	8.10	8.10
1	4.76	1.10	1.97	7.47	8.78	8.78

Nota. Elaboración propia.

Tabla 19

Combinación de cargas eje Y

Piso	Wd	Wl	Ws	1.2Wd+1.6Wl	1.2Wd+1Wl+1Ws	Mu [ton*m]
4	7.47	1.73	0.49	11.72	11.18	11.72
3	7.47	1.73	1.62	11.72	12.31	12.31
2	7.47	1.73	2.87	11.72	13.55	13.55
1	7.47	1.73	4.37	11.72	15.06	15.06

Nota. Elaboración propia.

A partir de la selección del momento de demanda se realizan los cálculos para conocer la altura que requiere la viga, en las tablas Tabla 20 y Tabla 21 se muestran los resultados de diseño:

Tabla 20

Resultados de las alturas de las vigas por piso del eje X

Piso	Mu [ton*m]	Peralte [cm]	Altura [cm]	Altura escogida [cm]
4	7.47	24.76	30.76	35
3	7.54	24.88	30.88	35

2	8.10	25.79	31.79	35
1	8.78	26.84	32.84	35

Nota. Elaboración propia.

Tabla 21

Resultados de las alturas de las vigas por piso del eje Y

Piso	**Mu [ton*m]**	**Peralte [cm]**	**Altura [cm]**	**Altura escogida [cm]**
4	11.72	31.02	37.02	40
3	12.31	31.79	37.79	40
2	13.55	33.36	39.36	40
1	15.06	35.16	41.16	40

Nota. Elaboración propia.

En el caso de las columnas, se realizó el análisis en cada piso escogiendo el área de influencia de la columna más crítica, es decir, la columna que se encuentra en el interior. Partiendo de las cargas de propio peso, muertas y vivas se requiere conocer el K_{LL} que depende de la ubicación de la columna en la estructura (ver Tabla 22)

Tabla 22

Coeficiente K_{LL} para las columnas

Factor K_{LL}	
Elemento	**K_{LL}**
Columna Interior	4
Columna Exterior sin losa voladizo	4
Columna de Borde sin losa voladizo	3
Columna Esquinera con losa voladizo	2

Nota. Extraída de la ASCE 7.16.

Conocida la siguiente restricción proporcionada por la ASCE 7.16 la carga viva puede reducirse si

$$K_{LL} * A > 37.16\, m^2$$

La nueva carga viva será

$$CV_{red} = CV_0 * (0.25 + \frac{4.57}{\sqrt{K_{LL}} * A})$$

Para determinar la carga axial se usa la siguiente expresión dada en la NEC-SE-DS

$$P_i = A * \left(W_D + CV_{red} + W_{pp}\right) * \#pisos$$

El área de la sección transversal de la columna es

$$A_c = \frac{P_i}{\alpha * f'c}$$

$$Base/Altura\ = \sqrt{A_c}$$

Conociendo los valores de las cargas muertas, vivas y peso propio se procede a calcular las dimensiones de las columnas para cada uno de los pisos, dando como resultado los siguientes valores (ver Tabla 23):

Tabla 23

Dimensiones de las columnas prediseñadas

Piso	Dimensiones [cm]
4	30x30
3	30x30
2	30x30
1	35x35

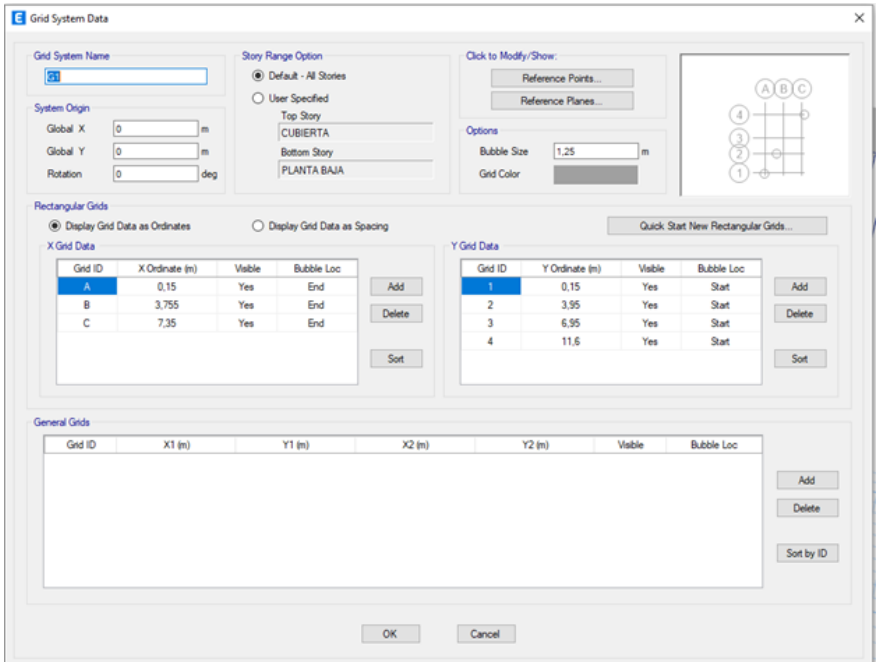
Nota. Elaboración propia.

3.2.6 Modelación de la estructura

Para la sección correspondiente al modelado en el software ETABS, se inició con la elaboración del sistema de rejillas estructurales, en coordinación a la propuesta arquitectónica del proyecto. Considerando esta relación, en la Ilustración 15 se muestra la distribución de los ejes del proyecto:

Ilustración 15

Definición de la grilla para el modelamiento del edificio

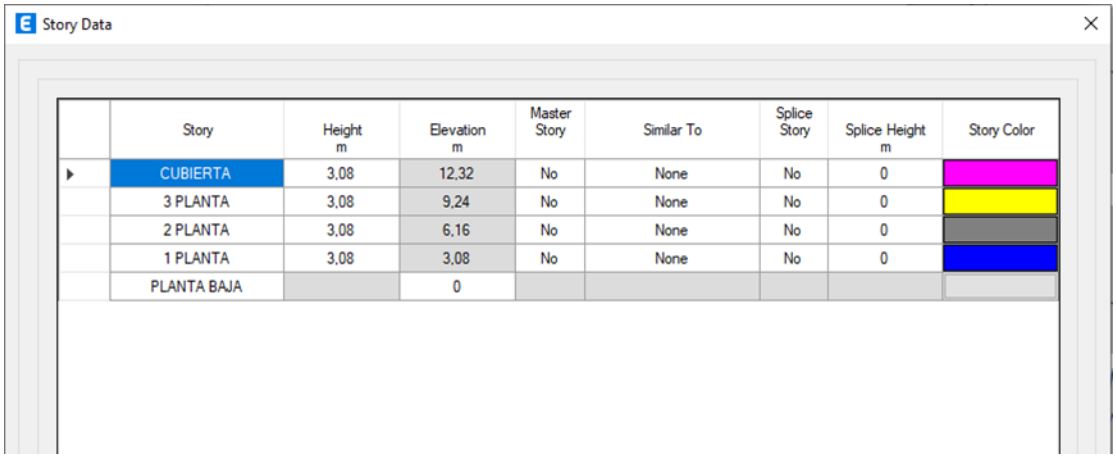


Nota. Elaboración propia.

De igual manera, en la Ilustración 16 se observan los diferentes niveles que conforman la edificación y se colocó una etiqueta con el fin de identificar el área que conforma el proyecto.

Ilustración 16

Definición de etiqueta para los niveles

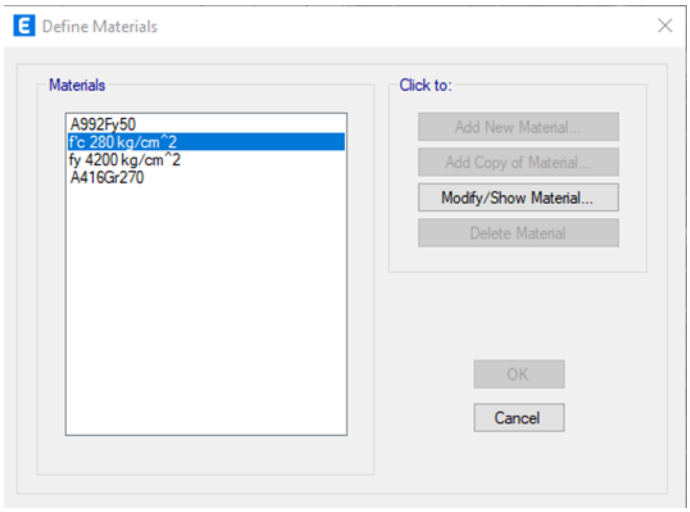


Nota. Elaboración propia.

Una vez concluido este punto, se procede a realizar la definición de materiales y elementos estructurales que conformaran el proyecto, ya que se trata de una estructura de hormigón armado, los materiales a definir son el tipo de hormigón y el acero de refuerzo para los elementos estructurales (ver Ilustración 17):

Ilustración 17

Configuración de las propiedades de los materiales

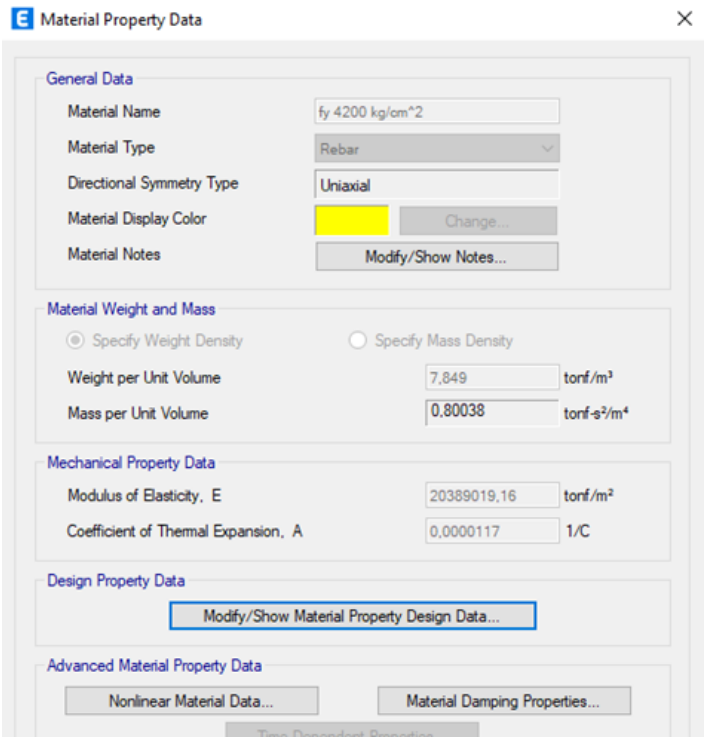


Nota. Elaboración propia.

En el caso del acero de refuerzo, se definió en primer lugar la propiedad correspondiente a "*fy*", la cual representa el esfuerzo de fluencia del material. La configuración respectiva quedó establecida de la Ilustración 18:

Ilustración 18

Configuración de las propiedades del acero de refuerzo

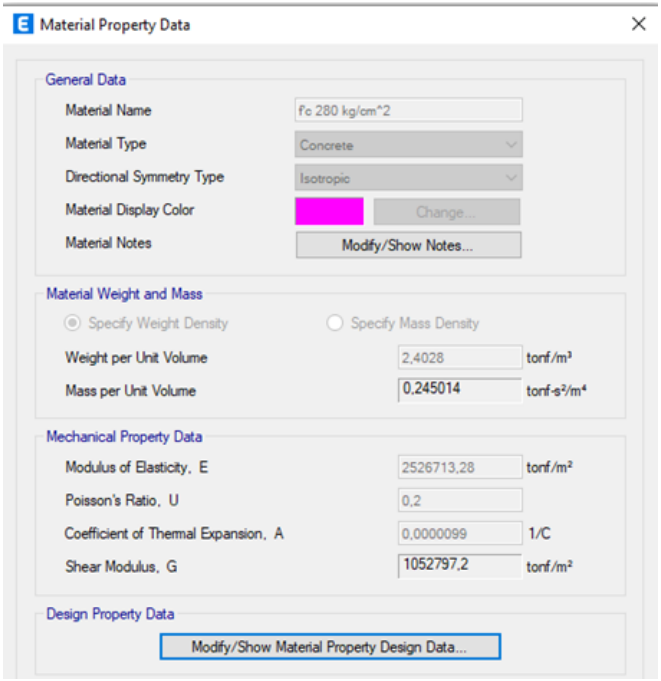


Nota. Elaboración propia.

Así mismo, con el hormigón se procedió a definir la propiedad correspondiente a "*f´c*", la cual representa la resistencia a la compresión de este. Esta se estableció conforme a los requerimientos del proyecto, quedando definida en la Ilustración 19:

Ilustración 19

Configuración de las propiedades del hormigón

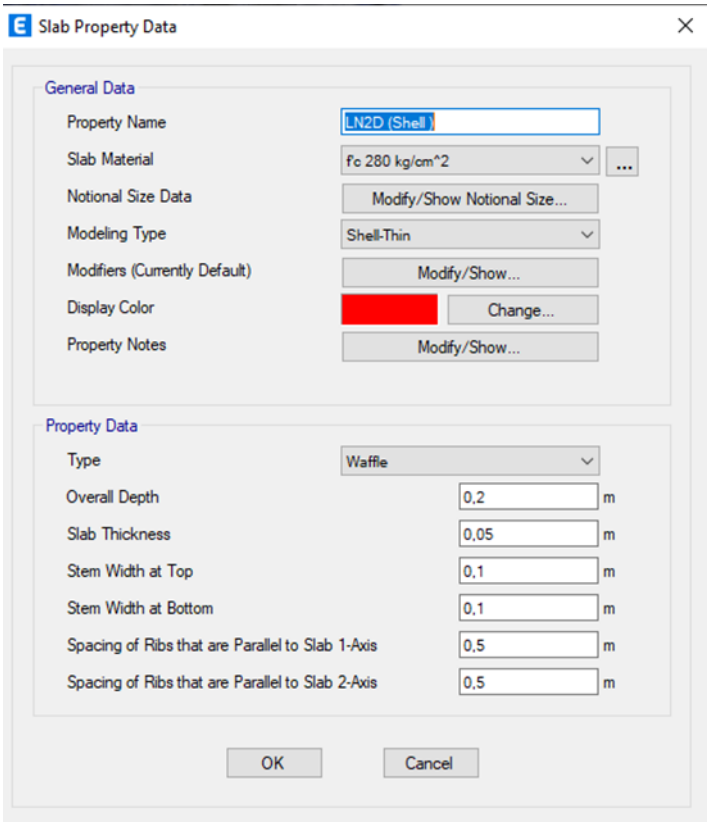


Nota. Elaboración propia.

Como siguiente etapa, se procedió a la definición de las secciones correspondientes al pre-dimensionamiento. Para ello, se estableció el tipo de material que se utilizará en dichos elementos, así como las dimensiones de la sección transversal, tanto para vigas como para columnas, conforme al prediseño elaborado en la sección 3.2.5. Del mismo modo, se definió el tipo de losa a utilizar, en función de la estimación de cargas previamente establecida en la sección 3.2.1. Las características correspondientes a este elemento estructural responden a una losa nervada en dos direcciones. Debido a esto, se optó por la implementación de un modelo tipo "Shell", dado que este permite una representación más precisa del comportamiento estructural, al considerar tanto la rigidez en el plano como fuera del mismo (ver Ilustración 20)

Ilustración 20

Configuración del tipo de losa

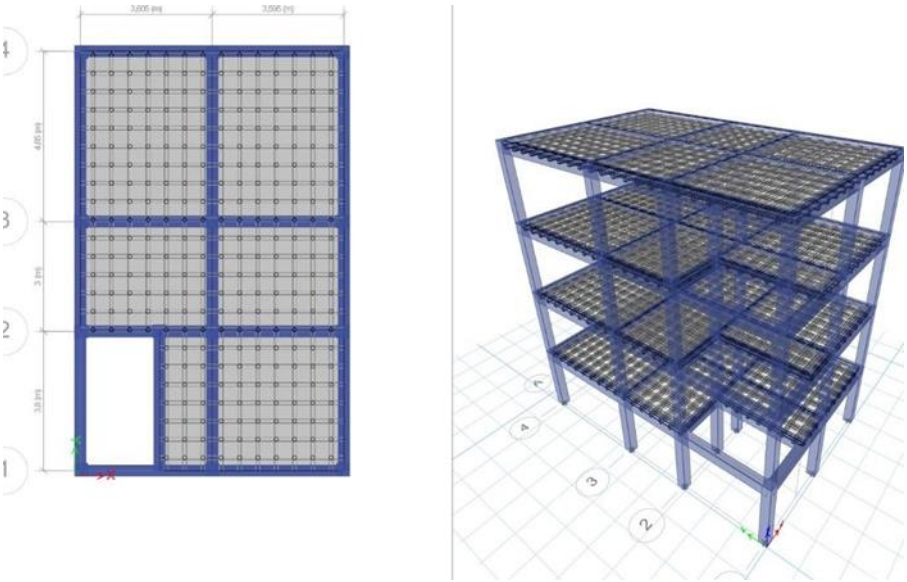


Nota. Elaboración propia.

Con cada uno de estos puntos definidos, se procede a realizar el modelado observado en la Ilustración 21:

Ilustración 21

Modelo de la superestructura del edificio multifamiliar

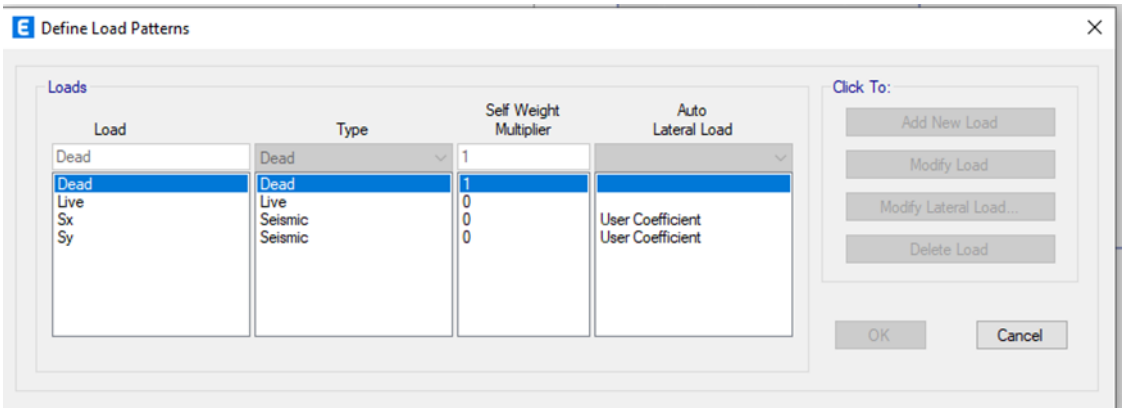


Nota. Elaboración propia.

Asignación de Cortante Basal y Coeficiente sísmico: En esta etapa se lleva a cabo la creación y asignación de los distintos tipos de cargas que intervienen en el proyecto. Considerando que el área de estudio se encuentra ubicada en la región Costa, se contemplarán únicamente las cargas que se detallan en la Ilustración 22:

Ilustración 22

Definición de cargas

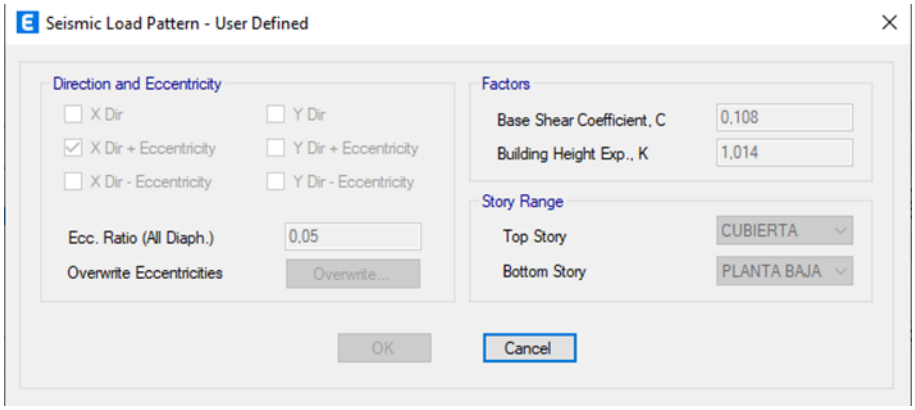


Nota. Elaboración propia.

Para el análisis sísmico estático en la dirección X, se considera la acción de una fuerza lateral orientada en dicha dirección. Conforme a lo establecido por la NEC, se introduce una excentricidad accidental del 5 % de la dimensión perpendicular del edificio, con el fin de contemplar posibles irregularidades en la distribución de masas o rigideces (ver Ilustración 23).

Ilustración 23

Configuración del sismo en dirección X

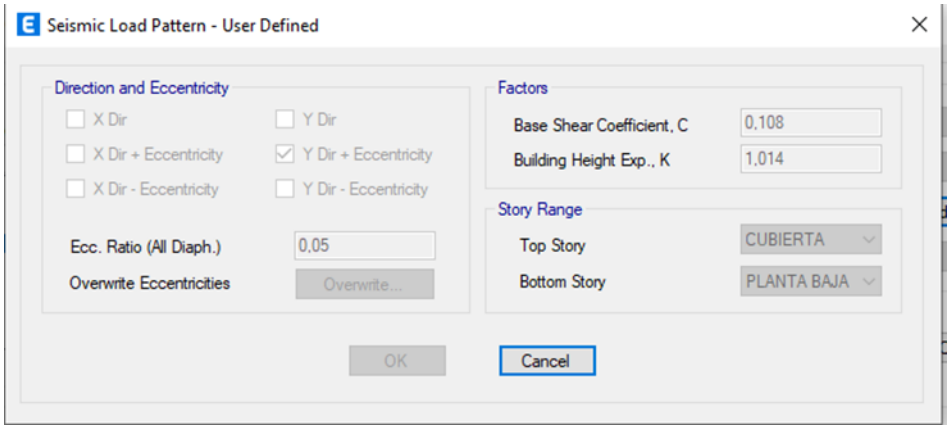


Nota. Elaboración propia.

De manera análoga, este procedimiento se aplica también para la dirección Y, manteniéndose las mismas consideraciones y criterios de análisis como se observa en la Ilustración 24:

Ilustración 24

Configuración del sismo en dirección Y

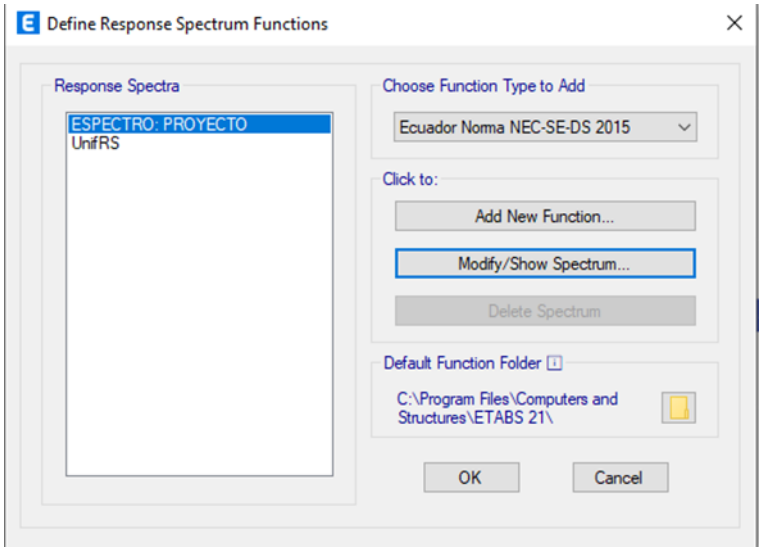


Nota. Elaboración propia.

Definición del Espectro de diseño elástico: Para ello, se definirá una función espectral basada en el espectro de diseño correspondiente, considerando los parámetros establecidos por la normativa vigente aplicable al proyecto (ver Ilustración 25):

Ilustración 25

Configuración del espectro de diseño elástico

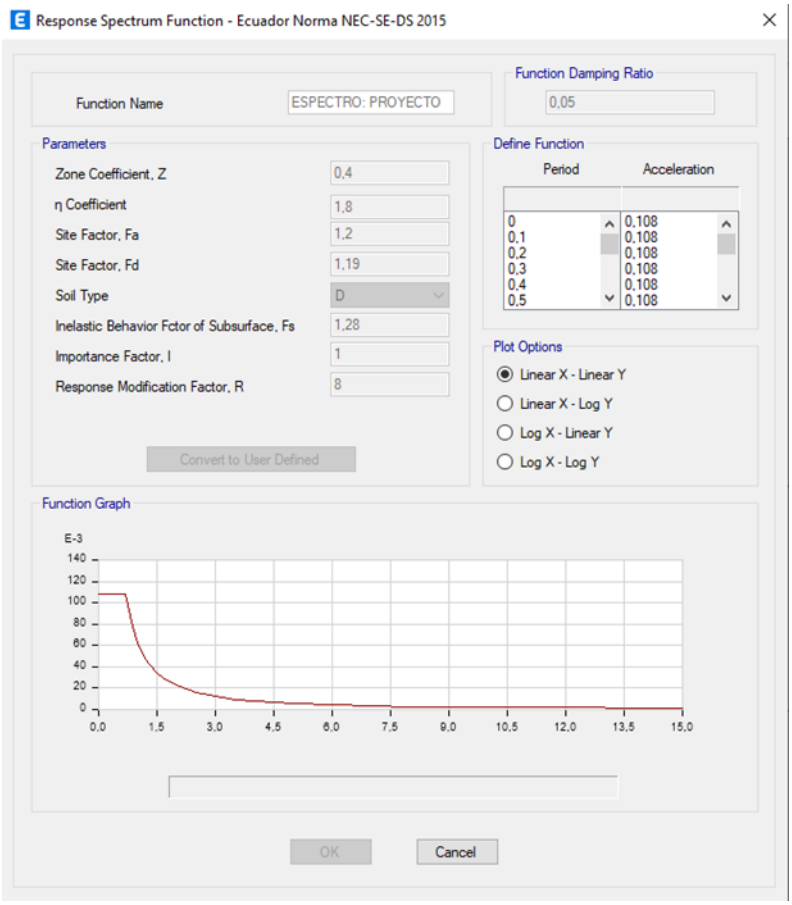


Nota. Elaboración propia.

Cada uno de los parámetros es ajustado conforme a la información específica del área de estudio. A continuación, se presenta la gráfica generada (ver Ilustración 26), la cual coincide con la elaborada en la sección 3.2.2 (ver Gráfico 3), lo que permite verificar que los datos ingresados al software son correctos.

Ilustración 26

Espectro de respuesta sísmica elaborado en el programa

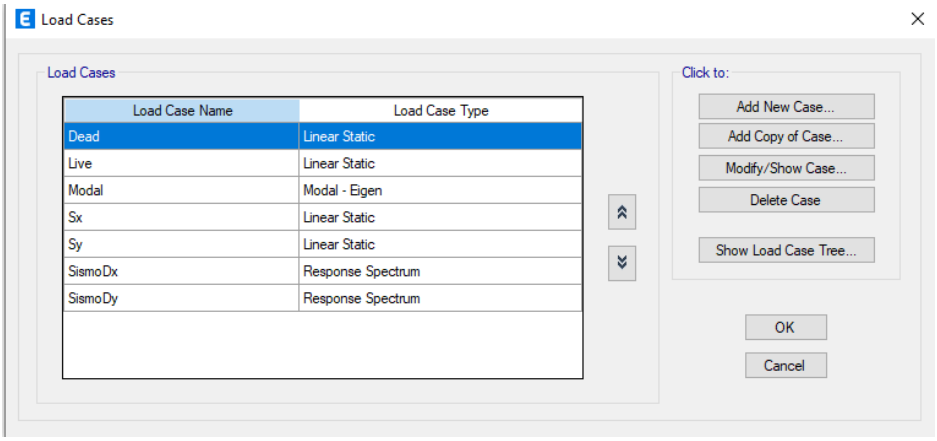


Nota. Elaboración propia.

Finalmente, a partir de los estados de carga definidos previamente, se procede a modificar aquellos correspondientes a las acciones sísmicas, incorporando el espectro de respuesta para nuevos casos de análisis dinámico. Estos serán definidos como 'Sismo dinámico X' y 'Sismo dinámico Y', correspondientes a cada una de las direcciones que conforman el diseño del proyecto (ver Ilustración 27).

Ilustración 27

Configuración de los sismos dinámicos

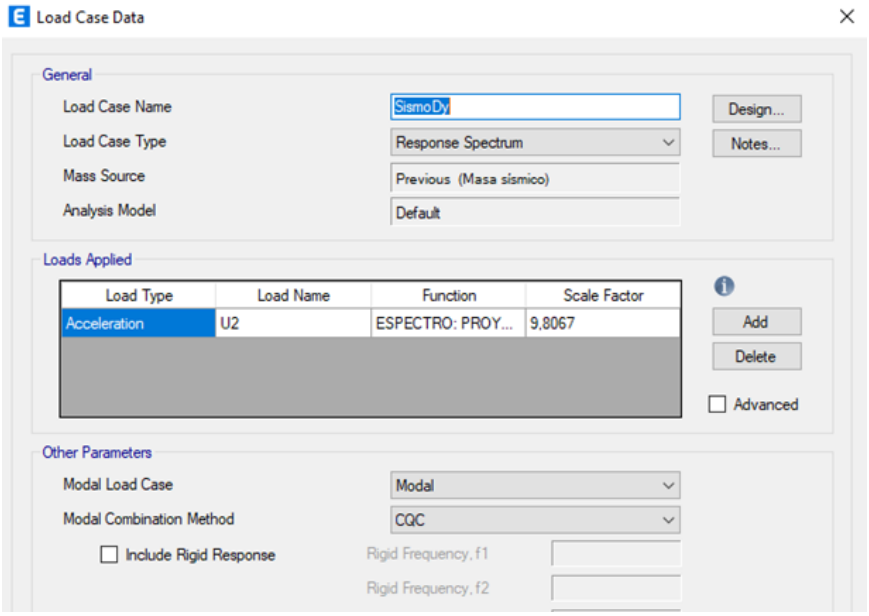


Nota. Elaboración propia.

A continuación, se presenta el estado de carga creado (ver Ilustración 28), junto con su correspondiente factor de escala. Este último será ajustado progresivamente como parte del procedimiento de corrección del cortante basal, conforme a lo establecido por la normativa vigente.

Ilustración 28

Factor de escala para el sismo en Y



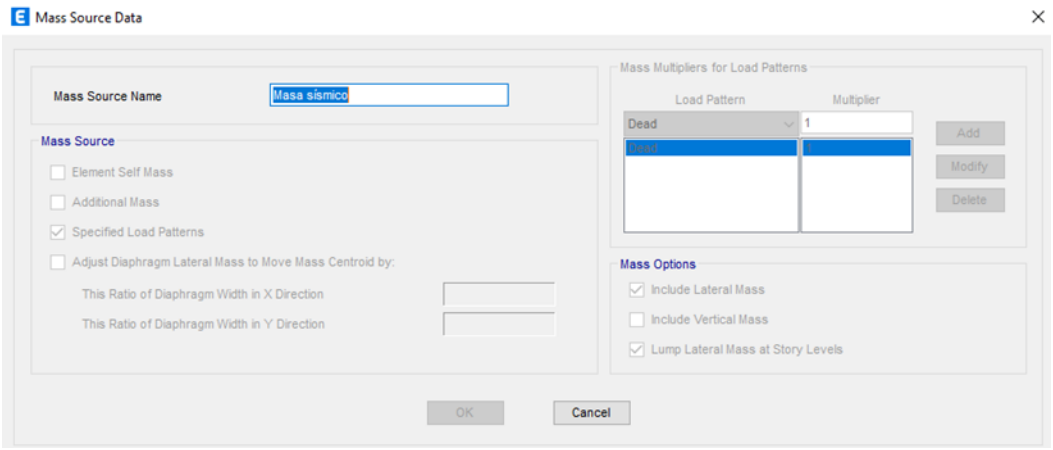
Nota. Elaboración propia.

Una correcta definición de la masa sísmica constituye un aspecto fundamental en el análisis estructural, ya que las fuerzas inerciales generadas durante un evento sísmico son directamente proporcionales a dicha masa. Por tanto, una adecuada representación de este parámetro permite obtener resultados más precisos y representativos del comportamiento real de la estructura.

En este sentido, la masa sísmica se establecerá a partir de los patrones de carga, tomando principalmente la carga muerta, conforme a lo establecido en la NEC, la cual indica que la carga sísmica reactiva W corresponde a la carga muerta total de la edificación (ver Ilustración 29):

Ilustración 29

Peso sísmico del edificio

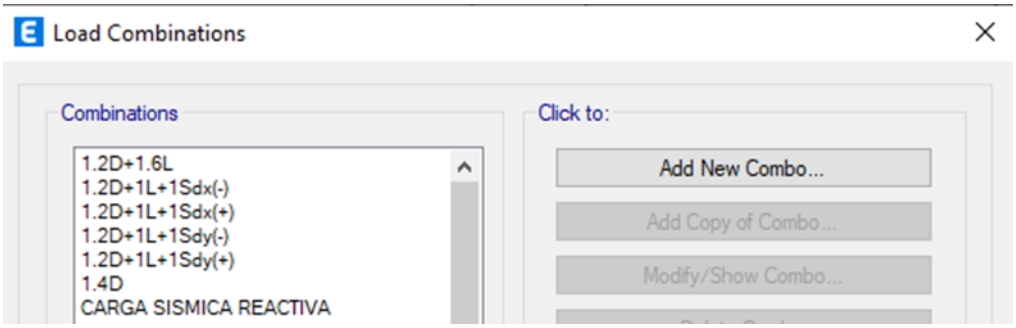


Nota. Elaboración propia.

Combinaciones de cargas: En relación con las combinaciones de carga, la NEC establece siete tipos de combinaciones, contemplando diversos efectos gravitacionales y ambientales. No obstante, para el presente proyecto se considerarán únicamente aquellas cargas que son pertinentes según las condiciones particulares del sitio, excluyéndose acciones como viento o nieve, dado que no son aplicables por la ubicación geográfica del terreno. En función de ello, se han definido las siguientes combinaciones de carga observadas en la Ilustración 30:

Ilustración 30

Cargas establecidas para el modelo de la edificación

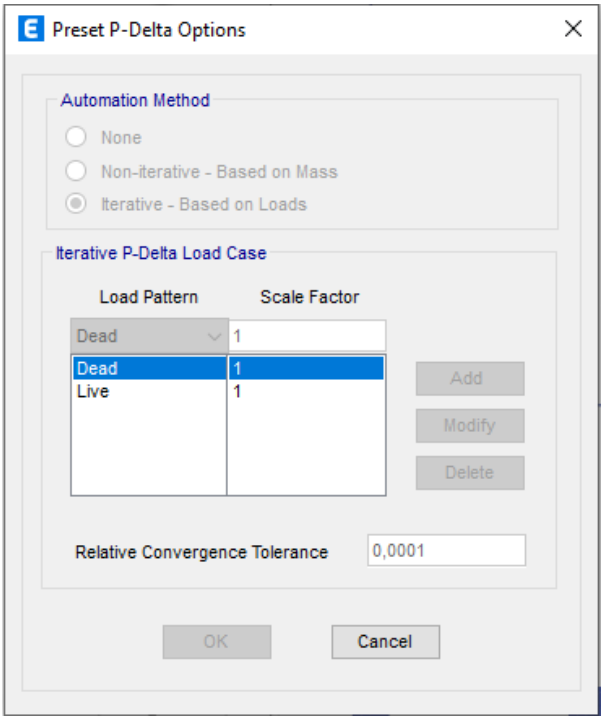


Nota. Elaboración propia.

Efectos de segundo orden P- Δ: La influencia de este efecto, identificado como P-Δ, se encuentra contemplada en la NEC-SE-DS y corresponde a las acciones adicionales generadas en las direcciones principales de la estructura, como resultado del incremento en las fuerzas internas, momentos y derivas. Para su incorporación en el modelo, este efecto será ingresado considerando únicamente las cargas gravitacionales muerta y viva, sin la aplicación de factores de mayoración (ver Ilustración 31):

Ilustración 31

Configuración del efecto P- Δ

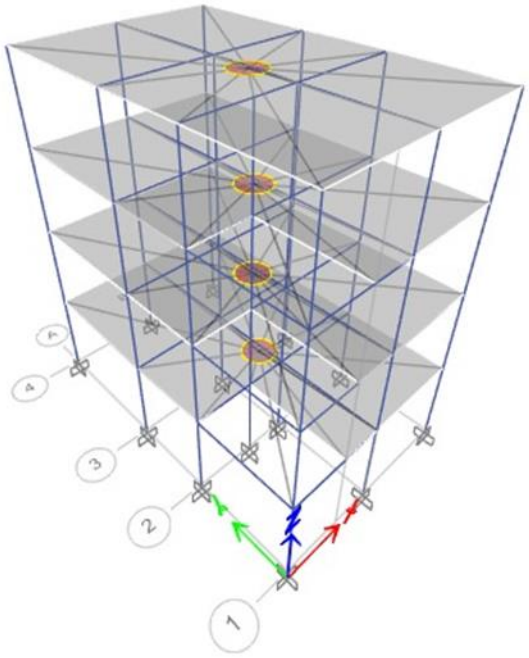


Nota. Elaboración propia.

Diafragmas: Se definirá un diafragma rígido para cada uno de los niveles del proyecto, considerando cada uno los elementos estructurales que conforman la planta, como losas, vigas y muros (ver Ilustración 32). Esta configuración se establecerá directamente en ETABS para asegurar un adecuado comportamiento estructural en el análisis sísmico, el resultado es el siguiente:

Ilustración 32

Diafragmas rígidos en cada una de las plantas del edificio



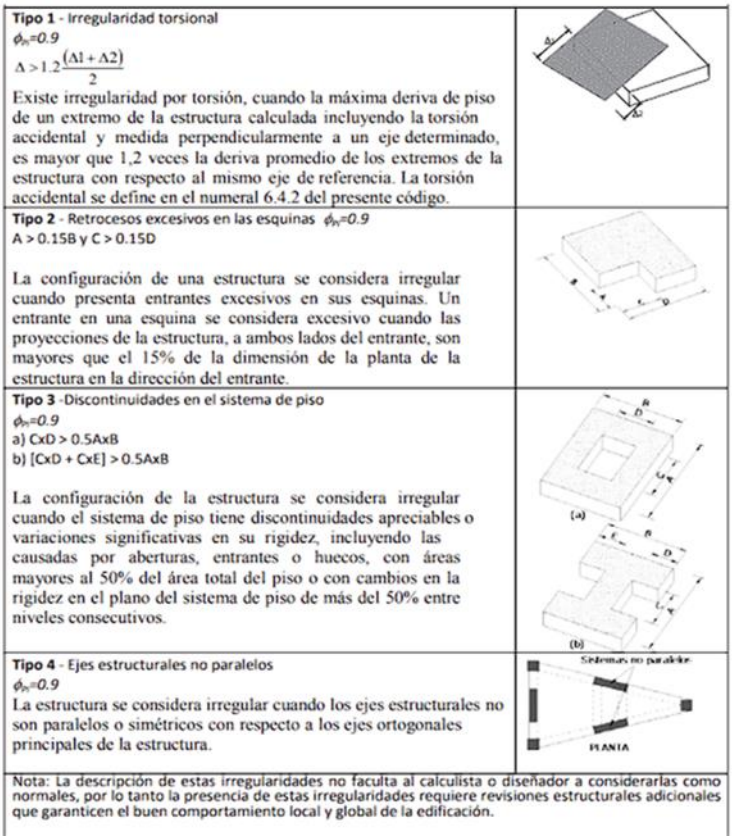
Nota. Elaboración propia.

3.2.7 Irregularidades

Con el modelo ejecutado en ETABS, se comprueba si las dimensiones ingresadas cumplen con los criterios de irregularidades de elevación y en planta. Para ello, se verifican que los coeficientes de regularidad escogidos den como resultado que la edificación sea regular, a partir de los siguientes tipos de irregularidades presentados en la NEC-SE-DS (ver Ilustración 33 e Ilustración 34)

Ilustración 33

Coeficientes de irregularidad en planta



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

Nota. Extraído de la tabla 13 “Coeficientes de irregularidad en planta” de la NEC-SE-DS.

En las Tabla 24 y Tabla 26 se muestran los resultados obtenidos del modelo, mientras que, las Tabla 25 y Tabla 27 muestran las comprobaciones de cada uno de los tipos de irregularidades en planta y elevación del edificio modelado

Tabla 24

Coeficientes de irregularidad en planta del programa

IRREGULARIDAD EN PLANTA						
Story	**Output Case**	**Case Type**	**Direction**	**Max Drift m**	**Avg Drift m**	**Ratio**
CUBIERTA	Sx	LinStatic	X	0.002842	0.002486	1.143
CUBIERTA	Sy	LinStatic	Y	0.002411	0.002322	1.038
3 PLANTA	Sx	LinStatic	X	0.00559	0.004772	1.171
3 PLANTA	Sy	LinStatic	Y	0.004747	0.004517	1.051
2 PLANTA	Sx	LinStatic	X	0.007368	0.006236	1.182

2 PLANTA	Sy	LinStatic	Y	0.006274	0.005946	1.055
1 PLANTA	Sx	LinStatic	X	0.004347	0.003744	1.161
1 PLANTA	Sy	LinStatic	Y	0.003725	0.003548	1.05

Nota. Elaboración propia.

Tabla 25

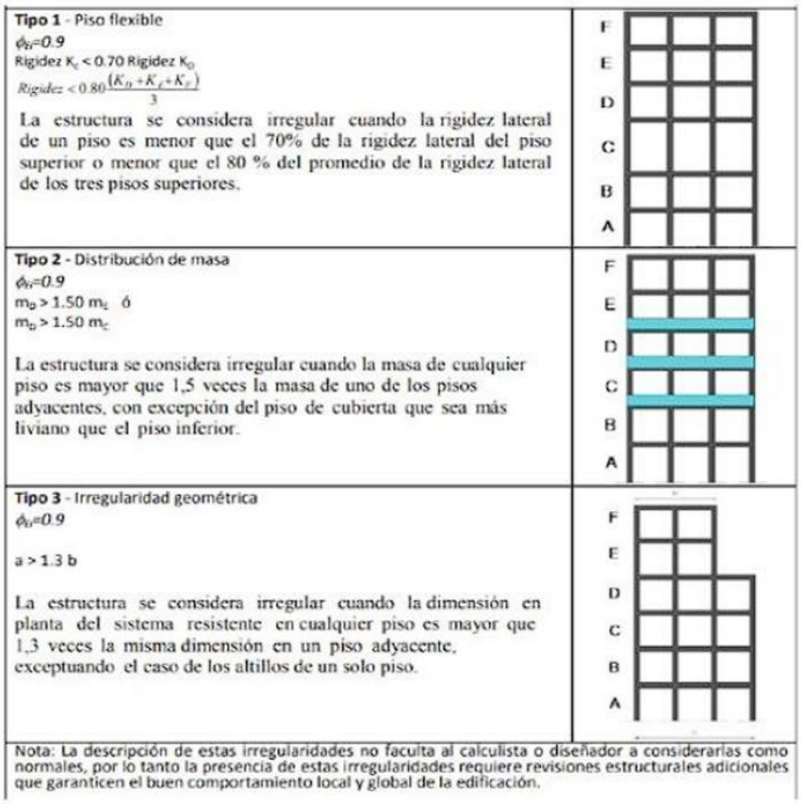
Comprobación de irregularidad en planta

CONDICIONES				**φp**
TIPO1	**TIPO2**	**TIPO3**	**TIPO4**	
REGULAR	REGULAR	REGULAR	REGULAR	1
REGULAR				
REGULAR				
REGULAR				
REGULAR				
REGULAR				
REGULAR				
REGULAR				

Nota. Elaboración propia.

Ilustración 34

Coeficientes de irregularidad en elevación



Nota. Extraído de la tabla 14 "Coeficientes de irregularidad en elevación" de la NEC-SE-DS.

Tabla 26

Coeficientes de irregularidad en elevación del programa

IRREGULARIDAD EN ELEVACIÓN						
Story	**Output Case**	**Case Type**	**Step Type**	**Step Number**	**Stiff X tonf/m**	**Stiff Y tonf/m**
CUBIERTA	Sx	LinStatic	Step By Step	1	4097.739	0
3 PLANTA	Sx	LinStatic	Step By Step	1	4397.816	0
2 PLANTA	Sx	LinStatic	Step By Step	1	4514.119	0
1 PLANTA	Sx	LinStatic	Step By Step	1	8479.549	0
CUBIERTA	Sy	LinStatic	Step By Step	1	0	4387.119

3 PLANTA	Sy	LinStatic	Step By Step	1	0	4646.509
2 PLANTA	Sy	LinStatic	Step By Step	1	0	4733.845
1 PLANTA	Sy	LinStatic	Step By Step	1	0	8948.87

Nota. Elaboración propia.

Tabla 27

Comprobación de irregularidad en elevación

CONDICIONES			φe
TIPO 1	**TIPO 2**	**TIPO 3**	
REGULAR			
REGULAR			
REGULAR	REGULAR	REGULAR	1
REGULAR			
REGULAR			

Nota. Elaboración propia.

Dado que no presenta ningún tipo de irregularidad de elevación ni de planta, los coeficientes φ_e y φ_p son iguales a 1.

3.2.8 Deriva permisible

La NEC-SE-DE establece el límite de deriva permitido para estructuras de hormigón armado, metálicas, de madera y mampostería (ver Ilustración 35)

Ilustración 35

Derivas máximas permisibles

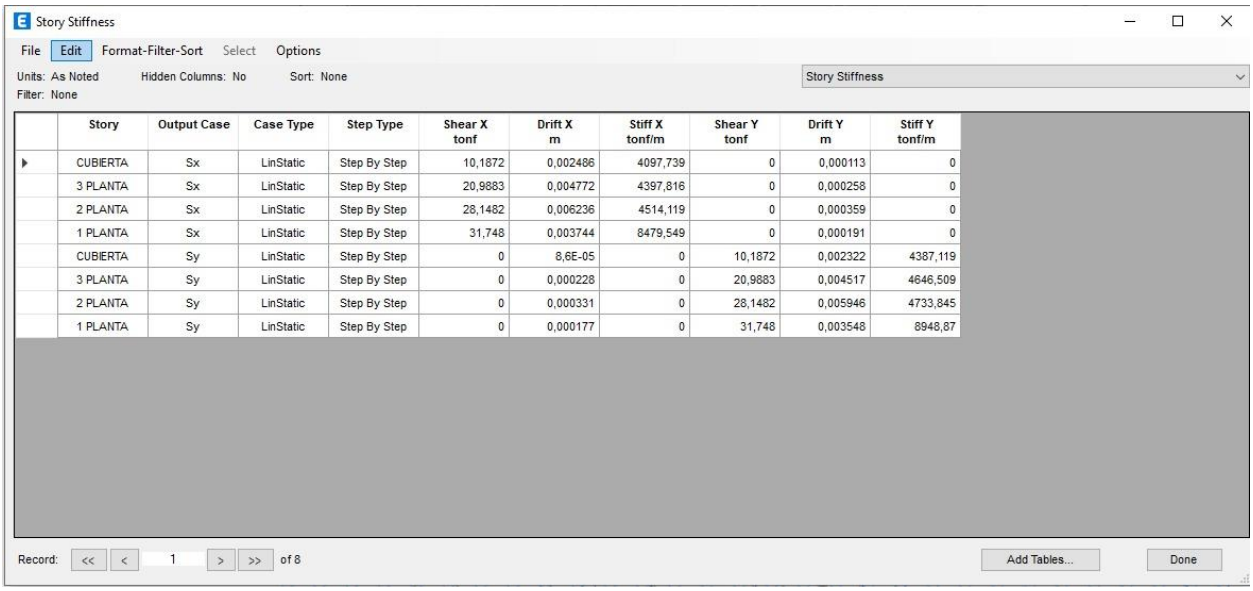
Estructuras de:	Δ_M máxima (sin unidad)
Hormigón armado, estructuras metálicas y de madera	0.02
De mampostería	0.01

Nota. Extraído de la tabla 7 “Valores de ΔM máximos, expresados como fracción de la altura de piso” de la NEC-SE-DS

Una vez más con el programa ETABS se obtienen las derivas por piso (ver Ilustración 36) y se calcula la deriva inelástica para comprobar que cumpla con la normativa local (ver Tabla 28):

Ilustración 36

Derivas obtenidas del programa



Story	Output Case	Case Type	Step Type	Shear X tonf	Drift X m	Stiff X tonf/m	Shear Y tonf	Drift Y m	Stiff Y tonf/m
CUBIERTA	Sx	LinStatic	Step By Step	10,1872	0,002486	4097,739	0	0,000113	0
3 PLANTA	Sx	LinStatic	Step By Step	20,9883	0,004772	4397,816	0	0,000258	0
2 PLANTA	Sx	LinStatic	Step By Step	28,1482	0,006236	4514,119	0	0,000359	0
1 PLANTA	Sx	LinStatic	Step By Step	31,748	0,003744	8479,549	0	0,000191	0
CUBIERTA	Sy	LinStatic	Step By Step	0	8,6E-05	0	10,1872	0,002322	4387,119
3 PLANTA	Sy	LinStatic	Step By Step	0	0,000228	0	20,9883	0,004517	4646,509
2 PLANTA	Sy	LinStatic	Step By Step	0	0,000331	0	28,1482	0,005946	4733,845
1 PLANTA	Sy	LinStatic	Step By Step	0	0,000177	0	31,748	0,003548	8948,87

Nota. Elaboración propia.

Tabla 28

Comprobación de derivas mínimas de la NEC

MAXIMAS DERIVAS					ALTURA PISO [m]		3.08			
Story	Output Case	Drift X m	Drift Y m	Deriva/Altura		(Δred)*R*3/4		Deriva Admisible	CONDICION	
				X	Y	X	Y		X	Y
CUBIERTA	Sx	0.002486	0.000113	0.00081	0.00004	0.484%	0.022%	2%	CUMPLE	CUMPLE
3 PLANTA	Sx	0.004772	0.000258	0.00155	0.00008	0.930%	0.050%	2%	CUMPLE	CUMPLE
2 PLANTA	Sx	0.006236	0.000359	0.00202	0.00012	1.215%	0.070%	2%	CUMPLE	CUMPLE
1 PLANTA	Sx	0.003744	0.000191	0.00122	0.00006	0.729%	0.037%	2%	CUMPLE	CUMPLE
CUBIERTA	Sy	0.000086	0.002322	0.00003	0.00075	0.017%	0.452%	2%	CUMPLE	CUMPLE
3 PLANTA	Sy	0.000228	0.004517	0.00007	0.00147	0.044%	0.880%	2%	CUMPLE	CUMPLE
2 PLANTA	Sy	0.000331	0.005946	0.00011	0.00193	0.064%	1.158%	2%	CUMPLE	CUMPLE
1 PLANTA	Sy	0.000177	0.003548	0.00006	0.00115	0.034%	0.691%	2%	CUMPLE	CUMPLE

Nota. Elaboración propia.

3.2.9 Corrección del cortante basal y comprobación

Se obtiene los periodos de vibración fundamental en ambos ejes de la edificación modelada donde se debe cumplir la siguiente desigualdad

$$T_{programa} < 1.3 * T_{manual}$$

En la Tabla 29 se muestra el periodo del edificio con el que se verificará si cumple con la condición mencionada en ambos ejes, estos resultados se muestran en la Tabla 30 y Tabla 31:

Tabla 29

Periodo del edificio calculado manualmente para ambos ejes

Periodo de Vibración: Manual	
Tipo de Estructura	Sin muros estructurales ni diagonales rigidizadoras
Ct	0.055
α	0.900
h[m]	12.32
T1[s]	0.527
Cs[g]	0.108

Nota. Elaboración propia.

Tabla 30

Comprobación del periodo en el eje X con el criterio de la NEC

Eje X Método 2 [NEC 2015]	
1.3T1	0.685
T[programa]	0.648
Condición	CUMPLE
T[nuevo]	0.648

Nota. Elaboración propia.

Tabla 31

Comprobación del periodo en el eje Y con el criterio de la NEC

Eje Y Método 2 [NEC 2015]	
1.3T1	0.685
T[programa]	0.648
Condición	CUMPLE
T[nuevo]	0.648

Nota. Elaboración propia.

Se debe verificar que el cortante dinámico al ser una estructura regular no puede ser menor al 80% del cortante estático, como se observa en la Ilustración 37 el cortante dinámico en el eje X no cumple con lo mencionado

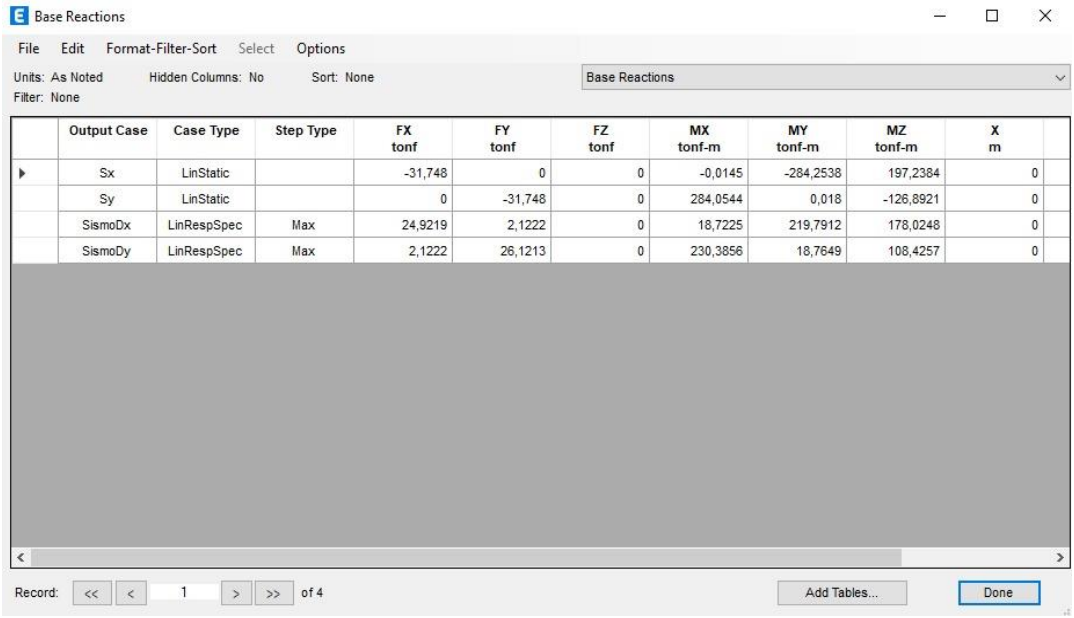
$$SX = SY = -31.748\ [ton]\ (Cortante\ estático)$$

$$SDX = 24.9219\ [ton](Cortante\ dinámico\ en\ X)$$

$$SDY = 26.1213\ [ton](Cortante\ dinámico\ en\ Y)$$

Ilustración 37

Cortante estático y dinámico de la edificación



Output Case	Case Type	Step Type	FX tonf	FY tonf	FZ tonf	MX tonf-m	MY tonf-m	MZ tonf-m	X m
Sx	LinStatic		-31,748	0	0	-0,0145	-284,2538	197,2384	0
Sy	LinStatic		0	-31,748	0	284,0544	0,018	-126,8921	0
SismoDx	LinRespSpec	Max	24,9219	2,1222	0	18,7225	219,7912	178,0248	0
SismoDy	LinRespSpec	Max	2,1222	26,1213	0	230,3856	18,7649	108,4257	0

Nota. Elaboración propia.

Para lograr que cumpla con el criterio hay que corregir el valor a partir del cortante mínimo y ponderar para que cumpla, en la siguiente tabla se resume lo mencionado

$$Cortante\ mínimo = 0.8 * {SX}/{SY} = 25.40\ [ton]$$

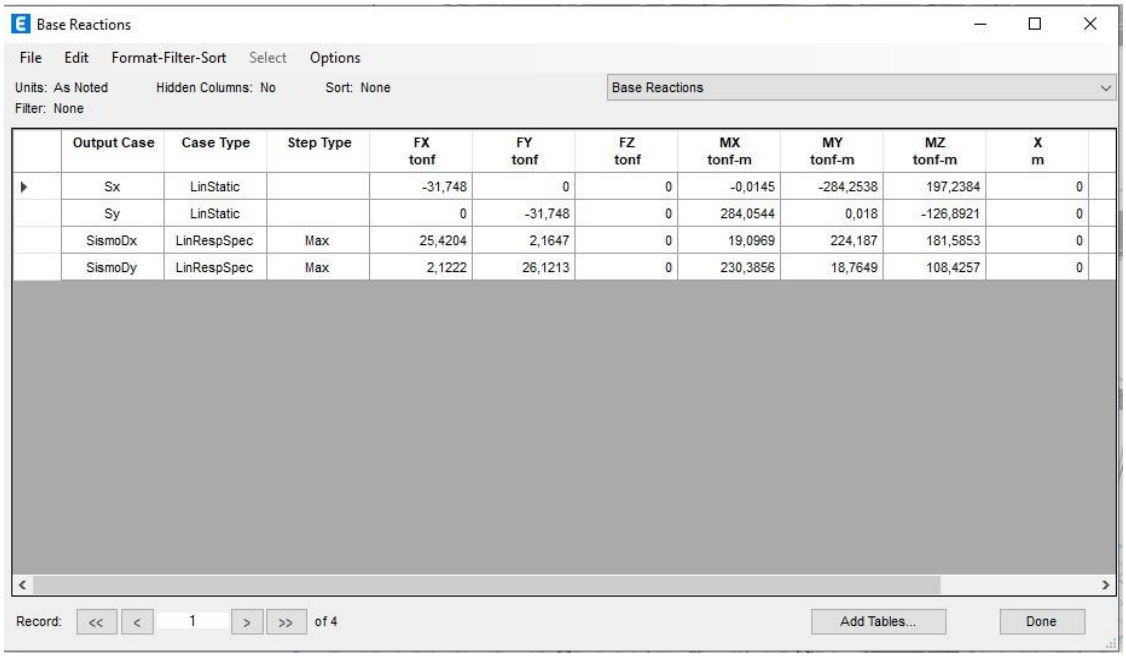
$$Ponderación = \frac{Cortante\ mínimo}{SDX} = 1.02$$

$$SDX_{corregido} = SDX * 1.02 = 25.42$$

Ingresando nuevamente la ponderación, se observa que el cortante elástico cumple con el criterio establecido por la NEC-SE-DS (ver Ilustración 38)

Ilustración 38

Cortante dinámico corregido en el programa



Output Case	Case Type	Step Type	FX tonf	FY tonf	FZ tonf	MX tonf-m	MY tonf-m	MZ tonf-m	X m
Sx	LinStatic		-31,748	0	0	-0,0145	-284,2538	197,2384	0
Sy	LinStatic		0	-31,748	0	284,0544	0,018	-126,8921	0
SismoDx	LinRespSpec	Max	25,4204	2,1647	0	19,0969	224,187	181,5853	0
SismoDy	LinRespSpec	Max	2,1222	26,1213	0	230,3856	18,7649	108,4257	0

Nota. Elaboración propia.

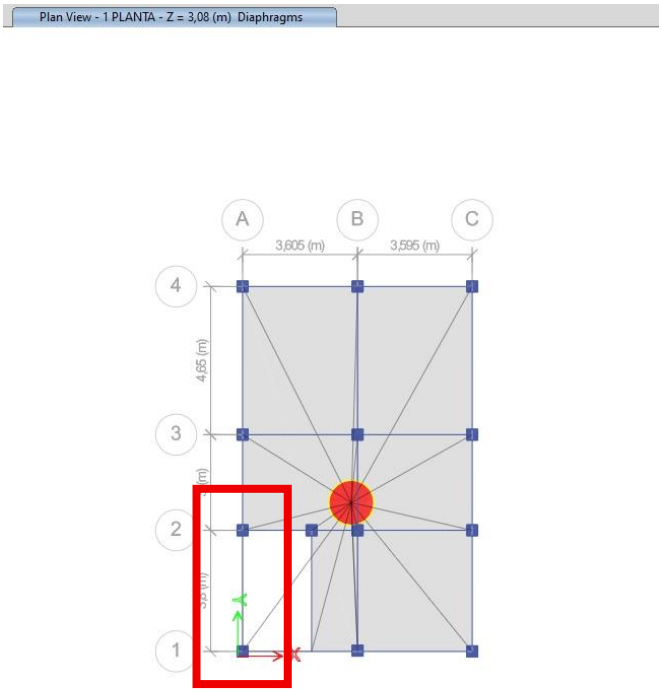
Con estas correcciones en el programa, en las siguientes secciones se realizan los diseños de los elementos estructurales (vigas, columnas y losas) con las demandas proporcionadas en el modelo.

3.2.10 Diseño de vigas (flexión, cortante, longitud de anclaje)

Para el diseño de las vigas se comprueba su resistencia a flexión y cortante a partir de las demandas que se obtienen del programa ETABS. A continuación, se muestra el procedimiento de diseño de la viga del Eje A1-2 de la primera planta a manera de ejemplo (ver Ilustración 39), los resultados de todas las vigas con sus respectivos armados se encuentran en la sección de Anexos.

Ilustración 39

Viga de diseño como ejemplo

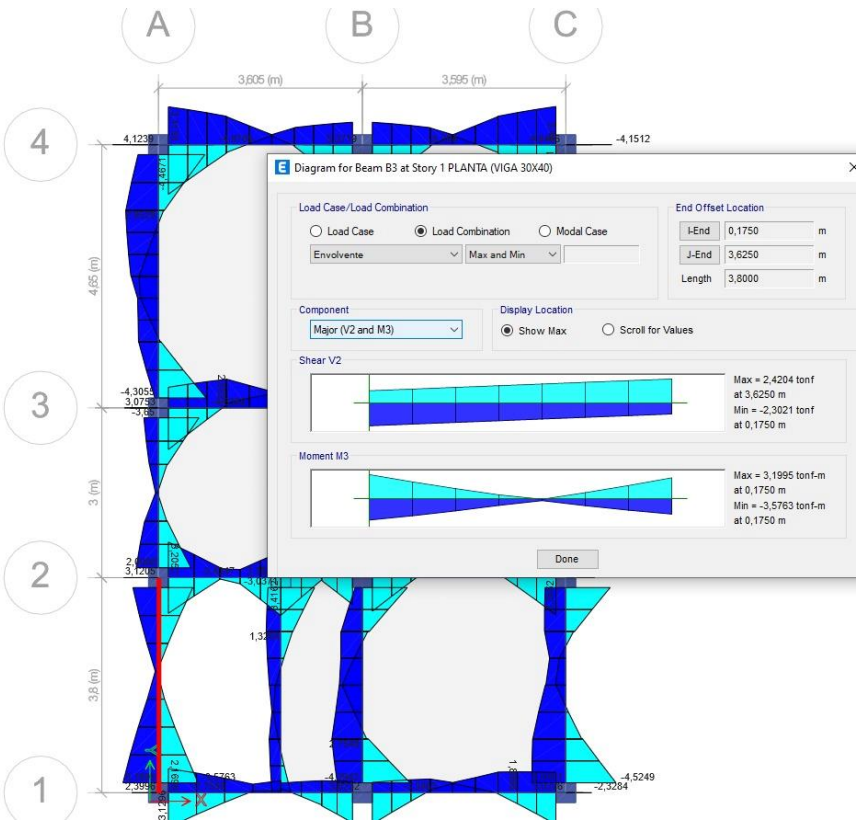


Nota. Elaboración propia.

Diseño a flexión: En el diseño a flexión se obtiene las demandas de la envolvente de momento generada a partir de todas las combinaciones de carga, por ello se obtienen las siguientes demandas

Ilustración 40

Demandas de momentos de la viga de diseño



Nota. Elaboración propia.

Se debe comprobar el peralte efectivo de la demanda, con un momento máximo de 3.58 ton*m y con los siguientes datos asumidos se comprueba:

$$M_u = 3.58\ ton * m \quad b_w = 30cm \quad f'c = 280\frac{kg}{cm^2} \quad rec = 4cm \quad \varphi_{est} = 1cm \quad \varphi_{lon} = 2cm$$

$$d = \sqrt{\frac{M_u}{0.145 * b_w * f'c}} = 17.14\ cm$$

$$H = d + rec + \varphi_{est} + \frac{\varphi_{lon}}{2} = 23.14 \approx 30\ cm$$

Como resultado se obtiene que el peralte necesario es de 30 cm y, por lo tanto, cumple con las demandas ya que la altura de la viga modelada es de 40 cm, por lo que, el dimensionamiento es correcto. Adicionalmente, se debe comprobar que las dimensiones de la sección a partir de las normas ACI-2014 y NEC-2015:

$$P_u < \frac{A_g f'c}{10}\ cumple\ debido\ a\ que\ los\ valores\ de\ carga\ axial\ son\ relativamente\ pequeños$$

a) Se determina la luz libre de la viga

$$l_n = 3.8\,m - 0.4m = 3.4\,m$$

$$d = H - rec - \varphi_{est} - \frac{\varphi_{lon}}{2} = 49cm = 0.34\,m, \qquad 4d = 1.36\,m$$

$$l_n > 4d \;\rightarrow cumple$$

b) Comprobar el ancho de la viga

$$0.3H = 120\,mm$$

$$b_w > min\,\{0.3H, 250mm\} \rightarrow cumple$$

c) Comprobar la proyección del ancho de la viga, como las columnas son 40x40cm, c1 y c2 tiene como valor 0.4 m cada uno

$$2c_2 = 80cm \;\; 1.5c_1 = 60cm$$

$$b_w < c_2 + min\,\{2c_2, 1.5c_1\} \rightarrow cumple$$

El cálculo del acero requerido para la viga queda de la siguiente manera:

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

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

Los resultados del acero requerido para la viga de ejemplo se muestran en la Tabla 32:

Tabla 32

Resultados del diseño a flexión para la viga de ejemplo

INICIO [ton*m]	**CENTRO [ton*m]**	**FIN [ton*m]**
3.58		3.10
	0.6487	
Acero requerido [cm^2]		

2.85	0.00	2.46
0.00	0.51	0.00

Nota. Elaboración propia.

Donde el acero mínimo y máximo se los calcula con las siguientes expresiones y los resultados se muestran en la Tabla 33

$$A_{s\,máx} = \left(\frac{3}{4}\right)\frac{\beta_1 * 0.85 * f_c' * b_w * d}{f_y}\left(\frac{0.003}{0.003 + \frac{f_y}{E_s}}\right)$$

$$A_{s\,mín} = \frac{14}{f_y}bd$$

Tabla 33

Acero colocado según la normativa

Acero mínimo Normativa [cm^2]	3.4	**Acero de Balance [cm2]**	29.07	**Acero máximo Normativa [cm^2]**	14.54

Nota. Elaboración propia.

Conociendo los valores máximos y mínimos de acero, se procede a corregir aquellos valores de acero que no cumplen con lo mencionado (ver Tabla 34) y posteriormente, se escoge los diámetros de las varillas que cumplan el acero requerido (ver Tabla 35).

Tabla 34

Acero corregido acorde al acero mínimo y máximo

Acero corregido [cm^2]		
INICIO	**CENTRO**	**FIN**
3.40	3.40	3.40
3.40	3.40	3.40

Nota. Elaboración propia.

Tabla 35

Acero colocado: 4 varillas de 12 mm

Acero colocado [cm^2]		
INICIO	**CENTRO**	**FIN**
4.52	4.52	4.52
4.52	4.52	4.52

Nota. Elaboración propia.

Longitud de anclaje de refuerzo a flexión: Del mismo modo, se calcula la longitud de anclaje a partir de la varilla longitudinal de 12 mm

$$l_d = \frac{f_y}{1.4\sqrt{f'c}} * d_b = 0.7\ m$$

$$l_{ext} = 12 * d_b = 14.4\ cm$$

$$l_{dh} = \frac{f_y}{5.4\sqrt{f'c}} * d_b = 0.2\ m$$

$$1.3 * l_d = 0.9\ m$$

Diseño a cortante: Se determina el momento probable (Mpr) de inicio y fin de las vigas tanto de la parte superior e inferior a partir de la siguiente expresión y los resultados se muestran en la Tabla 36:

$$M_{pr} = 1.25 * A_s * fy * \left(d - \frac{a}{2}\right), \qquad a = \frac{A_s * 1.25 * fy}{0.85 * f'c * b}$$

Tabla 36

Resultados de los momentos probables del ejemplo

a [cm]		
INICIO	**CENTRO**	**FIN**
3.32		3.32
3.324		3.32
MOMENTO PROBABLES [ton*m]		
7.67		7.67
7.67		7.67

Nota. Elaboración propia.

Se determina el máximo cortante probable

$$V_{pr1} = \frac{M_{pr\ inicio-superior} + M_{pr\ fin-inferior}}{ln}, \qquad V_{pr2} = \frac{M_{pr\ inicio-inferior} + M_{pr\ fin-superior}}{ln}$$

Se determina el cortante gravitatorio (V_{gr}) con la siguiente combinación

$$W_u = 1.2D + 0.5L$$

$$V_{gr} = 2.42\ ton$$

Se determina el cortante de diseño, del hormigón y del acero con las siguientes expresiones, los resultados se muestran en la Tabla 37

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

$$V_c = 0.53 * \sqrt{f'c} * b * d$$

$$V_s = \frac{V_u}{\emptyset} - V_c, \qquad \emptyset = 0.75$$

Tabla 37

Resultados de los cortantes para la viga de ejemplo

CORTANTE PROBABLE (V_{pr}) [ton]
4.04
CORTANTE GRAVITATORIO (V_{gr}) [ton]
2.42
CORTANTE DE DISEÑO (V_u) [ton]
6.46
CORTANTE DEL HORMIGÓN (V_c) [ton]
0.00
CORTANTE DEL ACERO (V_s) [ton]
8.61

Nota. Elaboración propia.

Se debe verificar que el siguiente limite no se cumpla, en caso contrario se deberá rediseñar la viga

$$V_s > 2.2\sqrt{f'c} * b * d$$

$$V_s > 2.2\sqrt{210kg/cm^2} * 30cm * 34cm$$

$$8.61\ ton > 32.52\ ton, \qquad OK$$

Dentro de la zona 2h la separación de los estribos será el mínimo valor entre

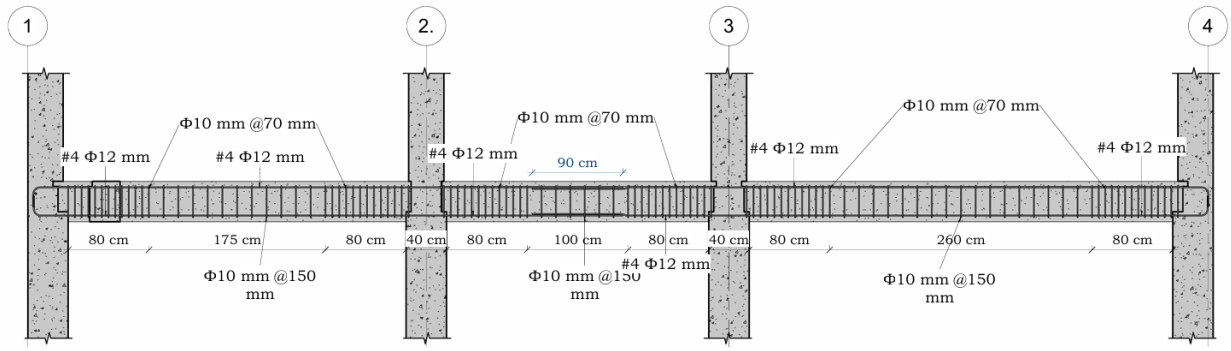
$$s = min\left\{\frac{d}{4}, 6d_b, 200mm\right\} = 7\ cm$$

Fuera de la zona de 2h la separación será

$$\frac{d}{2} = 17\ cm \rightarrow 15\ cm$$

Ilustración 41

Detalle del armado de la viga de diseño



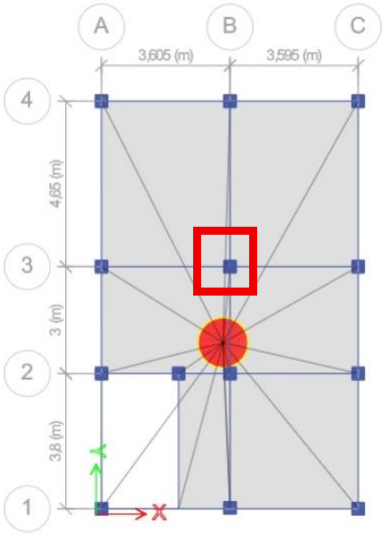
Nota. Elaboración propia.

3.2.11 Diseño de columnas

A partir del modelo estructural en el programa ETABS, se diseñan las columnas a partir de las demandas proporcionadas por este, para el diseño se mostrará el proceso de una columna central de la planta baja ubicada en el eje B fila 3 (ver Ilustración 42).

Ilustración 42

Columna para ejemplo de diseño B3



Nota. Elaboración propia.

Las demandas de la columna en el programa de análisis estructural ETABS se obtienen de las diferentes combinaciones de carga como se muestra en la Tabla 38.

Tabla 38

Demandas de la columna B3

TABLE: Element Forces - Columns						
Story	**Unique Name**	**Output Case**	**Station**	**P**	**M2**	**M3**
			m	tonf	tonf-m	tonf-m
1 PLANTA	11	DConS1	0	68.172	-0.6517	-0.0362
1 PLANTA	11	DConS1	1.34	67.6198	0.167	0.0021
1 PLANTA	11	DConS1	2.68	67.0676	0.9789	0.0403
1 PLANTA	11	DConS2	0	74.2669	-0.7389	-0.0409
1 PLANTA	11	DConS2	1.34	73.7936	0.1906	0.0018
1 PLANTA	11	DConS2	2.68	73.3203	1.1123	0.0444
1 PLANTA	11	DConS3	0	73.6105	-0.7085	5.124
1 PLANTA	11	DConS3	1.34	73.0977	0.1799	1.0461

1 PLANTA	11	DConS3	2.68	72.585	1.061	-3.0747
1 PLANTA	11	DConS4	0	72.7869	-0.7272	-5.2035
1 PLANTA	11	DConS4	1.34	72.2742	0.1896	-1.0422
1 PLANTA	11	DConS4	2.68	71.7614	1.0986	3.1619
1 PLANTA	11	DConS5	0	75.9706	4.1091	-0.1045
1 PLANTA	11	DConS5	1.34	75.4578	1.1039	-0.0231
1 PLANTA	11	DConS5	2.68	74.9451	-1.9465	0.0591
1 PLANTA	11	DConS6	0	70.4268	-5.5448	0.0249
1 PLANTA	11	DConS6	1.34	69.914	-0.7345	0.027
1 PLANTA	11	DConS6	2.68	69.4013	4.1061	0.028
1 PLANTA	11	DConS7	0	39.3672	-0.3631	5.1431
1 PLANTA	11	DConS7	1.34	39.0517	0.0906	1.0453
1 PLANTA	11	DConS7	2.68	38.7361	0.5406	-3.0953
1 PLANTA	11	DConS8	0	38.5436	-0.3818	-5.1845
1 PLANTA	11	DConS8	1.34	38.2281	0.1003	-1.043
1 PLANTA	11	DConS8	2.68	37.9126	0.5782	3.1413
1 PLANTA	11	DConS9	0	41.7273	4.4545	-0.0854
1 PLANTA	11	DConS9	1.34	41.4118	1.0146	-0.0239
1 PLANTA	11	DConS9	2.68	41.0963	-2.4669	0.0386
1 PLANTA	11	DConS10	0	36.1835	-5.1994	0.044
1 PLANTA	11	DConS10	1.34	35.868	-0.8237	0.0263
1 PLANTA	11	DConS10	2.68	35.5524	3.5857	0.0075
1 PLANTA	11	DConS11	0	72.8148	-0.4551	4.3146
1 PLANTA	11	DConS11	1.34	72.302	0.2353	0.882
1 PLANTA	11	DConS11	2.68	71.7893	1.2446	2.6748
1 PLANTA	11	DConS11	0	73.5826	-0.9806	-4.3941
1 PLANTA	11	DConS11	1.34	73.0698	0.1342	-0.8781
1 PLANTA	11	DConS11	2.68	72.5571	0.9149	-2.5877
1 PLANTA	11	DConS12	0	70.9297	3.253	0.2283
1 PLANTA	11	DConS12	1.34	70.417	0.9412	0.0553
1 PLANTA	11	DConS12	2.68	69.9043	3.5692	0.2103
1 PLANTA	11	DConS12	0	75.4676	-4.6887	-0.3079

1 PLANTA	11	DConS12	1.34	74.9549	-0.5718	-0.0514
1 PLANTA	11	DConS12	2.68	74.4422	-1.4097	-0.1231
1 PLANTA	11	DConS13	0	38.5715	-0.1096	4.3337
1 PLANTA	11	DConS13	1.34	38.256	0.146	0.8812
1 PLANTA	11	DConS13	2.68	37.9404	0.7243	2.6543
1 PLANTA	11	DConS13	0	39.3393	-0.6352	-4.3751
1 PLANTA	11	DConS13	1.34	39.0238	0.0449	-0.8788
1 PLANTA	11	DConS13	2.68	38.7082	0.3945	-2.6082
1 PLANTA	11	DConS14	0	36.6865	3.5985	0.2474
1 PLANTA	11	DConS14	1.34	36.3709	0.8519	0.0546
1 PLANTA	11	DConS14	2.68	36.0554	3.0489	0.1897
1 PLANTA	11	DConS14	0	41.2244	-4.3433	-0.2888
1 PLANTA	11	DConS14	1.34	40.9088	-0.661	-0.0522
1 PLANTA	11	DConS14	2.68	40.5933	-1.9301	-0.1436

Nota. Elaboración propia.

Se comprobó las secciones a partir de los límites dimensionales que proporciona la normativa ACI-316, donde se tendrá que cumplir con las condiciones de:

Ilustración 43

Limites dimensionales en columnas

18.7.2 *Límites dimensionales*

18.7.2.1 Las columnas deben cumplir con (a) y (b):

(a) La dimensión menor de la sección transversal, medida en una línea recta que pasa a través del centroide geométrico, debe ser al menos 300 mm.
(b) La relación entre la dimensión menor de la sección transversal y la dimensión perpendicular debe ser al menos 0.4.

Nota. Extraído de la ACI-316

$$Dimensión\ menor\ de\ la\ sección\ transversal = 40\ cm \geq 30\ cm \quad OK$$

$$\frac{Dimensión\ menor\ de\ la\ seccion\ transversal}{Dimensión\ Perpendicular} = \frac{40}{40} = 1 > 0.4 \quad OK$$

Se calculó el refuerzo longitudinal requerido, en el modelo la columna es de 40x40 y tiene 4 varillas de 16 mm en las esquinas y 2 de 14 mm en los lados, en total son 8 varillas de 14mm.

$$A_{st} = 20.36\ cm^2$$

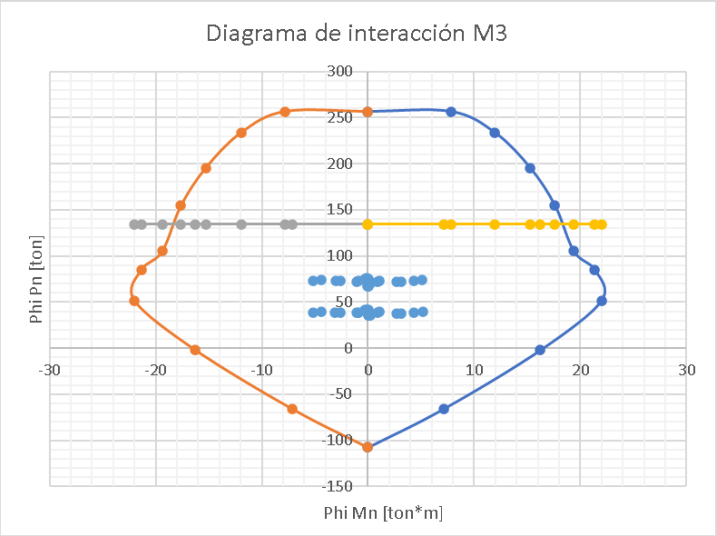
$$P_{As} = \frac{A_{st}}{A_g} = \frac{20.36\ cm^2}{40 * 40\ cm^2} = 1.27\ \%$$

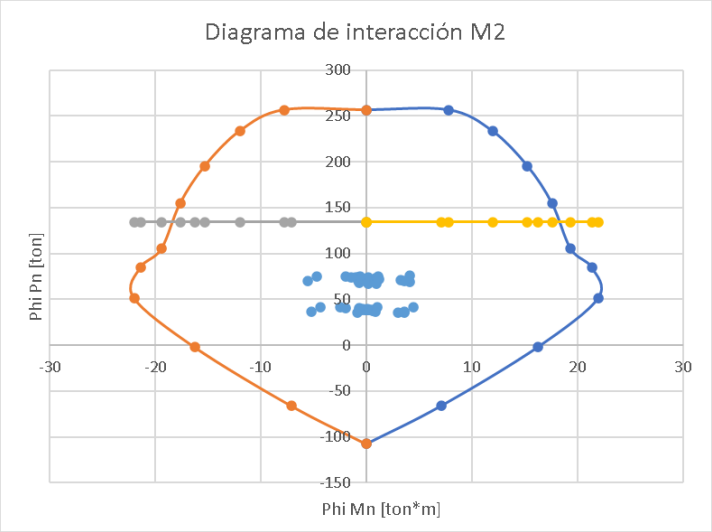
La cuantía longitudinal de la columna en la zona sísmica debe ser $0.01 < P_{As} < 0.03$, por ende, el armado colocado es correcto.

Tercero, se comprobó que las demandas se encuentran dentro del diagrama de interacción reducido (ver Gráfico 5), para esto utilizamos el programa de análisis estructural ETABS.

Gráfico 5

Diagramas de interacción de ambos ejes de la columna 40x40





Nota. Elaboración propia.

El límite axial se obtuvo con la ecuación $P = A_g * f'c * 30\%$, donde se observa que las demandas no superan el límite axial y esto asegura un comportamiento dúctil ante eventos sísmicos cíclicos.

Cuarto, se comprobó el Criterio Columna fuerte Viga débil, con este análisis podemos asegurar que la columna sea más resistente a la viga y las columnas no fallarán antes de las vigas (ver Ilustración 44).

Ilustración 44

Criterio de columna fuerte y viga débil

18.7.3.2 Las resistencias a flexión de las columnas deben cumplir con

$$\Sigma M_{nc} \geq (6/5)\Sigma M_{nb} \qquad (18.7.3.2)$$

donde

ΣM_{nc} es la suma de los momentos nominales de flexión de las columnas que llegan al nudo, evaluados en las caras del nudo. La resistencia a la flexión de la columna debe calcularse para la fuerza axial mayorada, congruente con la dirección de las fuerzas laterales consideradas, que conduzca a la resistencia a la flexión más baja.

ΣM_{nb} es la suma de los momentos resistentes nominales a flexión de las vigas que llegan al nudo, evaluados en la cara del nudo. En vigas T, cuando la losa está en tracción debida al momento en la cara del nudo, el refuerzo de la losa dentro del ancho efectivo de losa definido en 6.3.2 debe suponerse que contribuye a M_{nb} siempre que el refuerzo de la losa esté desarrollado en la sección crítica para flexión.

Nota. Extraído de la ACI-316

Para esto se determina la capacidad de la columnas y vigas, es preciso conocer que dimensiones tiene las vigas que llegan a la columna y el armado que se colocó en el diseño; en la Tabla 39 se resume lo expuesto:

Tabla 39

Datos de las vigas que llegan a la columna de ejemplo

EJE	DIMENSIONES [cm]	PERALTE [cm]	ACERO [cm^2]
X	30x30	24	Superior: 6.16
			Inferior: 4.52
Y	30x40	34	Superior: 4.52
			Inferior: 4.52

Nota. Elaboración propia

Se deben calcular los momentos positivos y negativos de las vigas para obtener, en la Tabla 40 muestra los resultados de los cálculos

$$\sum M_{nb} = M_{pr1} + M_{pr2}$$

Donde

$$M_{pr} = A_s * 1.25 * fy * \left(d - \frac{a}{2}\right) \qquad a = \frac{A_s * 1.25 * fy}{0.85 * f'c * b}$$

Tabla 40

Resultado de los momentos probables

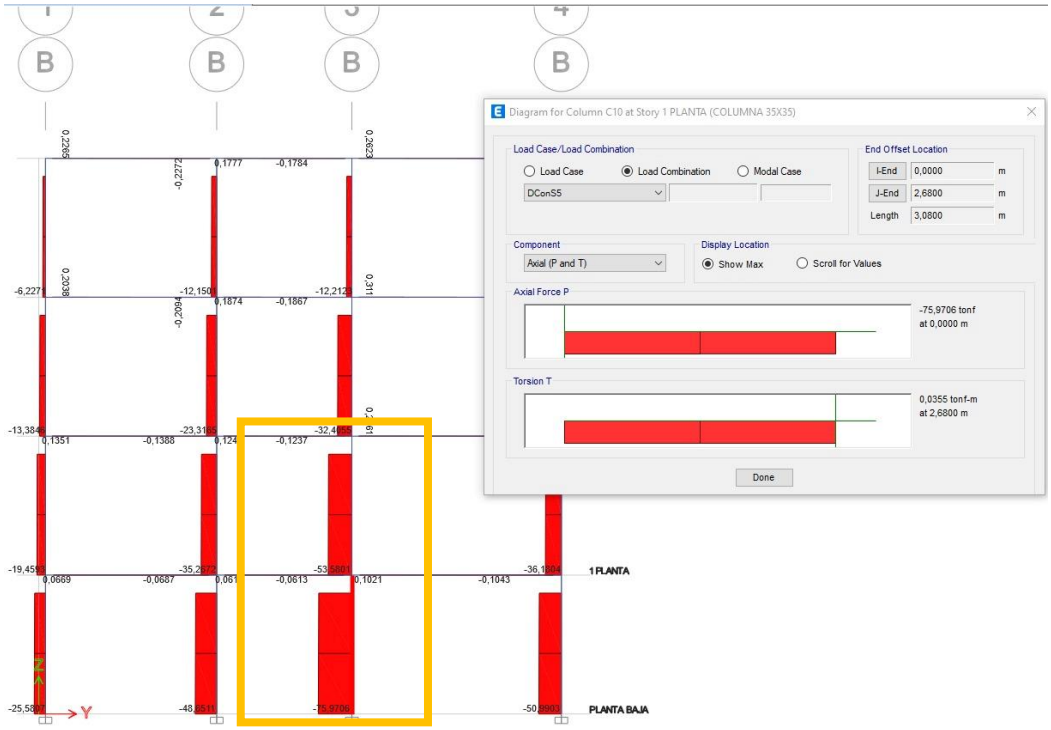
VIGA 30x30		**VIGA 30x40**	
Momento positivo		**Momento positivo**	
a [cm]	3.32	a [cm]	3.32
Mpr [ton*m]	5.30	Mpr [ton*m]	7.67
Momento negativo		**Momento negativo**	
a [cm]	4.53	a [cm]	3.32
Mpr [ton*m]	7.03	Mpr [ton*m]	7.67
ΣMnb	12.33	ΣMnb	15.35

Nota. Elaboración propia.

Se obtiene la demanda critica axial de la columna de diseño y también de la columna que se encuentra por encima de esta, como se muestra en la Ilustración 45.

Ilustración 45

Combinación crítica de demanda axial



Nota. Elaboración propia.

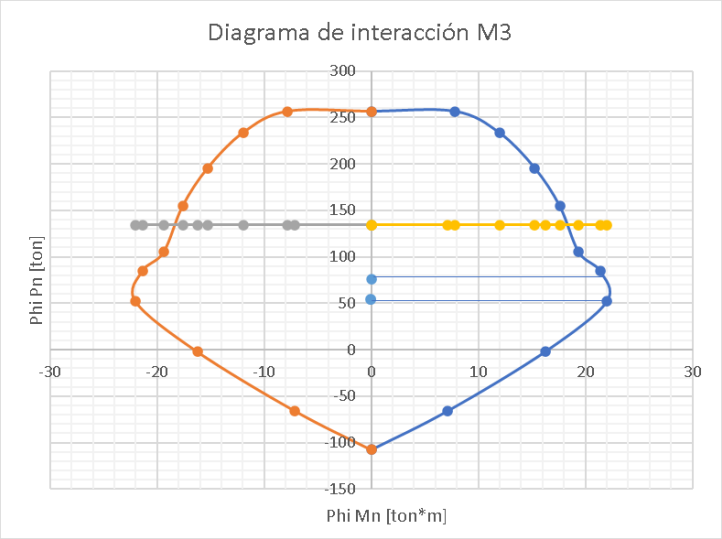
$$Pu1 = 75.9706\ ton$$

$$Pu2 = 53.5801\ ton$$

Conociendo las fuerzas axiales, se requiere del uso del diagrama de interacción para determinar los momentos probables de la columna (ver Gráfico 6)

Gráfico 6

Demandas de momento probable de la columna



Nota. Elaboración propia.

Se observa que

$$M_{n1} = 21\ ton * m$$

$$M_{n2} = 22\ ton * m$$

$$\sum M_{nc} = M_{n1} + M_{n2} = 43\ ton * m$$

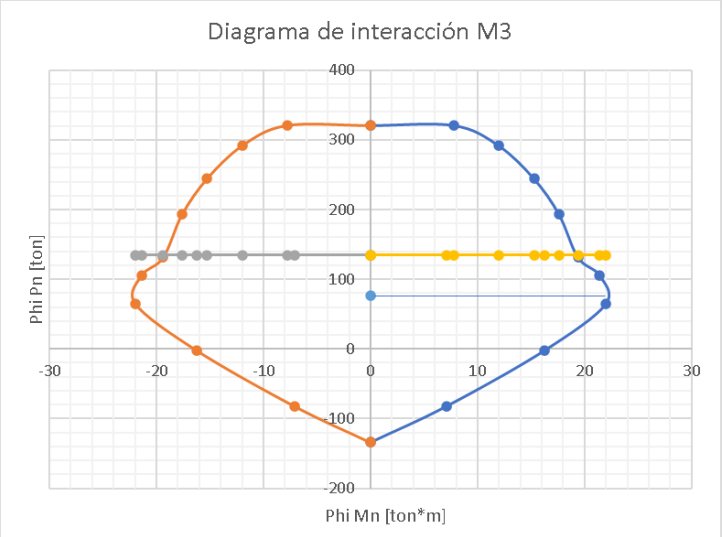
Se comprueba el criterio columna fuerte y viga débil en ambos ejes:

$$\sum M_{nc} \geq 1.2 \sum M_{nb} \rightarrow CUMPLE$$

Diseño a cortante: Se utiliza el diagrama de interacción nominal 1.25 mayor (ver Gráfico 7) para obtener el momento nominal, con la demanda crítica (Pu) obtenida anteriormente,

Gráfico 7

Momento nominal de la columna



Nota. Elaboración propia.

$$M_{npr1} = M_{npr2} = 1.25M_n = 22\ ton * m$$

$$V_e = \frac{M_{npr1} + M_{npr2}}{l_u} = 15.278\ \ ton$$

Dado que Pu>Ag*f'c/20 entonces se utiliza el aporte de la resistencia a cortante del hormigón.

$$d = 34\ cm\ \ P_u = 75.97\ ton = V_u$$

$$V_c = 0.53 * \left(1 + \frac{N_u}{140 * A_g}\right) * \sqrt{f'c} * b * d = 12.07\ ton$$

$$V_s = \frac{V_u}{\emptyset} - V_c = 89.23\ ton$$

Se determina el acero mínimo de confinamiento a partir de la NEC:

Ilustración 46

Acero de refuerzo para columnas

- El área del refuerzo en forma de estribos de confinamiento rectangulares no puede ser menor que ninguna de las siguientes:

$$A_{sh} = 0.3\frac{sb_c f'_c}{f_{yt}}\left[\left(\frac{A_g}{A_{ch}}\right) - 1\right]$$

$$A_{sh} = 0.09\frac{sb_c f'_c}{f_{yt}}$$

Dónde:

A_{sh}	Área total de las varillas que forman los estribos y amarres suplementarios con separación s y perpendicular a la dimensión b_c, mm^2.
s	Separación, centro a centro, entre estribos, mm.
b_c	Distancia máxima, medida centro a centro, entre esquinas del estribo, en mm.
A_g	Área bruta (mm^2)
A_{ch}	Área de la conexión interior confinada (mm^2).

Nota. Extraído de la NEC 2015

$$A_{sh1} = 0.3 * \frac{s * b_c * f'c}{fy} * \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1\right) = 3.46cm^2$$

$$A_{sh2} = 0.09 * \frac{s * b_c * f'c}{fy} = 1.56cm^2$$

$$A_{sh1\ MAX} = 3.46cm^2$$

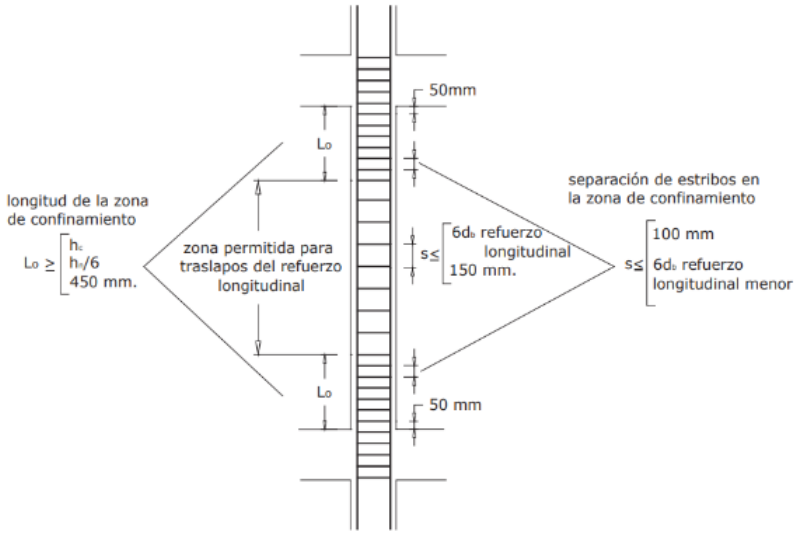
Se coloca 2 estribos de 10 mm y 2 de 12 mm dando mayor área de acero de lo requerido

$$A_v = 2 * 0.785cm^2 + 2 * 1.13cm^2 = 3.83cm^2$$

La separación de los estribos se verá dado por:

Ilustración 47

Separación de estribos en la columna



Nota. Extraído de la NEC 2015

La separación dentro de la zona L_0

$$L_o = \max\left\{max.dim.col, \frac{altura\ libre}{6}, 45cm\right\} = 45cm$$

$$s = \min\{6d_b, 10cm\} = 8.4\ cm \rightarrow 8\ cm$$

Por fuera de la zona L_o, la separación será:

$$s = \min\{6d_b, 15cm\} = 8.4cm \rightarrow 8\ cm$$

Longitud de anclaje del refuerzo a flexión: Con una varilla longitudinal de 16 mm

$$l_d = \frac{f_y}{1.4\sqrt{f'c}} * d_b = 90.71\ cm \rightarrow 0.9\ m$$

$$l_{ext} = 12 * d_b = 19.2\ cm$$

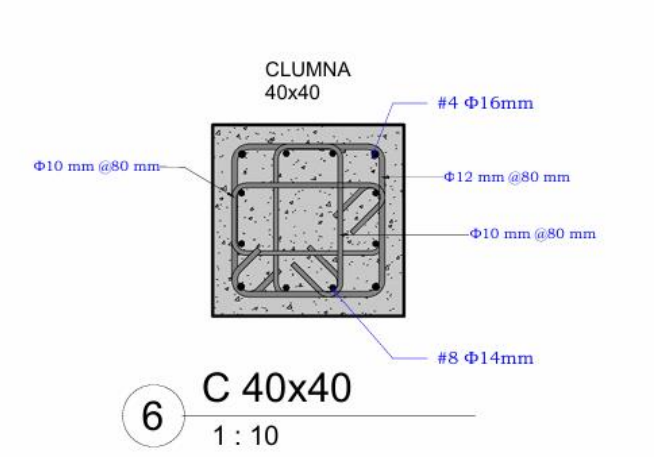
$$l_{dh} = \frac{f_y}{5.4\sqrt{f'c}} * d_b = 23.52\ cm \rightarrow 0.2\ m$$

Empalme Clase B

$$1.3 * l_d = 1.18\ m \rightarrow 1.2\ m$$

Ilustración 48

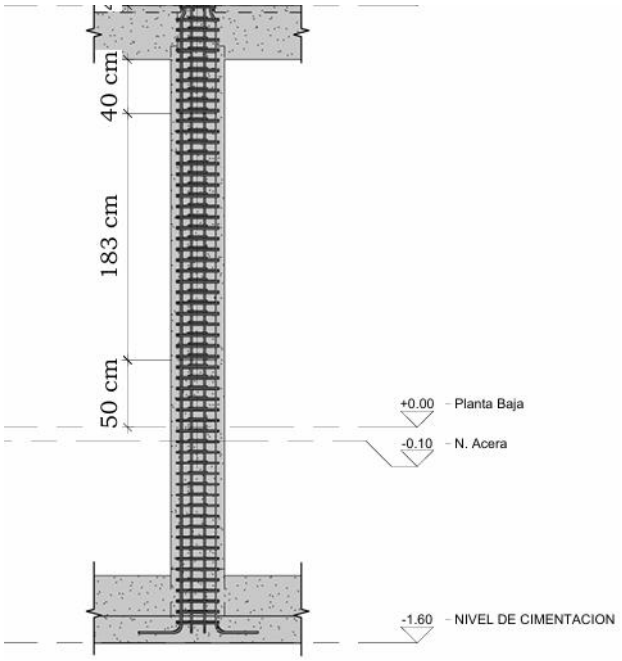
Vista transversal del armado de la columna para la planta baja



Nota. Elaboración propia.

Ilustración 49

Vista longitudinal del armado de la columna para la planta baja



Nota. Elaboración propia.

3.2.12 Diseño de losa

El tipo de losa escogido para el edificio es una nervada en dos direcciones debido a que la relación entre el paño mayor y el menor no es mayor a 2.

$$\frac{l_{mayor}}{l_{menor}} < 2 \quad \rightarrow Losa\ nervada\ 2D$$

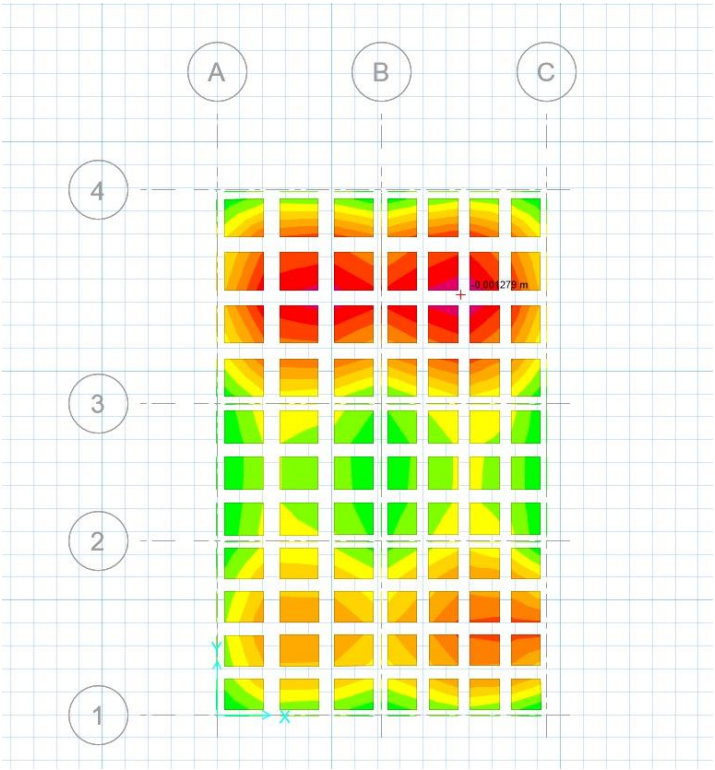
Para el diseño de este elemento estructural se utiliza el programa SAFE con el fin de verificar si cumple las demandas por servicio y a su vez poder determinar la configuración de acero que requiere. Para determinar las deflexiones se aplica la siguiente combinación de cargas.

$$D + L$$

Para las losas de la cubierta presenta una deflexión máxima de 0.001 m como se muestra en la siguiente imagen

Ilustración 50

Deflexiones para losa de cubierta en SAFE

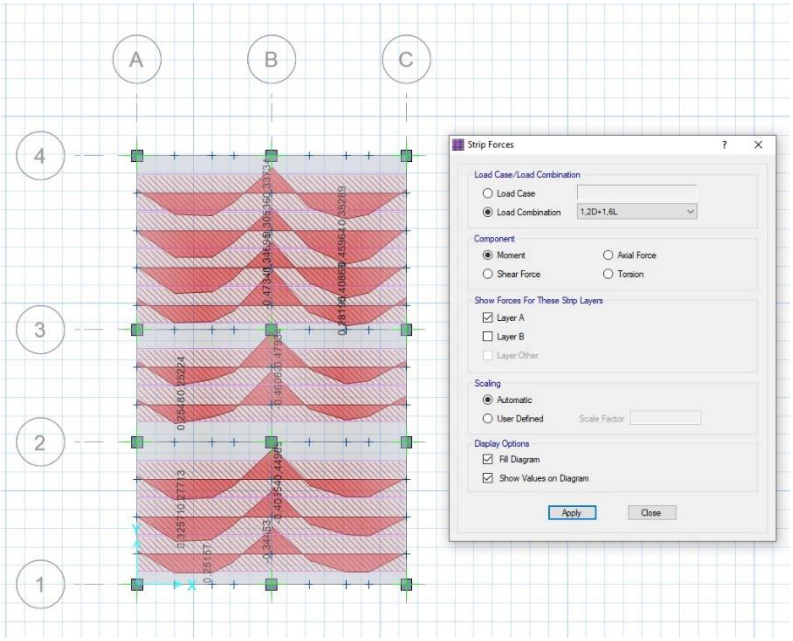


Nota. Elaboración propia.

Asimismo, se obtienen las demandas en ambos ejes de la cubierta como se muestra en la Ilustración 51e Ilustración 52

Ilustración 51

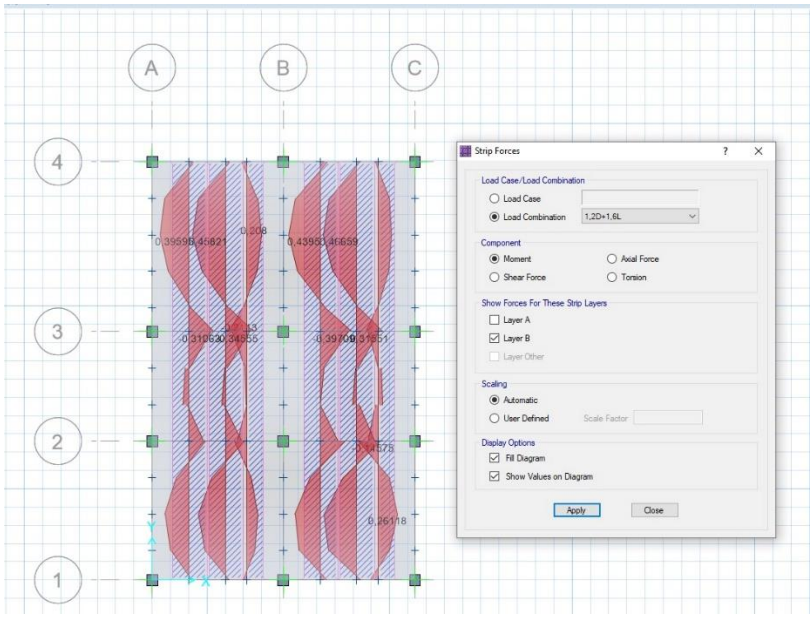
Demandas de momento para el eje de las abscisas para losa de la cubierta



Nota. Elaboración propia.

Ilustración 52

Demandas de momento para el eje de las ordenadas para losa de la cubierta

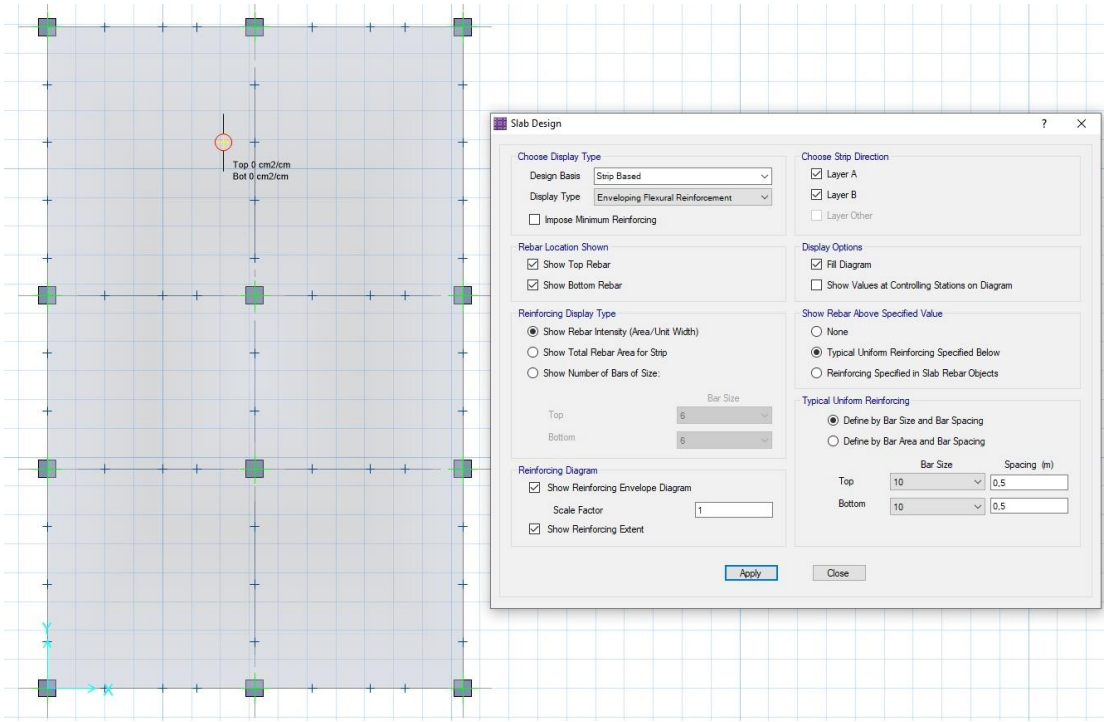


Nota. Elaboración propia.

Del mismo modo, el programa permite colocar el acero y comprueba si es suficiente, por ende, para la losa de cubierta requiere de dos varillas de 10 mm arriba y abajo en el nervio.

Ilustración 53

Armado de acero longitudinal para la losa de cubierta

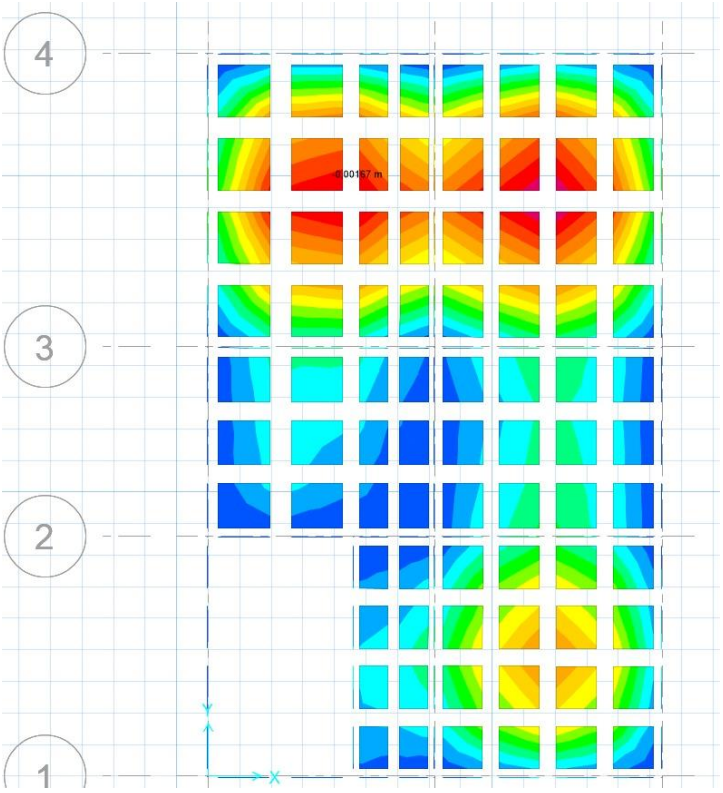


Nota. Elaboración propia.

Para las losas de las demás plantas (1-4) se obtuvo una deflexión máxima de 0.003 m como se muestra en la Ilustración 54

Ilustración 54

Deflexiones para losa de pisos en SAFE

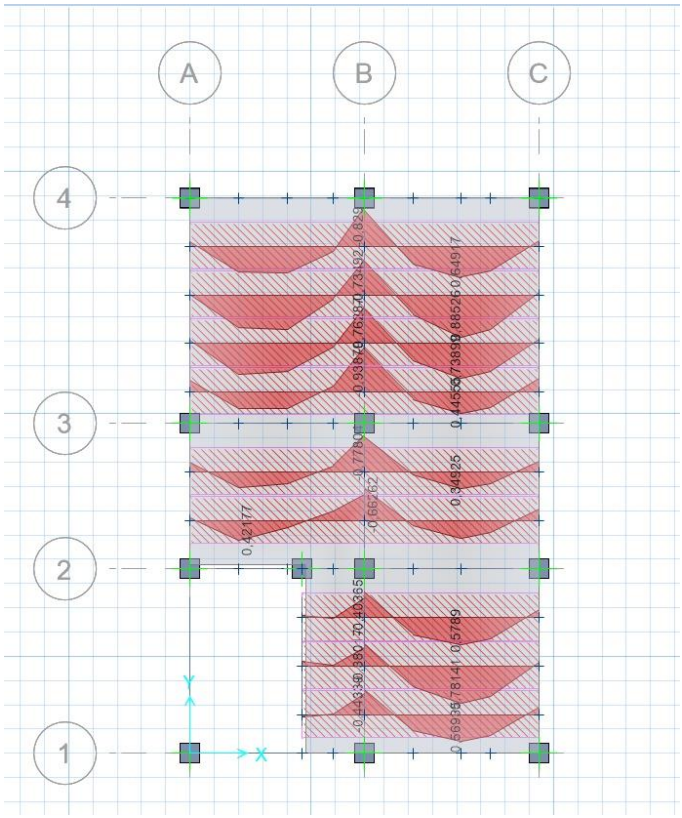


Nota. Elaboración propia.

Del mismo modo, se obtuvo las demandas de ambos ejes de las losas de las demás plantas

Ilustración 55

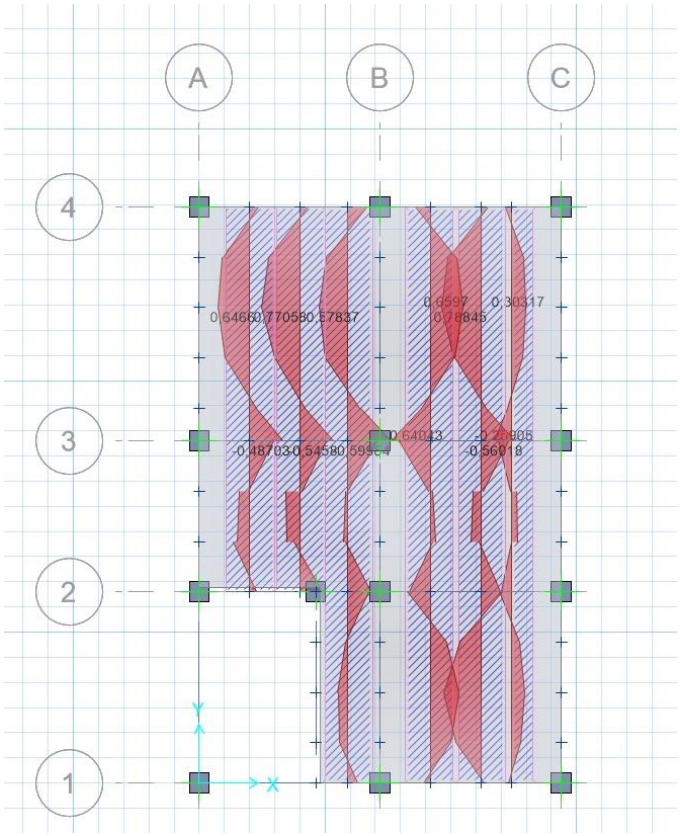
Demandas de momento para el eje de las abscisas para losa de pisos



Nota. Elaboración propia.

Ilustración 56

Demandas de momento para el eje de las ordenadas para losa de pisos

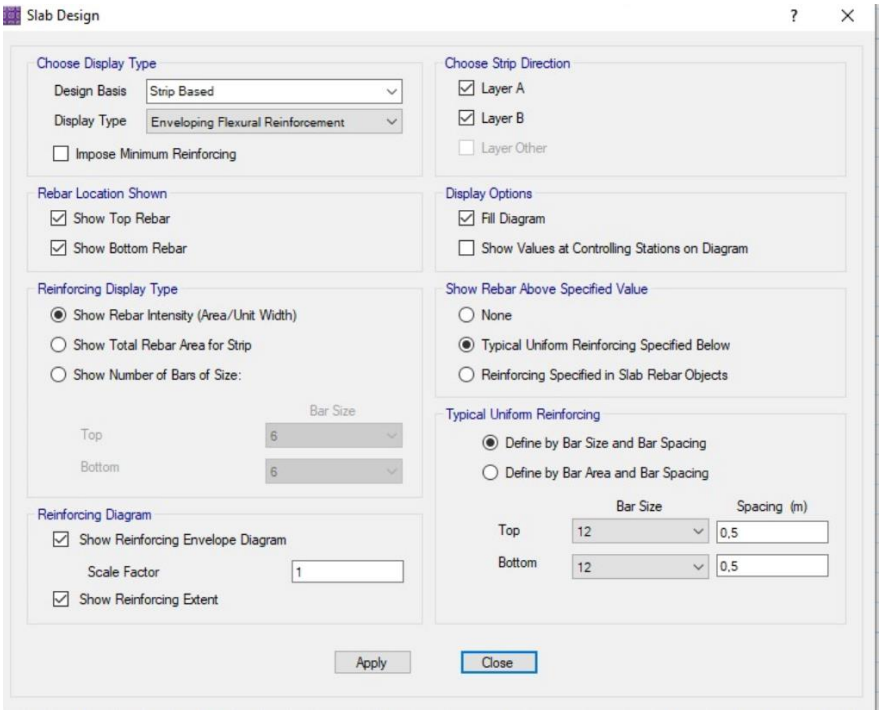


Nota. Elaboración propia.

Para estas losas se requiere de dos varillas de 12 mm una arriba y abajo en el nervio

Ilustración 57

Armado de acero longitudinal para la losa de pisos



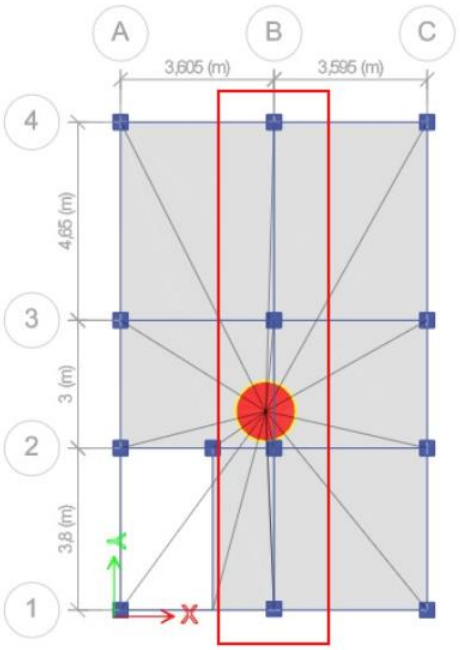
Nota. Elaboración propia.

3.2.13 Diseño de la cimentación

En esta sección se mostrará los pasos realizados para el diseño de cada una de las vigas de cimentación que estarán actuando en el edificio, para ello se escoge como ejemplo, la viga del eje B (ver Ilustración 58)

Ilustración 58

Viga del eje B que será diseñada como ejemplo

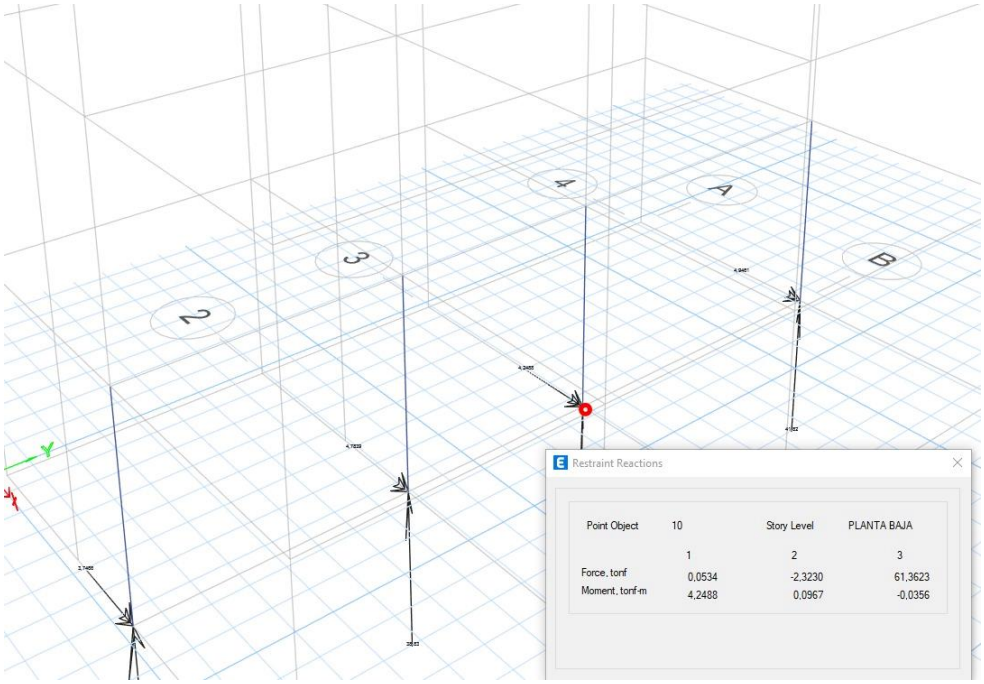


Nota. Elaboración propia.

Prediseño: Para la elaboración del prediseño de la viga de cimentación se requiere de las demandas de fuerza axial y momento perpendicular al eje de las columnas a partir de la combinación D+L+S como se muestra en la Ilustración 59 y en la Tabla 41 se muestran los valores obtenidos.

Ilustración 59

Demandas de momento y fuerza axial de las columnas del eje B



Nota. Elaboración propia.

Tabla 41

Demandas de servicio para la viga de ejemplo del eje B

Columna	Fuerza Axial [ton]	Momento [ton*m]
1	18.48	3.75
2	38.83	4.78
3	61.36	4.25
4	41.82	4.94
Σ	160.49	17.72

Nota. Elaboración propia.

Para calcular la base de la viga se requiere de las fuerzas axiales, el esfuerzo admisible del suelo y el factor de seguridad, en la siguiente expresión se muestra lo dicho

$$B = \frac{\sum Pi * FS}{L * \sigma_{adm}}$$

A partir de los ensayos de suelo elaborados previamente se conoce que la capacidad portante del suelo es de 7.64 ton/m^2, además, la longitud L es la distancia entre la primera y última columna, el factor de seguridad se asume que es de 1.35. En este caso, como el diseño es sismorresistente la capacidad portante del suelo es:

$$\sigma_{adm} = \sigma_{adm} * 1.333 = 10.19\ ton/m^2$$

Reemplazando todo queda:

$$B = \frac{160.49 * 1.35}{11.85 * 10.19\ ton/m^2} = 1.79\ m \rightarrow 1.50\ m$$

Dado que las dimensiones del terreno no permiten añadir un voladizo en la viga de cimentación, esta se verá afectada con una distribución trapezoidal de los esfuerzos del suelo sobre la base.

La razón de emplear este voladizo es disminuir el esfuerzo del suelo que actúa contra la cimentación, por ende, la nueva área de contacto es de:

$$Area\ de\ contacto = B * L = 17.78\ m^2$$

Por lo que, el esfuerzo de demandante que actúa en el suelo es

$$\sigma = \frac{\sum Pi}{B * L} = 9.03\ t/m^2$$

Como se observa, con una base de 1.50 m el esfuerzo es menor a la capacidad portante inicial del suelo de 10.19 ton/m^2

La distribución de esfuerzos del suelo se los obtiene de la siguiente expresión

$$\sigma_{1,2} = \frac{\sum Pi}{B * L} \pm \frac{\sum Pi}{I}(x - L/2)(L/2)$$

$$\sigma_1 = 15.26\ ton/m^2, \qquad \sigma_2 = 7.38\ ton/m^2$$

$$q_{u1} = 22.89\ ton/m, \qquad q_{u2} = 11.06\ ton/m$$

Para encontrar los esfuerzos en el centro de la viga se emplea una regla de 3, los resultados se muestran en la Tabla 42:

Tabla 42

Esfuerzos distribuidos a lo largo de la viga

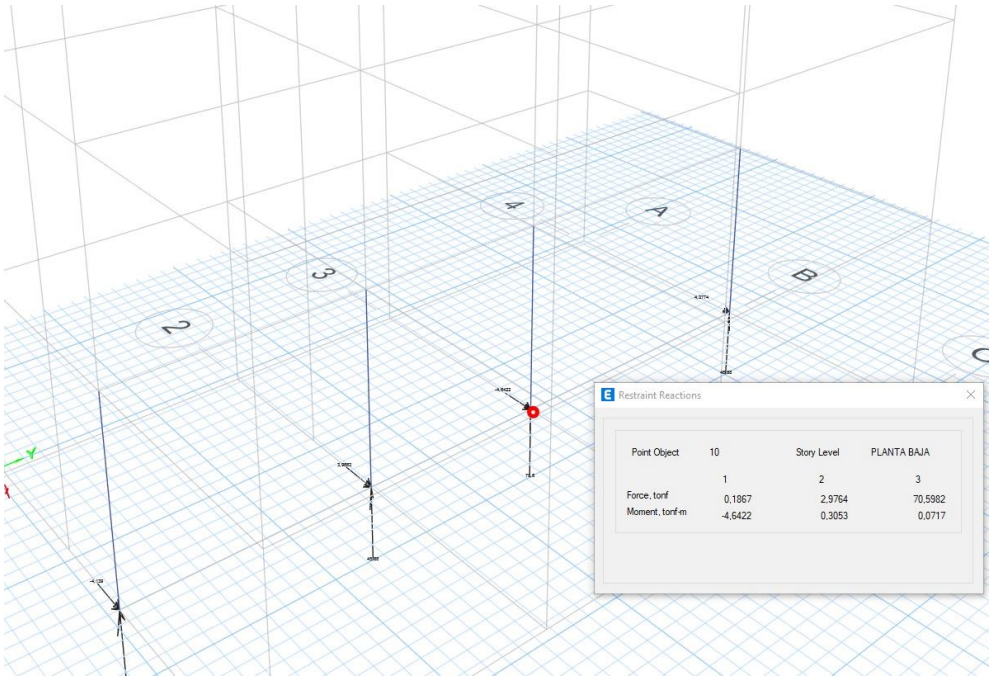
Esfuerzo [ton/m]	Ubicación [m]
11.06	0
14.99	3.8
18.09	6.8
22.89	11.45

Nota. Elaboración propia.

Diseño: Con la base definida, se procede a modelar la estructura donde se asignan las cargas mayoradas de 1.2D+L+S procedentes de las columnas y la distribución de esfuerzos del suelo (ver Ilustración 60), las nuevas demandas mayoradas se muestran en la Ilustración 60.

Ilustración 60

Demandas mayoradas de las columnas del eje B



Nota. Elaboración propia.

Tabla 43

Demandas mayoradas para el diseño de la viga de cimentación

Columna	Fuerza Axial [ton]	Momento [ton*m]
1	25.58	3.62
2	48.65	4.80
3	70.60	4.64
4	50.99	5.17
Σ	201.19	17.70

Nota. Elaboración propia.

Una vez corrido el modelo, se escoge el mayor momento de la viga para poder dimensionar la altura de esta a partir de las siguientes asunciones

$$Mu = 39.83\ ton * m, \qquad bw = 40\ cm, \qquad rec = 7.5\ cm, \qquad \emptyset_{lon} = 20\ mm,$$

$$d = \sqrt{\frac{Mu}{0.145 * f'c * bw}} = 49.52\ cm$$

Por lo que la altura será de

$$H = d + rec + \emptyset_{lon} * 0.5 + \emptyset_{est} = 59.02\ cm \rightarrow 60\ cm$$

Y el acero que requiere es

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

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

$$A_s = 21.685\ cm^2$$

Se colocan 4 varillas de 25.4 mm en la parte superior e inferior de la viga. Para la altura de la loseta se requiere encontrar el centroide del voladizo a partir del análisis estático es

$$x = \frac{B - bw}{4} = 0.28\ cm$$

Y la fuerza que actúa en el centroide es

$$R = \sigma_1 * 1\ m * \frac{B - bw}{2} = 8.39\ ton$$

El momento que se genera es de

$$Mu = R * x = 2.31\ ton * m$$

Donde d es el peralte de la loseta para un 1m de ancho

$$d = \sqrt{\frac{Mu}{0.145 * f'c * 1m}} = 8.14\ cm$$

La altura de la loseta es

$$H = d + rec + \emptyset_{lon} * 0.5 + \emptyset_{est} = 15.64\ cm \rightarrow 20\ cm$$

$$d = 12.5\ cm$$

Y el acero que requiere es

$$As = \frac{30Mu}{d} = 5.54\ cm^2$$

Se colocan 4 varillas de 14 mm cada 25 cm.

El acero por retracción en

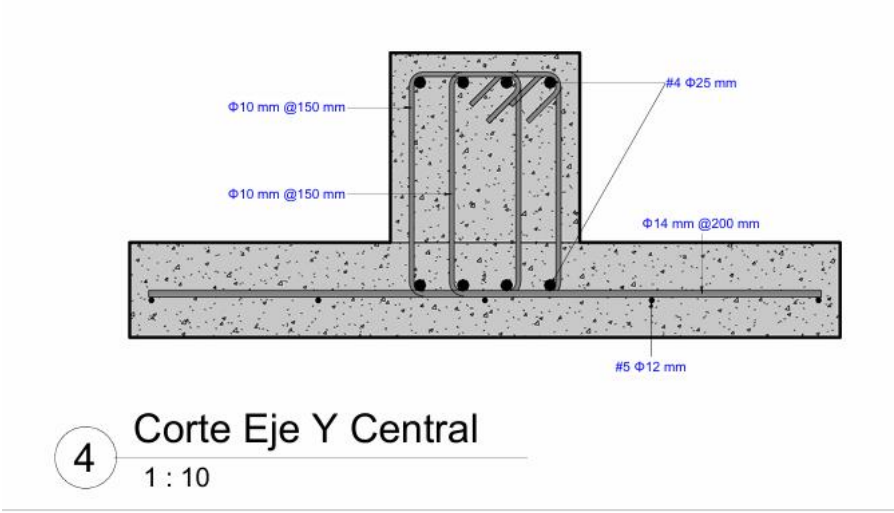
$$As_{retr} = 0.0018 * B * H = 5.4\ cm^2$$

Se colocan 5 varillas de 12 mm cada 30 cm.

Por lo tanto, la viga de cimentación para el eje B del edificio tendrá la siguiente configuración (ver Ilustración 61 e Ilustración 62)

Ilustración 61

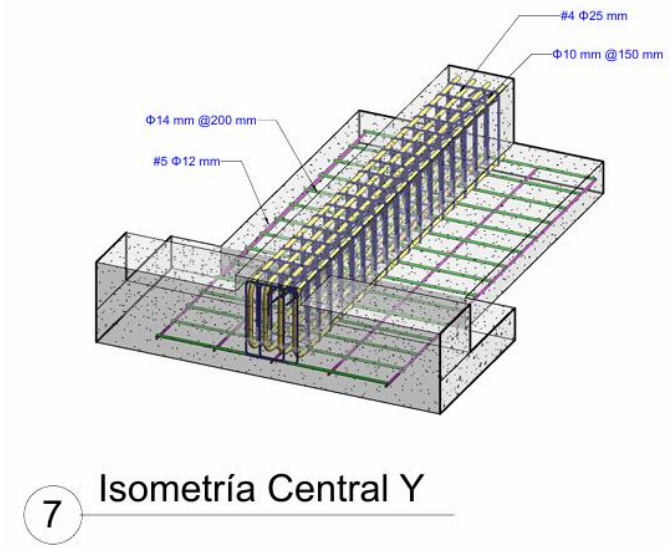
Detalle de armado transversal de la viga de cimentación



Nota. Elaboración propia.

Ilustración 62

Detalle del armado longitudinal de la viga de cimentación



Nota. Elaboración propia.

Los cálculos y diseños de las demás vigas se encuentran en la sección de Anexos

3.3 Diseño hidrosanitario

El diseño contempla el cálculo de la demanda de agua, el dimensionamiento de las tuberías, cisterna, selección de bombas, tanto para el sistema de abastecimiento y evacuación de

aguas. Se dará prioridad a la eficiencia, la sostenibilidad y el cumplimiento de las normativas locales vigentes, con el fin de garantizar el funcionamiento adecuado de los sistemas y el bienestar de los ocupantes del edificio.

3.3.1 Diseño AAPP

Dotación: En la norma NEC 11 Capítulo 16 detalla los valores de dotación adecuados según el tipo de edificación (ver Ilustración 63), de este modo, se escoge una dotación de 250 L/habitante/día debido a que la edificación entra en la categoría de “Bloques de viviendas”.

Ilustración 63

Valores de dotación dependiendo el tipo de edificación

Tipo de edificación	Unidad	Dotación
Bloques de viviendas	L/habitante/día	200 a 350
Bares, cafeterías y restaurantes	$L/m^2_{\text{área útil}}$/día	40 a 60
Camales y planta de faenamiento	L/cabeza	150 a 300
Cementerios y mausoleos	L/visitante/día	3 a 5
Centro comercial	$L/m^2_{\text{área útil}}$/día	15 a 25
Cines, templos y auditorios	L/concurrente/día	5 a 10
Consultorios médicos y clínicas con hospitalización	L/ocupante/día	500 a 1000
Cuarteles	L/persona/día	150 a 350
Escuelas y colegios	L/estudiante/día	20 a 50
Hospitales	L/cama/día	800 a 1300
Hoteles hasta 3 estrellas	L/ocupante/día	150 a 400
Hoteles de 4 estrellas en	L/ocupante/día	350 a 800

Tipo de edificación	Unidad	Dotación
adelante		
Internados, hogar de ancianos y niños	L/ocupante/día	200 a 300
Jardines y ornamentación con recirculación	L/m^2/día	2 a 8
Lavanderías y tintorerías	L/kg de ropa	30 a 50
Mercados	L/puesto/día	100 a 500
Oficinas	L/persona/día	50 a 90
Piscinas	$L/m^2_{\text{área útil}}$/día	15 a 30
Prisiones	L/persona/día	350 a 600
Salas de fiesta y casinos	$L/ m^2_{\text{área útil}}$/día	20 a 40
Servicios sanitarios públicos	L/mueble sanitario/día	300
Talleres, industrias y agencias	L/trabajador/jornada	80 a 120
Terminales de autobuses	L/pasajero/día	10 a 15
Universidades	L/estudiante/día	40 a 60
Zonas industriales, agropecuarias y fábricas*	L/s/Ha	1 a 2

Nota. Extraído de la tabla 16.2 “Dotaciones para edificaciones de uso específico” de la NEC-11 capítulo 16.

Volumen de cisterna: Para calcular el volumen de la cisterna es necesario conocer la dotación, el número de personas que usarán el sistema y el tiempo de reserva. Aproximadamente, habrá 5 personas por piso y tomando en cuenta que habrá 3 pisos residenciales, la cantidad final de personas es 15, por otro lado, el tiempo de reserva será de 1 día. El volumen de la cisterna:

$$V = dotación * personas * tiempo$$

$$V = 250\ \frac{l}{persona * dia} * 15\ personas * 1\ día * \frac{1\ m^3}{1000\ l} = 3.75 m^3$$

La altura de la cisterna debe estar entre 1.2 y 2 metros, por lo que, se escoge una altura de 1.7 metros. Como la sección es un cuadrado, el ancho y la base tienen la misma longitud:

$$Área = \frac{3.75\ m^3}{1.7\ m} = 2.21\ m^2$$

$$\frac{ancho}{base} = \sqrt{2.21\ m^2} = 1.49\ m$$

Las dimensiones finales de la cisterna son: 2 m de alto, 1.50 de base, 1.50 m ancho obteniendo un valor de 4.5 m^3 de volumen. Se consideró aumentar la altura de la cisterna de 1.70 a 2.0 m debido a evitar posibles reboses.

Caudal de abastecimiento: Conociendo el volumen de agua que se debe llenar y el tiempo de llenado es de 4 horas, el caudal de abastecimiento es:

$$Q_{abs} = V * T = 3.75m^3 \frac{1000l}{m^3} * 4\ horas \frac{3600s}{1hora}$$

$$Q_{abs} = 0.26\ l/s$$

Tubería de abastecimiento: La velocidad recomendada para las tuberías de agua potable se encuentra entre 0.6 y 1.5 m/s, dado el caudal obtenido previamente se considerada una tubería de ¾", dado que, la velocidad es de 0.88 m/s según la tabla de Flamant (ver Ilustración 64).

Ilustración 64

Tabla de Flamant para la tubería de ¾"

Tabla 3.2 Flamant

3/4″ $j = 4C\ (V^{1,75} / D^{1,25})$ $Q = AV$ $j = 6{,}1C\ (Q^{1,75} / D^{4,75})$

Unidades	Caudal Q			V	hv	Pérdidas por fricción en m/m — Coeficiente de fricción C				
	gal/min	l/min	l/s	m/s	m	Fundido 0,00031	Galva-nizado 0,00023	Acero 0,00018	Cobre 0,00012	P.V.C. 0,00010
2	2	7,57	0,13	0,46	0,01	0,044	0,033	0,026	0,017	0,014
3	3	11,35	0,19	0,67	0,02	0,086	0,064	0,050	0,033	0,028
5	4	15,14	0,25	0,88	0,04	0,139	0,103	0,081	0,054	0,045
6	5	18,92	0,32	1,12	0,06	0,215	0,159	0,125	0,083	0,069
7	6	22,71	0,38	1,33	0,09	0,290	0,215	0,168	0,112	0,093
8	7	26,46	0,44	1,54	0,12	0,375	0,278	0,218	0,145	0,121
10	8	30,24	0,50	1,75	0,16	0,469	0,348	0,272	0,181	0,151
12	9	34,07	0,57	1,99	0,20	0,585	0,434	0,340	0,227	0,189
14	10	37,80	0,63	2,21	0,25	0,702	0,521	0,408	0,272	0,226
16	12	45,36	0,76	2,67	0,36	0,975	0,723	0,566	0,377	0,314
20	14	52,92	0,88	3,09	0,49	1,260	0,935	0,732	0,488	0,406
23	16	60,48	1,01	3,54	0,64	1,604	1,190	0,931	0,621	0,517
27	18	68,04	1,13	3,96	0,80	1,952	1,448	1,133	0,755	0,630

Nota. Extraída de la tabla 3.2 de Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones.

Tubería de impulsión: Para hallar el diámetro de la tubería de impulsión se considera un tiempo de 2 horas, por lo que, el caudal de impulsión es de:

$$Q_{imp} = V * T = 3.75m^3 \frac{1000l}{m^3} * 2\ horas \frac{3600s}{1hora}$$

$$Q_{imp} = 0.52\ l/s$$

Del mismo modo, se usan las tablas de Flamant para identificar cuál diámetro de tubería con el caudal calculado cumple el rango de velocidad, en este caso, es la tubería de 1”

Ilustración 65

Tabla de Flamant para la tubería de 1”

Tabla 3.3 Flamant

1” $j = 4C\ (V^{1,75} / D^{1,25})$ $Q = AV$ $j = 6{,}1C\ (Q^{1,75} / D^{4,75})$

Unidades	Caudal Q			V	hv	Pérdidas por fricción en m/m — Coeficiente de fricción C				
	gal/min	l/min	l/s	m/s	m	Fundido 0,00031	Galvanizado 0,00023	Acero 0,00018	Cobre 0,00012	P.V.C. 0,00010
5	4	15,14	0,25	0,50	0,01	0,036	0,027	0,021	0,014	0,012
7	6	22,71	0,38	0,75	0,03	0,073	0,054	0,043	0,028	0,024
8	7	26,50	0,44	0,87	0,04	0,096	0,071	0,056	0,037	0,031
10	8	30,28	0,50	1,00	0,05	0,121	0,090	0,071	0,047	0,039
12	9	34,07	0,57	1,12	0,06	0,149	0,111	0,087	0,058	0,048
16	12	45,42	0,76	1,49	0,11	0,247	0,183	0,143	0,096	0,080
22	15	56,78	0,95	1,87	0,18	0,365	0,271	0,212	0,141	0,118
27	18	68,13	1,14	2,24	0,26	0,502	0,372	0,291	0,194	0,162
32	21	79,49	1,32	2,61	0,35	0,657	0,488	0,382	0,254	0,212
38	24	90,84	1,51	2,99	0,46	0,830	0,616	0,482	0,321	0,268
45	27	102,20	1,70	3,36	0,58	1,020	0,757	0,593	0,395	0,329
46	28	105,98	1,77	3,49	0,62	1,088	0,807	0,631	0,421	0,351
60	32	121,12	2,02	3,98	0,81	1,374	1,019	0,798	0,532	0,443

Nota. Extraída de la tabla 3.3 de Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones.

Prediseño: Para el cálculo es importante conocer las unidades de descarga (UD) de cada aparato, como se muestra en la Ilustración 66:

Ilustración 66

Unidades de descarga de aparatos sanitarios

Tabla 5.2

Aparato	Diámetro en pulgadas	Unidades de descarga
Bañera o tina	1 1/2 - 2	2 - 3
Bidé	1 1/2	2
Ducha privada	3 "	2
Ducha pública	3	4
Fregaderos	1 1/2	2
Inodoro	3 - 4	1 - 3
Inodoro fluxómetro	4	6
Lavaplatos	2	2
Lavadora	2	2
Lavaplatos con triturador	2	3
Fuente de agua potable	1	1-2
Lavamanos	1 1/2 - 2 1/2	1 - 2
Orinal	1 1/2	2
Orinal fluxómetro	3	10
Orinal de pared	2	5
Baño completo	4	3
Baño con fluxómetro	4	6

Nota. Extraída de la tabla 5.2 de Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones.

Del mismo modo, según la NHE (ver Ilustración 67), las presiones recomendadas por cada aparato sanitario son:

Ilustración 67

Demandas de caudales, presiones y diámetros en aparatos de consumo

Aparato sanitario	Caudal instantáneo mínimo (L/s)	Presión		Diámetro según NTE INEN 1369 (mm)
		recomendada (m c.a.)	mínima (m c.a.)	
Bañera / tina	0.30	7.0	3.0	20
Bidet	0.10	7.0	3.0	16
Calentadores / calderas	0.30	15.0	10.0	20
Ducha	0.20	10.0	3.0	16
Fregadero cocina	0.20	5.0	2.0	16
Fuentes para beber	0.10	3.0	2.0	16
Grifo para manguera	0.20	7.0	3.0	16
Inodoro con depósito	0.10	7.0	3.0	16
Inodoro con fluxor	1.25	15.0	10.0	25
Lavabo	0.10	5.0	2.0	16
Máquina de lavar ropa	0.20	7.0	3.0	16
Máquina lava vajilla	0.20	7.0	3.0	16
Urinario con fluxor	0.50	15.0	10.0	20
Urinario con llave	0.15	7.0	3.0	16
Sauna, turco, ó hidromasaje domésticos	1.00	15.0	10.0	25

Nota. Extraído de la tabla 16.1 “Demandas de caudales, presiones y diámetros en aparatos de consumo” de la NEC 11 capítulo 16.

Para calcular el caudal máximo probable se utiliza la siguiente expresión (ver Ilustración 68):

Ilustración 68

Expresión matemática para el cálculo del caudal máximo probable

$$Q_{MP} = k_s \times \sum q_i \qquad (16\text{-}2$$

$$k_s = \frac{1}{\sqrt{n-1}} + F \times (0.04 + 0.04 \times \log(\log(n))) \qquad (16\text{-}3$$

Donde:

n = número total de aparatos servidos

k_s = coeficiente de simultaneidad, entre 0.2 y 1.0

q_i = caudal mínimo de los aparatos suministrados (Tabla 16-1)

F = factor que toma los siguientes valores:

F = 0, según Norma Francesa NFP 41204

F = 1, para edificios de oficinas y semejantes

F = 2, para edificios habitacionales

F = 3, hoteles, hospitales y semejantes

F = 4, edificios académicos, cuarteles y semejantes

F = 5, edificios e inmuebles con valores de demanda superiores

Nota. Extraído de la NEC 11 capítulo 16.

Adicionalmente, se muestran los caudales máximos que pueden pasar por cada diámetro de tubería en la Tabla 44:

Tabla 44

Caudales máximos para tuberías comerciales

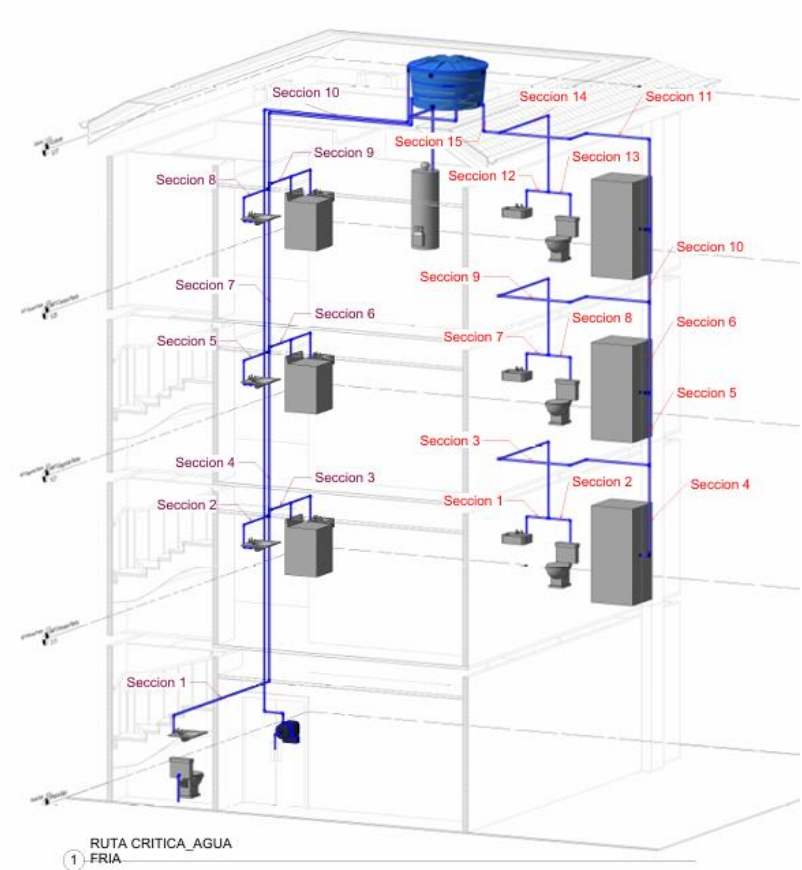
Caudales Máximo para Tuberías					
Tubería	**Diámetro [mm]**	**Área [m2]**	**Velocidad Diseño [m/s]**	**Qmax [m3/s]**	**Qmax [Lt/s]**
1/2´´	20	3.14E-04	1.5	4.71E-04	0.47
3/4´´	25	4.91E-04	1.5	7.36E-04	0.74
1´´	32	8.04E-04	1.5	1.21E-03	1.21
1 1/4´´	40	1.26E-03	1.5	1.88E-03	1.88
1 1/2´´	50	1.96E-03	1.5	2.95E-03	2.95
2´´	63	3.12E-03	1.5	4.68E-03	4.68

Nota. Elaboración propia.

Con toda la información mencionada se procede a prediseñar las tuberías a partir del cálculo del caudal máximo probable tanto para las tuberías de agua fría como caliente (ver Ilustración 69 e Ilustración 70), en las siguientes tablas (Tabla 45, Tabla 46 y Tabla 47) se muestran los cálculos:

Ilustración 69

Aparatos sanitarios con tuberías de agua fría de la residencia



Nota. Elaboración propia.

Tabla 45

Cálculos del tejido 1

PREDIMENSIONAMIENTO PARA TUBERIA DE AGUA FRÍA: TEJIDO 1								
Sección	**Aparatos**	**Caudal por Aparato**	**ΣQi**	**n**	**Ks**	**Qmp**	**φ [mm]**	**φ [in]**

1	Lavamano	0.1	0.10	1.00	1.00	0.10	9.22	1/2´´
2	Lavamano	0.1	0.10	1.00	1.00	0.10	9.22	1/2´´
3	Lavamano	0.1	0.30	2.00	1.04	0.31	16.26	3/4´´
	Lavadora	0.20						
4	Sección 1	0.10	0.50	4.00	0.64	0.32	16.48	3/4´´
	Sección 2	0.10						
	Sección 3	0.30						
5	Lavamano	0.1	0.10	1.00	1.00	0.10	9.22	1/2´´
6	Lavamano	0.1	0.30	2.00	1.04	0.31	16.26	3/4´´
	Lavadora	0.20						
7	Sección 4	0.50	0.90	7.00	0.48	0.43	19.20	1´´
	Sección 5	0.10						
	Sección 6	0.30						
8	Lavamano	0.1	0.10	1.00	1.00	0.10	9.22	1/2´´
9	Lavamano	0.1	0.30	2.00	1.04	0.31	16.26	3/4´´
	Lavadora	0.20						
10	Sección 7	0.90	1.30	10.00	0.41	0.54	21.36	1´´
	Sección 8	0.10						
	Sección 9	0.30						

Nota. Elaboración propia.

Tabla 46

Cálculos del tejido 2

PREDIMENSIONAMIENTO PARA TUBERIA DE AGUA FRÍA: TEJIDO 2

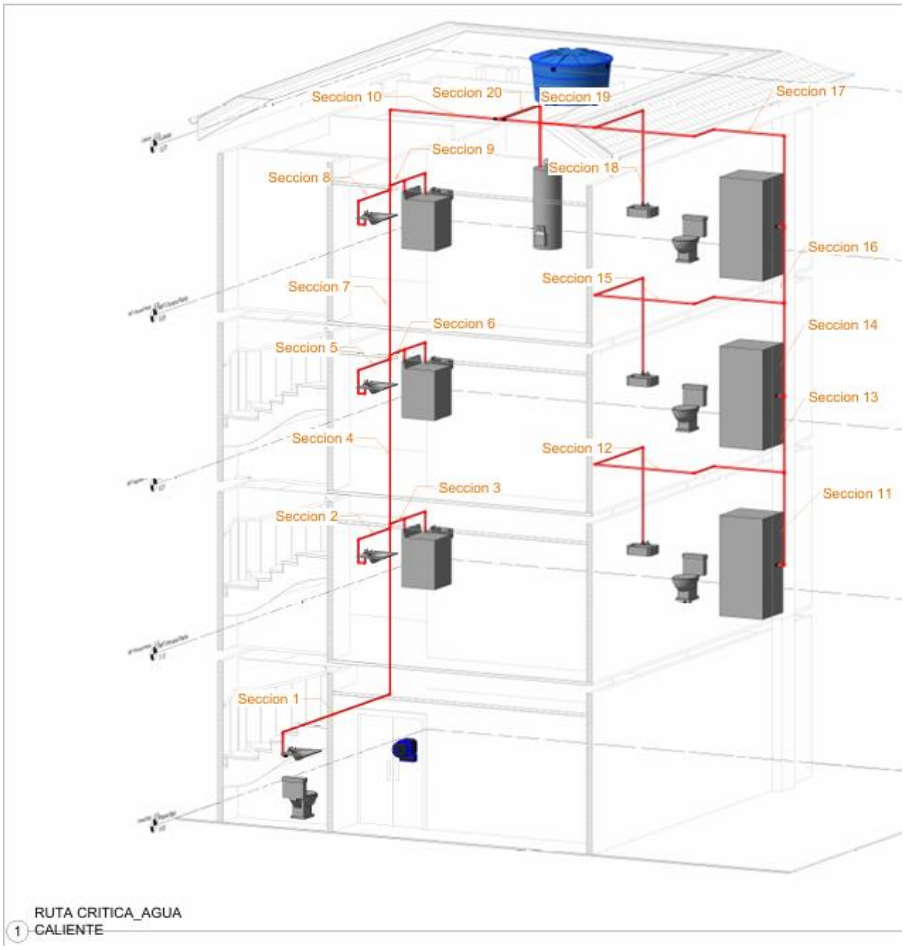
Sección	Aparatos	Caudal por Aparato	ΣQi	n	Ks	Qmp	φ [mm]	φ [in]
1	Lavamano	0.10	0.10	1.00	1.00	0.10	9.22	1/2´´
2	Inodoro	0.10	0.10	1.00	1.00	0.10	9.22	1/2´´
3	Sección 1	0.10	0.20	2.00	1.04	0.21	13.28	3/4´´
	Sección 2	0.10						

4	Ducha	0.20	0.20	1.00	1.00	0.20	13.03	3/4''
5	Sección 3	0.20	0.40	3.00	0.76	0.30	16.08	3/4''
	Sección 4	0.20						
6	Sección 5	0.40	0.60	4.00	0.64	0.38	18.05	3/4''
	Ducha	0.20						
7	Lavamano	0.10	0.10	1.00	1.00	0.10	9.22	1/2''
8	Inodoro	0.10	0.10	1.00	1.00	0.10	9.22	1/2''
9	Sección 7	0.10	0.20	2.00	1.04	0.21	13.28	3/4''
	Sección 8	0.10						
10	Sección 9	0.20	0.80	6.00	0.52	0.41	18.77	3/4''
	Sección 6	0.60						
11	Sección 10	0.80	1.00	7.00	0.48	0.48	20.24	1''
	Ducha	0.20						
12	Lavamano	0.10	0.10	1.00	1.00	0.10	9.22	1/2''
13	Inodoro	0.10	0.10	1.00	1.00	0.10	9.22	1/2''
14	Sección 12	0.10	0.20	2.00	1.04	0.21	13.28	3/4''
	Sección 13	0.10						
15	Sección 11	1.00	1.20	9.00	0.43	0.52	20.98	1''
	Sección 14	0.20						

Nota. Elaboración propia.

Ilustración 70

Aparatos sanitarios con tuberías de agua fría de la residencia



Nota. Elaboración propia.

Tabla 47

Cálculos del tejido 1 de agua caliente

PREDIMENSIONAMIENTO PARA TUBERÍA DE AGUA CALIENTE: TEJIDO 1								
Sección	**Aparatos**	**Caudal por Aparato**	**ΣQi**	**n**	**Ks**	**Qmp**	**φ [mm]**	**φ [in]**
1	Lavamano	0.07	0.07	1.00	1.00	0.07	7.54	1/2´´
2	Lavamano	0.07	0.07	1.00	1.00	0.07	7.54	1/2´´
3	Lavamano	0.07	0.20	2.00	1.04	0.21	13.31	3/4´´
	Lavadora	0.13						
4	sección 1	0.07	0.34	4.00	0.64	0.21	13.49	3/4´´
	sección 2	0.07						
	sección 3	0.20						

5	Lavamano	0.07	0.07	1.00	1.00	0.07	7.54	1/2´´
6	Lavamano	0.07	0.20	2.00	1.04	0.21	13.31	3/4´´
	Lavadora	0.13						
7	sección 4	0.34	0.60	7.00	0.48	0.29	15.72	3/4´´
	sección 5	0.07						
	sección 6	0.20						
8	Lavamano	0.07	0.07	1.00	1.00	0.07	7.54	1/2´´
9	Lavamano	0.07	0.20	2.00	1.04	0.21	13.31	3/4´´
	Lavadora	0.13						
10	sección 7	0.60	0.87	10.00	0.41	0.36	17.49	3/4´´
	sección 8	0.07						
	sección 9	0.20						
11	Ducha	0.134	0.13	1.00	1.00	0.13	10.67	1/2´´
12	Lavamano	0.07	0.07	1.00	1.00	0.07	7.54	1/2´´
13	sección 11	0.13	0.20	2.00	1.04	0.21	13.31	3/4´´
	sección 12	0.07						
14	sección 13	0.20	0.34	3.00	0.76	0.26	14.72	3/4´´
	Ducha	0.13						
15	Lavamano	0.07	0.07	1.00	1.00	0.07	7.54	1/2´´
16	sección 14	0.34	0.40	4.00	0.64	0.26	14.78	3/4´´
	sección 15	0.07						
17	sección 16	0.40	0.54	5.00	0.57	0.30	16.07	3/4´´
	Ducha	0.13						
18	Lavamano	0.07	0.07	1.00	1.00	0.07	7.54	1/2´´
19	sección 17	0.54	0.60	6.00	0.52	0.31	16.29	3/4´´
	sección 18	0.07						
20	sección 10	0.87	1.47	16.00	0.34	0.51	20.77	1´´
	sección 19	0.60						

Nota. Elaboración propia.

Diseño de la red de agua fría: Para la selección de la bomba en el presente proyecto, se llevó a cabo un análisis de simultaneidad, el cual permite evaluar la capacidad del equipo para satisfacer

de manera eficiente las demandas simultáneas de caudal y presión dentro del sistema de distribución de agua de la vivienda. Este análisis garantiza que todos los tramos de tubería la presión sea adecuada para realizar actividades cotidianas como ducharse, lavarse las manos o los platos. Las tuberías que recorren la obra fueron seccionadas en función de los accesorios presentes en cada tramo.

Entre los elementos utilizados se incluyen codos de 90 grados, tes de paso directo con reducción, válvulas de compuerta en posición abierta y conexiones de entrada estándar en las tuberías. Este proceso se lleva a cabo con el objetivo de determinar las longitudes equivalentes de los tramos de tubería seleccionados, verificar las presiones del sistema y definir el tipo de bomba adecuado para garantizar el correcto funcionamiento de la red de agua potable. A partir de las tablas de longitudes equivalentes (ver Tabla 48, Tabla 49 y Tabla 50), se obtiene un factor de corrección asociado a los accesorios, el cual es fundamental para calcular la longitud equivalente total de los ramales. En la siguiente imagen se detalla de los tramos junto con los accesorios:

Tabla 48

Longitudes equivalentes de los accesorios agua fría- Ruta crítica 1

Tramo 1-2			
Tipo de Accesorio	**# accesorios**	**Coeficiente**	**Longitud por Accesorio**
Codo 90° ϕ1/2"	1	0.2	0.2
Reductor de 3/4" a 1/2"	1	0.08	0.08
Reductor de 1" a 3/4"	1	0.11	0.11
Longitud Equivalente [m]			0.39
Tramo 2-3			
Tipo de Accesorio	**# accesorios**	**Coeficiente**	**Longitud por Accesorio**
Codo 90° ϕ1/2"	3	0.37	1.11

Longitud Equivalente [m]			1.11
	Tramo 3-4		
Tipo de Accesorio	**# accesorios**	**Coeficiente**	**Longitud por Accesorio**
Codo 90° ϕ1"	2	0.37	0.74
Tee Bi lateral ϕ1"	1	1.28	1.28
Longitud Equivalente [m]			2.02

Nota. Elaboración propia.

Tabla 49

Longitudes equivalentes de los accesorios agua fría- Ruta crítica 2

	Tramo 1-2		
Tipo de Accesorio	**# accesorios**	**Coeficiente**	**Longitud por Accesorio**
Codo 90° ϕ1/2"	2	0.2	0.4
Reductor de 3/4" a 1/2"	1	0.08	0.08
Longitud Equivalente [m]			0.48
	Tramo 2-3		
Tipo de Accesorio	**# accesorios**	**Coeficiente**	**Longitud por Accesorio**
Tee Bi lateral ϕ1/2"	1	0.76	0.76
Reductor de 1" a 3/4"	1	0.11	0.11
Longitud Equivalente [m]			0.87
	Tramo 3-4		
Tipo de Accesorio	**# accesorios**	**Coeficiente**	**Longitud por Accesorio**
Codo 90° ϕ1"	3	0.37	1.11
Tee Bi lateral ϕ1"	2	0.2	0.4
Longitud Equivalente [m]			1.51

Nota. Elaboración propia.

Tabla 50

Longitudes equivalentes de los accesorios agua caliente- Ruta crítica I

Tramo 1-2			
Tipo de Accesorio	**# accesorios**	**Coeficiente**	**Longitud por Accesorio**
Codo 90° ϕ1/2"	1	0.2	0.2
Reductor de 3/4" a 1/2"	1	0.08	0.08
Longitud Equivalente [m]			0.28
Tramo 2-3			
Tipo de Accesorio	**# accesorios**	**Coeficiente**	**Longitud por Accesorio**
Tee Bi lateral ϕ3/4´´"	1	1.02	1.02
Codo 90° ϕ3/4"	3	0.28	0.84
Longitud Equivalente [m]			1.86
Tramo 3-4			
Tipo de Accesorio	**# accesorios**	**Coeficiente**	**Longitud por Accesorio**
Reductor de 1´´ a 3/4´´	1	0.11	0.11
Tee Bi lateral ϕ3/4"	1	1.02	1.02
Longitud Equivalente [m]			1.13
Tramo 4-5			
Tipo de Accesorio	**# accesorios**	**Coeficiente**	**Longitud por Accesorio**
Tee Bi lateral ϕ1"	1	1.28	1.28
Codo 90° ϕ1"	1	0.37	0.37
Longitud Equivalente [m]			1.65

Nota. Elaboración propia.

A continuación, se procede a contabilizar las unidades de accesorios presentes en cada tramo. Con base en las tablas de Flamant, se recopilan los datos correspondientes a caudales, velocidades, pérdidas de carga y coeficientes de fricción, según el tipo de material utilizado. A partir de esta información, se elaboran la Tabla 51 de presiones:

Tabla 51

DISEÑO AGUA FRÍA: RUTA CRÍTICA No 1

Descripción	Segmento	Unidades	Caudal	Velocidad	hv	C	j	ϕ	Longitud [m]			Total	J	Presión
		u	l/s	m/s	m	fricción	m/m	inches	Horiz.	Vert.	Fittin.		m	m.c.a
Ducha	1	2												3
	1-2	2	0.13	1.03	0.05	0.0001	0.098	1/2"	0.15	0	0.39	0.54	0.05	3.10
	2-3	8	0.44	0.87	0.04	0.0001	0.031	1´´	3.3	0.4	1.11	4.81	0.15	3.29
	3-4	10	0.5	1	0.05	0.0001	0.039	1´´	0.3	0.47	2.02	2.79	0.11	3.45

DISEÑO AGUA FRÍA: RUTA CRÍTICA No 2

Descripción	Segmento	Unidades	Caudal	Velocidad	hv	C	j	ϕ	Longitud [m]			Total	J	Presión
		u	l/s	m/s	m	fricción	m/m	inches	Horiz.	Vert.	Fittin.		m	m.c.a
Lavamanos	1	2												2
	1-2	2	0.13	1.03	0.05	0.0001	0.098	1/2"	0.8	0.46	0.48	1.74	0.17	2.22
	2-3	3	0.19	0.67	0.02	0.0001	0.028	3/4´´	0.8	0	0.87	1.67	0.05	2.29
	3-4	11	0.57	1.12	0.06	0.0001	0.039	1´´	2.92	1.79	1.51	6.22	0.24	2.59

DISEÑO AGUA CALIENTE: RUTA CRÍTICA

Descripción	Segmento	Unidades	Caudal	Velocidad	hv	C	j	ϕ	Longitud m			Total	J	Presión
		u	l/s	m/s	m	fricción	m/m	inches	Horiz.	Vert.	Fittin.		m	m.c.a
Ducha	1	2												3
	1-2	2	0.13	1.03	0.05	0.0001	0.098	1/2"	0.15	0	0.28	0.43	0.04	3.09
	2-3	6	0.32	1.12	0.06	0.0001	0.069	3/4´´	4.04	0.4	1.86	6.3	0.43	3.59
	3-4	7	0.38	1.33	0.09	0.0001	0.039	3/4´´	1.79	0	1.13	2.92	0.11	3.79
	4-5	17	0.57	1.12	0.06	0.0001	0.039	1´´	1.58	1.11	1.65	4.34	0.17	4.02

Presiones del sistema agua fría y agua caliente

Nota. Elaboración propia

Dado que la bomba solo se usará para abastecer al tanque elevado, se requiere la altura que va desde la cisterna al tanque más 2 metros de perdidas por fricción. Se selecciona la bomba a partir de en un procedimiento gráfico en el que las líneas de caudal se proyectan sobre el eje de las abscisas, mientras que la presión se representa en el eje de las ordenadas, permitiendo así determinar el modelo de bomba adecuado para el sistema.

Se conoce que el caudal que alimentará la bomba para llegar al tanque es

$$Qmp: \frac{1}{\sqrt{S_{total} - 1}} * \left(\sum Q_{i_{fria}} + \sum Q_{i_{caliente}} \right)$$

La presión mínima para escoger la bomba es

$$Presión\ mínima\ [m.c.a] = Altura\ desde\ cisterna\ hasta\ el\ tanque + 2\ m.c.a$$

Los resultados se muestran en la Tabla 52

Tabla 52

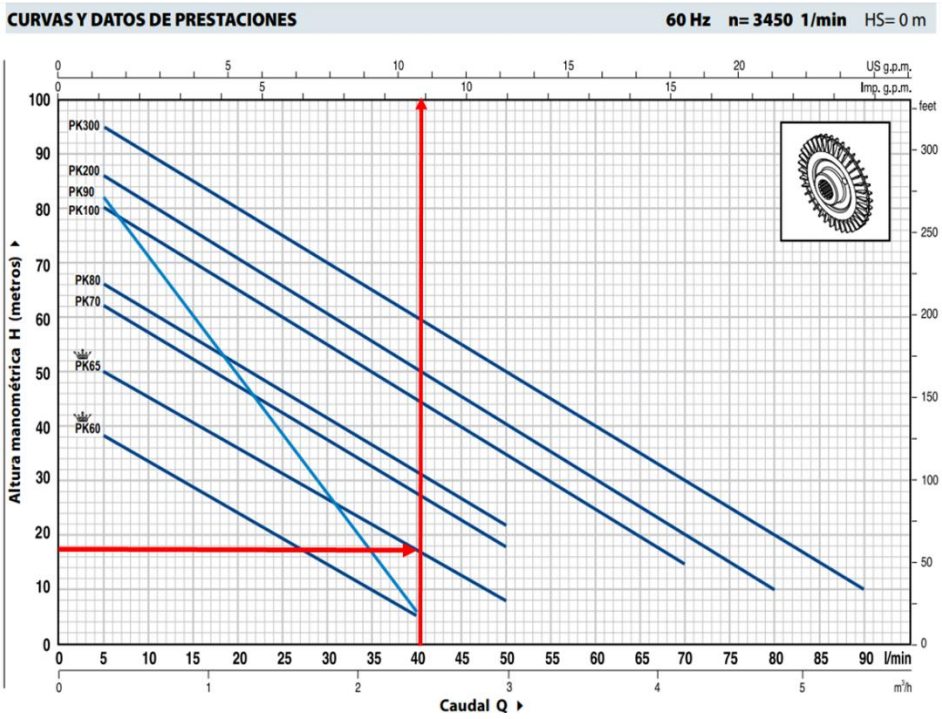
Resultados para la selección de la bomba

Datos	
ΣQi 1 [lts/s]	1.20
ΣQi 2 [lts/s]	1.30
ΣQi 1 [lts/s]	1.47
Stotal	35.00
K	0.17
Qmp [l/s]	0.68
Qmp [m3/h]	2.46
Perdidas por fricción [m]	2.00
Altura Tanque [m]	13
Presión bomba [m]	15.00

Nota. Elaboración propia.

Gráfico 8

Diagrama para la selección de bomba Serie PK



Nota. Extraída de la ficha técnica Bomba de agua Periférica Serie PK de 0.5 a 1.5 HP.

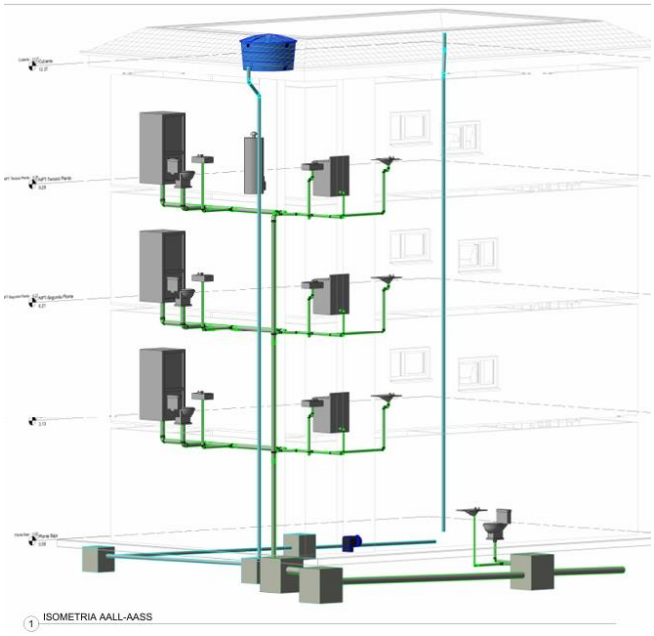
En conclusión, se escoge una bomba PK65 ya que la presión máxima admisible es 17 m, lo que significa que cumple con la presión requerida de 15 m (ver Gráfico 8).

3.3.2 Diseño AASS

El sistema de drenaje sanitario se encargará de recolectar y conducir las aguas residuales generadas en las instalaciones de fontanería, tales como lavabos, inodoros, duchas, fregaderos de cocina y cualquier posible ampliación futura del sistema (ver Ilustración 71).

Ilustración 71

Distribución de las redes de AASS



Nota. Elaboración propia.

Diseño de bajantes: Se debe determinar el diámetro mínimo de descarga y el número de unidades de descarga para cada aparato (ver Ilustración 72), en la siguiente imagen se muestra los mencionados:

Ilustración 72

Unidades de descarga

Aparato	Diámetro en pulgadas	Unidades de descarga
Bañera o tina	1 1/2 - 2	2 - 3
Bidé	1 1/2	2
Ducha privada	3 "	2
Ducha pública	3	4
Fregaderos	1 1/2	2
Inodoro	3 - 4	1 - 3
Inodoro fluxómetro	4	6
Lavaplatos	2	2
Lavadora	2	2
Lavaplatos con triturador	2	3
Fuente de agua potable	1	1-2
Lavamanos	1 1/2 - 2 1/2	1 - 2
Orinal	1 1/2	2
Orinal fluxómetro	3	10
Orinal de pared	2	5
Baño completo	4	3
Baño con fluxómetro	4	6

Nota. Extraído de la tabla 5.2 de Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones.

A continuación, se muestra en la Tabla 53 las unidades de descarga de cada aparato de la edificación:

Tabla 53

Total de unidades de descarga para bajante

UNIDADES DE DESCARGA				
3ERA PLANTA				
Aparatos	**Cantidad**	**Unidades**	**Total Unidades**	**Diámetro (mm)**
Ducha Privada	1	2	2	75
Fregadero ropa	1	2	2	50
Inodoro	1	3	3	110
Lavamanos	2	2	4	50
Lavadora	1	2	2	50
TOTAL	6	11	13	
2DA PLANTA				
Aparatos	**Cantidad**	**Unidades**	**Total Unidades**	**Diámetro (mm)**
Ducha Privada	1	2	2	75
Fregadero ropa	1	2	2	50
Inodoro	1	3	3	110
Lavamanos	2	2	4	50
Lavadora	1	2	2	50
TOTAL	6	11	13	
1ERA PLANTA				
Aparatos	**Cantidad**	**Unidades**	**Total Unidades**	**Diámetro (mm)**

Ducha Privada	1	2	2	75
Fregadero ropa	1	2	2	50
Inodoro	1	3	3	110
Lavamanos	2	2	4	50
Lavadora	1	2	2	50
TOTAL	6	11	13	
PLANTA BAJA				
Aparatos	**Cantidad**	**Unidades**	**Total Unidades**	**Diámetro (mm)**
Inodoro	1	3	3	110
Lavamanos	2	2	4	50
TOTAL	3	5	7	

Nota. Elaboración propia.

Calculado el número total de unidades de descarga que la bajante tendrá, se escoge el diámetro en función del número de pisos del edificio, obtenemos su diámetro de la Tabla 54. Debemos elegir el valor del diámetro que cumpla simultáneamente con el DFU obtenido para la bajante.

Tabla 54

Máximo número de unidades por bajante

Bajante		**Más de 3 pisos**	
Diámetro (Ø)	Hasta 3 pisos	Total por bajante	Total por piso
3	30	60	16
4	240	500	90
6	960	1900	350
8	2200	3600	600
10	3800	5600	1000
12	6000	8400	1500

Nota. Extraído de la tabla 5.44 “Máximo número de unidades por bajante” de Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones.

Se verifica que el diámetro escogido cumpla con los requisitos establecidos por el número de unidades de descarga por diámetro, como se muestra en la Tabla 55:

Tabla 55

Diseño de bajantes

BAJANTE							
# BAJANTES	**CONEXIÓN**	**UNIDADES**				**DIMENSION**	
		POR PISO	**Total**	**Max.**	**Q**	**L**	**ϕ**
	Pisos	**Unidades**	**Unidades**	**Unidades**	**L/s**	**m**	**in**
1	3-1	39	39	500	2.91	12	4

Nota. Elaboración propia.

Ilustración 73

Caudales para fluxómetros

Tabla 5.3. Caudales para fluxómetro							
Unidades	Caudal			Unidades	Caudal		
	gal/min	l/min	l/s		gal/min	l/min	l/s
10	27,0	102,0	1,69	500	140,29	531,0	8,85
12	28,6	108,3	1,81	600	154,08	583,2	9,72
14	30,5	114,3	1,91	700	167,24	633,0	10,55
16	31,8	120,4	1,99	800	182,30	690,0	11,50
18	33,4	126,0	2,09	900	194,98	738,0	12,30
20	35,0	132,5	2,19	1,000	207,66	786,0	13,10
25	38,0	143,8	2,38	1,100	220,34	834,0	13,90
30	41,0	155,2	2,56	1,200	235,40	891,0	14,85
35	43,8	165,8	2,74	1,300	245,71	930,0	15,50
40	46,5	176,0	2,91	1,400	256,80	972,0	16,20
45	49,0	185,5	3,06	1,500	269,48	1,020,0	17,00
50	51,5	195,0	3,22	1,600	280,58	1,062,0	17,70
60	55,0	208,2	3,44	1,700	293,26	1,100,0	18,50
70	58,5	221,4	3,66	1,800	304,36	1,152,0	19,20
80	62,0	234,7	3,88	1,900	315,45	1,194,0	19,90
90	64,8	245,3	4,05	2,000	323,38	1,224,0	20,40
100	67,5	255,5	4,22	2,100	336,06	1,272,0	21,20
120	72,5	274,4	4,53	2,200	347,16	1,314,0	21,90
140	77,5	293,3	4,84	2,300	358,25	1,356,0	22,60
160	82,5	312,3	5,16	2,400	370,94	1,404,0	23,40
180	87,0	329,3	5,44	2,500	380,45	1,440,0	24,00
200	89,25	337,8	5,63	2,600	391,54	1,482,0	24,70
210	90,36	342,0	5,70	2,700	404,23	1,530,0	25,50
220	92,58	350,4	5,84	2,800	413,74	1,566,0	26,10
230	95,11	360,0	6,00	2,900	423,25	1,602,0	26,70
240	98,28	372,0	6,20	3,000	432,76	1,638,0	27,30
250	100,98	382,2	6,37	3,100	443,86	1,680,0	28,00
260	102,72	388,8	6,48	3,200	454,95	1,722,0	28,70
270	104,62	396,0	6,60	3,300	464,46	1,758,0	29,30
280	106,37	402,6	6,71	3,400	480,32	1,818,0	30,30
290	108,27	409,8	6,83	3,500	489,83	1,854,0	30,90
300	110,01	416,4	6,94	3,600	500,92	1,896,0	31,60
320	113,03	427,8	7,13	3,700	512,02	1,938,0	32,30
340	116,04	439,2	7,32	3,800	521,53	1,974,0	32,90
360	119,21	451,2	7,52	3,900	532,63	2,016,0	33,60
380	122,22	462,6	7,71	4,000	548,48	2,076,0	34,30
400	125,23	474,0	7,90	4,100	553,24	2,094,0	34,90
420	128,24	485,4	8,09	4,200	564,33	2,136,0	35,60
440	131,25	496,8	8,28	4,300	575,43	2,178,0	36,30
460	134,27	508,2	8,47	4,400	584,94	2,214,0	36,90
480	137,28	519,6	8,66	4,500	596,04	2,256,0	37,60

Nota. Extraído de la tabla 5.3 de Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones.

Para dimensionar las tuberías horizontales que se conectan a los colectores, es necesario contabilizar las unidades de descarga correspondientes a cada tramo individual, con el fin de determinar la carga total acumulada. En el presente proyecto se ha adoptado un diámetro de 4 pulgadas para dichas tuberías para que cumpla con el número de descarga establecido (ver Ilustración 73). Del mismo modo, en los sistemas de drenaje y alcantarillado, se utilizan las tablas de Manning para calcular el caudal en colectores horizontales.

A continuación, se presentan las unidades máximas permitidas según la Tabla 56 correspondiente:

Tabla 56

Diseño de los colectores horizontales

COLECTORES HORIZONTALES

Tramos	Caudal				Dim		Pendiente	Tubo lleno			Cota	
	Unidades			Q	L	ϕ	S (%)	Q_0	V_0	Δh	Inicio	Fin
	Un	Acum	Máx	(l/s)	(m)	(in)		(l/s)	(m/s)		(m)	(m)
A-B	39	39	160	2.91	1.25	4	1.5%	9.53	1.18	0.0188	-0.17	-0.19
B-C	0	39	160	2.91	7.26	4	1.5%	9.53	1.18	0.1089	-0.19	-0.30
C-D	7	46	160	3.06	3.56	4	1.5%	9.53	1.18	0.0534	-0.30	-0.35

Nota. Elaboración propia.

Ilustración 74

Máximo para ramales horizontales

ϕ"	Un.	Q l/s
3	20	2,19
4	160	5,16
6	620	10,30
8	1400	23,40

Nota. Extraído de la tabla 5.45 "Máximo para ramales horizontales" de Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones.

Ilustración 75

Tabla de Manning para la tubería de 4 pulgadas

Tabla 5.6							
4″			**n = 0.009**			**Manning**	
S %	**9,60√s**	**77,84√s**	**250ϕS**	**S %**	**9,60√s**	**77,84√s**	**250ϕS**
	V	**Q**	**F_t**		**V**	**Q**	**F_t**
	m/s	**l/s**	**kg/m²**		**m/s**	**l/s**	**kg/m²**
0,4	0,61	4,92	0,10	5,2	2,19	17,75	1,32
0,5	0,68	5,50	0,13	5,4	2,23	18,09	1,37
0,6	0,74	6,03	0,15	5,6	2,27	18,42	1,42
0,7	0,80	6,51	0,18	5,8	2,31	18,75	1,47
0,8	0,86	6,96	0,20	6,0	2,35	19,07	1,52
0,9	0,91	7,38	0,23	6,2	2,39	19,38	1,57
1,0	0,96	7,78	0,25	6,4	2,43	19,69	1,63
1,1	1,01	8,16	0,28	6,6	2,47	20,00	1,68
1,2	1,05	8,53	0,30	6,8	2,50	20,30	1,73
1,3	1,09	8,88	0,33	7,0	2,54	20,59	1,78
1,4	1,14	9,21	0,36	7,2	2,58	20,89	1,83
1,5	1,18	9,53	0,38	7,4	2,61	21,17	1,88
1,6	1,21	9,85	0,41	7,6	2,65	21,46	1,93
1,7	1,25	10,15	0,43	7,8	2,68	21,74	1,98
1,8	1,29	10,44	0,46	8,0	2,72	22,02	2,03
1,9	1,32	10,73	0,48	8,2	2,75	22,29	2,08
2,0	1,36	11,01	0,51	8,4	2,78	22,56	2,13
2,1	1,39	11,28	0,53	8,6	2,82	22,83	2,18
2,2	1,42	11,55	0,56	8,8	2,85	23,09	2,24
2,3	1,46	11,81	0,58	9,0	2,88	23,35	2,29
2,4	1,49	12,06	0,61	9,2	2,91	23,61	2,34
2,5	1,52	12,31	0,64	9,4	2,94	23,87	2,39
2,6	1,55	12,55	0,66	9,6	2,97	24,12	2,44
2,7	1,58	12,79	0,69	9,8	3,01	24,37	2,49
2,8	1,61	13,03	0,71	10,0	3,04	24,62	2,54
2,9	1,63	13,26	0,74	10,5	3,11	25,22	2,67
3,0	1,66	13,48	0,76	11,0	3,18	25,82	2,79
3,1	1,69	13,71	0,79	11,5	3,26	26,40	2,92
3,2	1,72	13,92	0,81	12,0	3,33	26,96	3,05
3,3	1,74	14,14	0,84	12,5	3,39	27,52	3,18
3,4	1,77	14,35	0,86	13,0	3,46	28,07	3,30
3,5	1,80	14,56	0,89	13,5	3,53	28,60	3,43
3,6	1,82	14,77	0,91	14,0	3,59	29,13	3,56
3,7	1,85	14,97	0,94	14,5	3,66	29,64	3,68
3,8	1,87	15,17	0,97	15,0	3,72	30,15	3,81

Nota. Extraído de la tabla 5.6 de Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones.

Adicionalmente se debe asegurar que la tubería cumpla no sobrepasar el 75 de llenado, para ello se usa las relaciones hidráulicas de la Ilustración 76, los resultados se muestran en la Tabla 57

Ilustración 76

Relaciones hidráulicas

Q/Qo	Y/ϕ	V/Vo	D/ϕ	A/Ao	Q/Qo	Y/ϕ	V/Vo	D/ϕ	A/Ao
.010	.061	.272	.041	.025	.540	.587	.881	.487	.610
.020	.099	.327	.067	.051	.550	.594	.886	.494	.618
.030	.126	.366	.086	.073	.560	.600	.891	.502	.626
.040	.148	.398	.102	.092	.570	.600	.891	.502	.626
.050	.168	.426	.116	.110	.580	.613	.901	.518	.642
.060	.185	.450	.128	.127	.590	.619	.905	.526	.650
.070	.200	.473	.140	.143	.600	.625	.910	.534	.658
.080	.215	.495	.151	.157	.610	.632	.915	.542	.666
.090	.228	.515	.161	.172	.620	.638	.919	.550	.674
.100	.241	.534	.170	.185	.630	.644	.924	.559	.681
.110	.253	.553	.179	.199	.640	.651	.928	.561	.689
.120	.264	.564	.180	.211	.650	.657	.933	.575	.697
.130	.275	.575	.197	.224	.660	.663	.937	.585	.704
.140	.286	.586	.205	.236	.670	.670	.942	.595	.712
.150	.296	.596	.213	.248	.680	.676	.946	.604	.720
.160	.306	.606	.221	.259	.690	.683	.950	.614	.727
.170	.316	.616	.229	.271	.700	.689	.954	.623	.735
.180	.325	.626	.236	.282	.710	.695	.959	.633	.742
.190	.334	.636	.244	.293	.720	.702	.963	.644	.750
.200	.343	.645	.251	.304	.730	.709	.967	.654	.757
.210	.352	.655	.258	.314	.740	.715	.971	.665	.765
.220	.361	.664	.266	.325	.750	.721	.975	.677	.772
.230	.369	.673	.273	.335	.760	.728	.978	.688	.780
.240	.377	.681	.280	.345	.770	.735	.982	.700	.787
.250	.385	.390	.287	.355	.780	.741	.986	.713	.795
.260	.393	.699	.294	.365	.790	.748	.990	.725	.802
.270	.401	.707	.300	.375	.800	.755	.993	.739	.810
.280	.409	.715	.307	.385	.810	.761	.997	.753	.817
.290	.417	.724	.314	.394	.820	.768	1.000	.767	.824
.300	.424	.732	.321	.404	.830	.775	1.003	.783	.832
.310	.432	.740	.328	.413	.840	.782	1.007	.798	.839
.320	.439	.747	.334	.422	.850	.789	1.010	.815	.847
.330	.446	.755	.341	.432	.860	.796	1.013	.833	.854
.340	.453	.763	.348	.441	.870	.804	1.016	.852	.861
.350	.460	.770	.354	.450	.880	.811	1.019	.871	.869
.360	.468	.778	.361	.459	.890	.818	1.022	.892	.876
.370	.475	.785	.368	.468	.900	.826	1.024	.915	.883
.380	.482	.792	.374	.476	.910	.834	1.027	.940	.891
.390	.488	.799	.381	.485	.920	.842	1.029	.966	.896
.400	.495	.806	.388	.494	.930	.850	1.032	.995	.906
.410	.502	.813	.395	.503	.940	.858	1.034	1.027	.913
.420	.509	.820	.402	.511	.950	.867	1.036	1.063	.921
.430	.516	.827	.408	.520	.960	.875	1.037	1.103	.928
.440	.522	.833	.415	.528	.970	.884	1.039	1.149	.936
.450	.529	.840	.422	.537	.980	.894	1.040	1.202	.943
.460	.535	.846	.429	.545	.990	.904	1.047	1.265	.951
.470	.542	.853	.436	.553	1.000	.914	1.047	1.344	.958
.480	.549	.859	.443	.562	1.010	.925	1.047	1.445	.966
.490	.555	.865	.450	.570	1.020	.938	1.046	1.584	.974
.500	.561	.861	.458	.578	1.030	.952	1.044	1.803	.982
.510	.568	.866	.465	.586	1.040	969	1.040	2.242	.991
.520	.574	.871	.472	.594					
.530	.581	.876	.479	.602					

Nota. Extraído de la tabla 5.43 “Relaciones hidráulicas en tuberías” de Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones.

Tabla 57

Resultados de verificación de llenado

VERIFICACION DEL % DE LLENADO		
Q / Qo	**Y / ϕ**	**%<0.75ϕ**
0.31	0.13	Ok
0.31	0.13	Ok
0.32	0.13	Ok

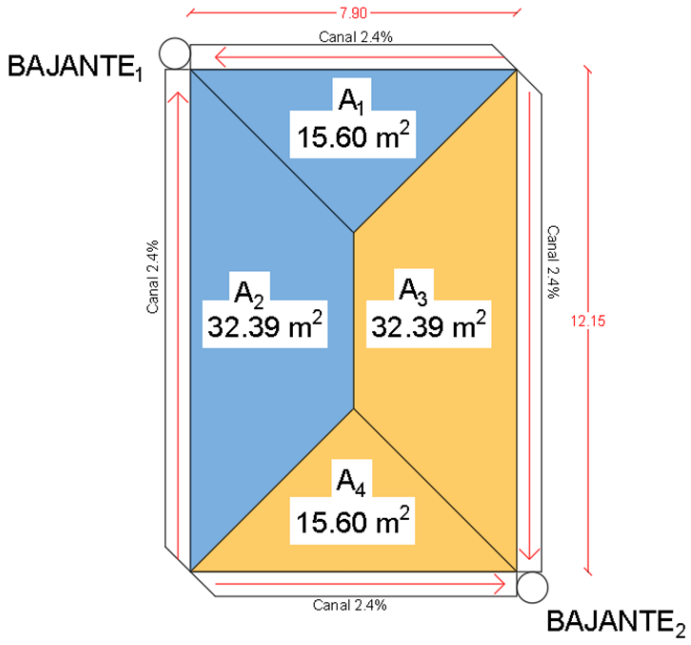
Nota. Elaboración propia.

3.3.3 Diseño AALL

El sistema de drenaje pluvial se encargará de recolectar y evacuar el agua de lluvia proveniente de la cubierta del edificio y de las áreas circundantes, evitando acumulaciones que puedan generar encharcamientos o inundaciones. Para el proyecto, el sistema de aguas lluvias consiste en 2 bajantes cuyas ubicaciones recolectan dos lados de la cubierta y canelones a los 4 costados, como se muestra a continuación (ver Ilustración 77):

Ilustración 77

Distribución de las bajantes del edificio



Nota. Elaboración propia.

Sabiendo que existen 4 áreas para cada canal es necesario calcular el caudal a partir de la siguiente ecuación:

$$Q = C * I * A \left[\frac{l}{s}\right]$$

Asumiendo una tasa de precipitación de 100 milímetros por hora por metro cuadrado (de 0.278 l/m²) y un período de retorno de 15 años, se calcula el caudal para los diferentes tramos (ver Tabla 58 y Tabla 59):

Tabla 58

Caudal de los canales 1 y 4

Canal 1 y 4		
Caudal		
Variable	**Valor**	**Unidades**
C	1	-
I	0.0278	l/s*m^2
A	15.60	m^2
Q	0.434	l/s

Nota. Elaboración propia.

Tabla 59

Caudal de los canales 2 y 3

Canal 2 y 3		
Caudal		
Variable	**Valor**	**Unidades**
C	1	-
I	0.0278	l/s*m^2
A	32.39	m^2
Q	0.900	l/s

Nota. Elaboración propia.

Según el área en estudio y para la selección de la pendiente, se requiere un diámetro de tubería de 3 pulgadas como se muestra en la Tabla 60:

Tabla 60

Proyección horizontal en m2 de área servida.

Φ [in]	**Área en m²**		
	1%	2%	3%
3	75	105	154
4	170	245	350
5	310	435	620
6	495	700	995
8	1065	1510	2140
10	1920	2710	3840
12	3090	4310	6190
15	5520	7800	4050

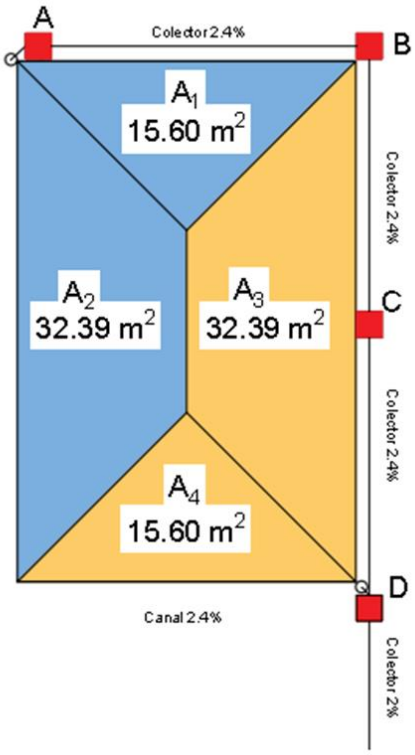
Nota. Extraído de la tabla 5.49 “Proyección horizontal en m2 de área servida.” de Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones.

Los colectores se distribuyen como se muestra en la Ilustración 78, para conocer el diámetro de estos es necesario utilizar las tablas de Manning y verificar los siguientes criterios:

- La velocidad del flujo en la tubería debe estar entre 0.8 y 1 m/s.
- La altura del flujo en la tubería no debe exceder el 70 % del diámetro de la tubería.

Ilustración 78

Distribución de las cajas de paso y colectores.



Nota. Elaboración propia.

Según el diseño de los pozos de registro, del tramo A al D hay una pendiente del 2.4%, y del tramo D al pozo municipal, una pendiente del 2%. Por lo tanto, es importante verificar que el caudal y la velocidad se encuentren dentro del rango permitido. En la Tabla 61 se muestra el caudal que ingresa en cada bajante

Tabla 61

Caudal de las bajantes 1 y 2

Bajante 1 y 2		
Caudal		
Variable	**Valor**	**Unidades**
C	1	-
I	0.0278	l/s*m^2
A	47.99	m^2
Q	1.334	l/s

Nota. Elaboración propia.

Inicialmente se había colocado una pendiente de 2% para todos los colectores, dado que, al calcular con los valores de las tablas de Manning para esta pendiente no cumplía con los criterios que se mencionaron anteriormente, se escogió una pendiente de 2.4%.

En las Ilustración 79, Ilustración 80 e Ilustración 81 se observa los valores seleccionados para verificar las velocidades y altura dentro de la tubería:

Ilustración 79

Tabla de Manning para tubería de 3 pulgadas

Tabla 5.5

3"			n = 0.009				Manning
S %	7,93√s V m/s	36,14√s Q l/s	250ϕS F_t kg/m²	S %	7,93√s V m/s	36,14√s Q l/s	250ϕS F_t kg/m²
0,6	0,61	2,80	0,11	5,6	1,88	8,55	1,07
0,7	0,66	3,02	0,13	5,8	1,91	8,70	1,10
0,8	0,71	3,23	0,15	6,0	1,94	8,85	1,14
0,9	0,75	3,43	0,17	6,2	1,97	9,00	1,18
1,0	0,79	3,61	0,19	6,4	2,01	9,14	1,22
1,1	0,83	3,79	0,21	6,6	2,04	9,28	1,26
1,2	0,87	3,96	0,23	6,8	2,07	9,42	1,30
1,3	0,90	4,12	0,25	7,0	2,10	9,56	1,33
1,4	0,94	4,28	0,27	7,2	2,13	9,70	1,37
1,5	0,97	4,43	0,29	7,4	2,16	9,83	1,41
1,6	1,00	4,57	0,30	7,6	2,19	9,96	1,45
1,7	1,03	4,71	0,32	7,8	2,21	10,09	1,49
1,8	1,06	4,85	0,34	8,0	2,24	10,22	1,52
1,9	1,09	4,98	0,36	8,2	2,27	10,35	1,56
2,0	1,12	5,11	0,38	8,4	2,30	10,47	1,60
2,1	1,15	5,24	0,40	8,6	2,33	10,60	1,64
2,2	1,18	5,36	0,42	8,8	2,35	10,72	1,68
2,3	1,20	5,48	0,44	9,0	2,38	10,84	1,71
2,4	1,23	5,60	0,46	9,2	2,41	10,96	1,75

Nota. Extraído de la tabla 5.5 de Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones

Para los colectores 1, 2 y 3:

$$Q_0 = 5.60\ \left[\frac{l}{s}\right], \qquad V_0 = 1.23\ [\frac{m}{s}]$$

Para el colector 4:

$$Q_0 = 5.11\ \left[\frac{l}{s}\right], \qquad V_0 = 1.12\ [\frac{m}{s}]$$

Para los colectores 1, 2 y 3:

$$\frac{Q}{Q_0} = 0.238\,, \qquad \frac{V}{V_0} = 0.673, \qquad \frac{Y}{\emptyset} = 0.369$$

El valor de la división del caudal se aproxima al entero menor próximo para escoger los demás valores.

Ilustración 80

Relaciones hidráulicas.

Q/Qo	Y/ϕ	V/Vo	D/ϕ	A/Ao
.010	.061	.272	.041	.025
.020	.099	.327	.067	.051
.030	.126	.366	.086	.073
.040	.148	.398	.102	.092
.050	.168	.426	.116	.110
.060	.185	.450	.128	.127
.070	.200	.473	.140	.143
.080	.215	.495	.151	.157
.090	.228	.515	.161	.172
.100	.241	.534	.170	.185
.110	.253	.553	.179	.199
.120	.264	.564	.180	.211
.130	.275	.575	.197	.224
.140	.286	.586	.205	.236
.150	.296	.596	.213	.248
.160	.306	.606	.221	.259
.170	.316	.616	.229	.271
.180	.325	.626	.236	.282
.190	.334	.636	.244	.293
.200	.343	.645	.251	.304
.210	.352	.655	.258	.314
.220	.361	.664	.266	.325
.230	.369	.673	.273	.335

Nota. Extraído de la tabla 5.43 “Relaciones hidráulicas” de Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones.

Se despeja los valores de *V* y *Y*:

$$V = 1.23 * 0.673 = 0.83\frac{m}{s}, \qquad Y = 0.369\emptyset$$

Como se observa los resultados, para los colectores 1,2 y 3 la velocidad del flujo está dentro del intervalo estipulado y el valor de la altura del agua no excede el 70% del diámetro de la tubería.

Para el colector 4:

$$\frac{Q}{Q_0} = 0.522\,, \qquad \frac{V}{V_0} = 0.866, \qquad \frac{Y}{\emptyset} = 0.568$$

Ilustración 81

Relaciones hidráulicas.

.450	.529	.840	.422	.537
.460	.535	.846	.429	.545
.470	.542	.853	.436	.553
.480	.549	.859	.443	.562
.490	.555	.865	.450	.570
.500	.561	.861	.458	.578
.510	.568	.866	.465	.586

Nota. Extraído de la tabla 5.43 “Relaciones hidráulicas” de Instalaciones hidrosanitarias y de gas para edificaciones.

Se despeja los valores de *V* y *Y*:

$$V = 1.12 * 0.866 = 0.97\frac{m}{s}, \qquad Y = 0.568\emptyset$$

Del mismo modo, el colector 4 también cumple con los requisitos previos.

3.4 Diseño del sistema eléctrico

Para el diseño del sistema eléctrico del edificio residencial, se aplicó la normativa NEC-SB-IE: Instalaciones Eléctricas, la cual regula la instalación de luminarias y tomacorrientes de 110/120 V y 220/240 V, con el fin de cubrir adecuadamente la demanda de los equipos que puedan utilizarse en la edificación. Esta norma establece los siguientes parámetros (NEC, 2015):

- Se debe considerar por cada salida de iluminación una carga máxima de 100 W.
- Se debe considerar por cada salida de tomacorriente una carga de 200 W.
- Se consideran aquellas salidas para equipos cuya potencia sobrepasa los 1500 W como cargas especiales.

El número mínimo de circuitos depende del área de construcción como se muestra la Tabla 62:

Tabla 62

Número mínimo de circuitos según el tipo de vivienda

Tipo de vivienda	Área de construcción [m^2]	Número mínimo de circuitos	
		Iluminación	Tomacorrientes
Pequeña	A < 80	1	1
Mediana	80 < A < 200	2	2
Mediana grande	201 < A< 300	3	3
Grande	301 < A < 400	4	4
Especial	A > 400	1 por cada 100 m^2 o fracción de 100 m^2	1 por cada 100 m^2 o fracción de 100 m^2

Nota. Extraída de la tabla 1 "Clasificación de las viviendas según el área de construcción" de la NEC-SB-IE.

El edifico cuenta con 82.44 m^2 de construcción por nivel, por lo tanto, clasifica como un tipo de vivienda Mediana con 2 circuitos mínimos para iluminación y tomacorrientes. Del mismo modo, la norma indica que se debe considerar un factor de demanda para cada aparato cuyo valor depende del tipo de vivienda que se obtuvo previamente, en la Tabla 63 se muestran los valores para cada tipo de vivienda:

Tabla 63

Factores de demanda según el tipo de vivienda.

Tipo de vivienda	FD Iluminación	FD Tomacorrientes
Pequeña – mediana	0.70	0.50
Mediana – grande	0.55	0.40
Especial	0.53	0.30

Nota. Extraída de la tabla 2 ·Factores de demanda de la NEC-SB-IE.

Para las cargas especiales también existen factores de demanda, estos dependen del valor de la carga instalada como se muestra en la Tabla 64:

Tabla 64

Factores de demanda para cargas especiales

Para 1 carga	Para 2 o más cargas	Para 2 o más cargas	Para 2 o más cargas
	CE < 10 kW	10 kW< CE < 20 kW	CE > 20 kW
1	0.80	0.75	0.65

Nota. Extraída de la tabla 3 “Factores de demanda para cargas especiales (ce)” de la NEC-SB-IE.

A falta de valores específicos para las cargas de los equipos especiales, la norma establece los siguientes valores en la Tabla 65:

Tabla 65

Cargas especiales

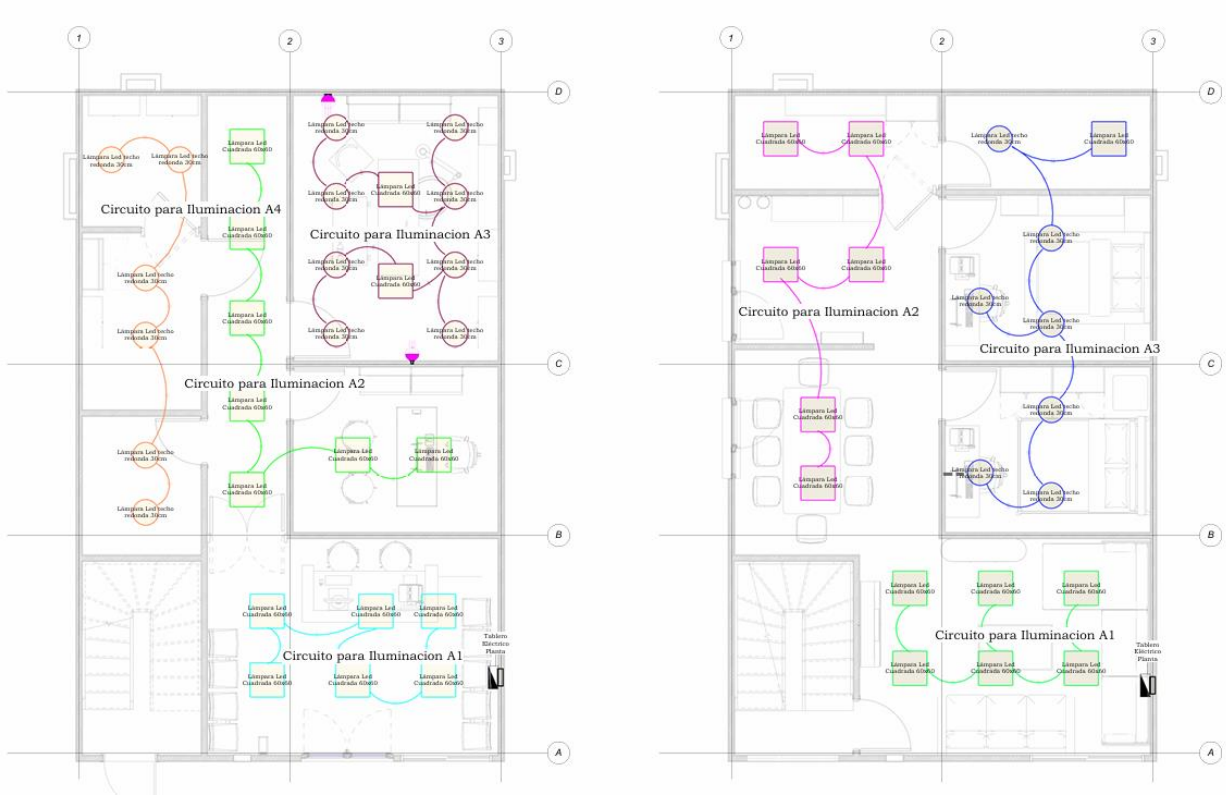
Equipo eléctrico	Potencia Media [W]
Ducha eléctrica	3500
Horno eléctrico	3000
Cocina eléctrica	6000
Calefón eléctrico	8000
Aire acondicionado	2500
Calentador eléctrico	3000
Cargador para vehículo eléctrico	7500

Nota. Extraída de la tabla 3 “Cargas especiales” de la NEC-SB-IE.

Conociendo los valores que establece la norma, se definen los circuitos de iluminación, tomacorrientes y se establecen los puntos de cargas especiales para cada nivel del edificio. Además, se define el número de polos junto con el voltaje (1 polo para 110V y 2 polos para 220 V), a continuación, se muestra los circuitos del edificio (ver Ilustración 82 e Ilustración 83):

Ilustración 82

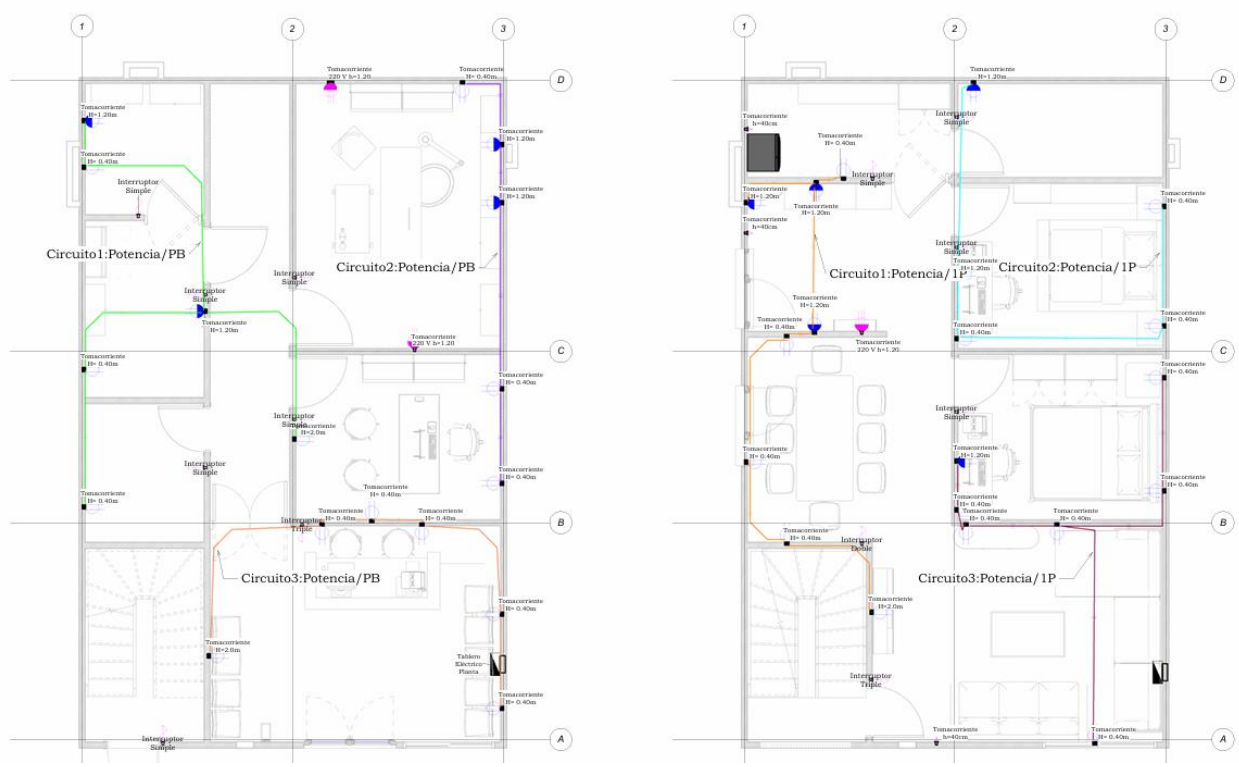
Circuitos de iluminación del edificio



Nota. Elaboración propia.

Ilustración 83

Circuitos de tomacorrientes del edificio



Nota. Elaboración propia.

La potencia instalada se la calcula con el número de puntos del circuito por el voltaje de este:

$$Potencia\ instalada = \#Puntos * Voltaje\ (110\ o\ 220\ V)$$

La potencia de demanda requiere de la potencia instalada y del factor de demanda

$$DMU\ [W] = Potencia\ instalada * FD$$

La demanda total será la suma de todas las potencias de cada circuito con el fin de conocer el amperaje que se requerirá para el Breaker. Adicionalmente, se puede aplicar un factor de demanda global estimado del 70%, recomendado para 4 viviendas según NEC 220.84:

$$Potencia\ Demandada = \sum DMU * 0.7$$

$$Amperaje = \frac{Demanda}{Voltaje\ mayor}$$

Los Breakers deben seleccionarse considerando un margen del 125% sobre la carga continua, según NEC 210.20(A) y 215.3:

$$Amperaje * 1.25$$

El resultado de amperaje debe redondearse al múltiplo mayor de 5, para seleccionar el valor comercial superior. En la Tabla 68, se detalla los cálculos realizados para la vivienda, por lo que, se presenta el cuadro resumen del diseño eléctrico (ver Tabla 66 y Tabla 67):

Tabla 66

Tabla resumen del diseño eléctrico

Potencia Instalada [W]	45607.40
Corriente Bruta [A]	207.31
Potencia Demandada [W]	31925.18
Corriente ajustada [A]	145.11
Corriente final [A]	181.39
Breaker Comercial	2P-200 A

Nota. Elaboración propia.

Dado que en cada nivel no exceda la corriente de 60 [Amp], se coloca un Breaker por piso con las siguientes características:

Tabla 67

Distribución de Breakers por piso

Breakers por piso	
1er	2P-60 A
2do	2P-60 A
3er	2P-60 A

Nota. Elaboración propia.

Tabla 68

Nivel	N° Circuit	Service	Voltage	Pole	Phase	Unit power	Points	Demand factor	Installed power		DMU	Current	Comercial current	Electric cond.	Duct
			V			Watts	U		Fase A	Fase B	Watts	Amp	Amp		in
PB	A1	Iluminacion	110	1	A	100	12	0.55	1200		660	6.00	15	1F14+1N14+1T14	1/2"
	A2	Iluminacion	110	1	B	100	7	0.55		700	385	3.50	15	1F14+1N14+1T14	1/2"
	A3	Iluminacion	110	1	A	100	10	0.55	1000		550	5.00	15	1F14+1N14+1T14	1/2"
	A4	Iluminacion	110	1	B	100	6	0.55		600	330	3.00	15	1F14+1N14+1T14	1/2"
	T1	Tomacorrientes	110	1	A	200	6	0.40	1200		480	4.36	20	1F12+1N12+1T12	1/2"
	T2	Tomacorrientes	110	1	B	200	6	0.40		1200	480	4.36	20	1F12+1N12+1T12	1/2"
	T3	Tomacorrientes	110	1	A	200	5	0.40	1000		400	3.64	20	1F12+1N12+1T12	1/2"
	E1	Compresor	220	2	AB	3000	1	0.80	1500	1500	2400	10.91	30	2F12+1N12+1T12	1/2"
	E2	Aire Acondicionado	220	2	AB	2500	1	0.80	1250	1250	2000	9.09	30	2F12+1N12+1T12	1/2"
1er	A1	Iluminacion	110	1	A	100	6	0.55		600	330	3.00	15	1F14+1N14+1T14	1/2"
	A2	Iluminacion	110	1	B	100	6	0.55	600		330	3.00	15	1F14+1N14+1T14	1/2"
	A3	Iluminacion	110	1	A	100	8	0.55		800	440	4.00	15	1F14+1N14+1T14	1/2"
	T1	Tomacorrientes	110	1	B	200	7	0.40	1400		560	5.09	20	1F12+1N12+1T12	1/2"
	T2	Tomacorrientes	110	1	A	200	8	0.40		1600	640	5.82	20	1F12+1N12+1T12	1/2"
	T3	Tomacorrientes	110	1	B	200	5	0.40	1000		400	3.64	20	1F12+1N12+1T12	1/2"
	E1	Lavadora	220	2	AB	2500	1	0.80	1250	1250	2500.80	11.37	30	2F12+1N12+1T12	1/2"
	E2	Cocina electrica	220	2	AB	6000	1	0.80	3000	3000	4800	21.82	30	2F12+1N12+1T12	1/2"
	E3	Refrigerador	220	2	AB	800	1	0.80	400	400	640	2.91	30	2F12+1N12+1T12	1/2"
	E4	Aire Acondicionado	220	2	AB	2500	1	0.80	1250	1250	2000	9.09	30	2F12+1N12+1T12	1/2"
2do	A1	Iluminacion	110	1	A	100	6	0.55	600		330	3.00	15	1F14+1N14+1T14	1/2"
	A2	Iluminacion	110	1	B	100	6	0.55		600	330	3.00	15	1F14+1N14+1T14	1/2"
	A3	Iluminacion	110	1	A	100	8	0.55	800		440	4.00	15	1F14+1N14+1T14	1/2"
	T1	Tomacorrientes	110	1	B	200	7	0.40		1400	560	5.09	20	1F12+1N12+1T12	1/2"
	T2	Tomacorrientes	110	1	A	200	8	0.40	1600		640	5.82	20	1F12+1N12+1T12	1/2"
	T3	Tomacorrientes	110	1	B	200	5	0.40		1000	400	3.64	20	1F12+1N12+1T12	1/2"
	E1	Lavadora	220	2	AB	2500	1	0.80	1250	1250	2500.80	11.37	30	2F12+1N12+1T12	1/2"
	E2	Cocina electrica	220	2	AB	6000	1	0.80	3000	3000	4800	21.82	30	2F12+1N12+1T12	1/2"
	E3	Refrigerador	220	2	AB	800	1	0.80	400	400	640	2.91	30	2F12+1N12+1T12	1/2"
	E4	Aire Acondicionado	220	2	AB	2500	1	0.80	1250	1250	2000	9.09	30	2F12+1N12+1T12	1/2"
3er	A1	Iluminacion	110	1	A	100	6	0.55	600		330	3.00	15	1F14+1N14+1T14	1/2"
	A2	Iluminacion	110	1	B	100	6	0.55		600	330	3.00	15	1F14+1N14+1T14	1/2"
	A3	Iluminacion	110	1	A	100	8	0.55		800	440	4.00	15	1F14+1N14+1T14	1/2"
	T1	Tomacorrientes	110	1	B	200	7	0.40		1400	560	5.09	20	1F12+1N12+1T12	1/2"
	T2	Tomacorrientes	110	1	A	200	8	0.40	1600		640	5.82	20	1F12+1N12+1T12	1/2"
	T3	Tomacorrientes	110	1	B	200	5	0.40		1000	400	3.64	20	1F12+1N12+1T12	1/2"
	E1	Lavadora	220	2	AB	2500	1	0.80	1250	1250	2500.80	11.37	30	2F12+1N12+1T12	1/2"
	E2	Cocina electrica	220	2	AB	6000	1	0.80	3000	3000	4800	21.82	30	2F12+1N12+1T12	1/2"
	E3	Refrigerador	220	2	AB	800	1	0.80	400	400	640	2.91	30	2F12+1N12+1T12	1/2"
	E4	Aire Acondicionado	220	2	AB	2500	1	0.80	1250	1250	2000	9.09	30	2F12+1N12+1T12	1/2"

Resumen de los cálculos para el diseño del sistema eléctricos

Nota. Elaboración propia.

Capítulo 4

4. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL

4.1 Descripción del proyecto

El proyecto se centra en el diseño estructural, hidrosanitario y sistema eléctrico para un edificio residencial de cuatro pisos, ubicado en Guayaquil, provincia del Guayas (ver ilustraciones 1 y 2). Debido a la ubicación de la propuesta, se estima aumentar la cantidad de habitantes en una residencia ocupando un mismo terreno y garantizar el acceso a viviendas dignas para las clases sociales más necesitadas. Durante la construcción del edificio, se procura cumplir con las normativas ambientales locales, ya que diversas etapas del proyecto pueden generar impactos negativos tanto en el medio ambiente como en la salud humana. Realizar una Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) garantiza que los proyectos se desarrollen de forma responsable con el medio ambiente y la sociedad (Loomis & Dziedzic, 2018). Su importancia radica en que permite identificar y prevenir los posibles efectos negativos sobre los recursos naturales, facilita el cumplimiento de la normativa ambiental y mejora la toma de decisiones mediante información técnica. Además, contribuye a optimizar el diseño de los proyectos y a fomentar un desarrollo sostenible que equilibre el crecimiento económico con la protección del entorno (Banchon et al., 2025).

Para poder mitigar los impactos negativos mencionados anteriormente, es necesario que el diseño incorpore prácticas limpias y sostenibles, fomentando la inclusión social, y gestionando adecuadamente los recursos naturales. Por lo tanto, la propuesta está ligada a los ODS 9, puesto que, busca impulsar el crecimiento económico sostenible mediante el desarrollo de infraestructuras modernas, una industria responsable y el fortalecimiento de la innovación como motor del progreso (Aucatoma & González, 2025). Del mismo modo, se relaciona también con el número 11, ya que, busca lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles (Páez, 2025).

4.2 Línea base ambiental

La línea base ambiental corresponde al diagnóstico de la situación actual del entorno físico, biótico y socioeconómico en el que se desarrollará el proyecto de edificación multifamiliar. Este análisis es fundamental para identificar los componentes susceptibles de alteración debido a la ejecución del proyecto.

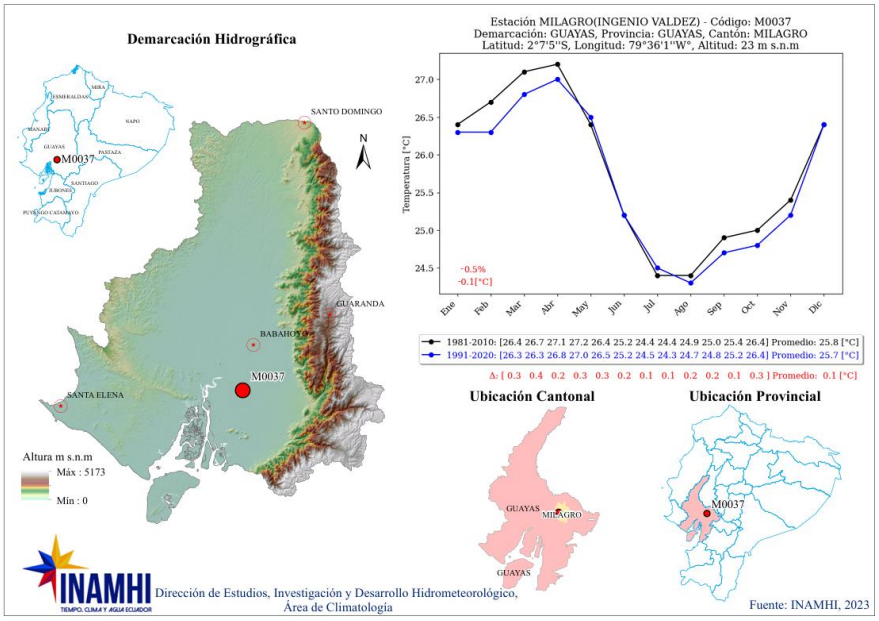
4.2.1 Medio Físico

Suelo: El terreno presenta una topografía plana, con características geotécnicas correspondientes a un suelo de tipo arena arcillosa con presencia de gravas (clasificación SUCS: SC). Los ensayos realizados incluyen granulometría, límites de Atterberg y Proctor modificado, lo que permitió determinar que el suelo posee un índice de plasticidad de 13.62% y una densidad seca máxima de 1930.95 kg/m³ con una humedad óptima de 15.72%.

Aire: Según los reportes del INAMHI (INAMHI, 2023), la zona presenta un clima tropical seco con temperaturas que oscilan entre 24°C y 32°C (ver Gráfico 9). La época de lluvias se extiende de enero a abril, mientras que el resto del año es seco. Estas condiciones influyen en el manejo del polvo, humedad del terreno y tiempos constructivos.

Gráfico 9

Temperatura promedio en la provincia del Guayas



Nota. Extraído de los registros "Normales Climatológicos" del INAMHI.

Ruido: De acuerdo con la percepción en las visitas realizadas, se notó que es una zona residencial en desarrollo con negocios familiares, donde el nivel de ruido es bajo. La ejecución de obras de construcción podría modificar esta condición temporalmente.

4.2.2 Medio Biótico

Flora y Fauna: Según la clasificación Köppen (Peel et al., 2007), en los alrededores del área de estudio se identifican remanentes de bosque seco tropical seco. No se reporta presencia de especies endémicas ni protegidas en el área inmediata de intervención, sin embargo, se recomienda su preservación mediante un adecuado cerramiento del área de obra.

4.2.3 Medio Socioeconómico y Cultural

Población: De acuerdo con el censo de 2022 (INEC, 2022), Guayaquil cuenta con una población de 2 '665.392 habitantes y Villa Bonita es una urbanización planificada por la Municipalidad de Guayaquil para familias de clase media-baja (URBA, 2023). Los habitantes buscan acceder a viviendas dignas, por lo que el proyecto se alinea a este objetivo. De acuerdo

con Google Maps, la zona cuenta con servicios básicos como planta depuradora de aguas residuales, transporte público, tiendas de barrio y parques comunitarios

Económico: Predominan actividades económicas informales como talleres mecánicos y comercio minorista. La construcción del proyecto puede dinamizar temporalmente la economía local mediante la contratación de mano de obra y consumo de insumos.

4.3 Actividades del proyecto

Las actividades contempladas para el desarrollo del proyecto de edificación multifamiliar de cuatro niveles en la urbanización Villa Bonita se detallan a continuación, clasificadas según su fase:

4.3.1 Fase de construcción

Movilización de maquinaria y adecuación del terreno: Limpieza del área, nivelación del suelo, retiro de escombros y vegetación superficial. Estas actividades pueden realizarse con maquinaria ligera, por lo que, puede generar emisión de polvo y ruido. Así mismo, es indispensable identificar el lugar donde se depositarán los escombros generados con el fin de no contaminar.

Excavaciones y cimentación: Excavación de zanjas para la cimentación, colocación de acero de refuerzo y vaciado de hormigón generan escombros de plásticos, madera, basura, etc. Todos estos desechos deben clasificarse con el fin de reciclar en caso de que aplique, si no, serán depositados en los basureros de la ciudad.

Levantamiento de estructura: Construcción progresiva de columnas, vigas, losas y muros de hormigón armado mediante encofrado, desencofrado y curado. Durante el encofrado y desencofrado se genera polvo del cemento, escombros de hormigón, desechos de metal como clavos y alambres; mientras que, para la preparación y curado del hormigón se requiere una cantidad grande de agua potable.

Instalaciones eléctricas e hidrosanitarias: Colocación de tuberías, ductos eléctricos, pozos de inspección y conexiones internas. En estas actividades se genera basura de plástico, PVC, y en algunos casos para unir los tubos los queman generando humo negro.

Acabados y urbanización interna: Colocación de pisos, pintura, puertas, ventanas, sistemas de ventilación y áreas comunes como escaleras y pasillos. Durante la colocación de puertas, ventanas y cerámica para el piso se genera principalmente polvo debido a que se requiere usar herramientas para cortar y pulir. Mientras que la pintura genera en algunos casos dependiendo de la pintura olores desagradables e incluso gases tóxicos para diluir la pintura.

4.3.2 Fase de operación

Ocupación del edificio: Actividades cotidianas por parte de las familias beneficiarias, estas generan desechos biológicos (AASS), desechos comunes, consumen servicios como energía eléctrica y agua potable.

Mantenimiento preventivo: Incluye inspección periódica y se estima que sea cada 6 meses en los sistemas eléctricos, sanitarios y estructurales. Estas actividades también generan desechos y posible contaminación auditiva si se usa maquinaria ruidosa.

4.3.3 Fase de abandono

Se considera el desmantelamiento de estructuras, en caso de reformas mayores o demolición futura, se deberá aplicar un plan de gestión de residuos de construcción y demolición acorde a normativas ambientales. Además, se debe hacer una clasificación de materiales reciclables presentes en la edificación como: acero, madera, plástico y vidrio. Los residuos no reciclados pueden impactar en la calidad del suelo y de los cuerpos hídricos cercanos.

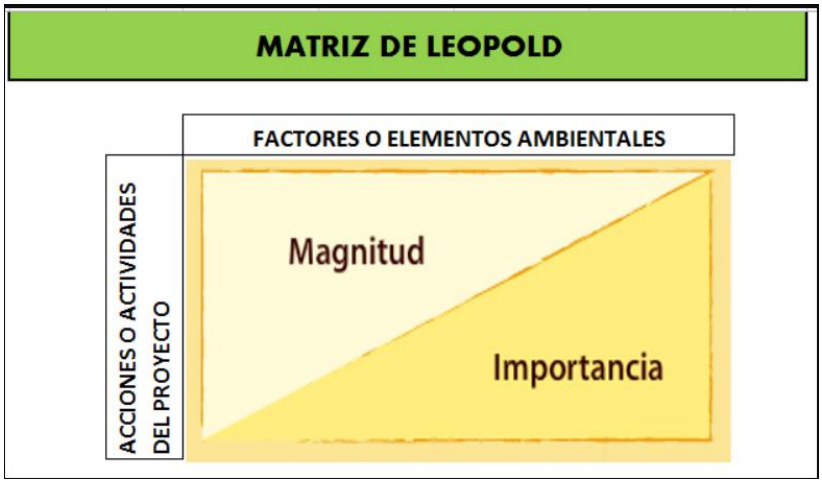
4.4 Identificación de impactos ambientales

Para la identificación de impactos ambientales del proyecto se empleó el método de la matriz de Leopold, esta permite identificar las relaciones causa-efecto entre las actividades del proyecto y los factores del medio ambiente que podrían verse afectados (ver Tabla 69).

Este método consiste en organizar en filas las principales actividades del proyecto (planificación, construcción, operación y cierre) y en columnas los componentes ambientales (físicos, bióticos y socioeconómicos) (ver Ilustración 84). Cada cruce representa un potencial impacto ambiental, el cual se evalúa según su presencia (sí o no), tipo (positivo o negativo) y fase en que se presenta. Los valores en los que se califican estos impactos están dentro de un rango de 1-10, donde 1 es el menor impacto e importancia; y 10 es el mayor impacto y con mayor importancia (Herrera-Campuzano & Pacheco-Bustos, 2024).

Ilustración 84

Esquema de la Matriz de Leopold



Nota. Extraído de "Uso de herramientas de ingeniería para la gestión de riesgo tecnológico en una central de abastecimiento agrícola con aglomeraciones permanentes en Bogotá."

Tabla 69

Matriz de Leopold del proyecto

Proyecto: Construcción de vivienda multifamiliar de 4 pisos Factores ambientales		Construcción					Operación		Abandono	Afectaciones		Total Afecciones	AI
		Trazado y replanteo	Excavaciones	Fundido de elementos	Instalaciones	Acabados	Ocupación	Mantenimiento	Demolición	+	-		
Agua	Suelo	-6 / 3	-8 / 3	-3 / 2	-2 / 2	-6 / 5	-6 / 5	-3 / 2	-8 / 5	8	8	16	-158
Atmósfera	Calidad del aire (gases, partículas)	0 / 0	-8 / 4	-7 / 4	-4 / 2	-7 / 5	-4 / 5	-2 / 1	-6 / 4	7	7	14	-149
Procesos	Ruido	-1 / 2	-1 / 2	-4 / 2	-1 / 1	-1 / 1	-2 / 2	-3 / 2	-5 / 4	8	8	16	-44
Flora	Vegetación media y pequeña	-7 / 6	-2 / 3	0 / 0	0 / 0	-3 / 2	-1 / 2	-3 / 1	-3 / 4	6	6	12	-71
Fauna	Animales terrestres	-6 / 5	-1 / 3	0 / 0	0 / 0	0 / 0	-1 / 2	-2 / 1	-2 / 2	5	5	10	-41
Interés estético y humano	Calidad de vida	3 / 3	0 / 0	-7 / 5	-1 / 1	-7 / 4	-1 / 2	-2 / 1	0 / 0	7	5	12	-59
Aspectos culturales	Poblacion	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	0 / 0	-1 / 1	0 / 0	1	1	2	-1
Facilidades y actividades humanas	Economico	0 / 0	3 / 5	4 / 5	5 / 5	4 / 5	3 / 5	2 / 1	4 / 4	14	0	14	113
Afectaciones	+	6	7	6	6	7	8	9	7	56	40	96	-410
	-	4	5	4	4	5	6	7	5	40			
Total de afectaciones		10	12	10	10	12	14	16	12	96			
Agregado del impacto		-83	-52	-57	11	-80	-45	-20	-84	-410			

Nota. Elaboración propia.

En definitiva, el proyecto contempla impactos tanto positivos como negativos, siendo estos últimos principalmente asociados a la fase de construcción. No obstante, muchos de estos impactos pueden ser minimizados mediante la aplicación de buenas prácticas constructivas y planes de manejo ambiental.

4.5 Valoración de impactos ambientales

Una manera de analizar e interpretar los resultados mostrados en la figura es mediante el uso del Agregado del Impacto (AI), que se obtiene al multiplicar la magnitud del impacto —ya sea positiva o negativa— por su nivel de importancia, considerando tanto las acciones del proyecto como los factores ambientales implicados (cita).

$$AI = \sum Magnitud * Importancia$$

Esta operación se realiza en cada columna y fila, con el fin de conocer qué factor ambiental y actividades del proyecto son las más relevantes. En la Tabla 70 se muestra los resultados:

Tabla 70

Resultados obtenidos de la Matriz de Leopold

Factores ambientales	**Agregado del impacto**
Suelo	-158
Calidad del aire (gases, partículas)	-149
Ruido	-44
Vegetación media y pequeña	-71
Animales terrestres	-41
Calidad de vida	-41
Población	5
Económico	113
Actividades	**Agregado del impacto**
Trazado y replanteo	-83
Excavaciones	-52
Fundido de elementos	-57
Instalaciones	11
Acabados	-80
Ocupación	-45
Mantenimiento	-20
Demolición	-84

Nota. Elaboración propia.

En el caso del presente proyecto, los impactos negativos más relevantes se presentan en la fase de construcción y en la generación de residuos sólidos durante la operación. Los resultados muestran que los impactos negativos más significativos se concentran en el suelo (–158) y la calidad del aire (–149), seguidos por la vegetación media y pequeña (–71) y el ruido (–44). También se evidencian efectos negativos en la fauna de la zona (–41), la calidad de vida (–41) y la población (5). En contraparte, los impactos positivos más destacados están relacionados con el componente económico, con un valor de 114, lo que indica un aporte relevante al

desarrollo económico local relacionado con la generación de empleo y dinamización del comercio.

En cuanto a las actividades del proyecto, muestran que la actividad con mayor impacto negativo es la demolición, con un valor de (–84), evidenciando la necesidad de implementar estrategias sólidas de gestión de residuos en fases finales del proyecto. Otras actividades con impactos negativos relevantes son el trazado y replanteo (–83), acabados (–80), fundido de elementos (–57) y excavaciones (–52), todos correspondientes a la fase de construcción, lo que confirma que esta etapa concentra los efectos ambientales más significativos. En contraste, las instalaciones presentan impactos positivos de 11, esto se atribuye a la planificación técnica eficiente y al aporte de infraestructura funcional sin generar mayores afectaciones al entorno. Las etapas de ocupación y mantenimiento registran impactos negativos de menor escala (–45 y –20), generalmente asociados al uso continuo de recursos y generación de residuos urbanos.

4.6 Medidas de prevención/mitigación

En esta sección se establecen las medidas propuestas para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales negativos identificados a lo largo del ciclo de vida del proyecto de edificación multifamiliar en Villa Bonita. Estas medidas conforman el Plan de Manejo Ambiental (PMA) que será aplicado durante las fases de planificación, construcción, operación y cierre del proyecto.

4.6.1 Fase de planificación y diseño

- Capacitación ambiental previa a la obra: Formación del personal técnico y obrero en temas de manejo ambiental, residuos, ruido y seguridad.
- Diseño sostenible: Incluir elementos pasivos de ventilación e iluminación natural para reducir el consumo energético durante la operación.

4.6.2 Fase de construcción

- Control de emisiones de polvo: Humedecer zonas de trabajo, cubrir materiales y optimizar rutas de transporte para evitar levantamiento de polvo.
- Manejo de residuos de construcción: Disposición adecuada en contenedores diferenciados (escombros, madera, metal) y entrega a gestores autorizados.
- Protección del suelo y flora local: Delimitar el área de intervención para evitar afectación de vegetación cercana; realizar limpieza manual en lugar de maquinaria pesada cuando sea posible.
- Control del ruido: Uso de maquinaria en buen estado y restricción de actividades ruidosas a horarios establecidos (8h00–17h00).
- Optimización de agua y energía: Uso eficiente de recursos, instalación de sistemas temporales de ahorro y seguimiento de consumos.

4.6.3 Fase de operación

- Programa de gestión de residuos sólidos urbanos: Implementación de contenedores diferenciados por tipo de residuo y campañas de sensibilización entre los residentes.
- Mantenimiento periódico: Inspección y mantenimiento de redes eléctricas, sanitarias y estructurales para evitar fugas, fallas o colapsos.
- Eficiencia energética: Uso de bombillas LED, sistemas de bajo consumo y prácticas comunitarias para ahorro energético.
- Convivencia y cohesión social: Promover el uso de áreas comunes, asambleas vecinales y buenas prácticas comunitarias.

4.6.4 Fase de cierre o futura demolición

- Gestión de Residuos de Construcción y Demolición: Segregación en obra, reutilización de materiales reciclables (acero, madera), y disposición final en sitios autorizados.
- Restauración del área intervenida: En caso de desmantelamiento, nivelación del terreno, introducir nuevamente especies nativas y eliminación de estructuras temporales.

En conclusión, el factor ambiental más perjudicado es el medio físico, específicamente, el suelo. En contraste, la actividad económica del sector es la más beneficiada con la construcción del proyecto, además, las instalaciones de los componentes de la casa también tienen impactos positivos en la evaluación. Finalmente, con estos hallazgos facilita la toma de decisiones teniendo en cuenta las medidas de mitigación que se debe realizar y qué fases estar pendientes al momento de ejecutar la obra. Adicionalmente, se recomienda realizar un monitoreo ambiental continuo y la elaboración de informes de cumplimiento ambiental durante el desarrollo del proyecto.

Capítulo 5

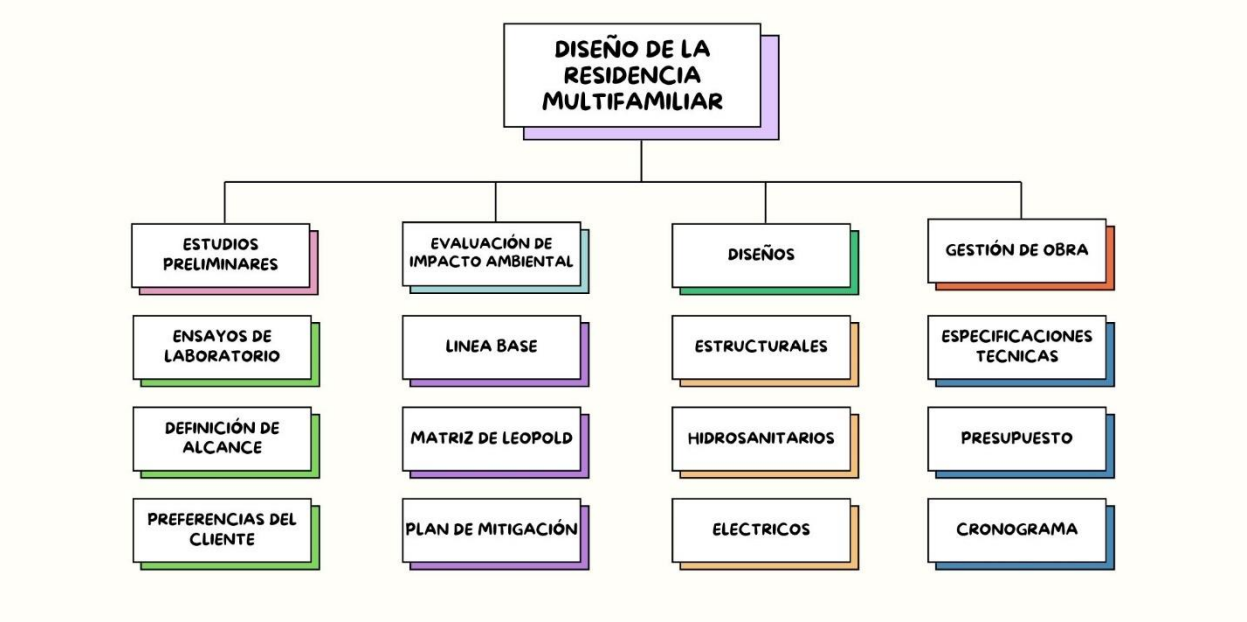
5. PRESUPUESTO

5.1 Estructura Desglosada de Trabajo

En la Estructura Desglosada de Trabajo (EDT) permitió organizar las fases del proyecto en un orden determinado a través de un esquema visual. La Ilustración 85 muestra la EDT con los entregables finales del proyecto:

Ilustración 85

Estructura Desglosada de Trabajo (EDT)



Nota. Elaboración propia.

Las 3 primeras fases mostradas han sido desarrolladas en la memoria técnica, mientras que, la última se detalla en las siguientes secciones.

5.2 Especificaciones Técnicas

Las especificaciones técnicas de los rubros que componen el proyecto se detallan a continuación:

1.1 Baterías sanitarias portátiles

Instalación de baños químicos para uso del personal de obra, conforme al PMA.

Materiales mínimos:

- Batería sanitaria portátil (alquiler 1 unidad) incluye inst. Y desinstalación

Equipo mínimo: NA

Mano de obra:

- Peón

Transporte: NA

Unidad: Unidad (u)

1.2 Implementación de contenedores para depósito de desechos

Suministro e instalación de tanques metálicos de 55 galones para recolección selectiva de residuos de obra. Forma parte del sistema de manejo de residuos sólidos del PMA.

Materiales mínimos:

- Tanque metálico 55 GLNS

Equipo mínimo: NA

Mano de obra:

- Peón

Transporte: NA

Unidad: Unidad (u)

1.3 Equipo de Protección Personal (juego)

Dotación de juego completo de EPP para cada trabajador al inicio de actividades. Incluye casco, botas, chaleco, guantes, gafas, mascarilla, tapones y camiseta identificativa.

Materiales mínimos:

- Casco

- Chaleco
- Mascarilla desechable
- Botas de PVC punta de acero amarilla
- Gafas protectoras de vista
- Tapón auditivo
- Guantes de caucho sencillo
- Camisetas identificativa cuello redondo

Equipo mínimo: NA

Mano de obra: NA

Transporte: NA

Unidad: Unidad (u)

1.4 Charlas de capacitación al personal (manejo ambiental y seguridad industrial)

Ejecución de sesiones de capacitación teórica y práctica sobre gestión ambiental y prevención de riesgos, dirigidas al personal operativo y técnico del proyecto.

Materiales mínimos: NA

Equipo mínimo: NA

Mano de obra:

- Técnico en obras civiles (Est.Oc.C2)

Transporte: NA

Unidad: Unidad (u)

1.5 Control y monitoreo de material particulado

Evaluación periódica de la concentración de material particulado en suspensión (PM10 o similar), generado por actividades de movimiento de tierra, tránsito y demolición en obra. Este control es obligatorio dentro del cumplimiento del PMA y normativas ambientales.

Materiales mínimos: NA

Equipo mínimo:

- Equipos de medición ambientales de Laboratorio Ambiental Acreditado por el SAE
- material particulado

Mano de obra:

- Laboratorista
- Peón

Transporte: NA

Unidad: Unidad (u)

1.6 Control y monitoreo de ruido

Registro y análisis de los niveles sonoros generados por maquinaria pesada, herramientas de alto impacto y procesos de demolición o montaje. Esta actividad es parte del cumplimiento de las normativas de salud ocupacional y el PMA.

Materiales mínimos: NA

Equipo mínimo:

- Sonómetro digital

Mano de obra:

- Laboratorista
- Peón

Transporte: NA

Unidad: Unidad (u)

1.7 Limpieza final de obra

Actividad de cierre ambiental del proyecto. Comprende la recolección, segregación y disposición final de residuos, limpieza de todas las superficies intervenidas, desmontaje de estructuras

provisionales y evacuación de escombros. El objetivo es dejar el área completamente libre de desechos y en condiciones óptimas para entrega.

Materiales mínimos:

- Materiales para limpieza de obra (escobas grandes, palas, rastrillos, sacos, desinfectantes, etc)

Equipo mínimo:

- Retroexcavadora
- Volqueta 12 m³
- Herramienta menor 5% MO

Mano de obra:

- Peón
- Maestro mayor en ejecución de obras civiles
- Chofer de volqueta
- Operador de retroexcavadora

Transporte: NA

Unidad: Unidad (u)

2.1 Replanteo y trazado

Consiste en ejecutar el replanteo topográfico general del proyecto incluyendo ejes principales y secundarios, niveles de cimentación y elementos constructivos. Se realiza con el objetivo de definir con precisión geométrica la ubicación de estructuras, instalaciones y áreas de intervención, previo al inicio de obras.

Materiales mínimos:

- Clavos 2 1/2"
- Tira de encofrado 1"x3"x4m

- Esmalte varios colores (spray)
- Cuartón semiduro 10x5cmx3m

Equipo mínimo:

- Herramienta menor 5% MO
- Equipo de topografía

Mano de obra:

- Topógrafo
- Cadenero

Transporte: NA

Unidad: Metro cuadrado (m2)

2.2 Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 0<H<2m (incluye desalojo hasta 10km)

Este rubro corresponde a la remoción de suelos naturales no clasificados, mediante el uso de maquinaria pesada, hasta una profundidad máxima de 2 metros. Se aplica en la excavación para cimentaciones, instalaciones enterradas, plataformas y estructuras generales del proyecto. Incluye el cargue, transporte (hasta 10 km) y disposición final del material excedente en botaderos autorizados.

Materiales mínimos: NA

Equipo mínimo:

- Volqueta 12 m^3
- Excavadora sobre orugas

Mano de obra:

- Maestro mayor en ejecución de obras civiles
- Chofer de volqueta
- Operador de excavadora

- Engrasador o abastecedor responsable

Transporte: NA

Unidad: Metro cúbico (m^3)

2.3 Relleno compactado con rodillo de material importado (incluye transporte)

Incluye el suministro, acarreo, colocación y compactación de material de mejoramiento (cascajo) en capas de espesor controlado para zanjas, utilizando rodillo vibratorio, conforme a especificaciones técnicas del proyecto.

Equipo mínimo:

- Herramienta menor 5%MO
- Rodillo vibratorio doble tambor pequeño
- Volqueta 12 m3

Mano de obra mínima:

- Operador de Rodillo autopropulsado
- CHOFER: Volquetas
- Peón
- Maestro mayor en ejecución de obras civiles

Materiales mínimos:

- Material de mejoramiento (CASCAJO)

Transporte mínimo:

- Transporte de material

Unidad: Metro cúbico (m^3)

3.1 Hormigón premezclado f´c=180kg/cm²

Este rubro contempla el suministro y colocación de hormigón premezclado con resistencia característica a la compresión de f´c = 180 kg/cm², utilizado en elementos estructurales o de soporte según planos de obra.

Equipo mínimo:

- Herramienta menor 5%MO
- Vibrador

Mano de obra mínima:

- Maestro mayor en ejecución de obras civiles
- Peón
- Albañil

Materiales mínimos:

- Hormigón premezclado f´c=180 kg/cm²
- Fibra de Prolipropileno

Transporte mínimo: NA

Unidad: Metro cúbico (m³)

3.2 Acero de refuerzo en barras fy=4200 kg/cm²

Incluye el suministro, corte, figurado y colocación de acero de refuerzo en barras con resistencia fy = 4200 kg/cm², conforme a planos estructurales del proyecto.

Equipo mínimo:

- Herramienta menor 5%MO
- Cortadora de hierro
- Dobladora

Mano de obra mínima:

- Fierrero

- Maestro mayor en ejecución de obras civiles
- Peón

Materiales mínimos:

- Acero de refuerzo en barras fy=4200 kg/cm²
- Alambre de amarre negro #18

Transporte mínimo: NA

Unidad: kg

3.3 Hormigón premezclado fc=280 kg/cm² (Incluye impermeabilizante)

Suministro, colocación, vibrado y curado de hormigón premezclado con resistencia a la compresión f'c=280 kg/cm², con aditivo impermeabilizante integral, para estructuras enterradas como muros de cisterna.

Equipo mínimo:

- Herramienta menor 5%MO
- Vibrador
- Encofrado metálico (incluye plancha, puntales mayores a 3.50)

Mano de obra mínima:

- Maestro mayor en ejecución de obras civiles
- Albañil
- Peón
- Encofrador o carpintero de ribera

Materiales mínimos:

- Hormigón premezclado f'c=280 kg/cm²
- Impermeabilizante integral para hormigón
- Curador para hormigón y mortero

Transporte mínimo: NA

Unidad: Metro cúbico (m^3)

4.1 Mampostería de bloque liviano 9 x19 x 39 cm aplicando mortero predosificado

Consiste en la construcción de mamposterías interiores y exteriores compuestas por bloques huecos livianos de hormigón.

Equipo mínimo:

- Herramienta menor
- Andamio.

Materiales mínimos:

- Bloque liviano Hueco de hormigón medidas 9x19x39 cm
- Mortero para pegar bloques de compresión moderada (saco 40 kg)
- Agua.

Mano de obra mínima:

- Maestro mayor en ejecución de obras civiles
- Albañil
- Peón.

Transporte mínimo: NA

Unidad: metro cuadrado (m2).

4.2 Enlucido de paredes

Rubro que contempla el revestimiento continuo de paredes internas o externas mediante mortero predosificado con aditivos, con el objetivo de nivelar y proteger superficies.

Materiales mínimos:

- Agua
- Mortero para Enlucidos

Equipo mínimo:

- Herramienta menor 5% MO
- Andamio metálico

Mano de obra:

- Albañil
- Peón
- Maestro mayor en ejecución de obras civiles

Transporte: NA

Unidad: Metro cuadrado (m^2)

4.3 Impermeabilización de cisterna

Aplicación de sistema impermeabilizante en cisterna de hormigón armado, mediante uso de impermeabilizante cementicio flexible bicomponente, membranas líquidas o aditivos, garantizando estanqueidad de superficies expuestas al agua.

Equipo mínimo:

- Herramienta menor 5%MO
- Extractor de aire

Mano de obra mínima:

- Peón
- Pintor
- Técnico obras civiles

Materiales mínimos:

- Impermeabilizante para losas
- Agua

Transporte mínimo: NA

Unidad: Metro cuadrado (m²)

4.4 Enlucido impermeabilizado interior para cisterna

Consiste en todas las actividades necesarias para el revestimiento continuo con mezcla de mortero predosificada de 80 kg/cm2 para enlucidos de 5 a 20 mm, modificado con látex microfibra, aditivos (saco 40 kg), agua e impermeabilizante integral para enlucidos y morteros, que constituirá la capa de terminación aplicada sobre la superficie cimentaciones, tanques para agua, sótanos, techos, cisternas, muros.

Equipo mínimo:

- Herramienta menor 5% MO

Mano de obra mínima:

- Maestro mayor en ejecución de obras civiles
- Peón
- Albañil

Materiales mínimos:

- Mortero de 80 kg/cm2 para enlucidos de 5 a 20 mm, modificado con látex microfibras y aditivos (saco 40 kg)
- Agua

Transporte mínimo: NA

Unidad: Metro cuadrado (m²)

5.1 Porcelanato tipo 2 60x60

Colocación de porcelanato tipo 2 en formato 60x60 cm, en pisos de baños y otras áreas interiores. Proporciona una solución resistente, impermeable y de fácil limpieza.

Equipo mínimo:

- Herramienta menor 5% MO

- Amoladora
- Cortadora de azulejo

Mano de obra mínima:

Maestro mayor en ejecución de obras civiles

- Albañil
- Peón
- Instalador de revestimiento en general

Materiales mínimos:

- Porcelanato tipo 2 60x60
- Pegante de porcelanato
- Porcelana 2 kg
- Separadores
- Agua

Transporte mínimo: NA

Unidad: Metro cuadrado (m^2)

5.2 Porcelanato Interior Barredera H=10cm

Instalación de barredera de porcelanato interior de 10 cm de alto como remate en encuentros de muro-piso. Su objetivo es proteger la base de los muros contra golpes, humedad y suciedad.

Equipo mínimo:

- Herramienta menor 5% MO
- Amoladora

Mano de obra mínima:

- Maestro mayor en ejecución de obras civiles
- Albañil

- Peón

Materiales mínimos:

- Porcelanato tipo 2 60x60
- Mortero adhesivo con polímeros tixotrópico
- Porcelana 2 kg
- Copa cónica para porcelanato
- Disco de corte diamantado
- Separadores
- Agua

Transporte mínimo: NA

Unidad: Metro (m)

6.1 Puerta con marcos 0.80x2.10 m

6.2 Puerta con marcos 0.90x2.10 m

6.3 Puerta con marcos 1.00x2.10 m

Este rubro contempla la instalación por puerta de una cerradura metálica de manija acabado negro con cuatro bisagras omega tipo mariposa.

Equipo mínimo:

- Herramienta menor 5% MO

Mano de obra mínima:

- Maestro mayor en ejecución de obras civiles
- Carpintero
- Ayudante de carpintero

Materiales mínimos:

- Puerta melamínico RH e=36mm. Inc. Bordo Duro 2mm y perforación para cerradura.
- Medidas: 0.70x2.00m; 0.90x2.00m; 1.00x2.00m según corresponda.
- Manija metálica color negro; Inc. Llaves.
- Bisagras metálicas omega (mariposa) 3"x1,8 mm color acero inox o negro.
- Marco melamínico RH e=15mm. Inc. Bordo duro.
- Tapamarco melamínico RH e=15mm Inc. Bordo duro.

Transporte mínimo: NA

Unidad: Unidad (u)

6.4 Estructuras de aluminio y vidrio

Incluye el suministro, fabricación e instalación de estructuras de aluminio anodizado natural o pintado, con vidrio de seguridad laminado o templado, según planos arquitectónicos. Estas estructuras se emplean como fachadas ligeras, ventanales, puertas o divisiones internas en zonas habitacionales e institucionales.

Equipo mínimo:

- Herramienta menor 5% MO

Mano de obra mínima:

- Maestro mayor en ejecución de obras civiles
- Instalador de revestimiento en general
- Peón

Materiales mínimos:

- Aluminio 1.2mm y vidrio 4+4 laminado

Transporte mínimo: NA

Unidad: Metro cuadrado (m^2)

6.5 Pasamanos Tubo acero inoxidable 2 pulg (Inc. Pintura y placa de anclaje 20mmx6 mm)

Este rubro contempla el suministro e instalación de pasamanos fabricado con tubo de acero inoxidable de 2 pulgadas de diámetro, incluyendo pintura especializada y placa de anclaje de acero inoxidable de dimensiones 20 mm x 6 mm, para ser instalados en la escalera.

Equipo mínimo:

- Herramienta menor 5%MO
- Soldadora
- Cizalla
- Generador

Mano de obra mínima:

- Maestro mayor en ejecución de obras civiles
- Peón
- Maestro soldador especializado

Materiales mínimos:

- Soldadura
- Tubo Inox 2" barandilla
- Tubo Inox 3/4" barandilla
- Placa de anclaje 20mm x 6mm

Transporte mínimo: NA

Unidad: Metro (m)

7.1 Inodoro con tanque (Inc. accesorios)

Incluye el suministro e instalación de inodoro con tanque en color blanco, equipado con todos los accesorios necesarios como asiento plástico, pernos de sujeción, válvula de llenado y descargue, manguera de alimentación, y sello hidráulico.

Equipo mínimo:

- Herramienta menor 5%MO

Mano de obra mínima:

- Peón
- Plomero
- Maestro mayor en ejecución de obras civiles

Materiales mínimos:

- Teflón
- Silicon 100ml
- Manguera flexible 12”
- Llave angular para manguera flexible
- Inodoro blanco con tanque

Transporte mínimo: NA

Unidad: Unidad (u)

7.2 Lavabo con pedestal Inc. Accesorios de instalación y anclaje

Consiste en el suministro e instalación de un lavabo con pedestal, de porcelana sanitaria vitrificada con agujeros pre marcados y rebosadero, de color blanco, el cual se combinará con una Llave metálica para lavabo fabricada en aleación de cobre y zinc (latón).

Equipo mínimo:

- Herramienta menor 5%MO

Mano de obra mínima:

- Maestro mayor en ejecución de obras civiles
- Ayudante de plomero
- Plomero.

Materiales mínimos:

- Lavabo con pedestal color blanco de porcelana vitrificada, con agujero rebosadero. Inc.Set de uñetas.
- Conjunto Llave Angular con Manguera Flexible 16″ para Lavabo.
- Conjunto Desagüe de Rejilla y Sifón Plástico para Lavabo 1 1/4".
- Llave metálica para lavabo fabricada en aleación de cobre y zinc (latón).
- Set de pernos de anclaje para lavatorio.
- Silicón neutro transparente.

Transporte mínimo: NA

Unidad: Unidad (u)

7.3 Fregadero para empotrar; inc. Grifería, accesorios de instalación y anclaje

Consiste en el suministro e instalación de un fregadero empotrado de un pozo con escurridor (izquierdo o derecho), fabricado en acero inoxidable SS201, acabado satinado, el cual se combinará con una grifería de base de latón y manguera flexible

Equipo mínimo:

- Herramienta menor 5%MO

Mano de obra mínima:

- Maestro mayor en ejecución de obras civiles
- Plomero
- Ayudante de plomero

Materiales mínimos:

- Fregadero de un pozo con escurridor derecho para empotrar L=80cm B=50cm e=0,6mm, fabricado en acero inoxidable, acabado satinado/mate.
- Silicón neutro transparente.

- Grifería Base latón: 5 x 9.5 x 15.5 cm con Manguera flexible acero inoxidable: ø 2.8 x 44 cm. Incl. roseta y tuerca de ajuste.
- Conjunto Llave Angular con Manguera Flexible 16″ para Lavabo.

Transporte mínimo: NA

Unidad: Unidad (u)

7.4 Ducha (inc. accesorios)

Comprende el suministro e instalación de ducha cromada tipo teléfono o cuello de cisne con brazo y florón, incluyendo todos los accesorios necesarios para su conexión. Se instalará en duchas individuales según planos y detalle de instalaciones hidrosanitarias.

Equipo mínimo:

- Herramienta menor 5%MO

Mano de obra mínima:

- Peón
- Plomero
- Maestro mayor en ejecución de obras civiles

Materiales mínimos:

- Teflón
- Ducha (inc. accesorios)

Transporte mínimo: NA

Unidad: Unidad (u)

7.5 Punto de agua potable PVC roscable 420 psi d=1/2"

La construcción de una red de tuberías para agua potable tiene como objeto terminar en una o más salidas, conocidas como "Punto de agua" en los diámetros establecidos en planos, desde el cual se

da servicio a un aparato sanitario o toma de agua para diferente uso; el material a utilizarse es PVC presión unión roscable D=1/2” de 420 Psi.

Equipo mínimo:

- Herramienta menor 5%MO

Mano de obra mínima:

- Maestro mayor en ejecución de obras civiles
- Plomero
- Ayudante de Plomero

Materiales mínimos:

- Tubería PVC p roscable 1/2" 420 psi
- Tee roscable de polipropileno 1/2"
- Neplo roscable de polipropileno 1/2" x 10cm
- Codo roscable polipropileno HH1/2" x 90
- Unión roscable 1/2"
- Tapón hembra roscable de polipropileno 1/2"
- Teflón
- Sellador de caucho sintético especial para roscas de polipropileno 50cc.

Transporte mínimo: NA

Unidad: Punto (u)

7.6 Tubería PVC roscable 1/2"; inc. Accesorios

7.7 Tubería PVC roscable 3/4"; inc. Accesorios

7.8 Tubería PVC roscable 1"; inc. Accesorios

Este rubro se refiere al suministro e instalación de una tubería de presión de PVC rígido unión por rosca, para conducción de agua potable a presión.

Equipo mínimo:

- Herramienta menor 5%MO

Mano de obra mínima:

- Plomero
- Ayudante de Plomero

Materiales mínimos:

- Tubería PVC roscable diámetro y presión (psi); según corresponda.
- Codo roscable polipropileno HH 1 1/2" X 90; según corresponda.
- Unión roscable polipropileno 1 1/4"; según corresponda.
- Teflón.
- Sellador de caucho sintético especial para roscas de polipropileno 50 CC.

Transporte mínimo: NA

Unidad: Metro (m)

7.9 Flotador de nivel de cisterna

Incluye el suministro e instalación de flotador mecánico para control de llenado en cisterna, para evitar sobrellenado y controlar el nivel operativo del reservorio del sistema de riego.

Equipo mínimo:

- Herramienta menor 5%MO

Mano de obra mínima:

- Peón
- Plomero
- Maestro mayor en ejecución de obras civiles

Materiales mínimos:

- Flotador mecánico de nivel de cisterna con boya inox. ¾”

Transporte mínimo: NA

Unidad: Unidad (u)

7.10 Punto de desagüe PVC 50 mm. Inc. Accesorios

El objeto de un punto de desagüe de Ø 50 mm es captar las aguas servidas que se producen en los aparatos sanitarios, para su posterior evacuación. Está conformado por una tubería cuya boca debe estar ubicada en un sitio exacto para acoplarse a un aparato sanitario o sumidero; el material más adecuado es PVC reforzado de diámetro de 50 mm para uso sanitario.

Equipo mínimo:

- Herramienta menor 5%MO

Mano de obra mínima:

- Maestro mayor en ejecución de obras civiles
- Plomero
- Ayudante de Plomero

Materiales mínimos:

- Tubería PVC e/c 50 mm para desagüe
- Codo PVC desagüe e/c 50mmx45g
- sifón PVC desagüe e/c 50mm
- Limpiador para tubería (1000 cc)
- Pegamento para tubería (946 cc)

Transporte mínimo: NA

Unidad: Punto (pto)

7.11 Punto de desagüe PVC 110 mm. Inc. Accesorios

El objeto de un punto de desagüe de Ø 110 mm es captar las aguas servidas que se producen en los aparatos sanitarios, para su posterior evacuación. Está conformado por una tubería cuya boca

debe estar ubicada en un sitio exacto para acoplarse a un aparato sanitario o sumidero; el material más adecuado es PVC reforzado de diámetro de 110 mm para uso sanitario.

Equipo mínimo:

- Herramienta menor 5%MO

Mano de obra mínima:

- Maestro mayor en ejecución de obras civiles
- Plomero
- Ayudante de Plomero

Materiales mínimos:

- Tubería PVC e/c 110 mm para desagüe
- Codo PVC desagüe e/c 110mmx45g
- Sifón PVC desagüe e/c 110mm
- Limpiador para tubería (1000 cc)
- Pegamento para tubería (946 cc)
- Transporte mínimo: NA
- Unidad: Punto (pto)

7.12 Tubería PVC lisa 110 mm (Inc. accesorios)

Comprende el suministro e instalación de tubería de PVC lisa de 110 mm para redes de evacuación de aguas negras o pluviales. Incluye accesorios, fijaciones y elementos complementarios, así como la ejecución integral del sistema conforme a especificaciones técnicas.

Equipo mínimo:

- Herramienta menor 5% MO
- Canastilla eléctrica colgante

Mano de obra mínima:

- Peón
- Plomero
- Tubero
- Maestro mayor en ejecución de obras civiles

Materiales mínimos:

- Tubería PVC lisa desagüe di=110 mm (inc. accesorios)
- Pegante para tubería PVC

Transporte mínimo: NA

Unidad: Metro (m)

7.13 Tubería PVC lisa 75 mm (Inc. accesorios)

Este rubro contempla la instalación de tubería de PVC lisa de 75 mm de diámetro para desagüe de aguas residuales o aguas grises. Incluye la provisión de todos los accesorios requeridos para su conexión, así como la preparación y montaje completo conforme a normativa vigente y detalles de diseño.

Equipo mínimo:

- Herramienta menor 5% MO

Mano de obra mínima:

- Peón
- Tubero
- Plomero
- Maestro mayor en ejecución de obras civiles

Materiales mínimos:

- Tubería PVC lisa desagüe di=75 mm (inc. accesorios)
- Pegante para tubería PVC

Transporte mínimo: NA

Unidad: Metro (m)

7.14 Tubería PVC lisa 50 mm (Inc. accesorios)

Corresponde a la ejecución del sistema de desagüe mediante la instalación de tubería de PVC lisa de 50 mm, destinada a la conducción de aguas residuales y/o grises.

Equipo mínimo:

- Herramienta menor 5% MO
- Andamio metálico

Mano de obra mínima:

- Peón
- Tubero
- Plomero
- Maestro mayor en ejecución de obras civiles

Materiales mínimos:

- Tubería PVC lisa di=50 mm (inc. accesorios)
- Pegante para tubería PVC

Transporte mínimo: NA

Unidad: Metro (m)

7.15 Rejilla desagüe PVC 75mm

Comprende el suministro e instalación de rejilla de desagüe en PVC de 75 mm, para captación de aguas servidas o pluviales.

Equipo mínimo:

- Herramienta menor 5%MO

Mano de obra mínima:

- Maestro mayor en ejecución de obras civiles
- Plomero
- Peón

Materiales mínimos:

- Arena gruesa (inc. transporte)
- Cemento portland tipo I
- Agua
- Rejilla desagüe PVC 75mm

Transporte mínimo: NA

Unidad: Unidad (u)

7.16 Caja de registro para edificaciones de H.A., fc=210 kg/cm2; (Inc. Tapa)

Estas especificaciones cubren requisitos y procedimientos generales relacionados con las actividades que debe realizar el constructor para la fabricación en sitio y puesta en obra de cajas de registro de hormigón armado

Equipo mínimo:

- Herramienta menor 5%MO
- Vibrador
- Encofrado metalico (incluye plancha, puntales mayores a 3.50)

Mano de obra mínima:

- Maestro mayor en ejecución de obras civiles
- Peón
- Fierrero
- Albañil

Materiales mínimos:

- Alambre recocido #18
- Acero de Refuerzo en Barras Fy=4200 kg/cm2
- Curador
- Hormigón Premezclado f´c=210 kg/cm2
- Acero estructural (A36)
- Tapa de Hormigón incluye marco y contramarco
- Hormigón Premezclado f´c=180 kg/cm2

Transporte mínimo: NA

Unidad: Unidad (u)

7.17 Calentador de agua

Equipo mínimo:

Mano de obra mínima:

Materiales mínimos:

Transporte mínimo:

Unidad:

7.18 Bomba de 1 HP (Inc. accesorios)

Corresponde al suministro e instalación de bomba centrífuga o periférica de 1 HP, utilizada como parte del sistema de presurización secundaria o independiente, e incluye los accesorios hidráulicos y eléctricos necesarios.

Equipo mínimo:

- Herramienta menor 5%MO

Mano de obra mínima:

- Plomero
- Peón

- Supervisor eléctrico / sanitario general

Materiales mínimos:

- Bomba agua periférica de 1 HP 110V
- Presurizador de 1HP 110V 1” x 1”
- Union universal PP roscable H 1 in
- Manómetro hasta 1” de diámetro
- Válvula de aire ½”
- Tubería PP unión roscable di=1 pulg 1.25 Mpa
- Teflón
- Pegante para tubería PVC

Transporte mínimo: NA

Unidad: Unidad (u)

7.19 Canalón de acero galvanizado 0.30mx0.15mx0.07m (ceja 1 in) e=1mm (incluye soportes)

Incluye el suministro e instalación de canalones de acero galvanizado de dimensiones 0.30mx0.15mx0.07m, con espesor de 1 mm y ceja de 1". Se emplean como parte del sistema de recolección de aguas pluviales en cubiertas.

Equipo mínimo:

- Herramienta menor 5% MO

Mano de obra mínima:

- Maestro mayor en ejecución de obras civiles
- Peón
- Instalador de revestimiento en general

Materiales mínimos:

- Canalón de acero galvanizado 0.30x0.15mx0.07 m (ceja 1 in) e=1mm

- Accesorios de Fijación (Canalón)

Transporte mínimo: NA

Unidad: Metro (u)

8.1 Pintura para interiores

Consiste en la aplicación de pintura látex sobre superficies interiores previamente empastadas o enlucidas, con el objetivo de brindar protección, limpieza y acabado estético en espacios institucionales de alta ocupación.

Equipo mínimo:

- Herramienta menor 5% MO
- Andamio metálico

Mano de obra mínima:

- Maestro mayor en ejecución de obras civiles
- Peón
- Pintor

Materiales mínimos:

- Pintura de caucho interiores
- Agua

Transporte mínimo: NA

Unidad: Metro cuadrado (m^2)

8.2 Pintura para exteriores

Consiste en la aplicación de pintura tipo látex o acrílica para exteriores sobre superficies previamente preparadas, con el propósito de brindar un acabado uniforme, duradero y resistente a la intemperie.

Equipo mínimo:

- Herramienta menor 5% MO
- Andamio metálico

Mano de obra mínima:

- Maestro mayor en ejecución de obras civiles
- Peón
- Pintor

Materiales mínimos:

- Pintura elastomerica para exteriores
- Agua

Transporte mínimo: NA

Unidad: Metro cuadrado (m^2)

8.3 Sellado para paredes interiores y exteriores

Comprende la ejecución de sellado con masilla elástica sobre juntas de paredes interiores y exteriores, con el objetivo de mejorar la impermeabilidad y el comportamiento ante movimientos estructurales leves, además de proporcionar un acabado continuo previo a la pintura.

Equipo mínimo:

- Herramienta menor 5% MO
- Andamio metálico

Mano de obra mínima:

- Maestro mayor en ejecución de obras civiles
- Peón
- Pintor

Materiales mínimos:

- Sellador acrílico

Transporte mínimo: NA

Unidad: Metro cuadrado (m²)

8.4 Tumbado tipo Gypsum (Inc. perfilería metálica)

Corresponde a la ejecución de tumbado suspendido tipo Gypsum, el cual incluye el suministro y montaje de perfilería metálica galvanizada tipo canaleta y omega, así como la instalación de planchas de yeso (gypsum board) sobre dicha estructura.

Equipo mínimo:

- Herramienta menor 5% MO

Mano de obra mínima:

- Maestro mayor en ejecución de obras civiles
- Peón
- Instalador de revestimiento en general

Materiales mínimos:

- Perfiles cielo raso L-12
- Plancha yeso Gypsum e=12cm
- Gancho J 140mm
- Tornillo aleta 3.5x31mm

Transporte mínimo: NA

Unidad: Metro cuadrado (m²)

9.1 Punto de luminarias

El punto comprende la canalización, cableado, caja de conexión, interruptor y demás accesorios necesarios para la conexión y operación de una luminaria interior o exterior,

Equipo mínimo:

- Herramienta menor 5% MO

Mano de obra mínima:

- Maestro eléctrico/linero/subestación
- Ayudante de Electricista

Materiales mínimos:

- Cinta aislante #33
- Caja rectangular profunda
- Cable #12 AWG THHN Cu
- Tubo conduit EMT 1/2" con accesorios
- Interruptor simple

Transporte mínimo: NA

Unidad: Punto (pto)

9.2 Luminaria Led IP65 53-60W

Estas luminarias ofrecen alta eficiencia energética, larga vida útil y protección contra el ingreso de polvo y salpicaduras de agua.

Equipo mínimo:

- Herramienta menor 5% MO
- Escalera telescópica, cinturón de seguridad, etc

Mano de obra mínima:

- Electricista
- Maestro eléctrico/linero/subestación

Materiales mínimos:

- Luminaria para techo 50–60W para interior
- Soporte para suspender en losa
- Cinta aislante #33

Transporte mínimo: NA

Unidad: Unidad (u)

9.3 Luminaria led de 60x60cm para empotrar; 40w /110v

Este rubro se refiere al suministro y colocación de una luminaria panel led de 60x60cm para empotrar. 40w /120v, 6500k, 3200 lm, vida útil>30.000h, a ser instaladas en los tumbados interiores de edificaciones u otras áreas pertenecientes al proyecto

Equipo mínimo:

- Herramienta menor 5% MO

Mano de obra mínima:

- Maestro eléctrico /liniero/subestaciones
- Electricista o instalador de revestimiento general
- Ayudante electricista.

Materiales mínimos:

- Luminaria panel led de 60x60cm para empotrar. 40w /120v, 6500k, 3200 lm, vida util>30.000h

Transporte mínimo: NA

Unidad: Unidad (u)

9.4 Punto de tomacorriente 110V

Está diseñado para abastecer dispositivos eléctricos de uso común como computadoras, cargadores, electrodomésticos livianos, entre otros. El punto incluye la canalización, cableado, caja de empotrar y el tomacorriente tipo NEMA con conexión a tierra.

Equipo mínimo:

- Herramienta menor 5% MO

Mano de obra mínima:

- Electricista
- Maestro eléctrico/linero/subestación
- Peón

Materiales mínimos:

- Tomacorriente 120V 15AMP
- Caja rectangular profunda
- Cable #12 AWG THHN Cu
- Tubo conduit EMT 1/2” con accesorios
- Cinta aislante #33

Transporte mínimo: NA

Unidad: Punto (pto)

9.5 Tablero para medidor 2p-125a 1f cl-200

Incluye puerta, placa de montaje, cerradura con llave, empaque hermético, bisagras ocultas, tornillos para conexión de tierra, disyuntores, aisladores, contactores, platinas, borneras u otro de acuerdo con las características indicadas en los planos eléctricos a implementar en el proyecto.

Equipo mínimo:

- Herramienta menor 5% MO

Mano de obra mínima:

- Maestro eléctrico/liniero/subestación
- Electricista o instalador de revestimiento en general
- Ayudante de electricista.

Materiales mínimos:

- Tablero para medidor 2p-125a 1f cl-200. Inc. Disyuntores y accesorios

Transporte mínimo: NA

Unidad: Unidad (u)

9.6 Acometida Medidor a Panel PB

9.7 Acometida P-PB a P-PA

Este rubro contempla el suministro e instalación de una acometida o alimentador eléctrico compuesto por tres conductores de fase calibre #2/0 AWG, un conductor neutro #2 AWG y un conductor de tierra #6 AWG, con aislamiento tipo THHN.

Equipo mínimo:

- Herramienta menor 5% MO
- Escalera telescópica, cinturón de seguridad
- Pinza amperimétrica
- Megger medidor de aislamiento

Mano de obra mínima:

- Electricista
- Maestro eléctrico/linero/subestación
- Peón

Materiales mínimos:

- Cable #2/0 AWG THHN Cu
- Cable #2 AWG THHN Cu
- Cable #6 AWG THHN Cu
- Cinta aislante #33
- Alambre galvanizado #16
- Terminal de ojo tipo compresión 2/0 AWG
- Terminal de ojo tipo compresión 2 AWG
- Terminal de ojo tipo compresión 6 AWG

Transporte mínimo: NA

Unidad: Metro (m)

9.8 Punto de tomacorriente 220V para AA

Este rubro contempla el suministro e instalación de un punto de tomacorriente de 220V, destinado a la conexión de unidades de aire acondicionado (AA) en los distintos ambientes del proyecto.

Equipo mínimo:

- Herramienta eléctrica

Mano de obra mínima:

- Ayudante de Electricista
- Electricista
- Maestro eléctrico/linero/subestación

Materiales mínimos:

- Caja rectangular profunda
- Cinta 23 autofundente
- Caja condulet LB 3/4"
- Cable Cu concéntrico 3x12 AWG
- Unión EMT 3/4"
- Grapa EMT 3/4"
- Conector EMT 3/4"
- Tubo EMT 3/4" x 3 m

Transporte mínimo: NA

Unidad: Punto (pto)

5.3 Rubros y análisis de precios unitarios

Para el análisis de precios unitarios (APU), se desglosó el costo del rubro en las siguientes clases: equipos, mano de obra, materiales y transporte. Para poder elaborar los APUS, la información fue extraída de la "Revista Digital Construcción y Desarrollo" propuesta por la Cámara de la Construcción de Guayaquil. A continuación, se muestra el APU de un rubro del presupuesto de la vivienda (ver Ilustración 86), mientras que, los demás APU que componen el proyecto están la sección de Anexos

Ilustración 86

APU para el rubro "Enlucido de paredes"

Rubro:
Enlucido de paredes **Unidad:** m2

Detalle:

EQUIPOS					
Descripción	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo hora**	**Rendimiento**	**Costo**
Herramienta menor 5%MO	5%MO		0.000		0.38
Andamio metalico	1.00	0.62	0.620	0.70000	0.43
SUBTOTAL M					**0.81**
MANO DE OBRA					
Descripción	**Cantidad**	**Jornal/hr**	**Costo hora**	**Rendimiento**	**Costo**
(Est.Oc.D2) Albañil	1.00	4.28	4.280	0.70000	3.00
(Est.Oc.E2) Peón	1.00	4.23	4.230	0.70000	2.96
(Est.Oc.C1) Maestro mayor en ejecución de obras civiles	0.50	4.75	2.375	0.70000	1.66
SUBTOTAL N					**7.62**
MATERIALES					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Precio unitario**	**Costo**
Agua		m3	0.01	2.39	0.02
Mortero para Enlucidos (40kg)		saco	1.00	**5.22**	5.22
SUBTOTAL O					**5.24**
TRANSPORTE					
Descripción		**Unidad**	**Cantidad**	**Tarifa**	**Costo**
SUBTOTAL P					**0.00**
		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			13.67
		COSTO INDIRECTO		18 %	2.46
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			**16.13**
		VALOR OFERTADO			**16.13**

ESTE PRECIO NO INCLUYEN IVA

Nota. Elaboración propia.

5.4 Cantidades de obra (Revisar)

Para la cuantificación de materiales necesarios para la construcción del edificio multifamiliar, se usó el software de diseño Revit. En este programa, se realizó el modelo de la vivienda, en todos sus componentes: arquitectónico, estructural, eléctrico e hidrosanitario. En base a este modelo, es posible obtener los volúmenes de hormigón, áreas de paredes o losas, longitudes de las barras de acero y demás cantidades de los rubros. En la siguiente imagen, se detalla la tabla de cantidades extraída de Revit para los puntos de luz:

Ilustración 87

Cantidad del rubro "Punto de luminarias"

<Cantidades de luminarias Proyecto>

A	B	C
Familia y tipo	Recuento	Nivel
Planta Baja		
Lampara cuadrada 60x60: Lámpara Led Cuadrada 60x60		
Lampara cuadrada 60x60: Lámpara Led Cuadrada 60x60	15	Planta Baja
Lampara redonda de Techo: Lámpara Led techo redonda 30cm		
Lampara redonda de Techo: Lámpara Led techo redonda 30cm	14	Planta Baja
NPT-Primera Planta		
Lampara cuadrada 60x60: Lámpara Led Cuadrada 60x60		
Lampara cuadrada 60x60: Lámpara Led Cuadrada 60x60	13	NPT-Primera Planta
Lampara redonda de Techo: Lámpara Led techo redonda 30cm		
Lampara redonda de Techo: Lámpara Led techo redonda 30cm	7	NPT-Primera Planta
NPT-Segunda Planta		
Lampara cuadrada 60x60: Lámpara Led Cuadrada 60x60		
Lampara cuadrada 60x60: Lámpara Led Cuadrada 60x60	14	NPT-Segunda Plant
Lampara redonda de Techo: Lámpara Led techo redonda 30cm		
Lampara redonda de Techo: Lámpara Led techo redonda 30cm	7	NPT-Segunda Plant
NPT-Tercera Planta		
Lampara cuadrada 60x60: Lámpara Led Cuadrada 60x60		
Lampara cuadrada 60x60: Lámpara Led Cuadrada 60x60	13	NPT-Tercera Planta
Lampara redonda de Techo: Lámpara Led techo redonda 30cm		
Lampara redonda de Techo: Lámpara Led techo redonda 30cm	7	NPT-Tercera Planta
90	90	

Nota. Elaboración propia.

5.5 Costo del proyecto

El presupuesto total del proyecto es calculado a partir de las cantidades de obra por el precio del rubro obtenido en el análisis de precio unitario, el resultado es el precio de $285,331.87 y el precio por metro cuadrado es de $743.05.

Ilustración 88

Presupuesto final del proyecto

	RUBROS	Unidad	Cantidad	Precio	Total
1.0	**AMBIENTALES**				
1.1	Baterias sanitarias portatiles	glb	1.00	$ 572.72	$ 572.72
1.2	Implementación de contenedores para depósito de desechos	u	3.00	$ 18.20	$ 54.60
1.3	Equipo de Proteccion personal (juego)	u	3.00	$ 47.28	$ 141.84
1.4	Charlas de capacitación al personal (manejo ambiental y seguridad industrial)	u	2.00	$ 320.02	$ 640.04
1.5	Control y monitoreo de material particulado	u	2.00	$ 416.35	$ 832.70
1.6	Control y monitoreo de ruido	u	2.00	$ 327.85	$ 655.70
1.7	Limpieza final de obra	u	1.00	$ 3,420.45	$ 3,420.45
2.0	**MOVIMIENTO DE TIERRA**				
2.1	Replanteo y trazado	m2	96.00	$ 0.87	$ 83.52
2.2	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 0<H<2m (incluye desalojo hasta 10km)	m3	115.20	$ 5.27	$ 607.10
2.3	Relleno compactado con compactador manual de material importado (Incluye transporte)	m3	65.11	$ 15.12	$ 984.46
3.0	**ESTRUCTURAS**				
3.1	Hormigón premezclado fc=180kg/cm2	m3	19.41	$ 201.06	$ 3,902.57
3.2	Acero de refuerzo en barras fy=4200 kg/cm2	kg	54952.42	$ 1.79	$ 98,364.83
3.3	Hormigón premezclado fc=280 kg/cm2 (Inc. impermeabilizante)	m3	92.04	$ 221.72	$ 20,407.11
4.0	**ALBAÑILERÍA**				
4.1	Mampostería de bloque liviano 9 x19 x 39 cm aplicando mortero predosificado	m2	794.65	$ 11.98	$ 9,517.52
4.2	Enlucido de paredes	m2	1589.30	$ 16.13	$ 25,635.41
4.3	Impermeabilización de cisterna	m2	14.25	$ 18.62	$ 265.34
4.4	Enlucido impermeabilizado interior para cisterna	m2	14.25	$ 16.46	$ 234.57
4.5	Enlucido de filos aplicando mortero predosificado	m	480.48	$ 2.32	$ 1,116.92
5.0	**PISOS Y SOBREPISOS**				
5.1	Porcelanato tipo 2 60x60	m2	329.76	$ 28.45	$ 9,381.67
5.2	Porcelanato Interior Barredera H=10cm	m	302.95	$ 9.58	$ 2,902.26
6.0	**PUERTAS Y VENTANAS**				
6.1	Puerta con marcos 0.80x2.10 m	u	4.00	$ 255.09	$ 1,020.37
6.2	Puerta con marcos 0.90x2.10 m	u	10.00	$ 262.72	$ 2,627.15
6.3	Puerta con marcos 1.00x2.10 m	u	2.00	$ 264.80	$ 529.61
6.4	Estructuras de aluminio y vidrio	m2	15.16	$ 295.70	$ 4,483.40
6.5	Pasamanos Tubo acero inoxidable 2 pulg (Inc. Pintura y placa de anclaje 20mmx6 mm)	m	32.37	$ 43.34	$ 1,403.05
7.0	**AAPP-AASS-AALL**				
7.1	Inodoro con tanque (Inc. accesorios)	u	3.00	$ 177.61	$ 532.83
7.2	Lavabo con pedestal Inc. Accesorios de instalación y anclaje	u	4.00	$ 94.49	$ 377.98
7.3	Fregadero para empotrar; inc. Grifería, accesorios de instalación y anclaje	u	3.00	$ 143.70	$ 431.10
7.4	Ducha (inc. accesorios)	u	3.00	$ 58.56	$ 175.68
7.5	Punto de agua potable PVC roscable 420 psi d=1/2"	pto	190.00	$ 18.07	$ 3,432.50
7.6	Tubería PVC roscable 1/2"; inc. Accesorios	m	59.32	$ 3.36	$ 199.49
7.7	Tubería PVC roscable 3/4"; inc. Accesorios	m	54.69	$ 4.27	$ 233.61
7.8	Tubería PVC roscable 1"; inc. Accesorios	m	48.67	$ 6.56	$ 319.31
7.9	Flotador de nivel de cisterna	u	1.00	$ 48.12	$ 48.12
7.10	Punto de desagüe PVC 50 mm. Inc. Accesorios	pto	23.00	$ 17.62	$ 405.20
7.11	Punto de desagüe PVC 110 mm. Inc. Accesorios	pto	40.00	$ 23.16	$ 926.54
7.12	Tubería PVC lisa 110 mm (Inc. accesorios)	m	42.88	$ 13.91	$ 596.46
7.13	Tubería PVC lisa 75 mm (Inc. accesorios)	m	42.56	$ 11.19	$ 476.25
7.14	Tubería PVC lisa 50 mm (Inc. accesorios)	m	31.73	$ 6.03	$ 191.33
7.15	Rejilla desague PVC 75mm	u	3.00	$ 5.45	$ 16.35
7.16	Caja de registro para edificaciones de H.A., fc=210 kg/cm2; (Inc. Tapa)	u	8.00	$ 589.14	$ 4,713.12
7.17	Calentador de agua	u	1.00	$ 519.15	$ 519.15
7.18	Bomba de 1 HP (Inc. accesorios)	u	1.00	$ 1,028.22	$ 1,028.22
7.19	Canalon de acero galvanizado 0.30mx0.15mx0.07m (ceja 1 in) e=1mm (incluye soportes)	m	37.30	$ 16.07	$ 599.41
8.0	**ACABADOS**				
8.1	Pintura para interiores	m2	397.33	$ 5.17	$ 2,054.17
8.2	Pintura para exteriores	m2	461.40	$ 6.37	$ 2,939.12
8.3	Sellado para paredes interiores y exteriores	m2	794.65	$ 4.65	$ 3,695.12
8.4	Tumbado tipo Gypsum (Inc. perfilería metálica)	m2	329.76	$ 28.26	$ 9,319.35
9.0	**ELECTRICIDAD**				
9.1	Punto de luminarias	pto	89.00	$ 90.65	$ 8,067.85
9.2	Luminaria Led IP65 53-60W	u	35.00	$ 70.29	$ 2,460.15
9.3	Luminaria led de 60x60cm para empotrar; 40w /110v	u	54.00	$ 35.90	$ 1,938.36
9.4	Punto de tomacorriente 110V	pto	73.00	$ 91.70	$ 6,694.10
9.5	Tablero para medidor 2p-125a 1f cl-200□	u	1.00	$ 642.91	$ 642.91
9.6	Acometida Medidor a Panel PB	m	14.89	$ 168.47	$ 2,508.52
9.7	Acometida P-PB a P-PA	m	8.10	$ 168.47	$ 1,364.61
9.8	Punto de tomacorriente 220V para AA	pto	14.00	$ 101.63	$ 1,422.82
				SUBTOTAL	$ 248,114.67
				IVA 15%	$ 37,217.20
				TOTAL	$ 285,331.87
				PRECIO POR M2	$ 743.05

Nota. Elaboración propia.

5.6 Cronograma de obra

El cronograma de obra consta la duración de cada rubro en el proyecto indicando fechas de inicio y fin, duración, dependencias entre tareas, y responsables. A continuación, en la Ilustración 89 se muestra el cronograma del proyecto

Ilustración 89

Cronograma del proyecto

	RUBROS	Unidad	Cantidad	Precio	Total	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				Mes 6			
1.0	**AMBIENTALES**					Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12	Semana 13	Semana 14	Semana 15	Semana 16	Semana 17	Semana 18	Semana 19	Semana 20	Semana 21	Semana 22	Semana 23	Semana 24
1.1	Baterias sanitarias portatiles	glb	1.00	$ 572.72	$ 572.72																								
1.2	Implementación de contenedores para depósito de desechos	u	3.00	$ 18.20	$ 54.60																								
1.3	Equipo de Proteccion personal (juego)	u	3.00	$ 47.28	$ 141.84																								
1.4	Charlas de capacitación al personal (manejo ambiental y seguridad industrial)	u	2.00	$ 320.02	$ 640.04																								
1.5	Control y monitoreo de material particulado	u	2.00	$ 416.35	$ 832.70																								
1.6	Control y monitoreo de ruido	u	2.00	$ 327.85	$ 655.70																								
1.7	Limpieza final de obra	u	1.00	$ 3,420.45	$ 3,420.45																								
2.0	**MOVIMIENTO DE TIERRA**																												
2.1	Replanteo y trazado	m2	96.00	$ 0.87	$ 83.52																								
2.2	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 0<H<2m (incluye desalojo hasta 10km)	m3	115.20	$ 5.27	$ 607.10																								
2.3	Relleno compactado con compactador manual de material importado (Incluye transporte)	m3	65.11	$ 15.12	$ 984.46																								
3.0	**ESTRUCTURAS**																												
3.1	Hormigón premezclado fc=180kg/cm2	m3	19.41	$ 201.06	$ 3,902.57																								
3.2	Acero de refuerzo en barras fy=4200 kg/cm2	kg	54952.42	$ 1.79	$ 98,364.83																								
3.3	Hormigón premezclado fc=280 kg/cm2 (Inc. impermeabilizante)	m3	92.04	$ 221.72	$ 20,407.11																								
4.0	**ALBAÑILERIA**																												
4.1	Mamposteria de bloque liviano 9 x19 x 39 cm aplicando mortero predosificado	m2	794.65	$ 11.98	$ 9,517.52																								
4.2	Enlucido de paredes	m2	1589.30	$ 16.13	$ 25,635.41																								
4.3	Impermeabilización de cisterna	m2	14.25	$ 18.62	$ 265.34																								
4.4	Enlucido impermeabilizado interior para cisterna	m2	14.25	$ 16.46	$ 234.57																								
5.0	**PISOS Y SOBREPISOS**																												
5.1	Porcelanato tipo 2 60x60	m2	329.76	$ 28.45	$ 9,381.67																								
5.2	Porcelanato Interior Barredera H=10cm	m	302.95	$ 9.58	$ 2,902.26																								
6.0	**PUERTAS Y VENTANAS**																												
6.1	Puerta con marcos 0.80x2.10 m	u	4.00	$ 255.09	$ 1,020.37																								
6.2	Puerta con marcos 0.90x2.10 m	u	10.00	$ 262.72	$ 2,627.15																								
6.3	Puerta con marcos 1.00x2.10 m	u	2.00	$ 264.80	$ 529.61																								
6.4	Estructuras de aluminio y vidrio	m2	15.16	$ 295.70	$ 4,483.40																								
6.5	Pasamanos Tubo acero inoxidable 2 pulg (Inc. Pintura y placa de anclaje 20mmx6 mm)	m	32.37	$ 43.34	$ 1,403.05																								
7.0	**AAPP-AASS-AALL**																												
7.1	Inodoro con tanque (Inc. accesorios)	u	3.00	$ 177.61	$ 532.83																								
7.2	Lavabo con pedestal Inc. Accesorios de instalación y anclaje	u	4.00	$ 94.49	$ 377.98																								
7.3	Fregadero para empotrar; inc. Grifería, accesorios de instalación y anclaje	u	3.00	$ 143.70	$ 431.10																								
7.4	Ducha (inc. accesorios)	u	3.00	$ 58.56	$ 175.68																								
7.5	Punto de agua potable PVC roscable 420 psi d=1/2"	pto	190.00	$ 18.07	$ 3,432.50																								
7.6	Tubería PVC roscable 1/2"; inc. Accesorios	m	59.32	$ 3.36	$ 199.49																								
7.7	Tubería PVC roscable 3/4"; inc. Accesorios	m	54.69	$ 4.27	$ 233.61																								
7.8	Tubería PVC roscable 1"; inc. Accesorios	m	48.67	$ 6.56	$ 319.31																								
7.9	Flotador de nivel de cisterna	u	1.00	$ 48.12	$ 48.12																								
7.10	Punto de desagüe PVC 50 mm. Inc. Accesorios	pto	23.00	$ 17.62	$ 405.20																								
7.11	Punto de desagüe PVC 110 mm. Inc. Accesorios	pto	40.00	$ 23.16	$ 926.54																								
7.12	Tubería PVC lisa 110 mm (Inc. accesorios)	m	42.88	$ 13.91	$ 596.46																								
7.13	Tubería PVC lisa 75 mm (Inc. accesorios)	m	42.56	$ 11.19	$ 476.25																								
7.14	Tubería PVC lisa 50 mm (Inc. accesorios)	m	31.73	$ 6.03	$ 191.33																								
7.15	Rejilla desague PVC 75mm	u	3.00	$ 5.45	$ 16.35																								
7.16	Caja de registro para edificaciones de H.A., fc=210 kg/cm2; (Inc. Tapa)	u	8.00	$ 589.14	$ 4,713.12																								
7.17	Calentador de agua	u	1.00	$ 519.15	$ 519.15																								
7.18	Bomba de 1 HP (Inc. accesorios)	u	1.00	$ 1,028.22	$ 1,028.22																								
7.19	Canalon de acero galvanizado 0.30mx0.15mx0.07m (ceja 1 in) e=1mm (incluye soportes)	m	37.30	$ 16.07	$ 599.41																								
8.0	**ACABADOS**																												
8.1	Pintura para interiores	m2	397.33	$ 5.17	$ 2,054.17																								
8.2	Pintura para exteriores	m2	461.40	$ 6.37	$ 2,939.12																								
8.3	Sellado para paredes interiores y exteriores	m2	794.65	$ 4.65	$ 3,695.12																								
8.4	Tumbado tipo Gypsum (Inc. perfilería metálica)	m2	329.76	$ 27.94	$ 9,213.49																								
9.0	**ELECTRICIDAD**																												
9.1	Punto de luminarias	pto	89.00	$ 90.65	$ 8,067.85																								
9.2	Luminaria Led IP65 53-60W	u	35.00	$ 70.29	$ 2,460.15																								
9.3	Luminaria led de 60x60cm para empotrar; 40w /110v	u	54.00	$ 35.90	$ 1,938.36																								
9.4	Punto de tomacorriente 110V	pto	73.00	$ 91.70	$ 6,694.10																								
9.5	Tablero para medidor 2p-125a 1f.cl-200□	u	1.00	$ 642.91	$ 642.91																								
9.6	Acometida Medidor a Panel PB	m	14.89	$ 168.47	$ 2,508.52																								
9.7	Acometida P-PB a P-PA	m	8.10	$ 168.47	$ 1,364.61																								
9.8	Punto de tomacorriente 220V para AA	pto	14.00	$ 101.63	$ 1,422.82																								

Nota. Elaboración propia.

Capítulo 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- La residencia multifamiliar fue diseñada cumpliendo las especificaciones del cliente y en estricto apego a los lineamientos establecidos por la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), especialmente, en el capítulo de diseño sismorresistente.
- Los elementos estructurales de la superestructura cuentan con las siguientes dimensiones: las vigas para el eje X son de 35x40 cm mientras que las del eje Y son de 35x35; hay columnas de 40x40 cm para planta baja, 35x35 primer piso y 30x30 para los demás pisos.
- El tipo de cimentación del edificio es un conjunto de vigas de cimentación con las siguientes dimensiones: para el eje central X tiene 180x55 cm, las perimetrales tienen 100x50 cm; en el eje Y central tienen 150x60 cm y las perimetrales 80x50 cm.
- El sistema de bombeo para agua potable escogido fue el modelo PK-65, el cual garantiza una presión de agua de hasta 17 m, superando la presión requerida de 15 m para abastecer el tanque elevado y cuyo precio ronda los 1000$.
- El sistema de aguas residuales fue diseñado con tuberías de 50, 75 y 110 mm con capacidad para manejar hasta 10 L/s, además, cuenta con un sistema de ventilación con tuberías de 50 y 75 mm.
- El precio del proyecto con todos sus componentes es de $285,331.87, mientras que, el metro cuadrado de construcción es de $743.05 donde los rubros estructurales tienen un costo de $122,674.51 lo que representa un 49% del valor total.
- Se desarrolló el estudio de impacto ambiental correspondiente al proyecto, donde se identificó el medio físico como el más perjudicado, por esto, se definieron medidas de mitigación adecuadas, como charlas de capacitación al personal, monitoreos de polvo y ruido incluidos en el presupuesto.

- Se elaboraron los planos técnicos de todos los componentes que conforman el edificio, incluyendo las especialidades estructurales, hidrosanitarias y eléctricas, garantizando la coherencia del diseño integral.
- La elaboración del cronograma permitió definir la duración de cada una de las actividades del proyecto y la duración estimada total, dando como resultado 6 meses.

6.2 Recomendaciones

- Realizar la mayor cantidad de estudios geotécnicos para conocer las características geomecánicas del suelo en el terreno donde se construirá, ya que, con esta información permitirá realizar diseños más adaptados a la realidad en la que se encuentra la estructura.
- Ejecutar las actividades que generan más ruido y polvo en horarios laborables con el fin de coincidir con las actividades del vecindario, ya que, suelen estar en sus lugares de trabajo o centros educativos.
- Verificar los precios, mano de obra y materiales actualizados al año de elaborar el diseño para generar los respectivos análisis de precios unitarios correctamente, además, usar herramientas digitales como Project, InterPro con el fin de agilizar la elaboración de los mencionados.
- Incluir materiales que ayuden a mejorar la eficiencia energética del edificio, esto, con el fin de reducir la generación de huella de carbono, mejorar el confort de los habitantes y cumplir con los ODS 9 y 11.

Referencias

Al-Kodmany, K. (2023). Greenery-Covered Tall Buildings: A Review. *Buildings 2023, Vol. 13, Page 2362*, *13*(9), 2362. https://doi.org/10.3390/BUILDINGS13092362

Álvarez Cantero, S. (2021). *Ciudades cerradas de la URSS: lugares sin nombre*.

Álvarez Mora, A. (2016). Las prácticas de la conservación patrimonial como inductoras de la degradación, el abandono y la ruina. *Patrimonio Cultural y Desarrollo Territorial = Cultural Heritage & Territorial Development*, 159–189. https://uvadoc.uva.es/handle/10324/24331

Aucatoma, K. E. S., & González, M. G. (2025). Transformando la educación superior: El impacto de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en la formación de futuros líderes sostenibles. *Revista Pertinencia Académica. ISSN 2588-1019*, *9*(1), 122–136.

Banchon, S. R. G., Paredes, C. E. S., Delgado, J. C. V., Padilla, B. A. M., & Parrales, C. E. S. (2025). Evaluación del impacto del dragado en la dinámica sedimentaria y calidad del agua en el canal de acceso marítimo a Guayaquil. *South Florida Journal of Health*, *6*(2), e5317–e5317.

Barragán, J. M., & de Andrés, M. (2016). Expansión urbana en las áreas litorales de América Latina y Caribe. *Revista de Geografía Norte Grande*, *64*(64), 129–149. https://doi.org/10.4067/S0718-34022016000200009

Becerra, J. L. C., Rodríguez, L. A. V., Ruiz, P. A. M., Parra, J. G. M., & Casolco, S. R. (2023). Los Procesos Constructivos de Vivienda Vertical en serie, un desafío a los planes de Desarrollo Urbano y Territorial, en el Área Metropolitana de Guadalajara. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, *7*(2), 5279–5291. https://doi.org/10.37811/CL_RCM.V7I2.5718

Bernal, J. (2021). *Estructuras. Hormigón armado: Introducción*. CP67.

Camino, A. R. A., Camino, D. E. A., Naranjo, C. E. C., & Maldonado, R. L. P. (2023). Comparativo técnico económico entre pórticos especiales a momento de hormigón armado y acero estructural empleando las normativas ACI 318 19, AISC 341 16, AISC 360 22 Y NEC SE DS 2015. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, *7*(2), 7458–7486.

Carrasco, X. U. (2016). La colonización vertical en Valparaíso. Etapa inicial. *HYBRIS, Revista de Filosofía*, *7*, 97–127. https://doi.org/10.5281/ZENODO.58621

Castillo, M. J., & Forray, R. (2014). La vivienda, un problema de acceso al suelo. *ARQ (Santiago)*, *86*, 48–57. https://doi.org/10.4067/S0717-69962014000100007

Caswell, H., Alidoust, S., & Corcoran, J. (2025). Planning for livable compact vertical cities: A quantitative systematic review of the impact of urban geometry on thermal and visual comfort in high-rise precincts. *Sustainable Cities and Society*, *119*, 106007. https://doi.org/10.1016/J.SCS.2024.106007

Chen, X., Wang, Z., Yang, H., Ford, A. C., & Dawson, R. J. (2023). Impacts of urban densification and vertical growth on urban heat environment: A case study in the 4th Ring Road Area, Zhengzhou, China. *Journal of Cleaner Production*, *410*, 137247. https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2023.137247

Chóez, A. M. C., & Suárez, A. M. T. (2021). Medición de la productividad y 5S en una empresa de fabricación de estructuras metálicas. *E-IDEA Journal of Engineering Science*, *3*(7), 39–48.

Cruz-Muñoz, F. (2021). Patrones de expansión urbana de las megaurbes latinoamericanas en el nuevo milenio. *EURE (Santiago)*, *47*(140), 29–49. https://doi.org/10.7764/EURE.47.140.02

Dinic Brankovic, M., Igic, M., Djekic, J., & Mitkovic, M. (2022). Impact of post-socialist vertical extensions of buildings on outdoor microclimate in collective housing areas: A study of Niš, Serbia. *Energy and Buildings*, *265*, 112081. https://doi.org/10.1016/J.ENBUILD.2022.112081

D'Ottaviano, C., & Bossuyt, D. M. (2024). Vertical incremental housing in São Paulo. The case of Minha Casa Minha Vida – Entidades. *International Journal of Housing Policy*. https://doi.org/10.1080/19491247.2024.2308716

ERDC Arquitectos. (2023, April 24). *Residencias Villanueva / ERDC Arquitectos*. https://www.archdaily.cl/cl/999704/residencias-villanueva-erdc-arquitectos

Ferguson, B., & Smets, P. (2010). Finance for incremental housing; current status and prospects for expansion. *Habitat International*, *34*(3), 288–298. https://doi.org/10.1016/J.HABITATINT.2009.11.008

García, A. (2024, June 8). Barrios verticales, una opción para crecer en Guayaquil. *Diario Expresso*. https://www.expreso.ec/guayaquil/barrio-vertical-modelo-crecer-202745.html?utm_source=chatgpt.com

Hayati, H., & Sayadi, M. H. (2012). *Impact of tall buildings in environmental pollution*.

Herrera-Campuzano, Y. P., & Pacheco-Bustos, C. A. (2024). Estudio de impactos ambientales sobre alternativas de sistemas de saneamiento para la solución de vertimientos en la zona costera del distrito de Riohacha, en La Guajira, Colombia. *Revista Ingenio*, *21*(1), 21–28.

Inostroza, L., Baur, R., & Csaplovics, E. (2013). Urban sprawl and fragmentation in Latin America: A dynamic quantification and characterization of spatial patterns. *Journal of Environmental Management*, *115*, 87–97. https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2012.11.007

Jirón, P., Imilan, W., Guerra, C., Corvalán, M., & Iturra, L. (2024). Incremental housing as care infrastructure: transformations in low-income housing in Alto Hospicio, Chile. *International Journal of Housing Policy*. https://doi.org/10.1080/19491247.2024.2339420;WGROUP:STRING:PUBLICATION

Kalantari, S., & Shepley, M. (2021). Psychological and social impacts of high-rise buildings: a review of the post-occupancy evaluation literature. *Housing Studies*, *36*(8), 1147–1176. https://doi.org/10.1080/02673037.2020.1752630;CTYPE:STRING:JOURNAL

Khairullina, E. (2018). La planificación urbana y el tráfico rodado: las ideas de Alker Tripp en la URSS. *Ciudades*, *21*, 123–140. https://doi.org/10.24197/CIUDADES.21.2018.123-140

La Hora. (2024, May 22). Conozca los proyectos de edificios en Quito que tendrán más de 26 pisos. *Diario La Hora*. https://www.lahora.com.ec/archivo/Conozca-los-proyectos-de-edificios-en-Quito-que-tendran-mas-de-26-pisos-20240522-0032.html

Loomis, J. J., & Dziedzic, M. (2018). Evaluating EIA systems' effectiveness: a state of the art. *Environmental Impact Assessment Review*, *68*, 29–37.

Lyu, S., Huang, Y., & Sun, T. (2025). Urban sprawl, public transportation efficiency and carbon emissions. *Journal of Cleaner Production*, *489*, 144652. https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2025.144652

Mercader Moyano, M. del P., Camporeale, P. E., & Cózar-Cózar, E. (2019). EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MEDIANTE LA INTRODUCCIÓN DE INDICADORES A UN MODELO BIM DE VIVIENDA SOCIAL. *Revista Hábitat Sustentable*, *9*(2), 78–93. https://doi.org/10.22320/07190700.2019.09.02.07

Páez, F. V. (2025). Una mirada crítica y propositiva sobre los objetivos de desarrollo sostenible. *Ágora de Heterodoxias*, *11*(1), 99–109.

Peel, M. C., Finlayson, B. L., & McMahon, T. A. (2007). Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences*, *11*(5), 1633–1644. https://doi.org/10.5194/hess-11-1633-2007

Pierri-Daunt, A. B., & Siedentop, S. (2025). Unravelling urban typologies in Latin American cities: Integrating socioeconomic factors and urban configurations across scales. *Applied Geography*, *174*, 103460. https://doi.org/10.1016/J.APGEOG.2024.103460

Ramón González, J. A., Aguilar, A. G., Ramón González, J. A., & Aguilar, A. G. (2021). Expansión urbana irregular, cambio de uso del suelo y deterioro ambiental en la periferia norte de la Zona Metropolitana Puebla-Tlaxcala: el caso del Parque Nacional La Malinche. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, *30*(2), 441–458. https://doi.org/10.15446/RCDG.V30N2.89849

Ripani, M., Folino, P., & Xargay, H. (2021). *Resistencia a fuego en estructuras de acero y hormigón armado. disposiciones reglamentarias*. Asociación de Ingenieros Estructurales.

Rodriguez, D., & Vergel, E. (2013). Sistemas de transporte público masivo tipo BRT (Bus Rapid Transit) y desarrollo urbano en América Latina. *Land Lines*, *25*(1), 16–24. www.brtdata.org.

Rodríguez Sosa, M., Sánchez Flores, E., García Moreno, G., Rodríguez Sosa, M., Sánchez Flores, E., & García Moreno, G. (2019). Vivienda vertical social en la frontera norte de México: criterios para una densificación sustentable. *Revista INVI*, *34*(95), 167–194. https://doi.org/10.4067/S0718-83582019000100167

Rojas, E. R., Mora, L. F. H., & Umaña, F. de M. M. (2019). Resistencia a compresión versus tiempo de curado en concreto hidráulico a partir de cementos modificados. *Métodos y Materiales*, *9*, 1–10.

Romero-Pérez, F. J., Catalán-Vega, N., & Romero-Pérez, F. J. (2021). Comparativa cualitativa del diseño edilicio básico de dos viviendas verticales. *Pädi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías Del ICBI*, *8*(16), 107–118. https://doi.org/10.29057/ICBI.V8I16.6378

Sánchez, E. A. C., Sánchez, I. M. P., Espinoza, P. G. F., & Garabi, A. N. L. (2024). Evaluación multicriterio con aplicación de sistemas de información geográficas SIG para definir espacios de expansión urbana en el cantón Naranjito. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, *6*(6), 93–109. https://doi.org/10.59169/PENTACIENCIAS.V6I6.1259

Szołomicki, J., & Berkowski, P. (2016). Aqua Tower in Chicago – non-energy efficient ecological skyscraper (icon of modernist architecture). *Budownictwo i Architektura*, *15*(3), 107–123.

Trivic, Z. (2021). A study of older adults' perception of high-density housing neighbourhoods in singapore: Multi-sensory perspective. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *18*(13). https://doi.org/10.3390/IJERPH18136880

URBA. (n.d.). *Descubre la belleza de Villa Bonita en Guayaquil: guía completa. - Urba*. Retrieved July 29, 2025, from https://urba.ec/descubre-la-belleza-de-villa-bonita-en-guayaquil-guia-completa/

Van Noorloos, F., Cirolia, L. R., Friendly, A., Jukur, S., Schramm, S., Steel, G., & Valenzuela, L. (2020). Incremental housing as a node for intersecting flows of city-making: rethinking the housing shortage in the global South. *Environment and Urbanization*, *32*(1), 37–54. https://doi.org/10.1177/0956247819887679/ASSET/E094BD80-A9C9-496C-B2F3-DF6A98CAC52D/ASSETS/IMAGES/LARGE/10.1177_0956247819887679-IMG1.JPG

Vásquez, C. (2010). La luz en la obra de Le Corbusier. *ARQ (Santiago)*, *76*, 20–27. https://doi.org/10.4067/S0717-69962010000300003

Vielma, J. C., & Cando, M. A. (2017). Evaluación del factor de comportamiento de la Norma Ecuatoriana de la Construcción para estructuras metálicas porticadas. *Revista Internacional de Métodos Numéricos Para Cálculo y Diseño En Ingeniería*, *33*(3–4), 271–279. https://doi.org/10.1016/J.RIMNI.2016.09.001

Villalobos-González, E. M. (2020). La construcción social en la práctica de la arquitectura. Una revisión crítica. *CONTEXTO. Revista de La Facultad de Arquitectura de La Universidad Autónoma de Nuevo León*, *14*(20), 99–113. https://doi.org/10.29105/contexto14.20-8

Vives, F. A., Sguario, C. G., Sánchez, M. G., & López, S. M. (2024). La ergonomía y antropometría como herramientas metodológicas para la comprensión del espacio arquitectónico. *Cuadernos Del Centro de Estudios En Diseño y Comunicación. Ensayos, ISSN-e 1853-3523, ISSN 1668-0227, Nº. 212, 2024 (Ejemplar Dedicado a: Formación y*

Enseñanza En Arquitectura), Págs. 123-129, *212*, 123–129. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9399515&info=resumen&idioma=SPA

Wang, H., He, P., Wong, M. S., Wong, S. W., Song, Y., & Shen, G. Q. (2025). Optimizing vertical urban development: The role of a multidimensional assessment framework for balancing vertical growth and habitability. *Habitat International*, *161*, 103424. https://doi.org/10.1016/J.HABITATINT.2025.103424

Whitzman, C., & Mizrachi, D. (2012). Creating Child-Friendly High-Rise Environments: Beyond Wastelands and Glasshouses. *Urban Policy and Research*, *30*(3), 233–249. https://doi.org/10.1080/08111146.2012.663729

Wu, S., Chen, B., An, J., Lin, C., & Gong, P. (2024). The interplay of cloud cover and 3D urban structures reduces human access to sunlight. *Nature Cities 2024 1:10*, *1*(10), 686–694. https://doi.org/10.1038/s44284-024-00120-x

Yin, C., Chen, R., Xiao, X., Qin, Y., Meng, F., Yao, Y., Pan, L., & Zheng, L. (2025). Spatio-temporal evolution of vertical urban growth in China's Yangtze River Delta from 1990 to 2020. *Land Use Policy*, *153*, 107542. https://doi.org/10.1016/J.LANDUSEPOL.2025.107542

PLANOS Y ANEXOS

Anexos

Diseño de vigas verticales P1

Diseño a flexión

	EJE B									
	INICIO	**CENTRO**	**FIN**	**INICIO**	**CENTRO**	**FIN**	**INICIO**	**CENTRO**	**FIN**	
Mu(Ton-m)	4.2942		4.0553	3.8994		4.4668	5.6842		5.1189	
Mu(Ton-m)		2.0898			0.2792			4.0658		
	Acero requerido [cm^2]									
Top	3.44	0.00	3.25	3.12	0.00	3.59	4.61	0.00	4.13	
Bottom	0.00	1.65	0.00	0.00	0.22	0.00	0.00	3.26	0.00	
	Acero requerido corregido [cm^2]									
	INICIO	**CENTRO**	**FIN**	**INICIO**	**CENTRO**	**FIN**	**INICIO**	**CENTRO**	**FIN**	
As_superior	3.44	3.40	3.40	3.40	3.40	3.59	4.61	3.40	4.13	
As_Inferior	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	
	Varillas colocadas									
Top	4 | 14									
Bottom	4 | 12									
	Acero colocado [cm^2]									
Top	6.16									
Bottom	4.52									

Comprobación

Capacidad de Diseño			
Max Mu	**Mu [ton*m]**	**As [cm2]**	**a [cm]**
5.6842	5.68	6.16	3.62
4.0658			
	Mn [kg*cm]	**phi*Mn [ton*m]**	
	749497	7.49	**CUMPLE**
		Cuantía	0.748

Verificación por cortante

EJES VERTICALES	**Eje B:VIGA 1-2**	**Eje B:VIGA 2-3**	**Eje B:VIGA 3-4**
Vu[Ton]	4.9859	4.5584	6.4366
Luz[m]	3.8	3	4.65
Vud[Ton]	4.09	3.53	5.50
Vc[Ton]	9.05	9.05	9.05
Vs[Ton]	-3.59	-4.35	-1.72
	NO SE DEBE REDIMENSIONAR	**NO SE DEBE REDIMENSIONAR**	**NO SE DEBE REDIMENSIONAR**
	SEP[d/4-30cm]	**SEP[d/4-30cm]**	**SEP[d/4-30cm]**
Separacion[Normativa]	8.5	8.5	8.5
Av [cm2]	1.5708	1.5708	1.5708
Separacion[Demanda]	-4.17	-3.44	-8.70
Separacion ESCOGIDA [cm]	8	8	8

VIGA EJE B								
Acero colocado [cm^2]								
6.16								
4.52								
a [cm]								
INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN
4.53		4.53	4.53		4.53	4.53		4.53
3.324		3.32	3.32		3.32	3.32		3.32
Momentos probables [ton*m]								
10.263		10.26	10.26		10.26	10.26		10.26
7.674		7.67	7.67		7.67	7.67		7.67
Cortante probable [ton]								
	4.72			4.72			4.72	
	4.72			4.72			4.72	
Cortante gravitatorio [ton]								
	4.9859			4.5584			6.4366	
Cortante de diseño [ton]								
	9.71			9.28			11.16	
Cortante del hormigón [ton]								
	9.05			0.00			9.045968207	
Cortante del acero [ton]								
	3.90			12.37			5.83	
Comprobacion								
CUMPLE			CUMPLE			CUMPLE		
Separación (s) [cm]			Separación (s) [cm]			Separación (s) [cm]		
3.84			1.21			2.57		
Separación (Smax) [cm]			Separación (Smax) [cm]			Separación (Smax) [cm]		
17			17			17		
Separación escogida [cm]			Separación escogida [cm]			Separación escogida [cm]		
3.00			1.00			2.00		
1E10mm@10cm			1E10mm@15cm			1E10mm@15cm		

Longitud de anclaje

LONGITUD ANCLAJE EJE B	
db [mm]	12
ld [m]	0.7
lext [cm]	14.4
ldh [m]	0.2
Emplame (B) [m]	0.9

Separación zona 2h [cm]
7
Separación fuera de 2h [cm]
17

Diseño a flexión

	EJE C									
	INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN	
Mu(Ton-m)	4.5249		3.9959	3.6386		4.0227	4.7455		4.665	
Mu(Ton-m)		1.8534			0.0724			2.4778		
	Acero requerido [cm^2]									
Top	3.64	0.00	3.20	2.90	0.00	3.22	3.82	0.00	3.75	
Bottom	0.00	1.46	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	1.96	0.00	
	Acero requerido corregido [cm^2]									
	INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN	
As_superior	3.64	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.82	3.40	3.75	
As_Inferior	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	
	Varillas colocadas									
Top	4 | 12									
Bottom	4 | 12									
	Acero colocado [cm^2]									
Top	4.52									
Bottom	4.52									

Comprobación

Capacidad de Diseño			
Max Mu	**Mu [ton*m]**	**As [cm2]**	**a [cm]**
4.7455	4.75	4.52	2.66
2.4778			
	Mn [kg*cm]	**phi*Mn [ton*m]**	
	558197	5.58	CUMPLE
		Cuantía	0.845

Verificación por cortante

EJES VERTICALES	Eje C:VIGA 1-2	Eje C:VIGA 2-3	Eje C:VIGA 3-4
Vu[Ton]	4.2601	3.6003	4.4927
Luz[m]	3.8	3	4.65
Vud[Ton]	3.50	2.78	3.84
Vc[Ton]	9.05	9.05	9.05
Vs[Ton]	-4.38	-5.33	-3.93
	NO SE DEBE REDIMENSIONAR	NO SE DEBE REDIMENSIONAR	NO SE DEBE REDIMENSIONAR
	SEP[d/4-30cm]	SEP[d/4-30cm]	SEP[d/4-30cm]
Separacion[Normativa]	8.5	8.5	8.5
Av [cm2]	1.5708	1.5708	1.5708
Separacion[Demanda]	-3.41	-2.80	-3.80
Separacion ESCOGIDA [cm]	8	8	8

VIGA EJE C								
Acero colocado [cm^2]								
4.52								
4.52								
a [cm]								
INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN
3.32		3.32	3.32		3.32	3.32		3.32
3.3235		3.32	3.32		3.32	3.32		3.32
Momentos probables [ton*m]								
7.674		7.67	7.67		7.67	7.67		7.67
7.674		7.67	7.67		7.67	7.67		7.67
Cortante probable [ton]								
4.04			4.04			4.04		
4.04			4.04			4.04		
Cortante gravitatorio [ton]								
4.2601			20.29			4.4927		
Cortante de diseño [ton]								
8.30			24.33			8.53		
Cortante del hormigón [ton]								
9.05			9.05			9.05		
Cortante del acero [ton]								
2.02			23.39			2.33		
Comprobacion								
CUMPLE			CUMPLE			CUMPLE		
Separación (s) [cm]			Separación (s) [cm]			Separación (s) [cm]		
7.41			0.64			6.42		
Separación (Smax) [cm]			Separación (Smax) [cm]			Separación (Smax) [cm]		
17			17			17		
Separación escogida [cm]			Separación escogida [cm]			Separación escogida [cm]		
7.00			0.00			6.00		
1E10mm@10cm			1E10mm@15cm			1E10mm@15cm		

Longitud de anclaje

LONGITUD ANCLAJE EJE C	
db [mm]	12
ld [m]	0.7
lext [cm]	14.4
ldh [m]	0.2
Emplame (B) [m]	0.9

Separación zona 2h [cm]
7
Separación fuera de 2h [cm]
17

Diseño de vigas verticales P1

Diseño a flexión

1era PLANTA HORIZONTAL FLEXIÓN						
EJE 1						
	INICIO	**CENTRO**	**FIN**	**INICIO**	**CENTRO**	**FIN**
Mu(Ton-m)	3.1296		2.7033	2.8275		2.8561
Mu(Ton-m)		0.8588			1.1462	
Acero requerido [cm^2]						
Top	2.94	0.00	2.53	2.65	0.00	2.68
Bottom	0.00	0.79	0.00	0.00	1.06	0.00
Acero requerido corregido [cm^2]						
	INICIO	**CENTRO**	**FIN**	**INICIO**	**CENTRO**	**FIN**
Top	2.94	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90
Bottom	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90
Varillas colocadas						
Top	4 12					
Bottom	4 12					
Acero colocado [cm^2]						
Top	4.52					
Bottom	4.52					

Comprobación

Capacidad de Diseño			
Max Mu	**Mu [ton*m]**	**As [cm2]**	**a [cm]**
3.1296	3.13	4.52	2.66
1.1462			
	Mn [kg*cm]	**phi*Mn [ton*m]**	
	472769	4.73	**CUMPLE**
		Cuantía	0.651

Verificación por cortante

1era PLANTA HORIZONTAL CORTANTE		
EJES VERTICALES	Eje 1:VIGA A-B	Eje 1:VIGA B-C
Vu[Ton]	2.8901	3.1283
Luz[m]	3.605	3.595
Vud[Ton]	2.43	2.62
Vc[Ton]	7.72	7.72
Vs[Ton]	-4.48	-4.22
	NO SE DEBE REDIMENSIONAR	NO SE DEBE REDIMENSIONAR
	SEP[d/4-30cm]	SEP[d/4-30cm]
Separacion[Normativa]	7.25	7.25
Av [cm2]	1.5708	1.5708
Separacion[Demanda]	-2.85	-3.02
Separacion ESCOGIDA [cm]	7	7

Eje 1					
Acero colocado [cm^2]					
4.52					
4.52					
a [cm]					
INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN
3.32		3.32	3.32		3.32
3.32		3.32	3.32		3.32
Momentos probables [ton*m]					
6.49		6.49	6.49		6.49
6.49		6.49	6.49		6.49
Cortante probable [ton]					
	3.60			3.60	
	3.60			3.60	
Cortante gravitatorio [ton]					
2.8901			3.1283		
Cortante de diseño [ton]					
6.49			6.73		
Cortante del hormigón [ton]					
0.00			0.00		
Cortante del acero [ton]					
8.65			8.97		
Comprobación					
CUMPLE			CUMPLE		
Separación (s) [cm]			Separación (s) [cm]		
1.47			1.42		
Separación (Smax) [cm]			Separación (Smax) [cm]		
14.5			14.5		
Separación escogida [cm]			Separación escogida [cm]		
1.00			1.00		
1E10mm@10cm			1E10mm@15cm		

Longitud de anclaje

LONGITUD ANCLAJE EJE 1	
db [mm]	12
ld [m]	0.7
lext [cm]	14.4
ldh [m]	0.2
Emplame (B) [m]	0.9

Separación zona 2h [cm]
7
Separación fuera de 2h [cm]
14.5

Diseño a flexión

EJE 2						
	INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN
Mu(Ton-m)	3.2205		2.4194	3.0268		3.3472
Mu(Ton-m)		1.5405			1.8081	
Acero requerido [cm^2]						
Top	3.03	0.00	2.26	2.84	0.00	3.15
Bottom	0.00	1.43	0.00	0.00	1.68	0.00
Acero requerido corregido [cm^2]						
	INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN
Top	3.03	2.90	2.90	2.90	2.90	3.15
Bottom	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90
Varillas colocadas						
Top	4	12				
Bottom	4	12				
Acero colocado [cm^2]						
Top	4.52					
Bottom	4.52					

Comprobación

Capacidad de Diseño			
Max Mu	**Mu [ton*m]**	**As [cm2]**	**a [cm]**
3.3472	3.35	4.52	2.66
1.8081			
	Mn [kg*cm]	**phi*Mn [ton*m]**	
	472769	4.73	**CUMPLE**
		Cuantía	0.698

Verificación por cortante

EJES VERTICALES	Eje 2:VIGA A-B	Eje 2:VIGA B-C
Vu[Ton]	4.5241	3.998
Luz[m]	3.605	3.595
Vud[Ton]	3.80	3.35
Vc[Ton]	7.72	7.72
Vs[Ton]	-2.65	-3.25
	NO SE DEBE REDIMENSIONAR	**NO SE DEBE REDIMENSIONAR**
	SEP[d/4-30cm]	**SEP[d/4-30cm]**
Separacion[Normativa]	7.25	7.25
Av [cm2]	1.5708	1.5708
Separacion[Demanda]	-4.81	-3.93
Separacion ESCOGIDA [cm]	7	7

Eje 2					
Acero colocado [cm^2]					
4.52					
4.52					
a [cm]					
INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN
3.32		3.32	3.32		3.32
3.32		3.32	3.32		3.32
Momentos probables [ton*m]					
6.49		6.49	6.49		6.49
6.49		6.49	6.49		6.49
Cortante probable [ton]					
3.60			3.60		
3.60			3.60		
Cortante gravitatorio [ton]					
4.5241			3.998		
Cortante de diseño [ton]					
8.12			7.60		
Cortante del hormigón [ton]					
7.72			7.72		
Cortante del acero [ton]					
3.12			2.41		
Comprobación					
CUMPLE			CUMPLE		
Separación (s) [cm]			Separación (s) [cm]		
4.09			5.28		
Separación (Smax) [cm]			Separación (Smax) [cm]		
14.5			14.5		
Separación escogida [cm]			Separación escogida [cm]		
4.00			5.00		
1E10mm@10cm			1E10mm@15cm		

Longitud de anclaje

LONGITUD ANCLAJE EJE 2	
db [mm]	12
ld [m]	0.7
lext [cm]	14.4
ldh [m]	0.2
Emplame (B) [m]	0.9

Separación zona 2h [cm]
7
Separación fuera de 2h [cm]
14.5

Diseño a flexión

EJE 3						
	INICIO	**CENTRO**	**FIN**	**INICIO**	**CENTRO**	**FIN**
Mu(Ton-m)	3.758		4.036	4.0031		3.7041
Mu(Ton-m)		1.7551			1.7661	
Acero requerido [cm^2]						
Top	3.56	0.00	3.83	3.80	0.00	3.50
Bottom	0.00	1.63	0.00	0.00	1.64	0.00
Acero requerido corregido [cm^2]						
	INICIO	**CENTRO**	**FIN**	**INICIO**	**CENTRO**	**FIN**
Top	3.56	2.90	3.83	3.80	2.90	3.50
Bottom	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90
Varillas colocadas						
Top	4	14				
Bottom	4	12				
Acero colocado [cm^2]						
Top	6.16					
Bottom	4.52					

Comprobación

Capacidad de Diseño			
Max Mu	**Mu [ton*m]**	**As [cm2]**	**a [cm]**
4.036	4.04	6.16	3.62
1.7661			
	Mn [kg*cm]	**phi*Mn [ton*m]**	
	633073	6.33	**CUMPLE**
		Cuantía	0.622

Verificación por cortante

EJES VERTICALES	**Eje 3:VIGA A-B**	**Eje 3:VIGA B-C**
Vu[Ton]	4.6874	4.6702
Luz[m]	3.605	3.595
Vud[Ton]	3.93	3.92
Vc[Ton]	7.72	7.72
Vs[Ton]	-2.47	-2.49
	NO SE DEBE REDIMENSIONAR	**NO SE DEBE REDIMENSIONAR**
	SEP[d/4-30cm]	**SEP[d/4-30cm]**
Separacion[Normativa]	7.25	7.25
Av [cm2]	1.5708	1.5708
Separacion[Demanda]	-5.16	-5.12
Separacion ESCOGIDA [cm]	7	7

Eje 3					
Acero colocado [cm^2]					
6.16					
4.52					
a [cm]					
INICIO	**CENTRO**	**FIN**	**INICIO**	**CENTRO**	**FIN**
4.53		4.53	4.53		4.53
3.32		3.32	3.32		3.32
Momentos probables [ton*m]					
8.65		8.65	8.65		8.65
6.49		6.49	6.49		6.49
Cortante probable [ton]					
4.20				4.20	
4.20				4.20	
Cortante gravitatorio [ton]					
4.6874				4.6702	
Cortante de diseño [ton]					
8.89				8.87	
Cortante del hormigón [ton]					
7.72				7.72	
Cortante del acero [ton]					
4.13				4.11	
Comprobación					
CUMPLE			**CUMPLE**		
Separación (s) [cm]			**Separación (s) [cm]**		
3.09			3.10		
Separación (Smax) [cm]			**Separación (Smax) [cm]**		
14.5			14.5		
Separación escogida [cm]			**Separación escogida [cm]**		
3.00			3.00		
1E10mm@10cm			1E10mm@15cm		

Longitud de anclaje

LONGITUD ANCLAJE EJE 3	
db [mm]	14
ld [m]	0.8
lext [cm]	16.8
ldh [m]	0.2
Emplame (B) [m]	1.0

Separación zona 2h [cm]
7
Separación fuera de 2h [cm]
14.5

Diseño a flexión

EJE 4						
	INICIO	**CENTRO**	**FIN**	**INICIO**	**CENTRO**	**FIN**
Mu(Ton-m)	4.4671		4.2704	4.2814		4.4521
Mu(Ton-m)		1.3079			1.3026	
Acero requerido [cm^2]						
Top	4.26	0.00	4.06	4.07	0.00	4.24
Bottom	0.00	1.21	0.00	0.00	1.20	0.00
Acero requerido corregido [cm^2]						
	INICIO	**CENTRO**	**FIN**	**INICIO**	**CENTRO**	**FIN**
Top	4.26	2.90	4.06	4.07	2.90	4.24
Bottom	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90
Varillas colocadas						
Top	4	14				
Bottom	4	12				
Acero colocado [cm^2]						
Top	6.16					
Bottom	4.52					

Comprobación

Capacidad de Diseño			
Max Mu	**Mu [ton*m]**	**As [cm2]**	**a [cm]**
4.4671	4.47	6.16	3.62
1.3079			
	Mn [kg*cm]	**phi*Mn [ton*m]**	
	633073	6.33	**CUMPLE**
		Cuantía	0.691

Verificación por cortante

EJES VERTICALES	**Eje 4:VIGA A-B**	**Eje 4:VIGA B-C**
Vu[Ton]	4.1664	4.1784
Luz[m]	3.605	3.595
Vud[Ton]	3.50	3.50
Vc[Ton]	7.72	7.72
Vs[Ton]	-3.05	-3.04
	NO SE DEBE REDIMENSIONAR	**NO SE DEBE REDIMENSIONAR**
	SEP[d/4-30cm]	**SEP[d/4-30cm]**
Separacion[Normativa]	7.25	7.25
Av [cm2]	1.5708	1.5708
Separacion[Demanda]	-4.18	-4.19
Separacion ESCOGIDA [cm]	7	7

Eje 4					
Acero colocado [cm^2]					
6.16					
4.52					
a [cm]					
INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN
4.53		4.53	4.53		4.53
3.32		3.32	3.32		3.32
Momentos probables [ton*m]					
8.65		8.65	8.65		8.65
6.49		6.49	6.49		6.49
Cortante probable [ton]					
4.20				4.20	
4.20				4.20	
Cortante gravitatorio [ton]					
4.1664				4.1784	
Cortante de diseño [ton]					
8.36				8.38	
Cortante del hormigón [ton]					
0.00				0.00	
Cortante del acero [ton]					
11.15				11.17	
Comprobación					
CUMPLE			CUMPLE		
Separación (s) [cm]			Separación (s) [cm]		
1.14			1.14		
Separación (Smax) [cm]			Separación (Smax) [cm]		
14.5			14.5		
Separación escogida [cm]			Separación escogida [cm]		
1.00			1.00		
1E10mm@10cm			1E10mm@15cm		

Longitud de anclaje

LONGITUD ANCLAJE EJE 4	
db [mm]	14
ld [m]	0.8
lext [cm]	16.8
ldh [m]	0.2
Emplame (B) [m]	1.0

Separación zona 2h [cm]
7
Separación fuera de 2h [cm]
14.5

Diseño de vigas verticales P2

Diseño a flexión

2da PLANTA VERTICAL FLEXIÓN										
	EJE A									
	INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN	
Mu(Ton-m)	3.2746		2.8872	2.793		3.2414	4.0056		3.9694	
Mu(Ton-m)		0.581			0.2548			2.5547		
	Acero requerido [cm^2]									
Top	2.61	0.00	2.29	2.22	0.00	2.58	3.21	0.00	3.18	
Bottom	0.00	0.45	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	2.02	0.00	
	Acero requerido corregido [cm^2]									
	INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN	
Top	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	
Bottom	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	
	Varillas colocadas									
Top	4 12									
Bottom	4 12									
	Acero colocado [cm^2]									
Top	4.52									
Bottom	4.52									

Comprobación

Capacidad de Diseño			
Max Mu	Mu [ton*m]	As [cm2]	a [cm]
4.0056	4.01	4.52	2.66
2.5547			
	Mn [kg*cm]	phi*Mn [ton*m]	
	558197	5.58	CUMPLE
		Cuantía	0.752

Verificación por cortante

2da PLANTA VERTICAL CORTANTE			
EJES VERTICALES	Eje A:VIGA 1-2	Eje A:VIGA 2-3	Eje A:VIGA 3-4
Vu[Ton]	2.2535	3.1761	4.1497
Luz[m]	3.8	3	4.65
Vud[Ton]	1.85	2.46	3.54
Vc[Ton]	9.05	9.05	9.05
Vs[Ton]	-6.58	-5.77	-4.32
	NO SE DEBE REDIMENSIONAR	NO SE DEBE REDIMENSIONAR	NO SE DEBE REDIMENSIONAR
	SEP[d/4-30cm]	SEP[d/4-30cm]	SEP[d/4-30cm]
Separacion[Normativa]	8.5	8.5	8.5
Av [cm2]	1.5708	1.5708	1.5708
Separacion[Demanda]	-2.27	-2.59	-3.46
Separacion ESCOGIDA [cm]	8	8	8

VIGA EJE A								
Acero colocado [cm^2]								
4.52								
4.52								
a [cm]								
INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN
3.32		3.32	3.32		3.32	3.32		3.32
3.324		3.32	3.32		3.32	3.32		3.32
Momentos probables [ton*m]								
7.67		7.67	7.67		7.67	7.67		7.67
7.67		7.67	7.67		7.67	7.67		7.67
Cortante probable [ton]								
	4.04			4.04			4.04	
	4.04			4.04			4.04	
Cortante gravitatorio [ton]								
	2.2535			3.1761			4.1497	
Cortante de diseño [ton]								
	6.29			7.21			8.19	
Cortante del hormigón [ton]								
	0.00			0.00			9.045968207	
Cortante del acero [ton]								
	8.39			9.62			1.87	
Comprobacion								
CUMPLE			CUMPLE			CUMPLE		
Separación (s) [cm]			Separación (s) [cm]			Separación (s) [cm]		
1.78			1.55			7.99		
Separación (Smax) [cm]			Separación (Smax) [cm]			Separación (Smax) [cm]		
17			17			17		
Separación escogida [cm]			Separación escogida [cm]			Separación escogida [cm]		
1.00			1.00			7.00		
1E10mm@10cm			1E10mm@15cm			1E10mm@15cm		

Longitud de anclaje

LONGITUD ANCLAJE EJE A	
db [mm]	12
ld [m]	0.7
lext [cm]	14.4
ldh [m]	0.2
Emplame (B) [m]	0.9

Separación zona 2h [cm]
7
Separación fuera de 2h [cm]
17

Diseño a flexión

	EJE B									
	INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN	
Mu(Ton-m)	3.9795		3.8065	3.8253		4.003	5.2703		4.9184	
Mu(Ton-m)		2.042			0.2538			3.1629		
	Acero requerido [cm^2]									
Top	3.18	0.00	3.04	3.06	0.00	3.20	4.26	0.00	3.96	
Bottom	0.00	1.61	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	2.52	0.00	
Acero requerido corregido [cm^2]										
	INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN	
As_superior	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	4.26	3.40	3.96	
As_Inferior	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	
	Varillas colocadas									
Top	4 12									
Bottom	4 12									
	Acero colocado [cm^2]									
Top	4.52									
Bottom	4.52									

Comprobación

Capacidad de Diseño			
Max Mu	**Mu [ton*m]**	**As [cm2]**	**a [cm]**
5.2703	5.27	4.52	2.66
3.1629			
	Mn [kg*cm]	**phi*Mn [ton*m]**	
	558197	5.58	**CUMPLE**
		Cuantía	0.942

Verificación por cortante

EJES VERTICALES	Eje B:VIGA 1-2	Eje B:VIGA 2-3	Eje B:VIGA 3-4
Vu[Ton]	4.674	4.101	6.1723
Luz[m]	3.8	3	4.65
Vud[Ton]	3.84	3.17	5.27
Vc[Ton]	9.05	9.05	9.05
Vs[Ton]	-3.93	-4.82	-2.02
	NO SE DEBE REDIMENSIONAR	NO SE DEBE REDIMENSIONAR	NO SE DEBE REDIMENSIONAR
	SEP[d/4-30cm]	SEP[d/4-30cm]	SEP[d/4-30cm]
Separacion[Normativa]	8.5	8.5	8.5
Av [cm2]	1.5708	1.5708	1.5708
Separacion[Demanda]	-3.81	-3.10	-7.40
Separacion ESCOGIDA [cm]	8	8	8

VIGA EJE B								
Acero colocado [cm^2]								
4.52								
4.52								
a [cm]								
INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN
3.32		3.32	3.32		3.32	3.32		3.32
		3.32	3.32		3.32	3.32		3.32
Momentos probables [ton*m]								
7.674		7.67	7.67		7.67	7.67		7.67
7.674		7.67	7.67		7.67	7.67		7.67
Cortante probable [ton]								
	4.04			4.04			4.04	
	4.04			4.04			4.04	
Cortante gravitatorio [ton]								
	4.674			4.101			6.1723	
Cortante de diseño [ton]								
	8.71			8.14			10.21	
Cortante del hormigón [ton]								
	9.05			9.05			9.045968207	
Cortante del acero [ton]								
	2.57			1.81			4.57	
Comprobacion								
CUMPLE			CUMPLE			CUMPLE		
Separación (s) [cm]			Separación (s) [cm]			Separación (s) [cm]		
5.82			8.27			3.27		
Separación (Smax) [cm]			Separación (Smax) [cm]			Separación (Smax) [cm]		
17			17			17		
Separación escogida [cm]			Separación escogida [cm]			Separación escogida [cm]		
5.00			8.00			3.00		
1E10mm@10cm			1E10mm@15cm			1E10mm@15cm		

Longitud de anclaje

LONGITUD ANCLAJE EJE B	
db [mm]	12
ld [m]	0.7
lext [cm]	14.4
ldh [m]	0.2
Emplame (B) [m]	0.9

Separación zona 2h [cm]
7
Separación fuera de 2h [cm]
17

Diseño a flexión

	EJE C									
	INICIO	**CENTRO**	**FIN**	**INICIO**	**CENTRO**	**FIN**	**INICIO**	**CENTRO**	**FIN**	
Mu(Ton-m)	4.214		3.673	3.3666		3.7137	4.4611		4.397	
Mu(Ton-m)		1.8702			0.0663			2.5423		
Acero requerido [cm^2]										
Top	3.38	0.00	2.93	2.68	0.00	2.97	3.58	0.00	3.53	
Bottom	0.00	1.47	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	2.01	0.00	
Acero requerido corregido [cm^2]										
	INICIO	**CENTRO**	**FIN**	**INICIO**	**CENTRO**	**FIN**	**INICIO**	**CENTRO**	**FIN**	
As_superior	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.58	3.40	3.53	
As_Inferior	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	
	Varillas colocadas									
Top	4 12									
Bottom	4 12									
	Acero colocado [cm^2]									
Top	4.52									
Bottom	4.52									

Comprobación

Capacidad de Diseño			
Max Mu	**Mu [ton*m]**	**As [cm2]**	**a [cm]**
4.4611	4.46	4.52	2.66
2.5423			
	Mn [kg*cm]	**phi*Mn [ton*m]**	
	558197	5.58	**CUMPLE**
		Cuantía	0.793

Verificación por cortante

EJES VERTICALES	Eje C:VIGA 1-2	Eje C:VIGA 2-3	Eje C:VIGA 3-4
Vu[Ton]	4.0335	3.3314	4.349
Luz[m]	3.8	3	4.65
Vud[Ton]	3.31	2.58	3.71
Vc[Ton]	9.05	9.05	9.05
Vs[Ton]	-4.63	-5.61	-4.10
	NO SE DEBE REDIMENSIONAR	**NO SE DEBE REDIMENSIONAR**	**NO SE DEBE REDIMENSIONAR**
	SEP[d/4-30cm]	**SEP[d/4-30cm]**	**SEP[d/4-30cm]**
Separacion[Normativa]	8.5	8.5	8.5
Av [cm2]	1.5708	1.5708	1.5708
Separacion[Demanda]	-3.23	-2.67	-3.65
Separacion ESCOGIDA [cm]	8	8	8

VIGA EJE C								
Acero colocado [cm^2]								
4.52								
4.52								
a [cm]								
INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN
3.32		3.32	3.32		3.32	3.32		3.32
3.3235		3.32	3.32		3.32	3.32		3.32
Momentos probables [ton*m]								
7.674		7.67	7.67		7.67	7.67		7.67
7.674		7.67	7.67		7.67	7.67		7.67
Cortante probable [ton]								
	4.04			4.04			4.04	
	4.04			4.04			4.04	
Cortante gravitatorio [ton]								
	4.0335			20.29			4.349	
Cortante de diseño [ton]								
	8.07			24.33			8.39	
Cortante del hormigón [ton]								
	0.00			9.05			9.05	
Cortante del acero [ton]								
	10.76			23.39			2.14	
Comprobacion								
CUMPLE			CUMPLE			CUMPLE		
Separación (s) [cm]			Separación (s) [cm]			Separación (s) [cm]		
1.39			0.64			6.99		
Separación (Smax) [cm]			Separación (Smax) [cm]			Separación (Smax) [cm]		
17			17			17		
Separación escogida [cm]			Separación escogida [cm]			Separación escogida [cm]		
1.00			0.00			6.00		
1E10mm@10cm			1E10mm@15cm			1E10mm@15cm		

Longitud de anclaje

LONGITUD ANCLAJE EJE C	
db [mm]	12
ld [m]	0.7
lext [cm]	14.4
ldh [m]	0.2
Emplame (B) [m]	0.9

Separación zona 2h [cm]
7
Separación fuera de 2h [cm]
17

Diseño de vigas horizontales P2

Diseño a flexión

2da PLANTA HORIZONTAL FLEXIÓN						
EJE 1						
	INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN
Mu(Ton-m)	3.0415		2.4758	2.5623		2.7651
Mu(Ton-m)		0.7723			1.1916	
Acero requerido [cm^2]						
Top	2.86	0.00	2.31	2.40	0.00	2.59
Bottom	0.00	0.71	0.00	0.00	1.10	0.00
Acero requerido corregido [cm^2]						
	INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN
Top	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90
Bottom	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90
Varillas colocadas						
Top	4 12					
Bottom	4 12					
Acero colocado [cm^2]						
Top	4.52					
Bottom	4.52					

Comprobación

Capacidad de Diseño			
Max Mu	Mu [ton*m]	As [cm2]	a [cm]
3.0415	3.04	4.52	2.66
1.1916			
	Mn [kg*cm]	phi*Mn [ton*m]	
	472769	4.73	CUMPLE
		Cuantía	0.642

Verificación por cortante

2da PLANTA HORIZONTAL CORTANTE		
EJES VERTICALES	Eje 1:VIGA A-B	Eje 1:VIGA B-C
Vu[Ton]	2.7395	2.958
Luz[m]	3.605	3.595
Vud[Ton]	2.30	2.48
Vc[Ton]	7.72	7.72
Vs[Ton]	-4.65	-4.41
	NO SE DEBE REDIMENSIONAR	NO SE DEBE REDIMENSIONAR
	SEP[d/4-30cm]	SEP[d/4-30cm]
Separacion[Normativa]	7.25	7.25
Av [cm2]	1.5708	1.5708
Separacion[Demanda]	-2.74	-2.89
Separacion ESCOGIDA [cm]	7	7

Eje 1					
Acero colocado [cm^2]					
4.52					
4.52					
a [cm]					
INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN
3.32		3.32	3.32		3.32
3.32		3.32	3.32		3.32
Momentos probables [ton*m]					
6.49		6.49	6.49		6.49
6.49		6.49	6.49		6.49
Cortante probable [ton]					
	3.60			3.60	
	3.60			3.60	
Cortante gravitatorio [ton]					
	2.7395			2.958	
Cortante de diseño [ton]					
	6.34			6.56	
Cortante del hormigón [ton]					
	0.00			0.00	
Cortante del acero [ton]					
	8.45			8.74	
Comprobación					
CUMPLE			CUMPLE		
Separación (s) [cm]			Separación (s) [cm]		
1.51			1.46		
Separación (Smax) [cm]			Separación (Smax) [cm]		
14.5			14.5		
Separación escogida [cm]			Separación escogida [cm]		
1.00			1.00		
1E10mm@10cm			1E10mm@15cm		

Longitud de anclaje

LONGITUD ANCLAJE EJE 1	
db [mm]	12
ld [m]	0.7
lext [cm]	14.4
ldh [m]	0.2
Emplame (B) [m]	0.9

Separación zona 2h [cm]
7
Separación fuera de 2h [cm]
14.5

Diseño a flexión

EJE 2						
	INICIO	**CENTRO**	**FIN**	**INICIO**	**CENTRO**	**FIN**
Mu(Ton-m)	2.8666		1.7226	2.653		3.2838
Mu(Ton-m)		1.0934			1.9202	
Acero requerido [cm^2]						
Top	2.69	0.00	1.60	2.48	0.00	3.09
Bottom	0.00	1.01	0.00	0.00	1.78	0.00
Acero requerido corregido [cm^2]						
	INICIO	**CENTRO**	**FIN**	**INICIO**	**CENTRO**	**FIN**
Top	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	3.09
Bottom	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90
Varillas colocadas						
Top	4 12					
Bottom	4 12					
Acero colocado [cm^2]						
Top	4.52					
Bottom	4.52					

Comprobación

Capacidad de Diseño			
Max Mu	**Mu [ton*m]**	**As [cm2]**	**a [cm]**
3.2838	3.28	4.52	2.66
1.9202			
	Mn [kg*cm]	**phi*Mn [ton*m]**	
	472769	4.73	**CUMPLE**
		Cuantía	0.684

Verificación por cortante

EJES VERTICALES	**Eje 2:VIGA A-B**	**Eje 2:VIGA B-C**
Vu[Ton]	4.755	3.8126
Luz[m]	3.605	3.595
Vud[Ton]	3.99	3.20
Vc[Ton]	7.72	7.72
Vs[Ton]	-2.40	-3.45
	NO SE DEBE REDIMENSIONAR	**NO SE DEBE REDIMENSIONAR**
	SEP[d/4-30cm]	**SEP[d/4-30cm]**
Separacion[Normativa]	7.25	7.25
Av [cm2]	1.5708	1.5708
Separacion[Demanda]	-5.32	-3.69
Separacion ESCOGIDA [cm]	7	7

Eje 2					
Acero colocado [cm^2]					
4.52					
4.52					
a [cm]					
INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN
3.32		3.32	3.32		3.32
3.32		3.32	3.32		3.32
Momentos probables [ton*m]					
6.49		6.49	6.49		6.49
6.49		6.49	6.49		6.49
Cortante probable [ton]					
	3.60			3.60	
	3.60			3.60	
Cortante gravitatorio [ton]					
	4.755			3.8126	
Cortante de diseño [ton]					
	8.35			7.41	
Cortante del hormigón [ton]					
	7.72			7.72	
Cortante del acero [ton]					
	3.42			2.17	
Comprobación					
CUMPLE			CUMPLE		
Separación (s) [cm]			Separación (s) [cm]		
3.73			5.89		
Separación (Smax) [cm]			Separación (Smax) [cm]		
14.5			14.5		
Separación escogida [cm]			Separación escogida [cm]		
3.00			5.00		
1E10mm@10cm			1E10mm@15cm		

Longitud de anclaje

LONGITUD ANCLAJE EJE 2	
db [mm]	12
ld [m]	0.7
lext [cm]	14.4
ldh [m]	0.2
Emplame (B) [m]	0.9

Separación zona 2h [cm]
7
Separación fuera de 2h [cm]
14.5

Diseño a flexión

EJE 3						
	INICIO	**CENTRO**	**FIN**	**INICIO**	**CENTRO**	**FIN**
Mu(Ton-m)	3.6482		3.65	3.5955		3.6192
Mu(Ton-m)		1.7814			1.8265	
Acero requerido [cm^2]						
Top	3.45	0.00	3.45	3.40	0.00	3.42
Bottom	0.00	1.65	0.00	0.00	1.70	0.00
Acero requerido corregido [cm^2]						
	INICIO	**CENTRO**	**FIN**	**INICIO**	**CENTRO**	**FIN**
Top	3.45	2.90	3.45	3.40	2.90	3.42
Bottom	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90
Varillas colocadas						
Top	4 12					
Bottom	4 12					
Acero colocado [cm^2]						
Top	4.52					
Bottom	4.52					

Comprobación

Capacidad de Diseño			
	Mu [ton*m]	**As [cm2]**	**a [cm]**
3.65	3.65	4.52	2.66
1.8265			
	Mn [kg*cm]	**phi*Mn [ton*m]**	
	472769	4.73	**CUMPLE**
		Cuantía	0.763

Verificación por cortante

EJES VERTICALES	**Eje 3:VIGA A-B**	**Eje 3:VIGA B-C**
Vu[Ton]	4.3858	4.3802
Luz[m]	3.605	3.595
Vud[Ton]	3.68	3.67
Vc[Ton]	7.72	7.72
Vs[Ton]	-2.81	-2.82
	NO SE DEBE REDIMENSIONAR	**NO SE DEBE REDIMENSIONAR**
	SEP[d/4-30cm]	**SEP[d/4-30cm]**
Separacion[Normativa]	7.25	7.25
Av [cm2]	1.5708	1.5708
Separacion[Demanda]	-4.54	-4.53
Separacion ESCOGIDA [cm]	7	7

Eje 3					
Acero colocado [cm^2]					
4.52					
4.52					
a [cm]					
INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN
3.32		3.32	3.32		3.32
3.32		3.32	3.32		3.32
Momentos probables [ton*m]					
6.49		6.49	6.49		6.49
6.49		6.49	6.49		6.49
Cortante probable [ton]					
	3.60			3.60	
	3.60			3.60	
Cortante gravitatorio [ton]					
	4.3858			4.3802	
Cortante de diseño [ton]					
	7.98			7.98	
Cortante del hormigón [ton]					
	7.72			7.72	
Cortante del acero [ton]					
	2.93			2.92	
Comprobación					
CUMPLE			CUMPLE		
Separación (s) [cm]			Separación (s) [cm]		
4.35			4.36		
Separación (Smax) [cm]			Separación (Smax) [cm]		
14.5			14.5		
Separación escogida [cm]			Separación escogida [cm]		
4.00			4.00		
1E10mm@10cm			1E10mm@15cm		

Longitud de anclaje

LONGITUD ANCLAJE EJE 3	
db [mm]	14
ld [m]	0.8
lext [cm]	16.8
ldh [m]	0.2
Emplame (B) [m]	1.0

Separación zona 2h [cm]
7
Separación fuera de 2h [cm]
14.5

Diseño a flexión

EJE 4						
	INICIO	**CENTRO**	**FIN**	**INICIO**	**CENTRO**	**FIN**
Mu(Ton-m)	4.2305		3.883	3.8788		4.231
Mu(Ton-m)		1.3447			1.3366	
Acero requerido [cm^2]						
Top	4.02	0.00	3.68	3.68	0.00	4.02
Bottom	0.00	1.24	0.00	0.00	1.23	0.00
Acero requerido corregido [cm^2]						
	INICIO	**CENTRO**	**FIN**	**INICIO**	**CENTRO**	**FIN**
Top	4.02	2.90	3.68	3.68	2.90	4.02
Bottom	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90
Varillas colocadas						
Top	4	14				
Bottom	4	12				
Acero colocado [cm^2]						
Top	6.16					
Bottom	4.52					

Comprobación

Capacidad de Diseño			
Max Mu	**Mu [ton*m]**	**As [cm2]**	**a [cm]**
4.231	4.23	6.16	3.62
1.3447			
	Mn [kg*cm]	**phi*Mn [ton*m]**	
	633073	6.33	**CUMPLE**
		Cuantía	0.653

Verificación por cortante

EJES VERTICALES	**Eje 4:VIGA A-B**	**Eje 4:VIGA B-C**
Vu[Ton]	3.9065	3.9068
Luz[m]	3.605	3.595
Vud[Ton]	3.28	3.28
Vc[Ton]	7.72	7.72
Vs[Ton]	-3.35	-3.35
	NO SE DEBE REDIMENSIONAR	**NO SE DEBE REDIMENSIONAR**
	SEP[d/4-30cm]	**SEP[d/4-30cm]**
Separacion[Normativa]	7.25	7.25
Av [cm2]	1.5708	1.5708
Separacion[Demanda]	-3.81	-3.81
Separacion ESCOGIDA [cm]	7	7

Eje 4					
Acero colocado [cm^2]					
6.16					
4.52					
a [cm]					
INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN
4.53		4.53	4.53		4.53
3.32		3.32	3.32		3.32
Momentos probables [ton*m]					
8.65		8.65	8.65		8.65
6.49		6.49	6.49		6.49
Cortante probable [ton]					
	4.20			4.20	
	4.20			4.20	
Cortante gravitatorio [ton]					
	3.9065			3.9068	
Cortante de diseño [ton]					
	8.10			8.10	
Cortante del hormigón [ton]					
	0.00			0.00	
Cortante del acero [ton]					
	10.81			10.81	
Comprobación					
CUMPLE			CUMPLE		
Separación (s) [cm]			Separación (s) [cm]		
1.18			1.18		
Separación (Smax) [cm]			Separación (Smax) [cm]		
14.5			14.5		
Separación escogida [cm]			Separación escogida [cm]		
1.00			1.00		
1E10mm@10cm			1E10mm@15cm		

Longitud de anclaje

LONGITUD ANCLAJE EJE 4	
db [mm]	14
ld [m]	0.8
lext [cm]	16.8
ldh [m]	0.2
Emplame (B) [m]	1.0

Separación zona 2h [cm]
7
Separación fuera de 2h [cm]
14.5

Diseño de vigas verticales P3

Diseño a flexión

3era PLANTA VERTICAL FLEXIÓN										
	EJE A									
	INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN	
Mu(Ton-m)	2.2402		2.072	2.0204		2.853	3.1888		3.0696	
Mu(Ton-m)		0.3857			0.2372			2.457		
	Acero requerido [cm^2]									
Top	1.77	0.00	1.64	1.59	0.00	2.26	2.54	0.00	2.44	
Bottom	0.00	0.30	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	1.94	0.00	
	Acero requerido corregido [cm^2]									
	INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN	
Top	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	
Bottom	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	
	Varillas colocadas									
Top	4 12									
Bottom	4 12									
	Acero colocado [cm^2]									
Top	4.52									
Bottom	4.52									

Comprobación

Capacidad de Diseño			
Max Mu	Mu [ton*m]	As [cm2]	a [cm]
3.1888	3.19	4.52	2.66
2.457			
	Mn [kg*cm]	phi*Mn [ton*m]	
	558197	5.58	CUMPLE
		Cuantía	0.752

Verificación por cortante

3era PLANTA VERTICAL CORTANTE			
EJES VERTICALES	Eje A:VIGA 1-2	Eje A:VIGA 2-3	Eje A:VIGA 3-4
Vu[Ton]	1.6647	2.5074	3.7086
Luz[m]	3.8	3	4.65
Vud[Ton]	1.37	1.94	3.17
Vc[Ton]	9.05	9.05	9.05
Vs[Ton]	-7.22	-6.46	-4.82
	NO SE DEBE REDIMENSIONAR	NO SE DEBE REDIMENSIONAR	NO SE DEBE REDIMENSIONAR
	SEP[d/4-30cm]	SEP[d/4-30cm]	SEP[d/4-30cm]
Separacion[Normativa]	8.5	8.5	8.5
Av [cm2]	1.5708	1.5708	1.5708
Separacion[Demanda]	-2.07	-2.31	-3.10
Separacion ESCOGIDA [cm]	8	8	8

VIGA EJE A								
Acero colocado [cm^2]								
4.52								
4.52								
a [cm]								
INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN
3.32		3.32	3.32		3.32	3.32		3.32
3.324		3.32	3.32		3.32	3.32		3.32
Momentos probables [ton*m]								
7.67		7.67	7.67		7.67	7.67		7.67
7.67		7.67	7.67		7.67	7.67		7.67
Cortante probable [ton]								
	4.04			4.04			4.04	
	4.04			4.04			4.04	
Cortante gravitatorio [ton]								
	1.6647			2.5074			3.7086	
Cortante de diseño [ton]								
	5.70			6.55			7.75	
Cortante del hormigón [ton]								
	0.00			0.00			0	
Cortante del acero [ton]								
	7.60			8.73			10.33	
Comprobacion								
CUMPLE			CUMPLE			CUMPLE		
Separación (s) [cm]			Separación (s) [cm]			Separación (s) [cm]		
1.97			1.71			1.45		
Separación (Smax) [cm]			Separación (Smax) [cm]			Separación (Smax) [cm]		
17			17			17		
Separación escogida [cm]			Separación escogida [cm]			Separación escogida [cm]		
1.00			1.00			1.00		
1E10mm@10cm			1E10mm@15cm			1E10mm@15cm		

Longitud de anclaje

LONGITUD ANCLAJE EJE A	
db [mm]	12
ld [m]	0.7
lext [cm]	14.4
ldh [m]	0.2
Emplame (B) [m]	0.9

Separación zona 2h [cm]
7
Separación fuera de 2h [cm]
17

Diseño a flexión

	EJE B									
	INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN	
Mu(Ton-m)	2.8944		2.977	3.076		3.0189	4.3616		4.0097	
Mu(Ton-m)		1.994			0.1716			4.1814		
	Acero requerido [cm^2]									
Top	2.30	0.00	2.36	2.45	0.00	2.40	3.50	0.00	3.21	
Bottom	0.00	1.57	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	3.35	0.00	
Acero requerido corregido [cm^2]										
	INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN	
As_superior	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.50	3.40	3.40	
As_Inferior	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	
	Varillas colocadas									
Top	4 12									
Bottom	4 12									
	Acero colocado [cm^2]									
Top	4.52									
Bottom	4.52									

Comprobación

Capacidad de Diseño			
Max Mu	**Mu [ton*m]**	**As [cm2]**	**a [cm]**
4.3616	4.36	4.52	2.66
4.1814			
	Mn [kg*cm]	**phi*Mn [ton*m]**	
	558197	5.58	**CUMPLE**
		Cuantía	0.774

Verificación por cortante

EJES VERTICALES	Eje B:VIGA 1-2	Eje B:VIGA 2-3	Eje B:VIGA 3-4
Vu[Ton]	3.9209	3.3249	5.6327
Luz[m]	3.8	3	4.65
Vud[Ton]	3.22	2.57	4.81
Vc[Ton]	9.05	9.05	9.05
Vs[Ton]	-4.75	-5.62	-2.63
	NO SE DEBE REDIMENSIONAR	NO SE DEBE REDIMENSIONAR	NO SE DEBE REDIMENSIONAR
	SEP[d/4-30cm]	SEP[d/4-30cm]	SEP[d/4-30cm]
Separacion[Normativa]	8.5	8.5	8.5
Av [cm2]	1.5708	1.5708	1.5708
Separacion[Demanda]	-3.15	-2.66	-5.68
Separacion ESCOGIDA [cm]	8	8	8

VIGA EJE B								
Acero colocado [cm^2]								
4.52								
4.52								
a [cm]								
INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN
3.32		3.32	3.32		3.32	3.32		3.32
3.324		3.32	3.32		3.32	3.32		3.32
Momentos probables [ton*m]								
7.674		7.67	7.67		7.67	7.67		7.67
7.674		7.67	7.67		7.67	7.67		7.67
Cortante probable [ton]								
	4.04			4.04			4.04	
	4.04			4.04			4.04	
Cortante gravitatorio [ton]								
	3.9209			3.3249			5.6327	
Cortante de diseño [ton]								
	7.96			7.36			9.67	
Cortante del hormigón [ton]								
	0.00			0.00			9.045968207	
Cortante del acero [ton]								
	10.61			9.82			3.85	
Comprobacion								
CUMPLE			CUMPLE			CUMPLE		
Separación (s) [cm]			Separación (s) [cm]			Separación (s) [cm]		
1.41			1.52			3.88		
Separación (Smax) [cm]			Separación (Smax) [cm]			Separación (Smax) [cm]		
17			17			17		
Separación escogida [cm]			Separación escogida [cm]			Separación escogida [cm]		
1.00			1.00			3.00		
1E10mm@10cm			1E10mm@15cm			1E10mm@15cm		

Longitud de anclaje

LONGITUD ANCLAJE EJE B	
db [mm]	12
ld [m]	0.7
lext [cm]	14.4
ldh [m]	0.2
Emplame (B) [m]	0.9

Separación zona 2h [cm]
7
Separación fuera de 2h [cm]
17

Diseño a flexión

	EJE C									
	INICIO	**CENTRO**	**FIN**	**INICIO**	**CENTRO**	**FIN**	**INICIO**	**CENTRO**	**FIN**	
Mu(Ton-m)	2.9379		2.6833	2.5233		2.8127	3.4804		3.2861	
Mu(Ton-m)		1.7093			0.0767			2.4155		
Acero requerido [cm^2]										
Top	2.33	0.00	2.13	2.00	0.00	2.23	2.77	0.00	2.62	
Bottom	0.00	1.35	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	1.91	0.00	
Acero requerido corregido [cm^2]										
	INICIO	**CENTRO**	**FIN**	**INICIO**	**CENTRO**	**FIN**	**INICIO**	**CENTRO**	**FIN**	
As_superior	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	
As_Inferior	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	
	Varillas colocadas									
Top	4 12									
Bottom	4 12									
	Acero colocado [cm^2]									
Top	4.52									
Bottom	4.52									

Comprobación

Capacidad de Diseño			
Max Mu	**Mu [ton*m]**	**As [cm2]**	**a [cm]**
3.4804	3.48	4.52	2.66
2.4155			
	Mn [kg*cm]	**phi*Mn [ton*m]**	
	558197	5.58	**CUMPLE**
		Cuantía	0.752

Verificación por cortante

EJES VERTICALES	**Eje C:VIGA 1-2**	**Eje C:VIGA 2-3**	**Eje C:VIGA 3-4**
Vu[Ton]	3.3693	2.6943	3.8151
Luz[m]	3.8	3	4.65
Vud[Ton]	2.77	2.08	3.26
Vc[Ton]	9.05	9.05	9.05
Vs[Ton]	-5.36	-6.27	-4.70
	NO SE DEBE REDIMENSIONAR	**NO SE DEBE REDIMENSIONAR**	**NO SE DEBE REDIMENSIONAR**
	SEP[d/4-30cm]	**SEP[d/4-30cm]**	**SEP[d/4-30cm]**
Separacion[Normativa]	8.5	8.5	8.5
Av [cm2]	1.5708	1.5708	1.5708
Separacion[Demanda]	-2.79	-2.39	-3.18
Separacion ESCOGIDA [cm]	8	8	8

VIGA EJE C								
Acero colocado [cm^2]								
4.52								
4.52								
a [cm]								
INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN
3.32		3.32	3.32		3.32	3.32		3.32
3.3235		3.32	3.32		3.32	3.32		3.32
Momentos probables [ton*m]								
7.674		7.67	7.67		7.67	7.67		7.67
7.674		7.67	7.67		7.67	7.67		7.67
Cortante probable [ton]								
	4.04			4.04			4.04	
	4.04			4.04			4.04	
Cortante gravitatorio [ton]								
	3.3693			20.29			3.8151	
Cortante de diseño [ton]								
	7.41			24.33			7.85	
Cortante del hormigón [ton]								
	0.00			9.05			0.00	
Cortante del acero [ton]								
	9.88			23.39			10.47	
Comprobacion								
CUMPLE			CUMPLE			CUMPLE		
Separación (s) [cm]			Separación (s) [cm]			Separación (s) [cm]		
1.51			0.64			1.43		
Separación (Smax) [cm]			Separación (Smax) [cm]			Separación (Smax) [cm]		
17			17			17		
Separación escogida [cm]			Separación escogida [cm]			Separación escogida [cm]		
1.00			0.00			1.00		
1E10mm@10cm			1E10mm@15cm			1E10mm@15cm		

Longitud de anclaje

LONGITUD ANCLAJE EJE C	
db [mm]	12
ld [m]	0.7
lext [cm]	14.4
ldh [m]	0.2
Emplame (B) [m]	0.9

Separación zona 2h [cm]
7
Separación fuera de 2h [cm]
17

Diseño de vigas horizontales P3

Diseño a flexión

3era PLANTA HORIZONTAL FLEXIÓN						
EJE 1						
	INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN
Mu(Ton-m)	2.3853		1.8479	1.8823		2.1047
Mu(Ton-m)		0.6195			1.1512	
Acero requerido [cm^2]						
Top	2.23	0.00	1.72	1.75	0.00	1.96
Bottom	0.00	0.57	0.00	0.00	1.06	0.00
Acero requerido corregido [cm^2]						
	INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN
Top	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90
Bottom	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90
Varillas colocadas						
Top	3 12					
Bottom	3 12					
Acero colocado [cm^2]						
Top	3.39					
Bottom	3.39					

Comprobación

Capacidad de Diseño			
Max Mu	Mu [ton*m]	As [cm2]	a [cm]
2.3853	2.39	3.39	1.99
1.1512			
	Mn [kg*cm]	phi*Mn [ton*m]	
	358835	3.59	CUMPLE
		Cuantía	0.855

Verificación por cortante

3era PLANTA HORIZONTAL CORTANTE		
EJES VERTICALES	Eje 1:VIGA A-B	Eje 1:VIGA B-C
Vu[Ton]	2.2922	2.5075
Luz[m]	3.605	3.595
Vud[Ton]	1.92	2.10
Vc[Ton]	7.72	7.72
Vs[Ton]	-5.15	-4.91
	NO SE DEBE REDIMENSIONAR	NO SE DEBE REDIMENSIONAR
	SEP[d/4-30cm]	SEP[d/4-30cm]
Separacion[Normativa]	7.25	7.25
Av [cm2]	1.5708	1.5708
Separacion[Demanda]	-2.48	-2.60
Separacion ESCOGIDA [cm]	7	7

Eje 1					
Acero colocado [cm^2]					
3.39					
3.39					
a [cm]					
INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN
2.49		2.49	2.49		2.49
2.49		2.49	2.49		2.49
Momentos probables [ton*m]					
4.94		4.94	4.94		4.94
4.94		4.94	4.94		4.94
Cortante probable [ton]					
	2.74			2.74	
	2.74			2.74	
Cortante gravitatorio [ton]					
2.2922				2.5075	
Cortante de diseño [ton]					
5.03				5.25	
Cortante del hormigón [ton]					
0.00				0.00	
Cortante del acero [ton]					
6.71				7.00	
Comprobación					
CUMPLE			CUMPLE		
Separación (s) [cm]			Separación (s) [cm]		
1.90			1.82		
Separación (Smax) [cm]			Separación (Smax) [cm]		
14.5			14.5		
Separación escogida [cm]			Separación escogida [cm]		
1.00			1.00		
1E10mm@10cm			1E10mm@15cm		

Longitud de anclaje

LONGITUD ANCLAJE EJE 1	
db [mm]	12
ld [m]	0.7
lext [cm]	14.4
ldh [m]	0.2
Emplame (B) [m]	0.9

Separación zona 2h [cm]
7
Separación fuera de 2h [cm]
14.5

Diseño a flexión

EJE 2						
	INICIO	**CENTRO**	**FIN**	**INICIO**	**CENTRO**	**FIN**
Mu(Ton-m)	1.8404		0.7682	1.8765		2.5941
Mu(Ton-m)		0.0945			1.9181	
Acero requerido [cm^2]						
Top	1.71	0.00	0.71	1.74	0.00	2.43
Bottom	0.00	0.09	0.00	0.00	1.78	0.00
Acero requerido corregido [cm^2]						
	INICIO	**CENTRO**	**FIN**	**INICIO**	**CENTRO**	**FIN**
Top	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90
Bottom	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90
Varillas colocadas						
Top	3	12				
Bottom	3	12				
Acero colocado [cm^2]						
Top	3.39					
Bottom	3.39					

Comprobación

Capacidad de Diseño			
Max Mu	**Mu [ton*m]**	**As [cm2]**	**a [cm]**
2.5941	2.59	3.39	1.99
1.9181			
	Mn [kg*cm]	**phi*Mn [ton*m]**	
	358835	3.59	**CUMPLE**
		Cuantía	0.855

Verificación por cortante

EJES VERTICALES	**Eje 2:VIGA A-B**	**Eje 2:VIGA B-C**
Vu[Ton]	3.6012	3.4988
Luz[m]	3.605	3.595
Vud[Ton]	3.02	2.93
Vc[Ton]	7.72	7.72
Vs[Ton]	-3.69	-3.80
	NO SE DEBE REDIMENSIONAR	**NO SE DEBE REDIMENSIONAR**
	SEP[d/4-30cm]	**SEP[d/4-30cm]**
Separacion[Normativa]	7.25	7.25
Av [cm2]	1.5708	1.5708
Separacion[Demanda]	-3.46	-3.35
Separacion ESCOGIDA [cm]	7	7

Eje 2					
Acero colocado [cm^2]					
3.39					
3.39					
a [cm]					
INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN
2.49		2.49	2.49		2.49
2.49		2.49	2.49		2.49
Momentos probables [ton*m]					
4.94		4.94	4.94		4.94
4.94		4.94	4.94		4.94
Cortante probable [ton]					
2.74			2.74		
2.74			2.74		
Cortante gravitatorio [ton]					
3.6012			3.4988		
Cortante de diseño [ton]					
6.34			6.24		
Cortante del hormigón [ton]					
7.72			7.72		
Cortante del acero [ton]					
0.74			0.60		
Comprobación					
CUMPLE			CUMPLE		
Separación (s) [cm]			Separación (s) [cm]		
17.24			21.15		
Separación (Smax) [cm]			Separación (Smax) [cm]		
14.5			14.5		
Separación escogida [cm]			Separación escogida [cm]		
14.00			14.00		
1E10mm@10cm			1E10mm@15cm		

Longitud de anclaje

LONGITUD ANCLAJE EJE 2	
db [mm]	12
ld [m]	0.7
lext [cm]	14.4
ldh [m]	0.2
Emplame (B) [m]	0.9

Separación zona 2h [cm]
7
Separación fuera de 2h [cm]
14.5

Diseño a flexión

EJE 3						
	INICIO	**CENTRO**	**FIN**	**INICIO**	**CENTRO**	**FIN**
Mu(Ton-m)	2.8421		2.792	2.7155		2.7977
Mu(Ton-m)		1.6771			1.7635	
Acero requerido [cm^2]						
Top	2.66	0.00	2.62	2.54	0.00	2.62
Bottom	0.00	1.55	0.00	0.00	1.64	0.00
Acero requerido corregido [cm^2]						
	INICIO	**CENTRO**	**FIN**	**INICIO**	**CENTRO**	**FIN**
Top	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90
Bottom	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90
Varillas colocadas						
Top	3 12					
Bottom	3 12					
Acero colocado [cm^2]						
Top	3.39					
Bottom	3.39					

Comprobación

Capacidad de Diseño			
Max Mu	**Mu [ton*m]**	**As [cm2]**	**a [cm]**
2.8421	2.84	3.39	1.99
1.7635			
	Mn [kg*cm]	**phi*Mn [ton*m]**	
	358835	3.59	**CUMPLE**
		Cuantía	0.855

Verificación por cortante

EJES VERTICALES	**Eje 3:VIGA A-B**	**Eje 3:VIGA B-C**
Vu[Ton]	3.7518	3.7679
Luz[m]	3.605	3.595
Vud[Ton]	3.15	3.16
Vc[Ton]	7.72	7.72
Vs[Ton]	-3.52	-3.50
	NO SE DEBE REDIMENSIONAR	**NO SE DEBE REDIMENSIONAR**
	SEP[d/4-30cm]	**SEP[d/4-30cm]**
Separacion[Normativa]	7.25	7.25
Av [cm2]	1.5708	1.5708
Separacion[Demanda]	-3.63	-3.64
Separacion ESCOGIDA [cm]	7	7

Eje 3					
Acero colocado [cm^2]					
3.39					
3.39					
a [cm]					
INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN
2.49		2.49	2.49		2.49
2.49		2.49	2.49		2.49
Momentos probables [ton*m]					
4.94		4.94	4.94		4.94
4.94		4.94	4.94		4.94
Cortante probable [ton]					
2.74			2.74		
2.74			2.74		
Cortante gravitatorio [ton]					
3.7518			3.7679		
Cortante de diseño [ton]					
6.49			6.51		
Cortante del hormigón [ton]					
7.72			7.72		
Cortante del acero [ton]					
0.94			0.96		
Comprobación					
CUMPLE			CUMPLE		
Separación (s) [cm]			Separación (s) [cm]		
13.56			13.26		
Separación (Smax) [cm]			Separación (Smax) [cm]		
14.5			14.5		
Separación escogida [cm]			Separación escogida [cm]		
13.00			13.00		
1E10mm@10cm			1E10mm@15cm		

Longitud de anclaje

LONGITUD ANCLAJE EJE 3	
db [mm]	12
ld [m]	0.7
lext [cm]	14.4
ldh [m]	0.2
Emplame (B) [m]	0.9

Separación zona 2h [cm]
7
Separación fuera de 2h [cm]
14.5

Diseño a flexión

EJE 4						
	INICIO	**CENTRO**	**FIN**	**INICIO**	**CENTRO**	**FIN**
Mu(Ton-m)	2.947		2.7557	2.7376		2.956
Mu(Ton-m)		1.2143			1.206	
Acero requerido [cm^2]						
Top	2.77	0.00	2.58	2.56	0.00	2.77
Bottom	0.00	1.12	0.00	0.00	1.11	0.00
Acero requerido corregido [cm^2]						
	INICIO	**CENTRO**	**FIN**	**INICIO**	**CENTRO**	**FIN**
Top	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90
Bottom	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90
Varillas colocadas						
Top	4	12				
Bottom	4	12				
Acero colocado [cm^2]						
Top	4.52					
Bottom	4.52					

Comprobación

Capacidad de Diseño			
Max Mu	**Mu [ton*m]**	**As [cm2]**	**a [cm]**
2.956	2.96	4.52	2.66
1.2143			
	Mn [kg*cm]	**phi*Mn [ton*m]**	
	472769	4.73	**CUMPLE**
		Cuantía	0.642

Verificación por cortante

EJES VERTICALES	**Eje 4:VIGA A-B**	**Eje 4:VIGA B-C**
Vu[Ton]	3.1206	3.11
Luz[m]	3.605	3.595
Vud[Ton]	2.62	2.61
Vc[Ton]	7.72	7.72
Vs[Ton]	-4.22	-4.24
	NO SE DEBE REDIMENSIONAR	**NO SE DEBE REDIMENSIONAR**
	SEP[d/4-30cm]	**SEP[d/4-30cm]**
Separacion[Normativa]	7.25	7.25
Av [cm2]	1.5708	1.5708
Separacion[Demanda]	-3.02	-3.01
Separacion ESCOGIDA [cm]	7	7

Eje 4					
Acero colocado [cm^2]					
4.52					
4.52					
a [cm]					
INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN
3.32		3.32	3.32		3.32
3.32		3.32	3.32		3.32
Momentos probables [ton*m]					
6.49		6.49	6.49		6.49
6.49		6.49	6.49		6.49
Cortante probable [ton]					
3.60				3.60	
3.60				3.60	
Cortante gravitatorio [ton]					
3.1206				3.11	
Cortante de diseño [ton]					
6.72				6.71	
Cortante del hormigón [ton]					
0.00				0.00	
Cortante del acero [ton]					
8.96				8.95	
Comprobación					
CUMPLE			CUMPLE		
Separación (s) [cm]			Separación (s) [cm]		
1.42			1.43		
Separación (Smax) [cm]			Separación (Smax) [cm]		
14.5			14.5		
Separación escogida [cm]			Separación escogida [cm]		
1.00			1.00		
1E10mm@10cm			1E10mm@15cm		

Longitud de anclaje

LONGITUD ANCLAJE EJE 4	
db [mm]	12
ld [m]	0.7
lext [cm]	14.4
ldh [m]	0.2
Emplame (B) [m]	0.9

Separación zona 2h [cm]
7
Separación fuera de 2h [cm]
14.5

Diseño de vigas verticales cubierta

Diseño a flexión

4ta PLANTA VERTICAL FLEXIÓN										
	EJE A									
	INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN	
Mu(Ton-m)	0.85		1.4511	1.5774		1.0578	1.5066		1.2856	
Mu(Ton-m)		1.0526			0.0525			1.7352		
	Acero requerido [cm^2]									
Top	0.67	0.00	1.14	1.24	0.00	0.83	1.18	0.00	1.01	
Bottom	0.00	0.82	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	1.37	0.00	
	Acero requerido corregido [cm^2]									
	INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN	
Top	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	
Bottom	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	
	Varillas colocadas									
Top	3 12									
Bottom	3 12									
	Acero colocado [cm^2]									
Top	3.39									
Bottom	3.39									

Comprobación

Capacidad de Diseño			
Max Mu	Mu [ton*m]	As [cm2]	a [cm]
1.5774	1.74	3.39	1.99
1.7352			
	Mn [kg*cm]	phi*Mn [ton*m]	
	422906	4.23	CUMPLE
		Cuantía	1.003

Verificación por cortante

4ta PLANTA VERTICAL CORTANTE			
EJES VERTICALES	Eje A:VIGA 1-2	Eje A:VIGA 2-3	Eje A:VIGA 3-4
Vu[Ton]	2.0137	1.5431	2.2497
Luz[m]	3.8	3	4.65
Vud[Ton]	1.65	1.19	1.92
Vc[Ton]	9.05	9.05	9.05
Vs[Ton]	-6.84	-7.45	-6.49
	NO SE DEBE REDIMENSIONAR	NO SE DEBE REDIMENSIONAR	NO SE DEBE REDIMENSIONAR
	SEP[d/4-30cm]	SEP[d/4-30cm]	SEP[d/4-30cm]
Separacion[Normativa]	8.5	8.5	8.5
Av [cm2]	1.5708	1.5708	1.5708
Separacion[Demanda]	-2.19	-2.01	-2.31
Separacion ESCOGIDA [cm]	8	8	8

VIGA EJE A								
Acero colocado [cm^2]								
3.39								
3.39								
a [cm]								
INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN
2.49		2.49	2.49		2.49	2.49		2.49
2.493		2.49	2.49		2.49	2.49		2.49
Momentos probables [ton*m]								
5.83		5.83	5.83		5.83	5.83		5.83
5.83		5.83	5.83		5.83	5.83		5.83
Cortante probable [ton]								
3.07			3.07			3.07		
3.07			3.07			3.07		
Cortante gravitatorio [ton]								
2.0137			1.5431			2.2497		
Cortante de diseño [ton]								
5.08			4.61			5.32		
Cortante del hormigón [ton]								
0.00			0.00			0		
Cortante del acero [ton]								
6.78			6.15			7.09		
Comprobacion								
CUMPLE			CUMPLE			CUMPLE		
Separación (s) [cm]			Separación (s) [cm]			Separación (s) [cm]		
2.21			2.43			2.11		
Separación (Smax) [cm]			Separación (Smax) [cm]			Separación (Smax) [cm]		
17			17			17		
Separación escogida [cm]			Separación escogida [cm]			Separación escogida [cm]		
2.00			2.00			2.00		
1E10mm@10cm			1E10mm@15cm			1E10mm@15cm		

Longitud de anclaje

LONGITUD ANCLAJE EJE A	
db [mm]	12
ld [m]	0.7
lext [cm]	14.4
ldh [m]	0.2
Emplame (B) [m]	0.9

Separación zona 2h [cm]
7
Separación fuera de 2h [cm]
17

Diseño a flexión

	EJE B									
	INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN	
Mu(Ton-m)	1.1109		1.8295	1.9639		1.4677	2.0433		1.7044	
Mu(Ton-m)		1.625			0.0577			2.6026		
	Acero requerido [cm^2]									
Top	0.87	0.00	1.44	1.55	0.00	1.15	1.61	0.00	1.34	
Bottom	0.00	1.28	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	2.06	0.00	
Acero requerido corregido [cm^2]										
	INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN	
As_superior	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	
As_Inferior	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	
	Varillas colocadas									
Top	3 12									
Bottom	3 12									
	Acero colocado [cm^2]									
Top	3.39									
Bottom	3.39									

Comprobación

Capacidad de Diseño			
Max Mu	**Mu [ton*m]**	**As [cm2]**	**a [cm]**
2.0433	2.60	3.39	1.99
2.6026			
	Mn [kg*cm]	**phi*Mn [ton*m]**	
	422906	4.23	**CUMPLE**
		Cuantía	1.003

Verificación por cortante

EJES VERTICALES	Eje B:VIGA 1-2	Eje B:VIGA 2-3	Eje B:VIGA 3-4
Vu[Ton]	2.8384	2.1088	2.6072
Luz[m]	3.8	3	4.65
Vud[Ton]	2.33	1.63	2.23
Vc[Ton]	9.05	9.05	9.05
Vs[Ton]	-5.94	-6.87	-6.08
	NO SE DEBE REDIMENSIONAR	NO SE DEBE REDIMENSIONAR	NO SE DEBE REDIMENSIONAR
	SEP[d/4-30cm]	SEP[d/4-30cm]	SEP[d/4-30cm]
Separacion[Normativa]	8.5	8.5	8.5
Av [cm2]	1.5708	1.5708	1.5708
Separacion[Demanda]	-2.52	-2.18	-2.46
Separacion ESCOGIDA [cm]	8	8	8

VIGA EJE B								
Acero colocado [cm^2]								
3.39								
3.39								
a [cm]								
INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN
2.49		2.49	2.49		2.49	2.49		2.49
2.493		2.49	2.49		2.49	2.49		2.49
Momentos probables [ton*m]								
5.829		5.83	5.83		5.83	5.83		5.83
5.829		5.83	5.83		5.83	5.83		5.83
Cortante probable [ton]								
3.07			3.07			3.07		
3.07			3.07			3.07		
Cortante gravitatorio [ton]								
2.8384			2.1088			2.6072		
Cortante de diseño [ton]								
5.91			5.18			5.68		
Cortante del hormigón [ton]								
0.00			0.00			0		
Cortante del acero [ton]								
7.88			6.90			7.57		
Comprobacion								
CUMPLE			CUMPLE			CUMPLE		
Separación (s) [cm]			Separación (s) [cm]			Separación (s) [cm]		
1.90			2.17			1.98		
Separación (Smax) [cm]			Separación (Smax) [cm]			Separación (Smax) [cm]		
17			17			17		
Separación escogida [cm]			Separación escogida [cm]			Separación escogida [cm]		
1.00			2.00			1.00		
1E10mm@10cm			1E10mm@15cm			1E10mm@15cm		

Longitud de anclaje

LONGITUD ANCLAJE EJE B	
db [mm]	12
ld [m]	0.7
lext [cm]	14.4
ldh [m]	0.2
Emplame (B) [m]	0.9

Separación zona 2h [cm]
7
Separación fuera de 2h [cm]
17

Diseño a flexión

	EJE C									
	INICIO	**CENTRO**	**FIN**	**INICIO**	**CENTRO**	**FIN**	**INICIO**	**CENTRO**	**FIN**	
Mu(Ton-m)	1.1294		1.2049	1.1893		1.4729	1.7221		1.3307	
Mu(Ton-m)		1.1066			0.0011			1.6635		
Acero requerido [cm^2]										
Top	0.89	0.00	0.95	0.93	0.00	1.16	1.36	0.00	1.04	
Bottom	0.00	0.87	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.31	0.00	
Acero requerido corregido [cm^2]										
	INICIO	**CENTRO**	**FIN**	**INICIO**	**CENTRO**	**FIN**	**INICIO**	**CENTRO**	**FIN**	
As_superior	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	
As_Inferior	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	3.40	
	Varillas colocadas									
Top	3 | 12									
Bottom	3 | 12									
	Acero colocado [cm^2]									
Top	3.39									
Bottom	3.39									

Comprobación

Capacidad de Diseño			
Max Mu	**Mu [ton*m]**	**As [cm2]**	**a [cm]**
1.7221	1.72	3.39	1.99
1.6635			
	Mn [kg*cm]	**phi*Mn [ton*m]**	
	422906	4.23	**CUMPLE**
		Cuantía	1.003

Verificación por cortante

EJES VERTICALES	Eje C:VIGA 1-2	Eje C:VIGA 2-3	Eje C:VIGA 3-4
Vu[Ton]	1.8993	1.5112	2.325
Luz[m]	3.8	3	4.65
Vud[Ton]	1.56	1.17	1.99
Vc[Ton]	9.05	9.05	9.05
Vs[Ton]	-6.97	-7.49	-6.40
	NO SE DEBE REDIMENSIONAR	**NO SE DEBE REDIMENSIONAR**	**NO SE DEBE REDIMENSIONAR**
	SEP[d/4-30cm]	**SEP[d/4-30cm]**	**SEP[d/4-30cm]**
Separacion[Normativa]	8.5	8.5	8.5
Av [cm2]	1.5708	1.5708	1.5708
Separacion[Demanda]	-2.15	-2.00	-2.34
Separacion ESCOGIDA [cm]	8	8	8

VIGA EJE C								
Acero colocado [cm^2]								
3.39								
3.39								
a [cm]								
INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN
2.49		2.49	2.49		2.49	2.49		2.49
2.4926		2.49	2.49		2.49	2.49		2.49
Momentos probables [ton*m]								
5.829		5.83	5.83		5.83	5.83		5.83
5.829		5.83	5.83		5.83	5.83		5.83
Cortante probable [ton]								
3.07			3.07			3.07		
3.07			3.07			3.07		
Cortante gravitatorio [ton]								
1.8993			20.29			2.325		
Cortante de diseño [ton]								
4.97			23.36			5.39		
Cortante del hormigón [ton]								
0.00			9.05			0.00		
Cortante del acero [ton]								
6.62			22.10			7.19		
Comprobacion								
CUMPLE			CUMPLE			CUMPLE		
Separación (s) [cm]			Separación (s) [cm]			Separación (s) [cm]		
2.26			0.68			2.08		
Separación (Smax) [cm]			Separación (Smax) [cm]			Separación (Smax) [cm]		
17			17			17		
Separación escogida [cm]			Separación escogida [cm]			Separación escogida [cm]		
2.00			0.00			2.00		
1E10mm@10cm			1E10mm@15cm			1E10mm@15cm		

Longitud de anclaje

LONGITUD ANCLAJE EJE C	
db [mm]	12
ld [m]	0.7
lext [cm]	14.4
ldh [m]	0.2
Emplame (B) [m]	0.9

Separación zona 2h [cm]
7
Separación fuera de 2h [cm]
17

Diseño de vigas horizontales cubierta

Diseño a flexión

4ta PLANTA HORIZONTAL FLEXIÓN						
EJE 1						
	INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN
Mu(Ton-m)	0.8505		0.9487	1.014		0.3116
Mu(Ton-m)		0.7685			0.7103	
Acero requerido [cm^2]						
Top	0.78	0.00	0.87	0.93	0.00	0.29
Bottom	0.00	0.71	0.00	0.00	0.65	0.00
Acero requerido corregido [cm^2]						
	INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN
Top	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90
Bottom	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90
Varillas colocadas						
Top	2	14				
Bottom	2	14				
Acero colocado [cm^2]						
Top	3.08					
Bottom	3.08					

Comprobación

Capacidad de Diseño			
Max Mu	Mu [ton*m]	As [cm2]	a [cm]
1.014	1.01	3.08	1.81
0.7685			
	Mn [kg*cm]	phi*Mn [ton*m]	
	327083	3.27	CUMPLE
		Cuantía	0.942

Verificación por cortante

4ta PLANTA HORIZONTAL CORTANTE		
EJES VERTICALES	Eje 1:VIGA A-B	Eje 1:VIGA B-C
Vu[Ton]	1.5151	1.518
Luz[m]	3.605	3.595
Vud[Ton]	1.27	1.27
Vc[Ton]	7.72	7.72
Vs[Ton]	-6.02	-6.02
	NO SE DEBE REDIMENSIONAR	NO SE DEBE REDIMENSIONAR
	SEP[d/4-30cm]	SEP[d/4-30cm]
Separacion[Normativa]	7.25	7.25
Av [cm2]	1.5708	1.5708
Separacion[Demanda]	-2.12	-2.12
Separacion ESCOGIDA [cm]	7	7

Eje 1					
Acero colocado [cm^2]					
3.08					
3.08					
a [cm]					
INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN
2.26		2.26	2.26		2.26
2.26		2.26	2.26		2.26
Momentos probables [ton*m]					
4.51		4.51	4.51		4.51
4.51		4.51	4.51		4.51
Cortante probable [ton]					
	2.50			2.50	
	2.50			2.50	
Cortante gravitatorio [ton]					
1.5151				1.518	
Cortante de diseño [ton]					
?				4.02	
Cortante del hormigón [ton]					
0.00				0.00	
Cortante del acero [ton]					
5.35				5.36	
Comprobación					
CUMPLE			CUMPLE		
Separación (s) [cm]			Separación (s) [cm]		
2.38			2.38		
Separación (Smax) [cm]			Separación (Smax) [cm]		
14.5			14.5		
Separación escogida [cm]			Separación escogida [cm]		
2.00			2.00		
1E10mm@10cm			1E10mm@15cm		

Longitud de anclaje

LONGITUD ANCLAJE EJE 1	
db [mm]	14
ld [m]	0.8
lext [cm]	16.8
ldh [m]	0.2
Emplame (B) [m]	1.0

Separación zona 2h [cm]
7
Separación fuera de 2h [cm]
14.5

Diseño a flexión

EJE 2						
	INICIO	**CENTRO**	**FIN**	**INICIO**	**CENTRO**	**FIN**
Mu(Ton-m)	0.8992		1.1165	1.4956		1.02
Mu(Ton-m)		1.1398			0.9979	
Acero requerido [cm^2]						
Top	0.83	0.00	1.03	1.38	0.00	0.94
Bottom	0.00	1.05	0.00	0.00	0.92	0.00
Acero requerido corregido [cm^2]						
	INICIO	**CENTRO**	**FIN**	**INICIO**	**CENTRO**	**FIN**
Top	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90
Bottom	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90
Varillas colocadas						
Top	2	14				
Bottom	2	14				
Acero colocado [cm^2]						
Top	3.08					
Bottom	3.08					

Comprobación

Capacidad de Diseño			
Max Mu	**Mu [ton*m]**	**As [cm2]**	**a [cm]**
1.4956	1.50	3.08	1.81
1.1398			
	Mn [kg*cm]	**phi*Mn [ton*m]**	
	327083	3.27	**CUMPLE**
		Cuantía	0.942

Verificación por cortante

EJES VERTICALES	**Eje 2:VIGA A-B**	**Eje 2:VIGA B-C**
Vu[Ton]	2.0185	2.1742
Luz[m]	3.605	3.595
Vud[Ton]	1.69	1.82
Vc[Ton]	7.72	7.72
Vs[Ton]	-5.46	-5.28
	NO SE DEBE REDIMENSIONAR	**NO SE DEBE REDIMENSIONAR**
	SEP[d/4-30cm]	**SEP[d/4-30cm]**
Separacion[Normativa]	7.25	7.25
Av [cm2]	1.5708	1.5708
Separacion[Demanda]	-2.34	-2.41
Separacion ESCOGIDA [cm]	7	7

Eje 2					
Acero colocado [cm^2]					
3.08					
3.08					
a [cm]					
INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN
2.26		2.26	2.26		2.26
2.26		2.26	2.26		2.26
Momentos probables [ton*m]					
4.51		4.51	4.51		4.51
		4.51	4.51		4.51
Cortante probable [ton]					
	2.50			2.50	
	2.50			2.50	
Cortante gravitatorio [ton]					
	2.0185			2.1742	
Cortante de diseño [ton]					
	4.52			4.67	
Cortante del hormigón [ton]					
	0.00			0.00	
Cortante del acero [ton]					
	6.02			6.23	
Comprobación					
CUMPLE			CUMPLE		
Separación (s) [cm]			Separación (s) [cm]		
2.12			2.05		
Separación (Smax) [cm]			Separación (Smax) [cm]		
14.5			14.5		
Separación escogida [cm]			Separación escogida [cm]		
2.00			2.00		
1E10mm@10cm			1E10mm@15cm		

Longitud de anclaje

LONGITUD ANCLAJE EJE 2	
db [mm]	14
ld [m]	0.8
lext [cm]	16.8
ldh [m]	0.2
Emplame (B) [m]	1.0

Separación zona 2h [cm]
7
Separación fuera de 2h [cm]
14.5

Diseño a flexión

EJE 3						
	INICIO	**CENTRO**	**FIN**	**INICIO**	**CENTRO**	**FIN**
Mu(Ton-m)	1.1611		1.1454	1.1615		1.2129
Mu(Ton-m)		1.1419			1.1135	
Acero requerido [cm^2]						
Top	1.07	0.00	1.06	1.07	0.00	1.12
Bottom	0.00	1.05	0.00	0.00	1.03	0.00
Acero requerido corregido [cm^2]						
	INICIO	**CENTRO**	**FIN**	**INICIO**	**CENTRO**	**FIN**
Top	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90
Bottom	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90
Varillas colocadas						
Top	2 14					
Bottom	2 14					
Acero colocado [cm^2]						
Top	3.08					
Bottom	3.08					

Comprobación

Capacidad de Diseño			
Mu	**Mu [ton*m]**	**As [cm2]**	**a [cm]**
1.2129	1.21	3.08	1.81
1.1419			
	Mn [kg*cm]	**phi*Mn [ton*m]**	
	327083	3.27	**CUMPLE**
		Cuantía	0.942

Verificación por cortante

EJES VERTICALES	**Eje 3:VIGA A-B**	**Eje 3:VIGA B-C**
Vu[Ton]	2.0501	2.0379
Luz[m]	3.605	3.595
Vud[Ton]	1.72	1.71
Vc[Ton]	7.72	7.72
Vs[Ton]	-5.42	-5.44
	NO SE DEBE REDIMENSIONAR	**NO SE DEBE REDIMENSIONAR**
	SEP[d/4-30cm]	**SEP[d/4-30cm]**
Separacion[Normativa]	7.25	7.25
Av [cm2]	1.5708	1.5708
Separacion[Demanda]	-2.35	-2.35
Separacion ESCOGIDA [cm]	7	7

Eje 3					
Acero colocado [cm^2]					
3.08					
3.08					
a [cm]					
INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN
2.26		2.26	2.26		2.26
2.26		2.26	2.26		2.26
Momentos probables [ton*m]					
4.51		4.51	4.51		4.51
4.51		4.51	4.51		4.51
Cortante probable [ton]					
2.50			2.50		
2.50			2.50		
Cortante gravitatorio [ton]					
2.0501			2.0379		
Cortante de diseño [ton]					
4.55			4.54		
Cortante del hormigón [ton]					
0.00			0.00		
Cortante del acero [ton]					
6.07			6.05		
Comprobación					
CUMPLE			CUMPLE		
Separación (s) [cm]			Separación (s) [cm]		
2.10			2.11		
Separación (Smax) [cm]			Separación (Smax) [cm]		
14.5			14.5		
Separación escogida [cm]			Separación escogida [cm]		
2.00			2.00		
1E10mm@10cm			1E10mm@15cm		

Longitud de anclaje

LONGITUD ANCLAJE EJE 3	
db [mm]	14
ld [m]	0.8
lext [cm]	16.8
ldh [m]	0.2
Emplame (B) [m]	1.0

Separación zona 2h [cm]
7
Separación fuera de 2h [cm]

Diseño a flexión

EJE 4						
	INICIO	**CENTRO**	**FIN**	**INICIO**	**CENTRO**	**FIN**
Mu(Ton-m)	1.1799		1.1934	1.1843		1.1849
Mu(Ton-m)		0.836			0.8249	
Acero requerido [cm^2]						
Top	1.09	0.00	1.10	1.09	0.00	1.09
Bottom	0.00	0.77	0.00	0.00	0.76	0.00
Acero requerido corregido [cm^2]						
	INICIO	**CENTRO**	**FIN**	**INICIO**	**CENTRO**	**FIN**
Top	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90
Bottom	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90	2.90
Varillas colocadas						
Top	2 14					
Bottom	2 14					
Acero colocado [cm^2]						
Top	3.08					
Bottom	3.08					

Comprobación

Capacidad de Diseño			
Max Mu	**Mu [ton*m]**	**As [cm2]**	**a [cm]**
1.1934	1.19	3.08	1.81
0.836			
	Mn [kg*cm]	**phi*Mn [ton*m]**	
	327083	3.27	**CUMPLE**
		Cuantía	0.942

Verificación por cortante

EJES VERTICALES	**Eje 4:VIGA A-B**	**Eje 4:VIGA B-C**
Vu[Ton]	1.7399	1.73
Luz[m]	3.605	3.595
Vud[Ton]	1.46	1.45
Vc[Ton]	7.72	7.72
Vs[Ton]	-5.77	-5.78
	NO SE DEBE REDIMENSIONAR	**NO SE DEBE REDIMENSIONAR**
	SEP[d/4-30cm]	**SEP[d/4-30cm]**
Separacion[Normativa]	7.25	7.25
Av [cm2]	1.5708	1.5708
Separacion[Demanda]	-2.21	-2.21
Separacion ESCOGIDA [cm]	7	7

Eje 4					
Acero colocado [cm^2]					
3.08					
3.08					
a [cm]					
INICIO	CENTRO	FIN	INICIO	CENTRO	FIN
2.26		2.26	2.26		2.26
2.26		2.26	2.26		2.26
Momentos probables [ton*m]					
4.51		4.51	4.51		4.51
4.51		4.51	4.51		4.51
Cortante probable [ton]					
2.50			2.50		
2.50			2.50		
Cortante gravitatorio [ton]					
1.7399			1.73		
Cortante de diseño [ton]					
4.24			4.23		
Cortante del hormigón [ton]					
0.00			0.00		
Cortante del acero [ton]					
5.65			5.64		
Comprobación					
CUMPLE			CUMPLE		
Separación (s) [cm]			Separación (s) [cm]		
2.26			2.26		
Separación (Smax) [cm]			Separación (Smax) [cm]		
14.5			14.5		
Separación escogida [cm]			Separación escogida [cm]		
2.00			2.00		
1E10mm@10cm			1E10mm@15cm		

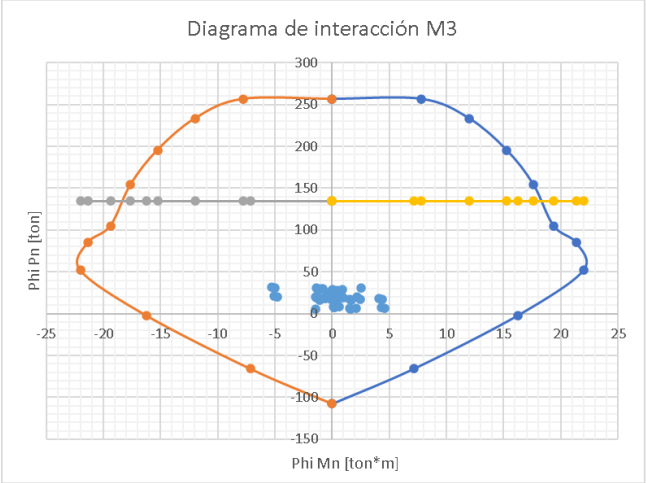
Longitud de anclaje

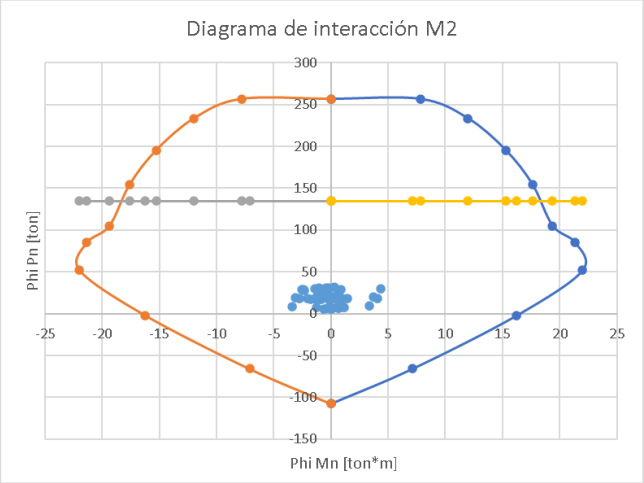
LONGITUD ANCLAJE EJE 4	
db [mm]	14
ld [m]	0.8
lext [cm]	16.8
ldh [m]	0.2
Emplame (B) [m]	1.0

Separación zona 2h [cm]
7
Separación fuera de 2h [cm]
14.5

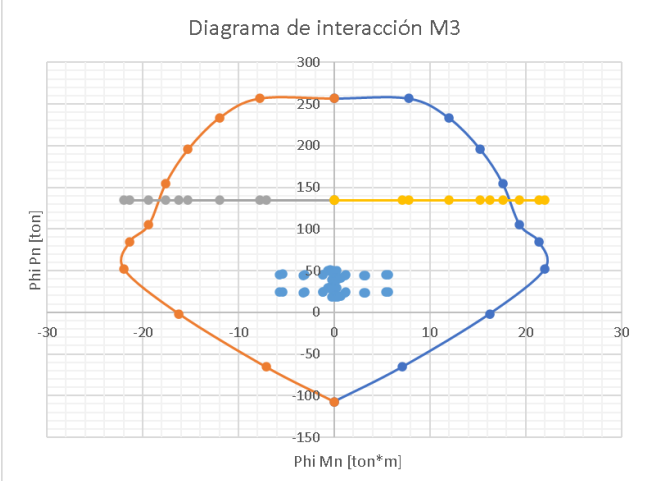
Diagramas de interacción de las columnas PB

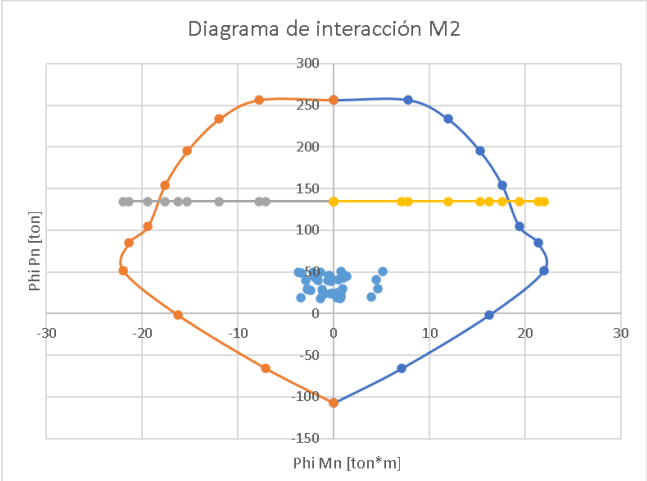
Columna A4



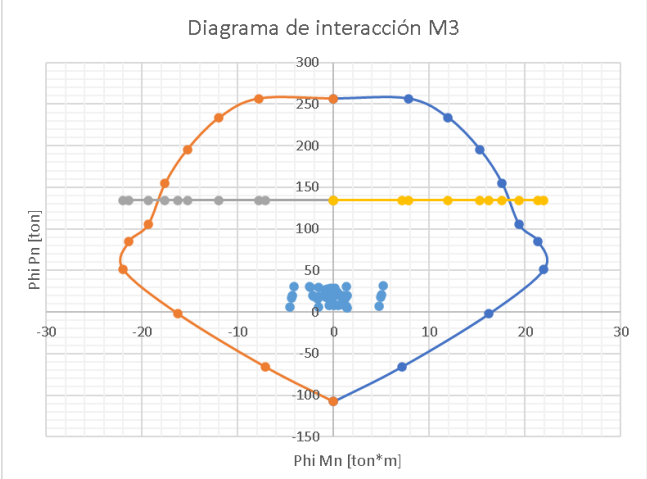


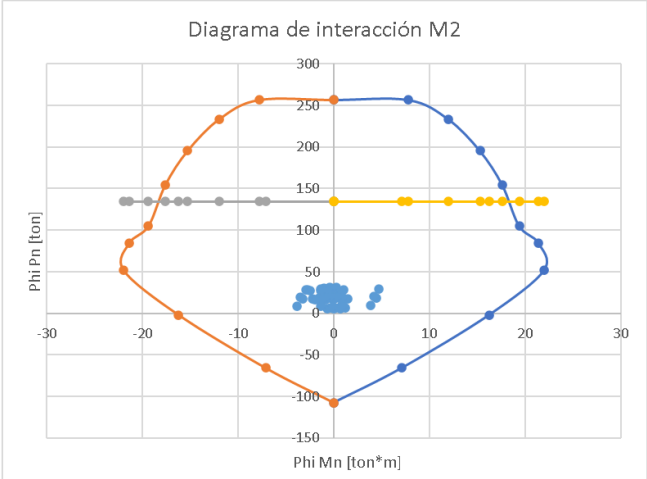
Columna B4



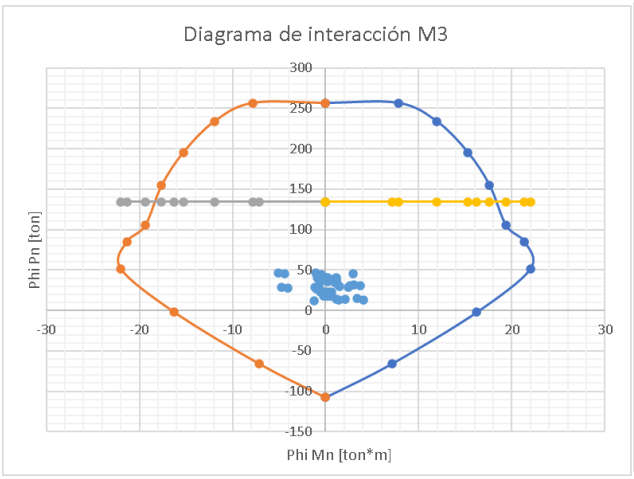


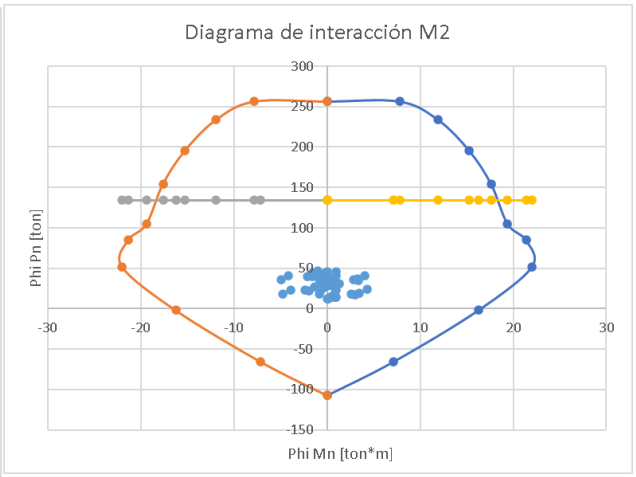
Columna C4



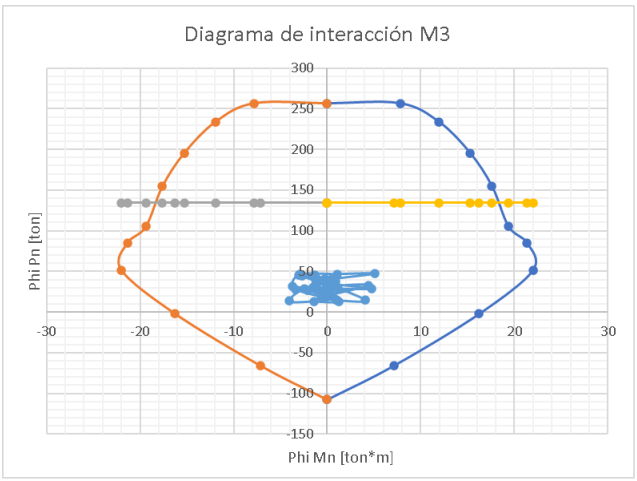


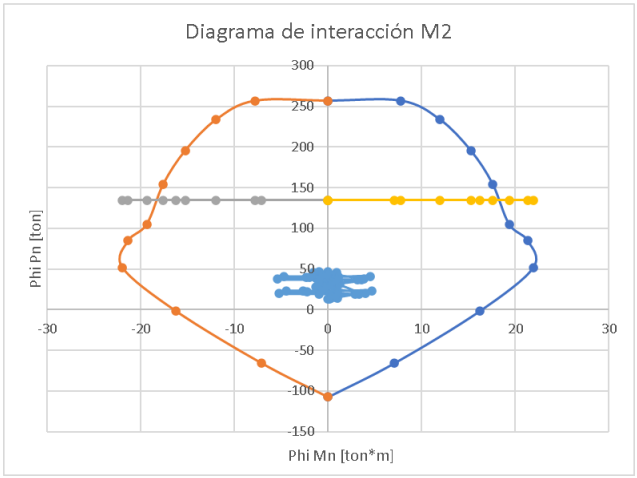
Columna A3



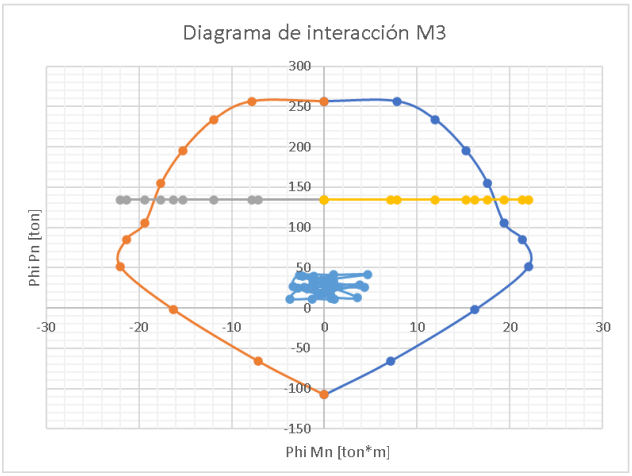


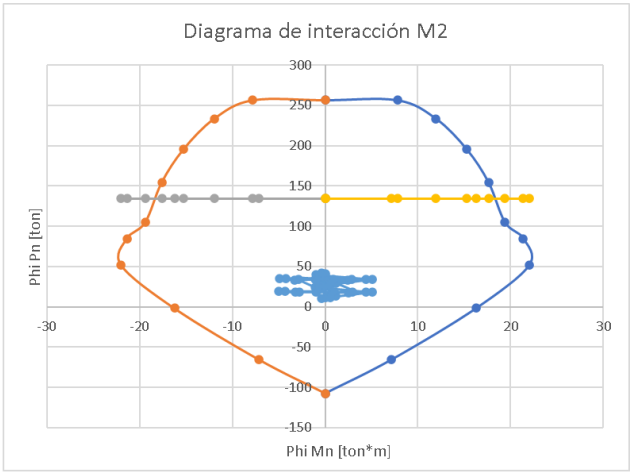
Columna C3



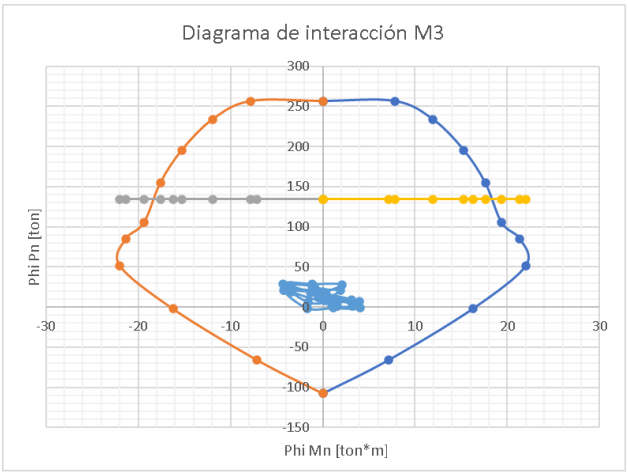


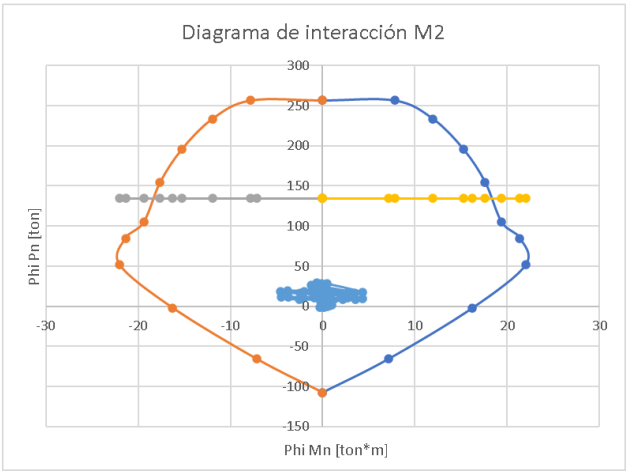
Columna C2



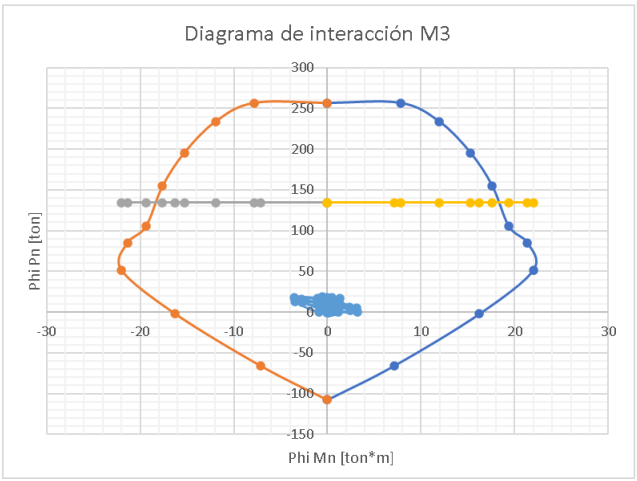


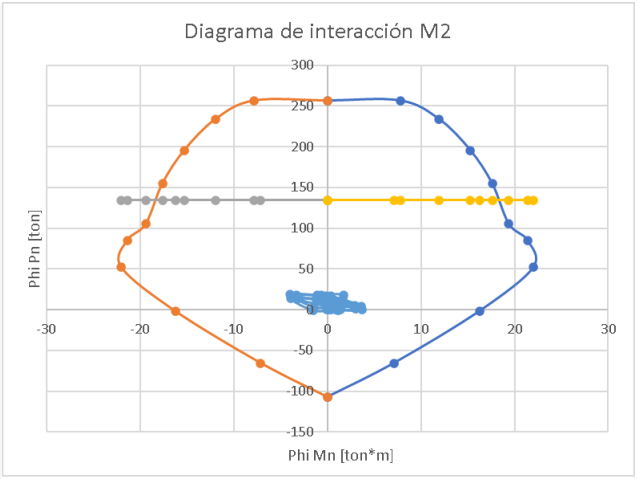
Columna A2



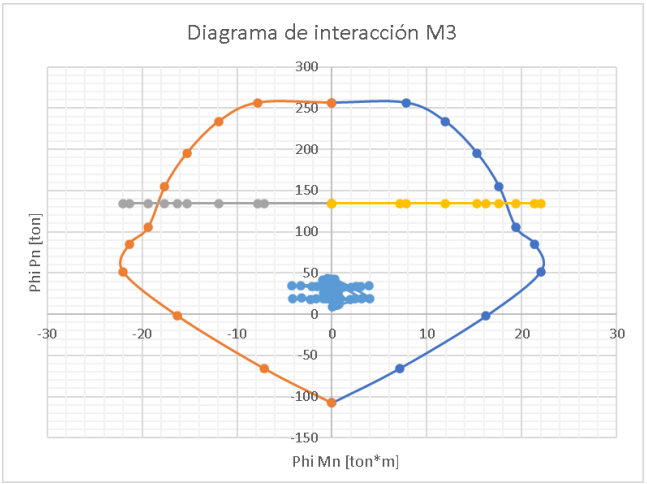


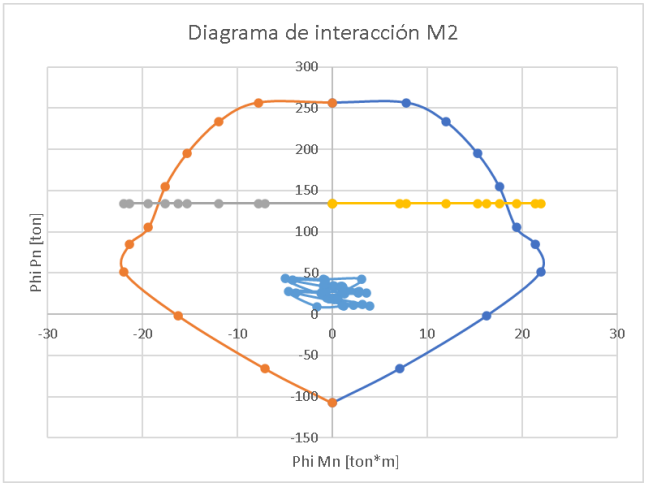
Columna A1



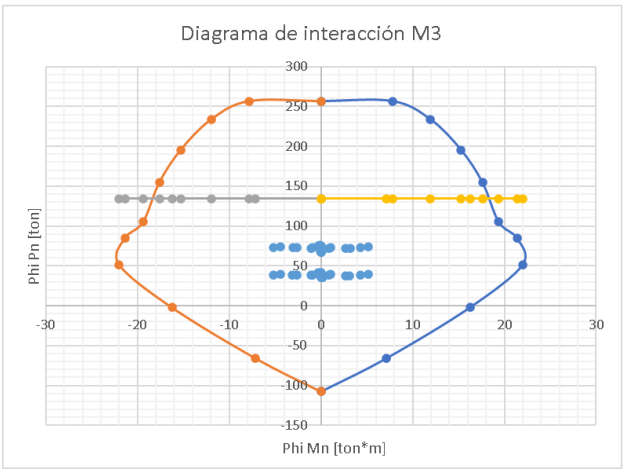


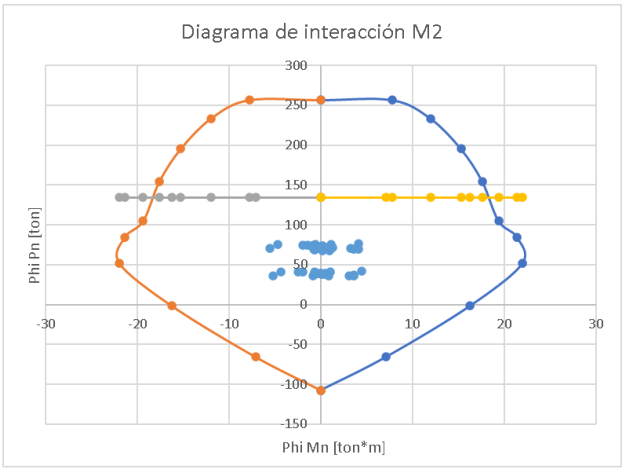
Columna B1



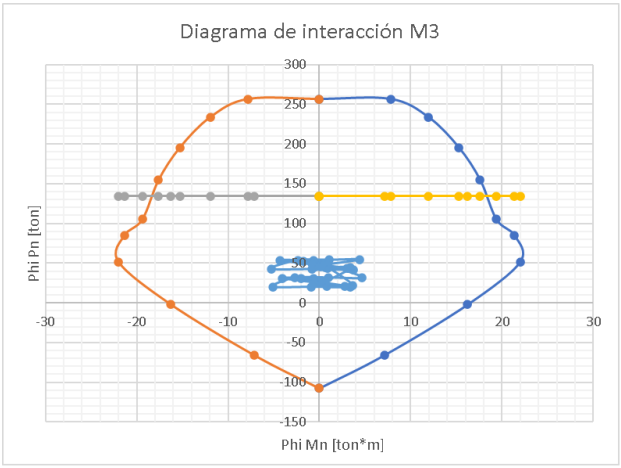


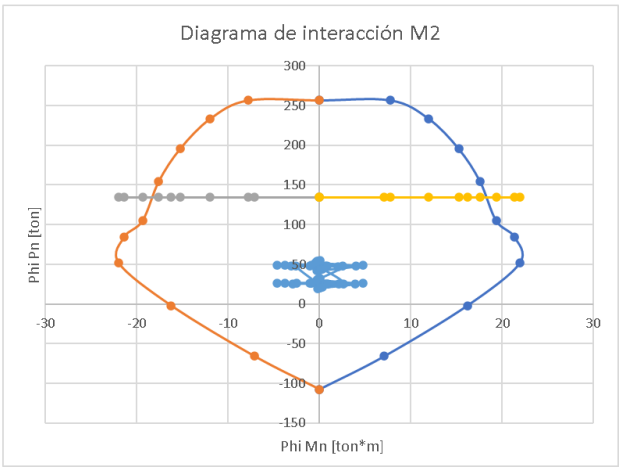
Columna B3



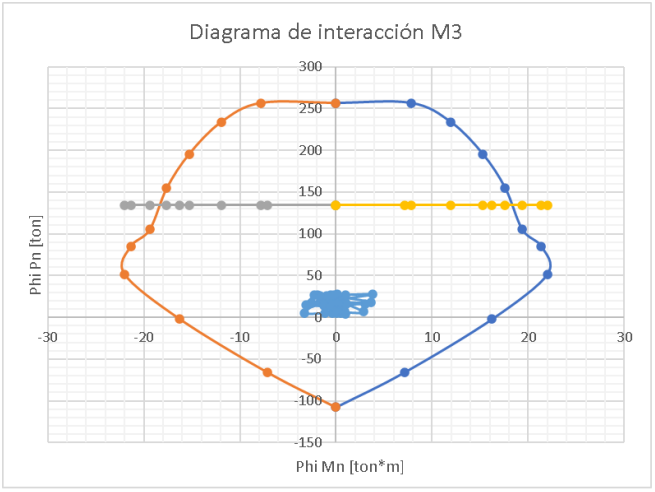


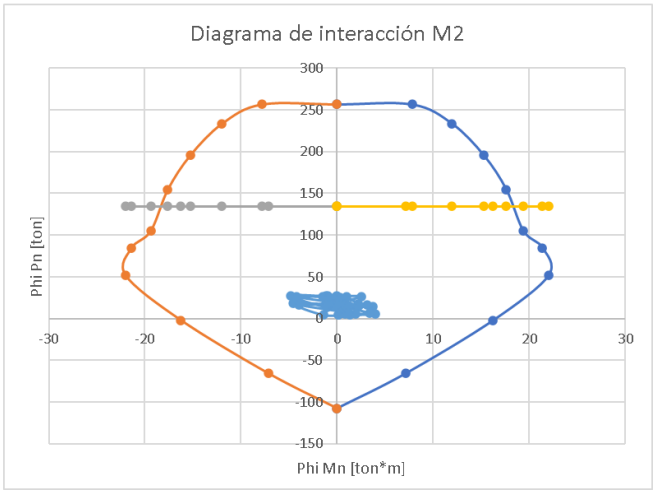
Columna B2



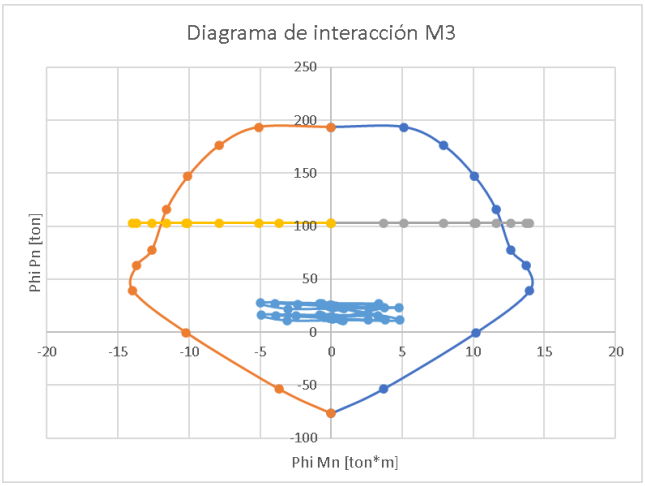


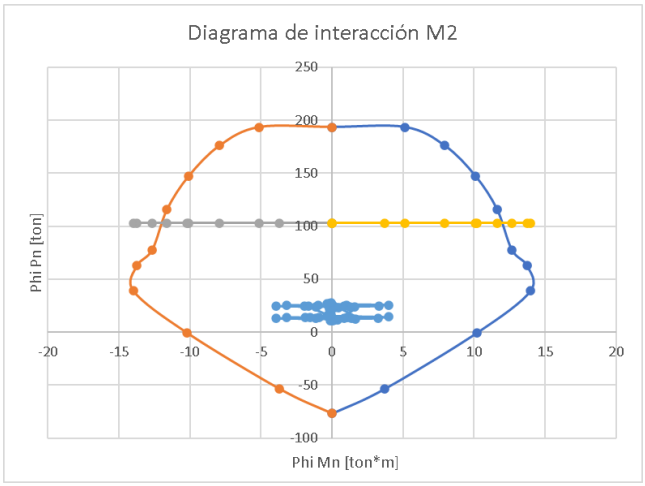
Columna C1





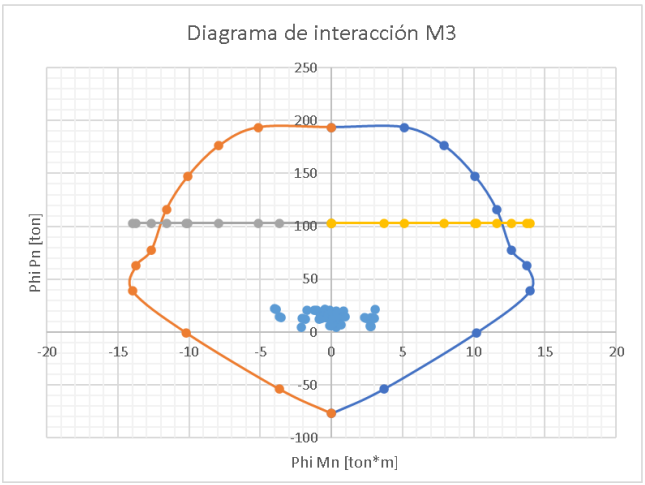
Columna escalera

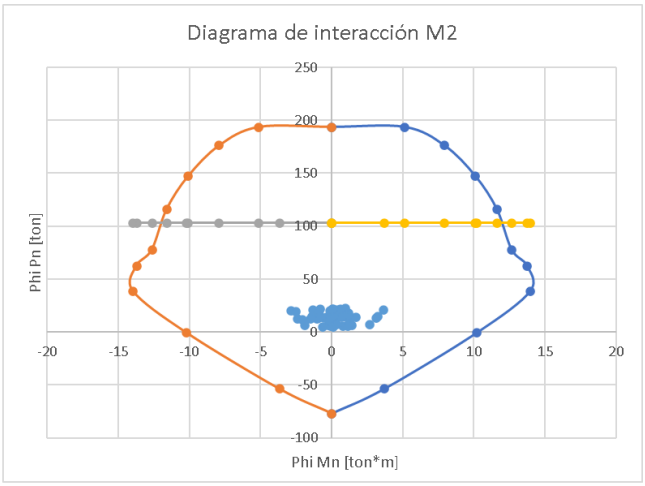




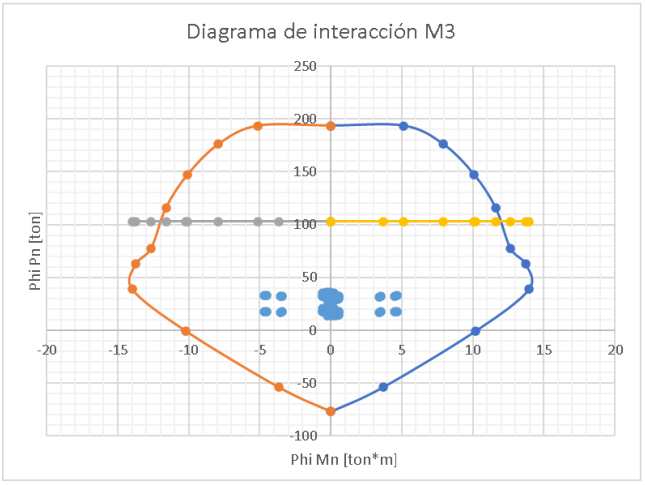
Diagramas de interacción de las columnas P1

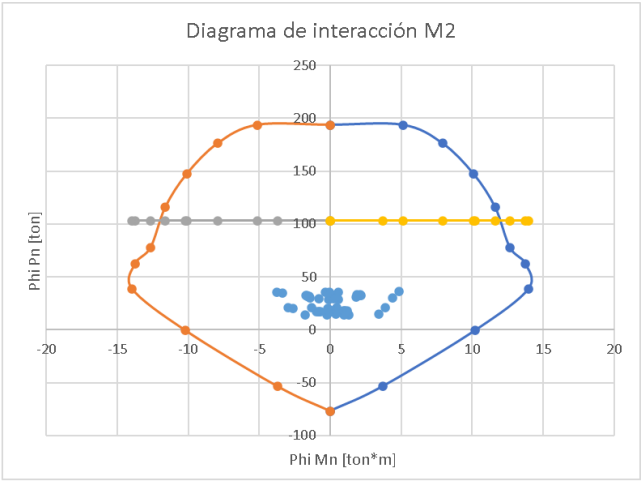
Columna A4



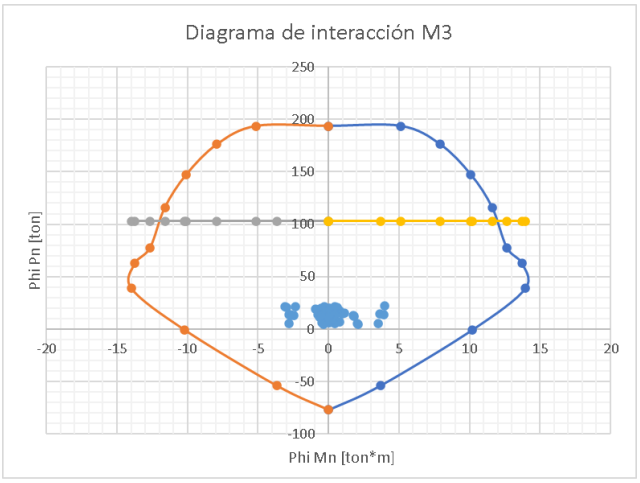


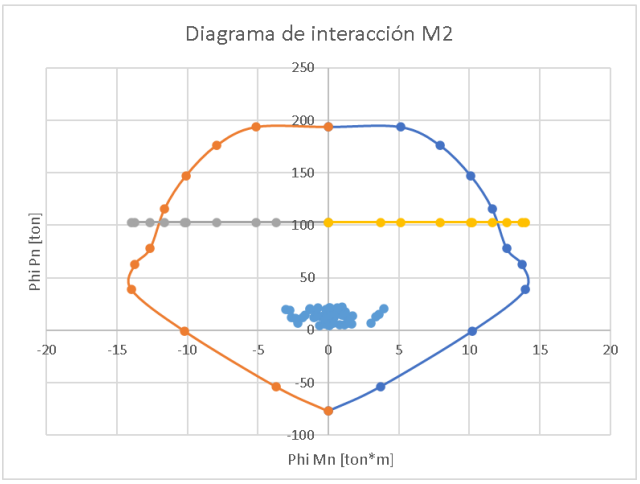
Columna B4



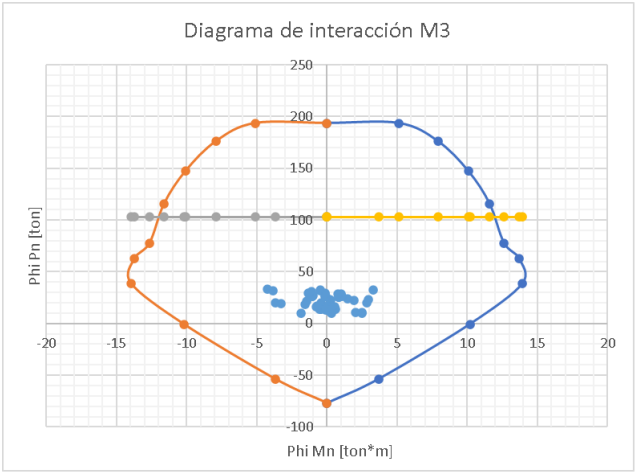


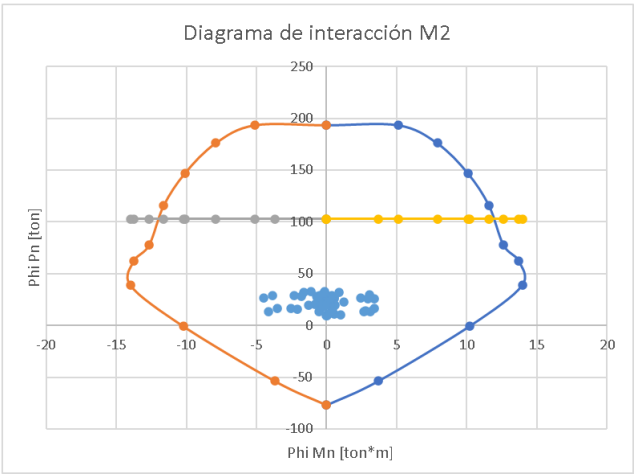
Columna C4



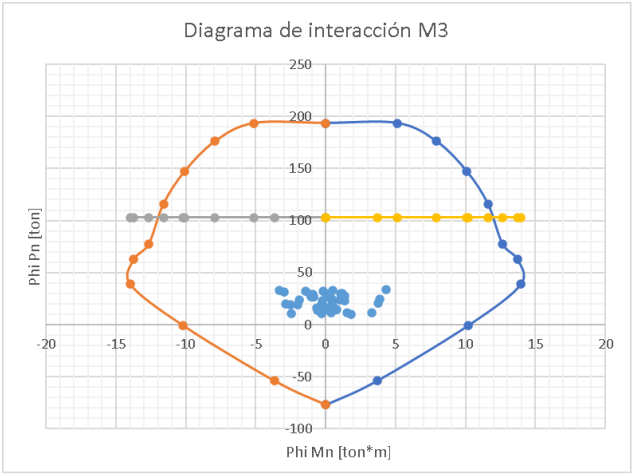


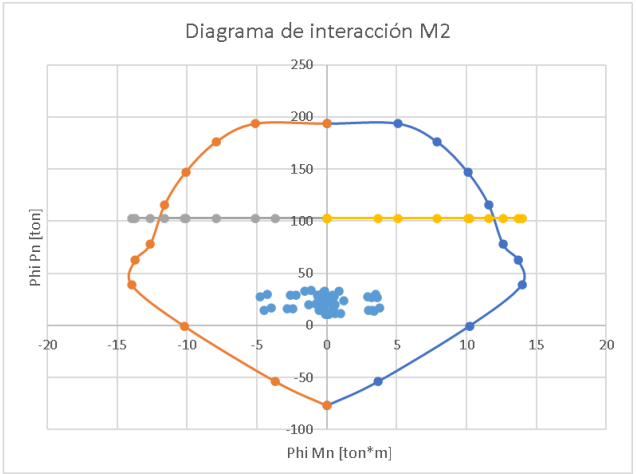
Columna A3



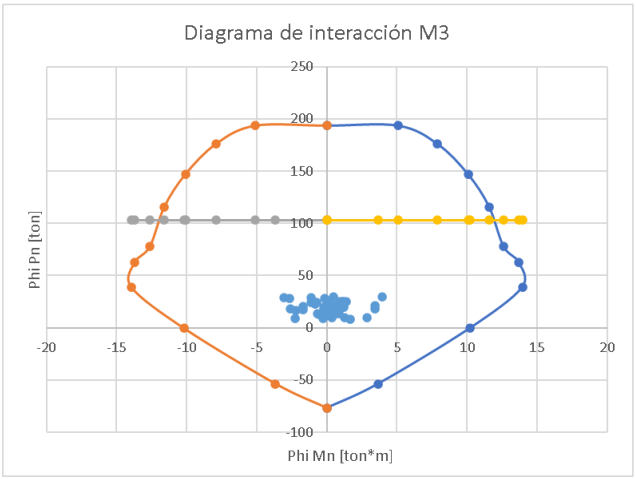


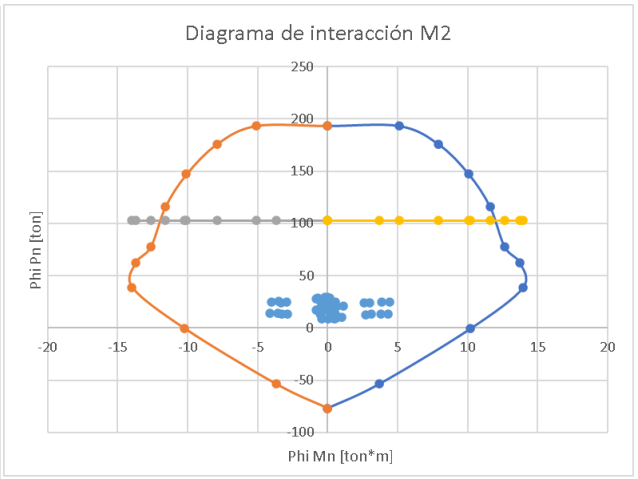
Columna C3



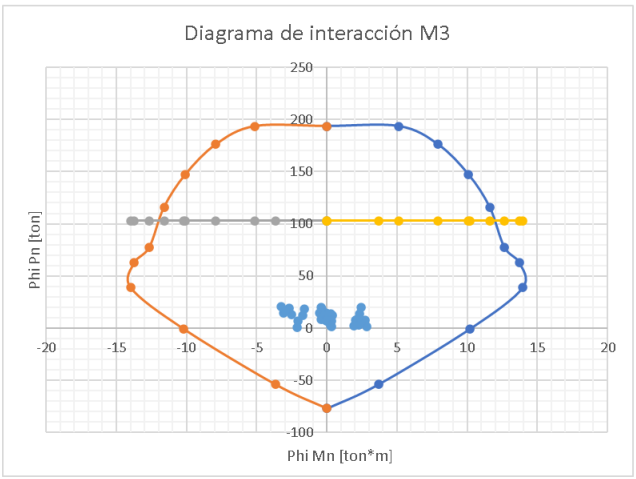


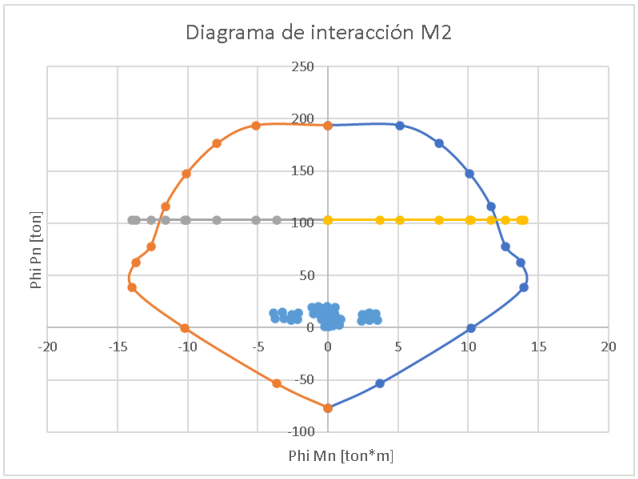
Columna C2



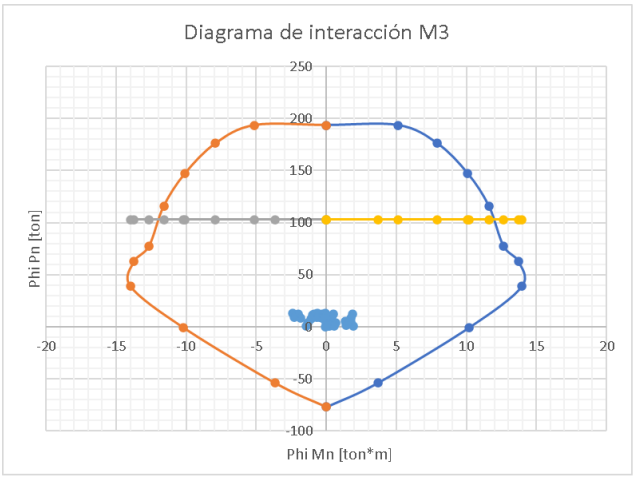


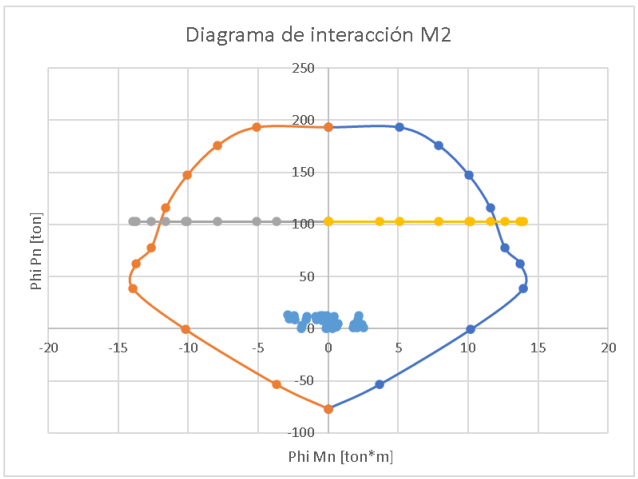
Columna A2



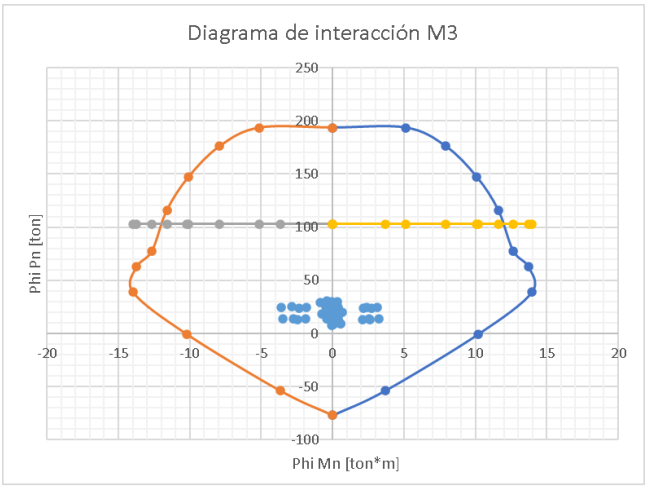


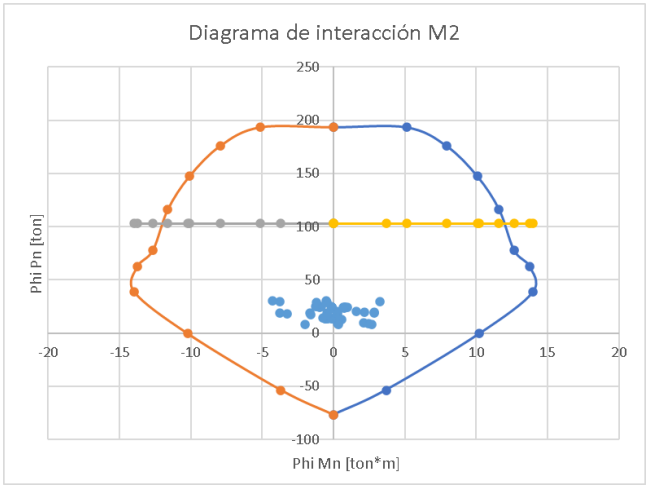
Columna A1



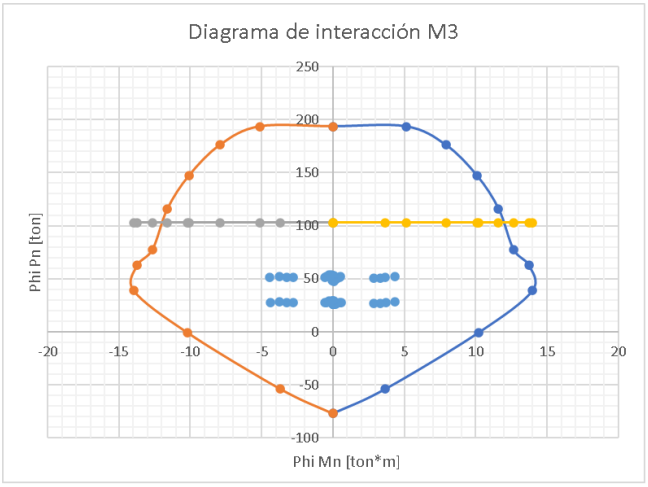


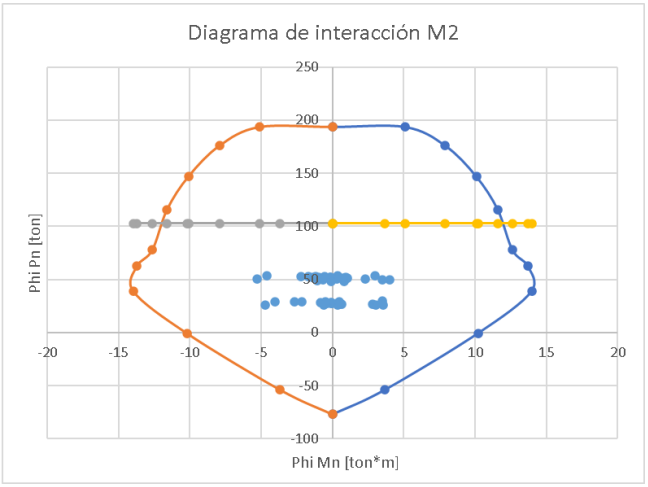
Columna B1



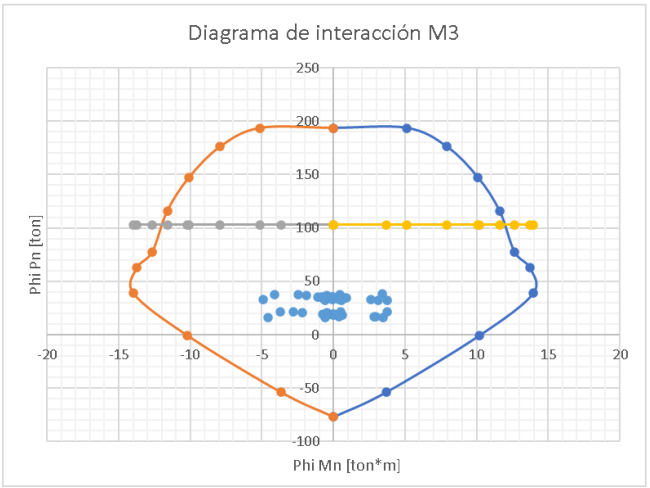


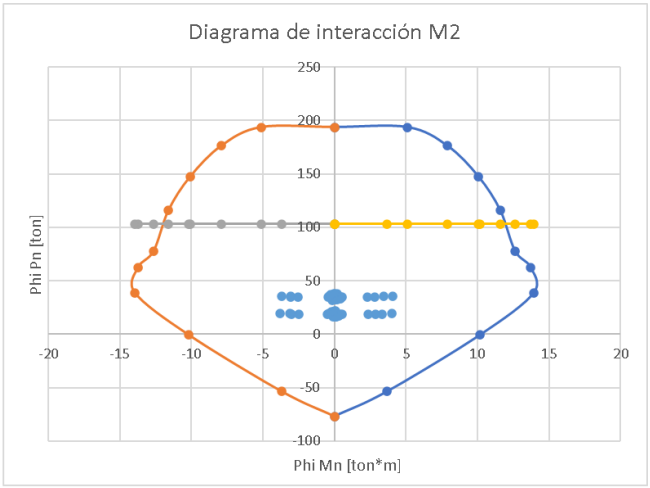
Columna B3



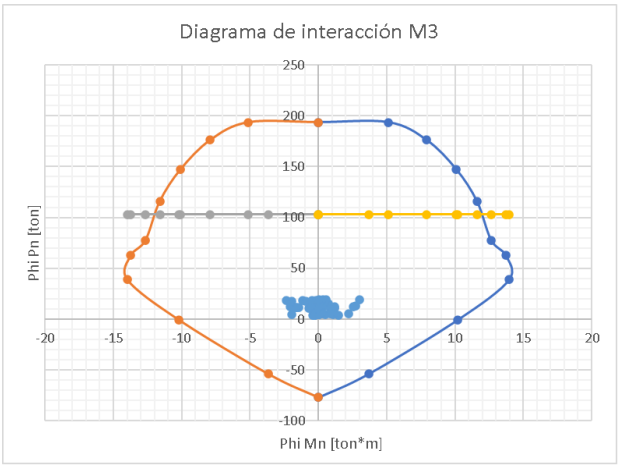


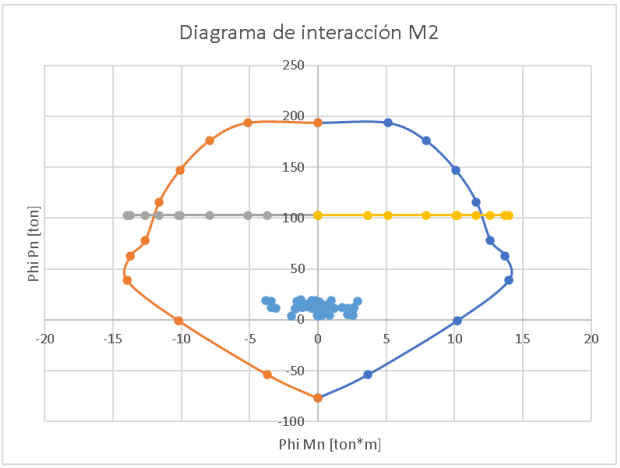
Columna B2



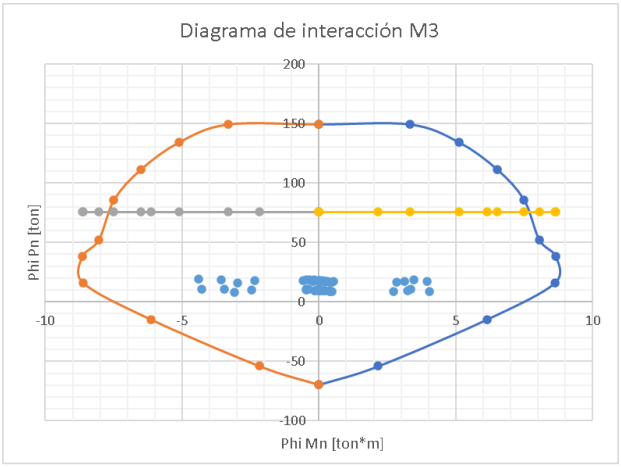


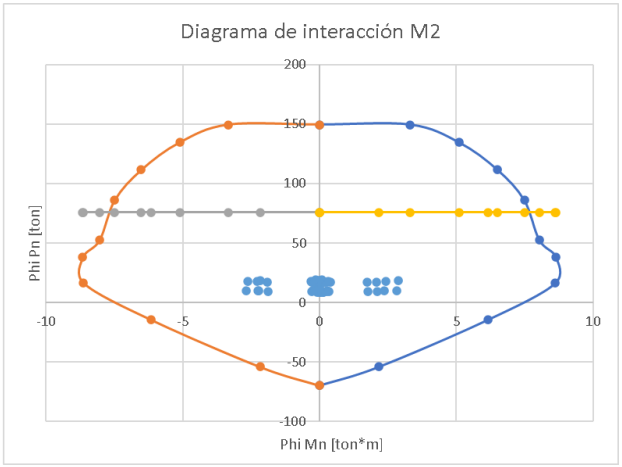
Columna C1





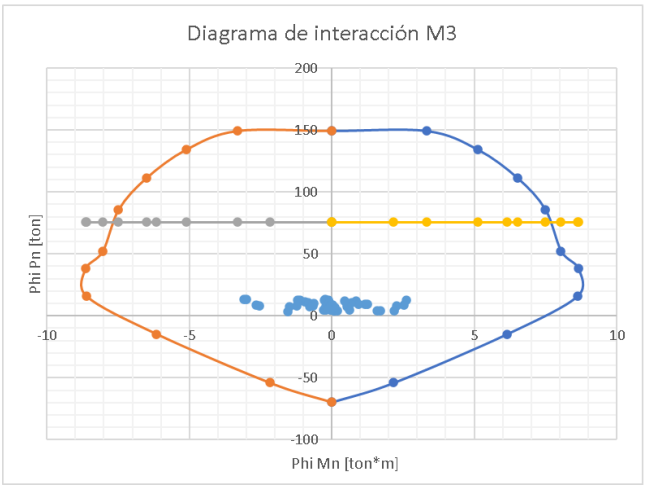
Columna escalera

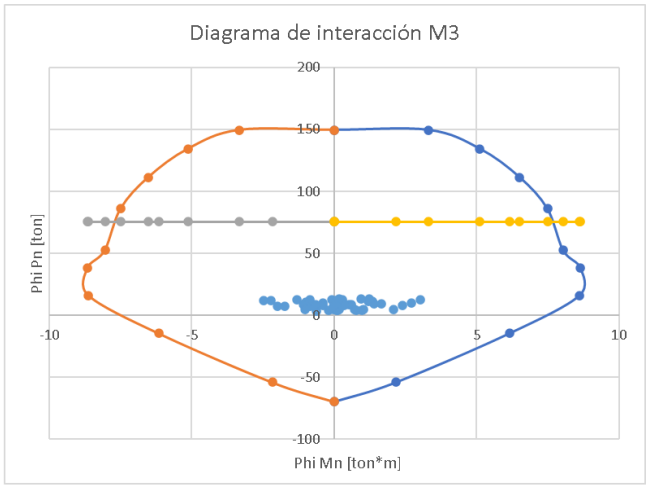




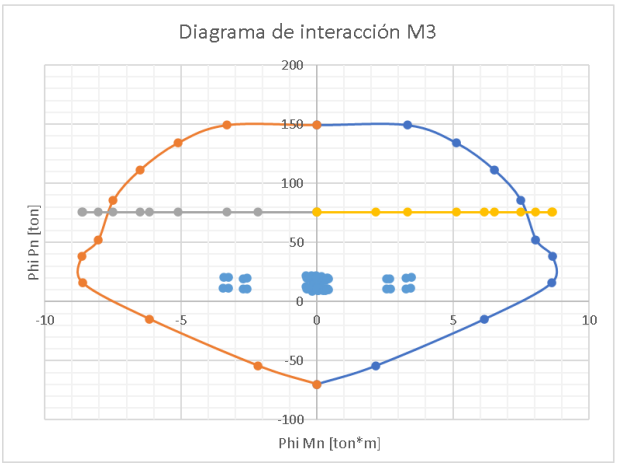
Diagramas de interacción de las columnas P2

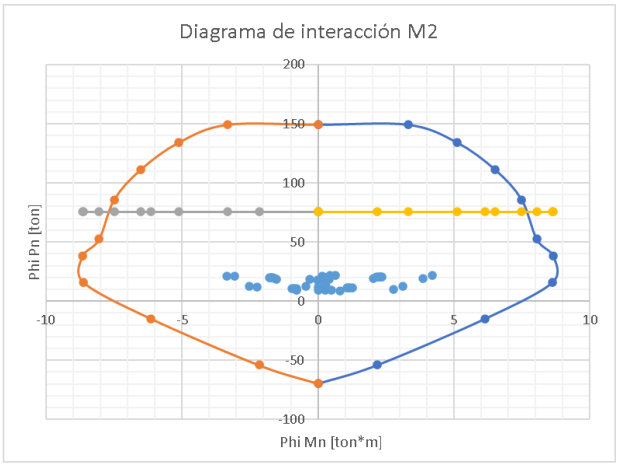
Columna A4



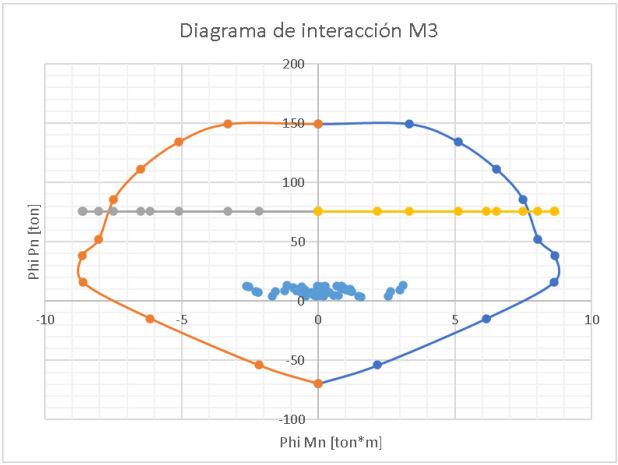


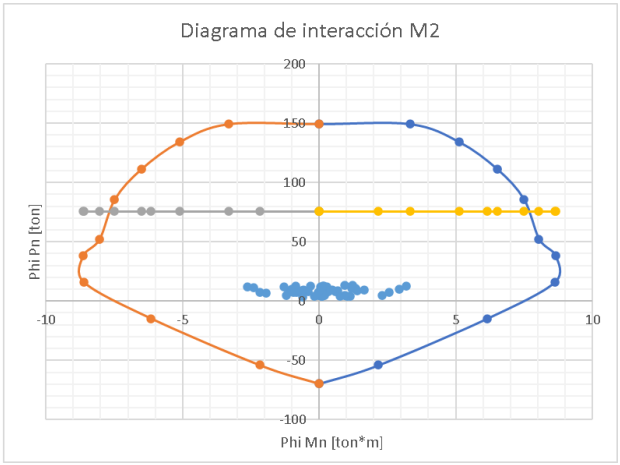
Columna B4



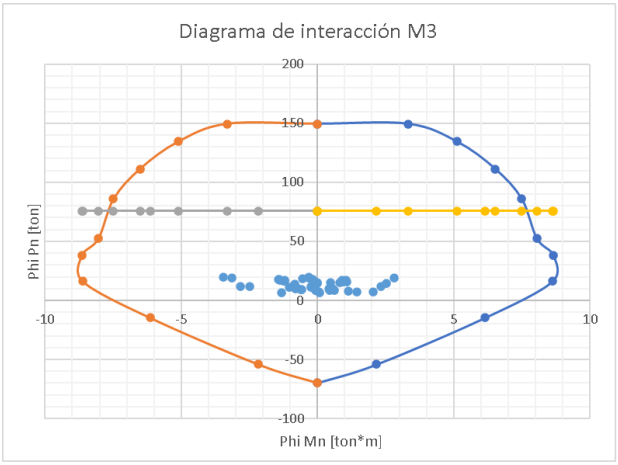


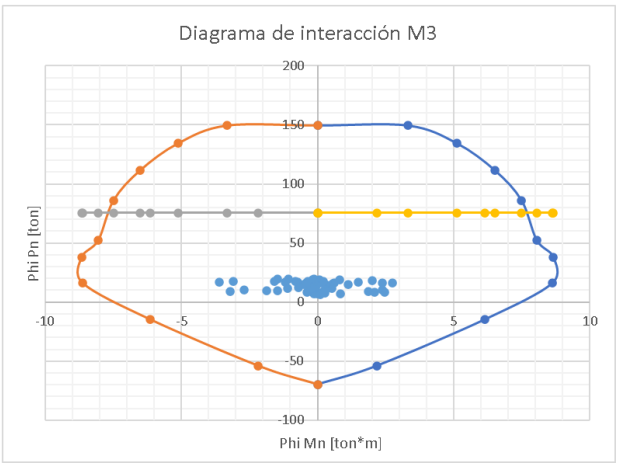
Columna C4



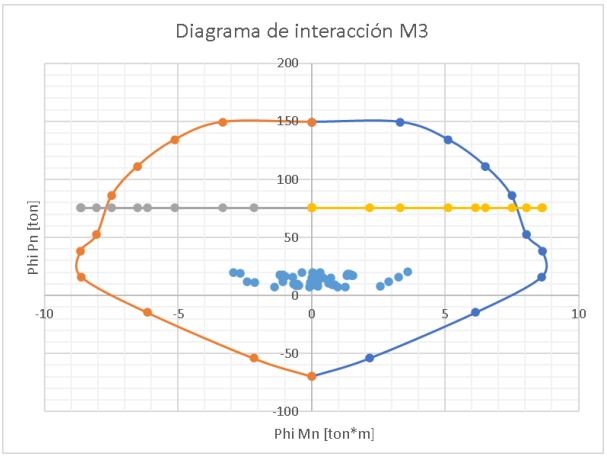


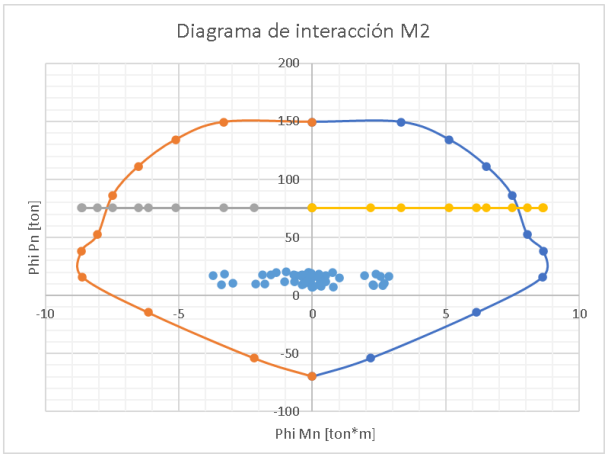
Columna A3



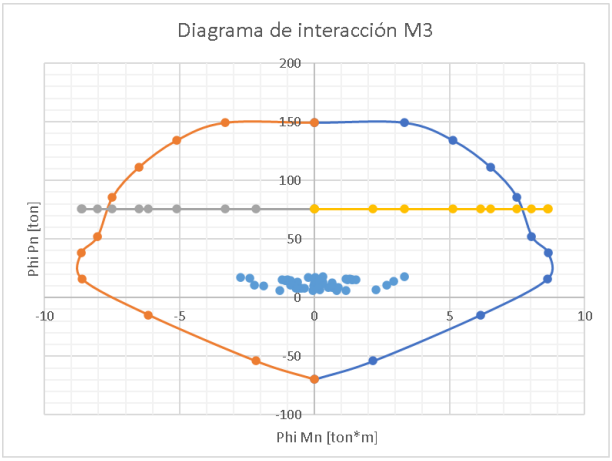


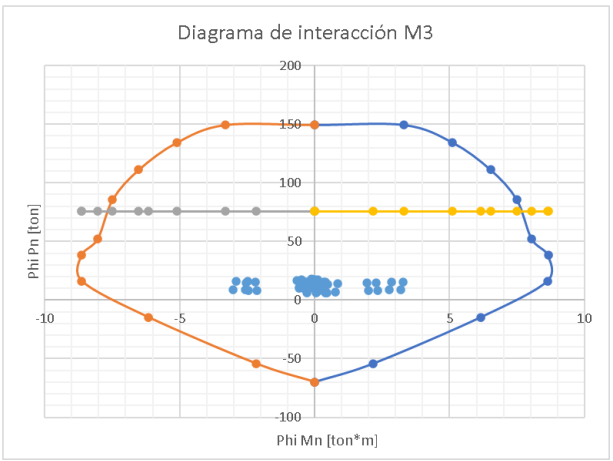
Columna C3



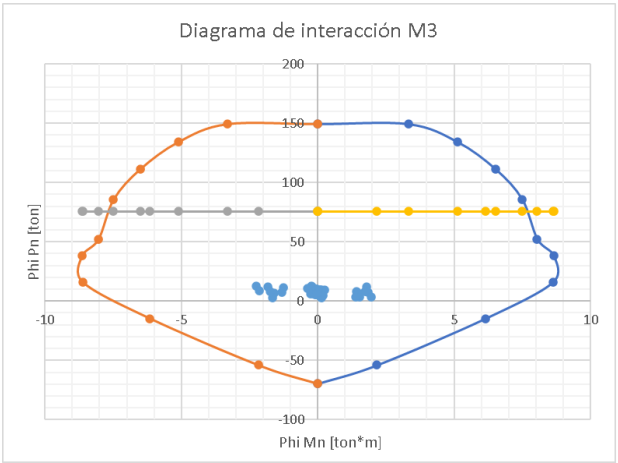


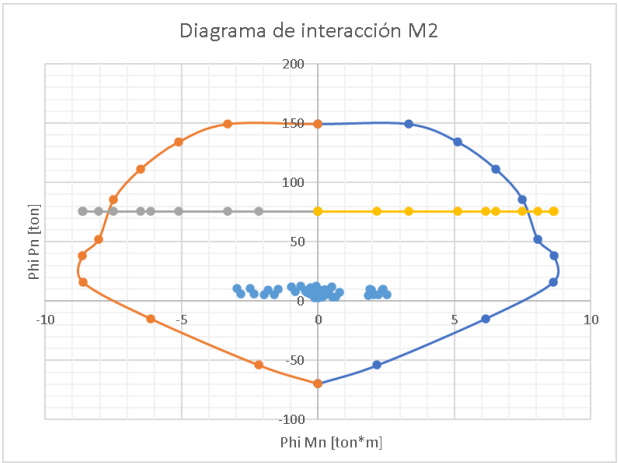
Columna C2



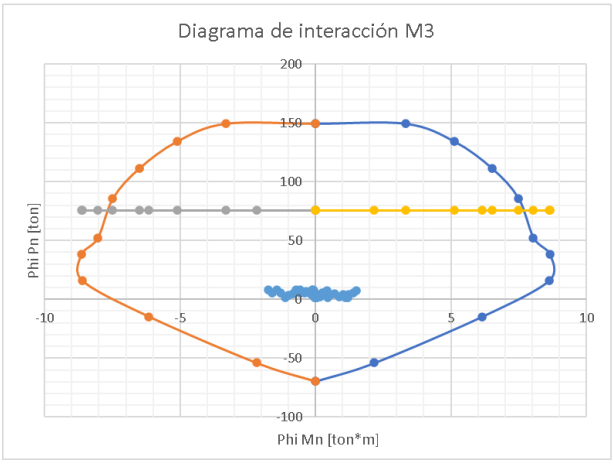


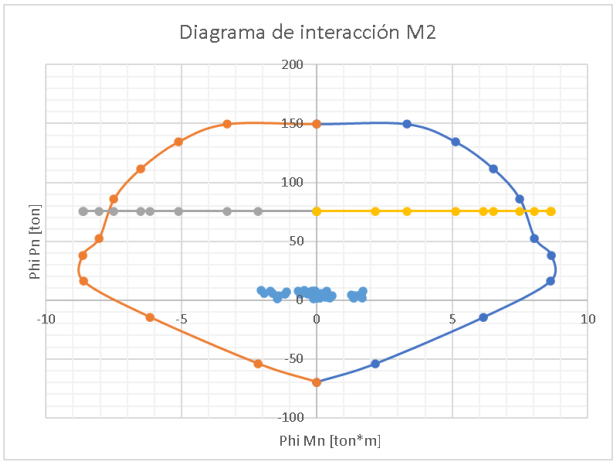
Columna A2



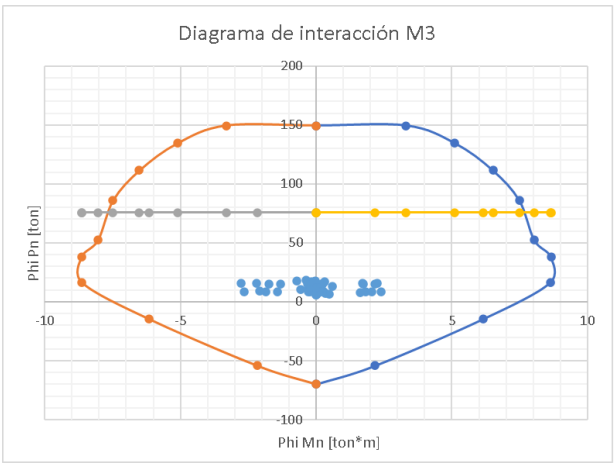


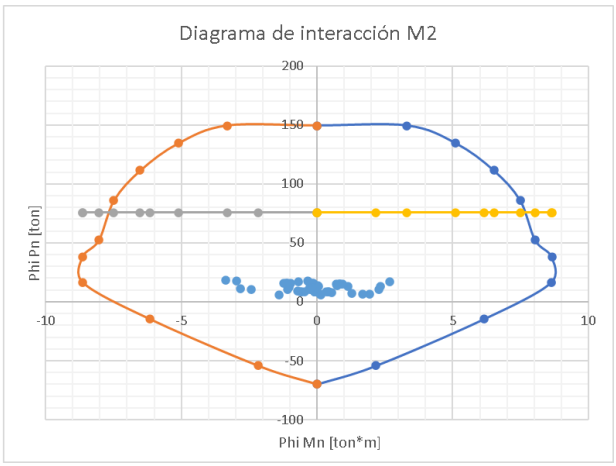
Columna A1



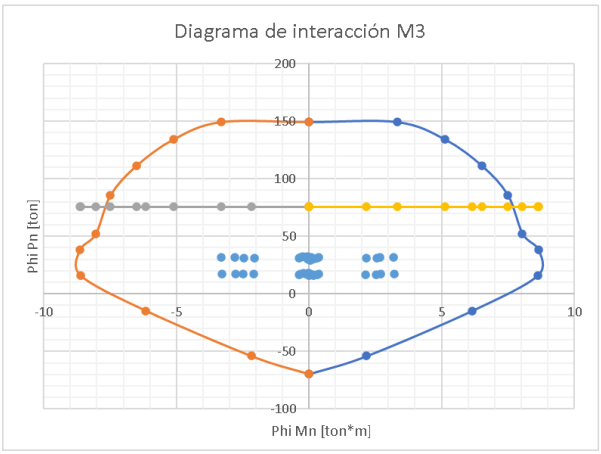


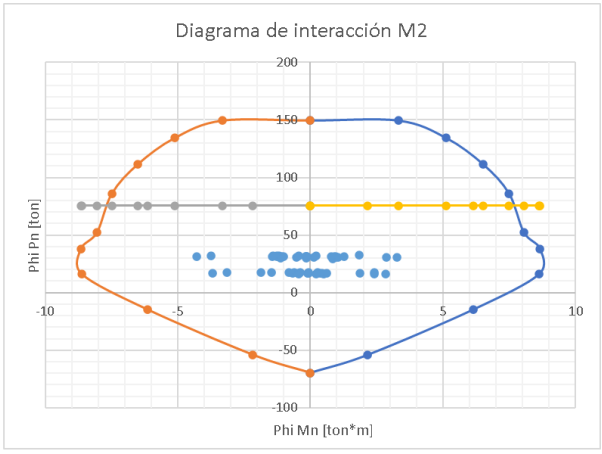
Columna B1



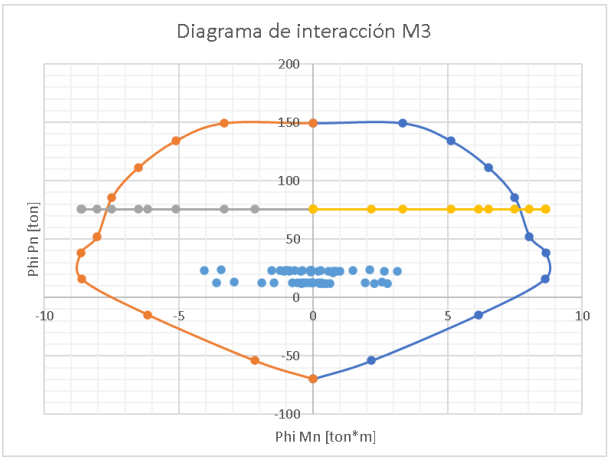


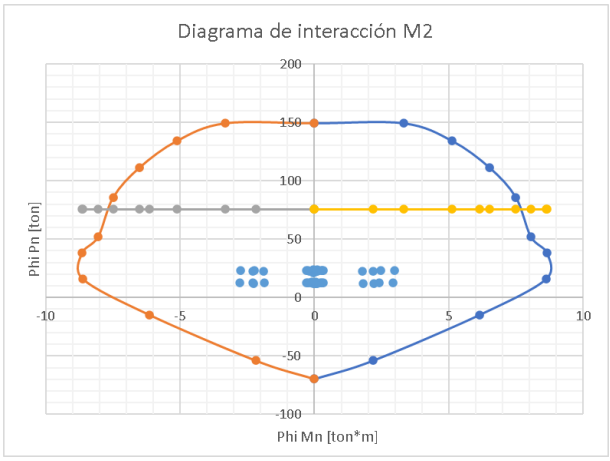
Columna B3



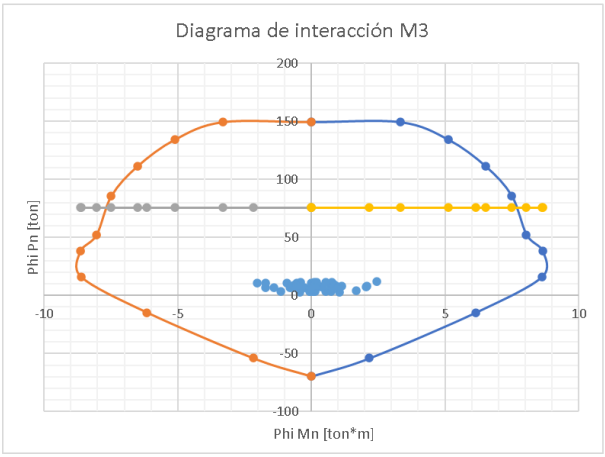


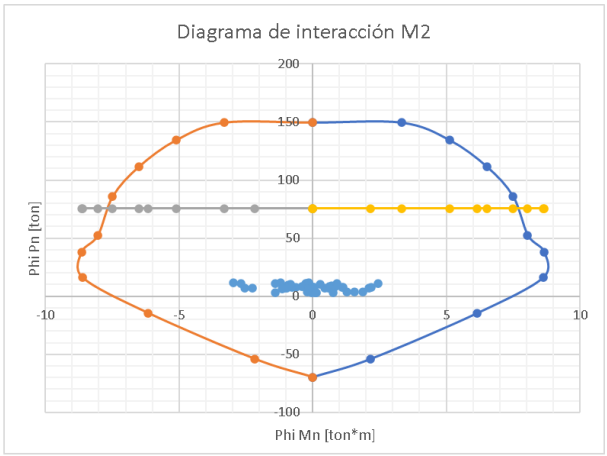
Columna B2



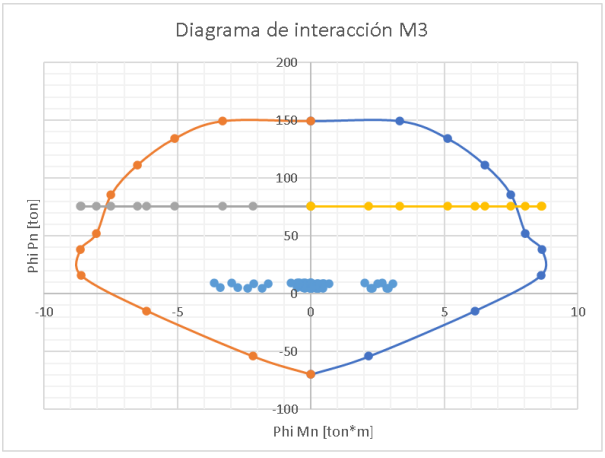


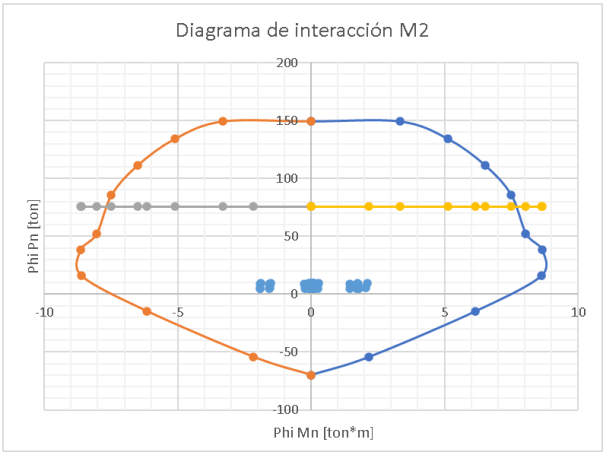
Columna C1





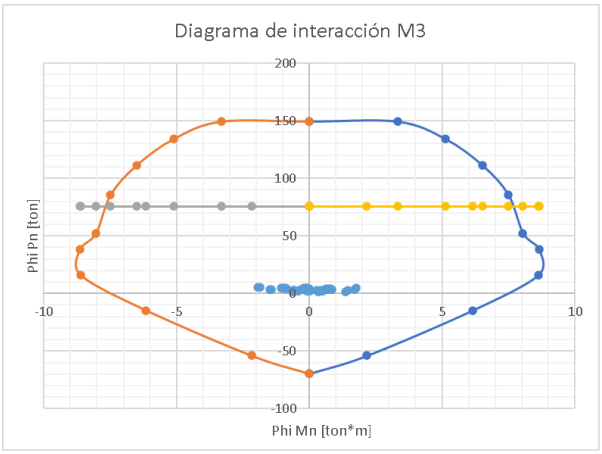
Columna escalera

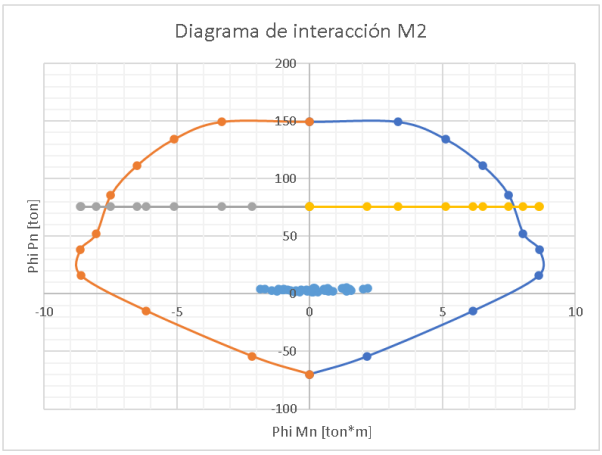




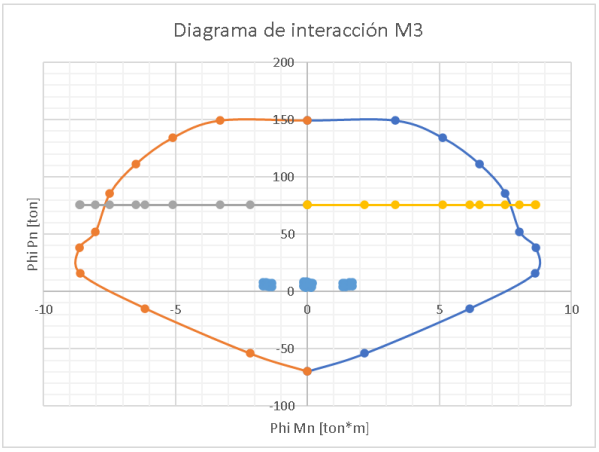
Diagramas de interacción de las columnas P3

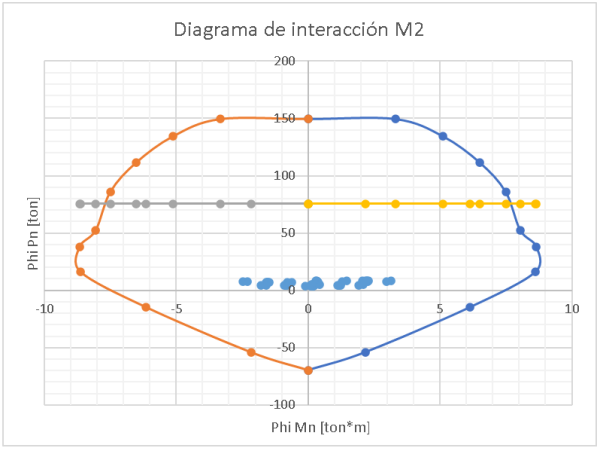
Columna A4



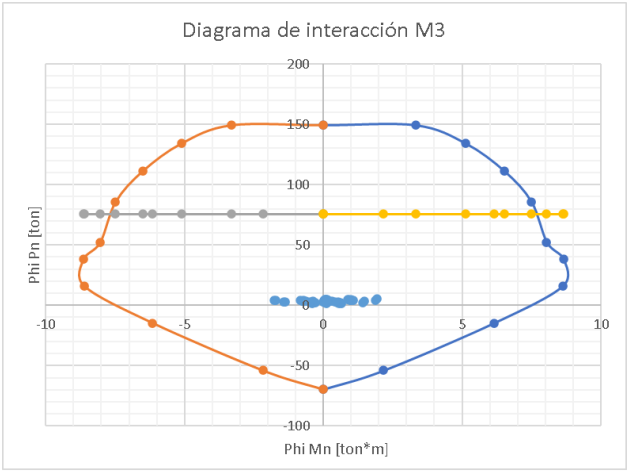


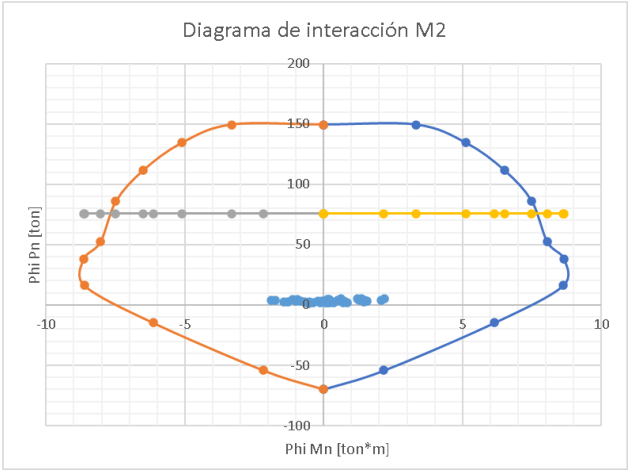
Columna B4



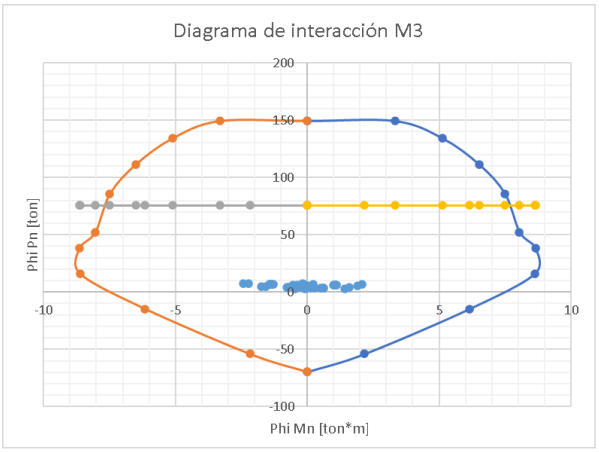


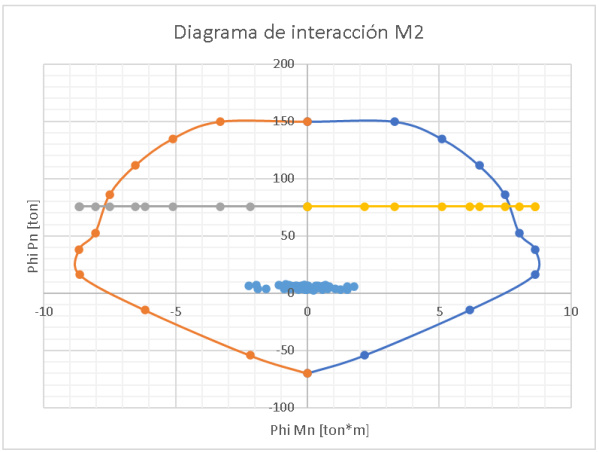
Columna C4



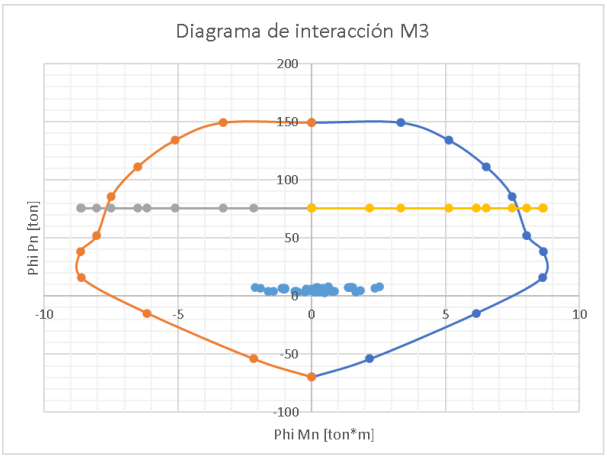


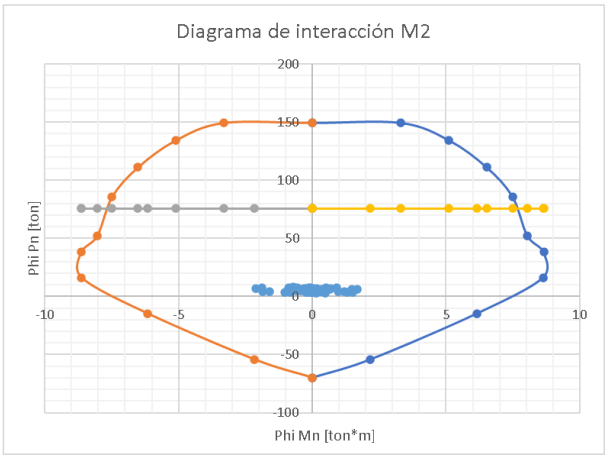
Columna A3



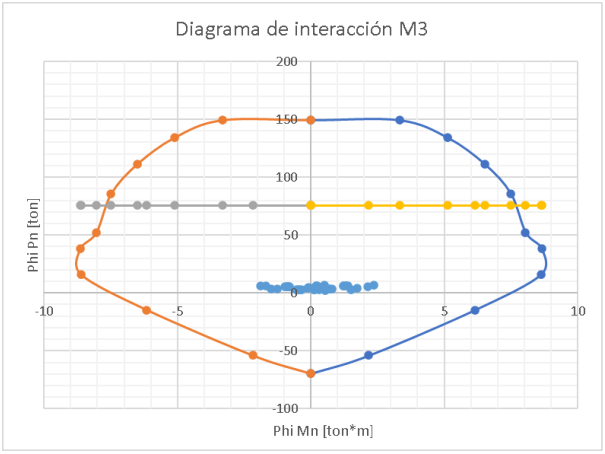


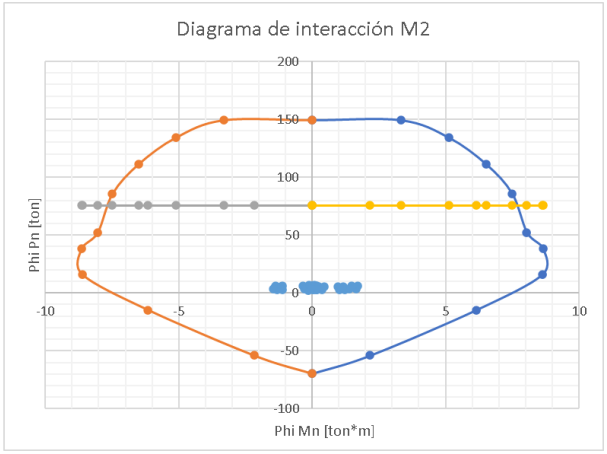
Columna C3



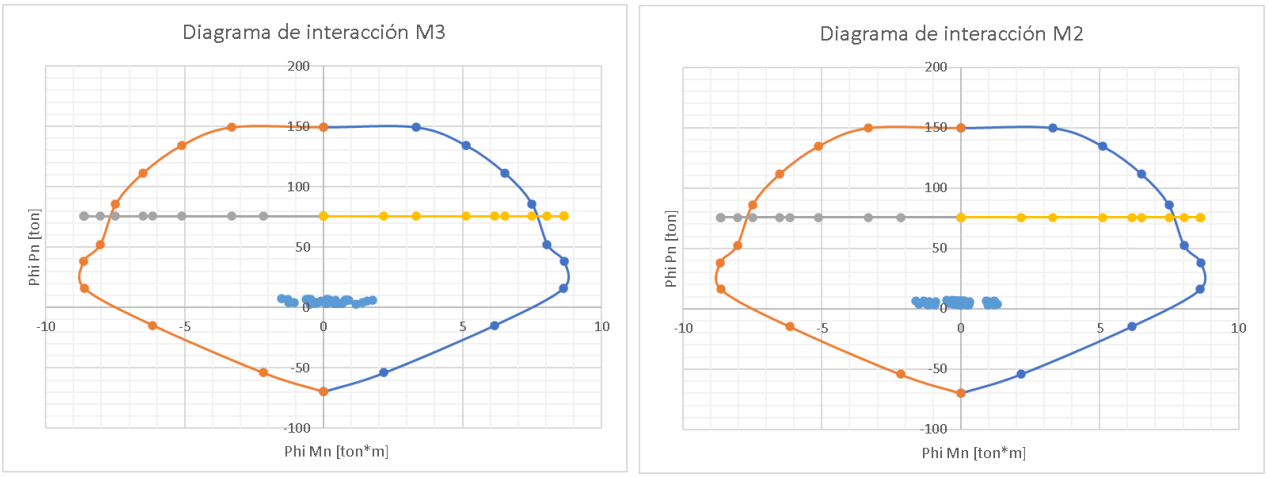


Columna C2

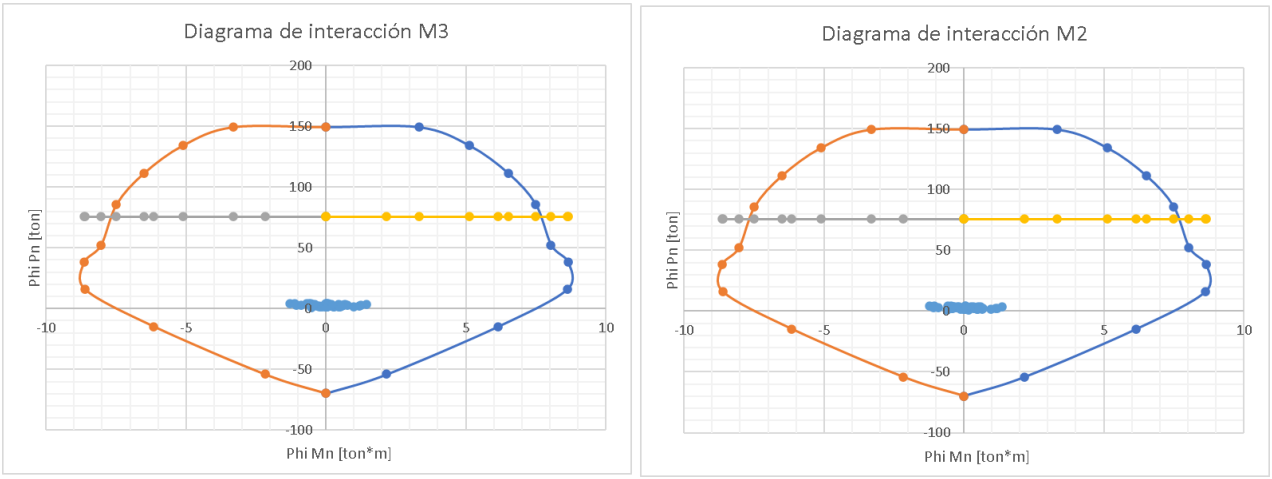




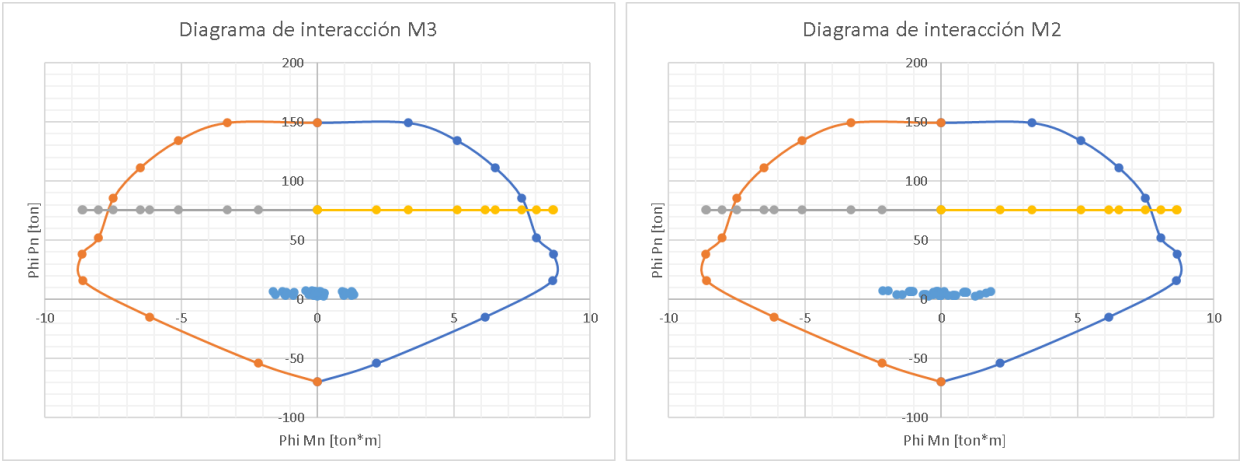
Columna A2



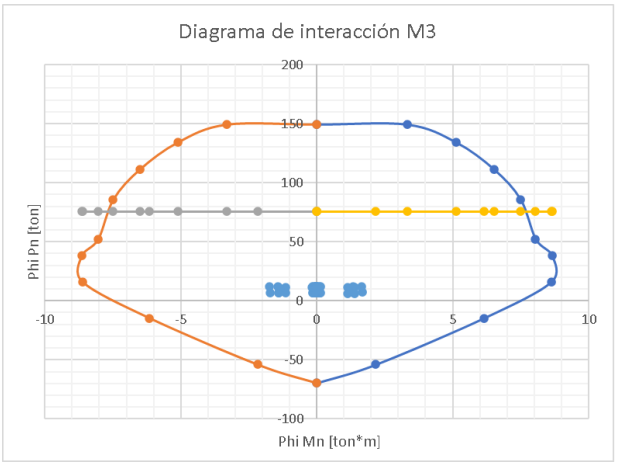
Columna A1

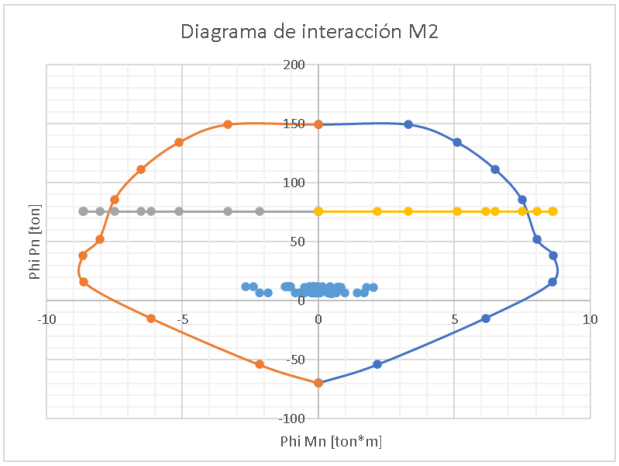


Columna B1

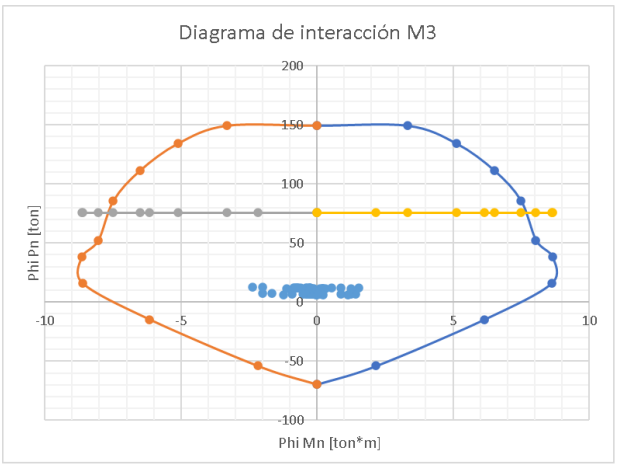


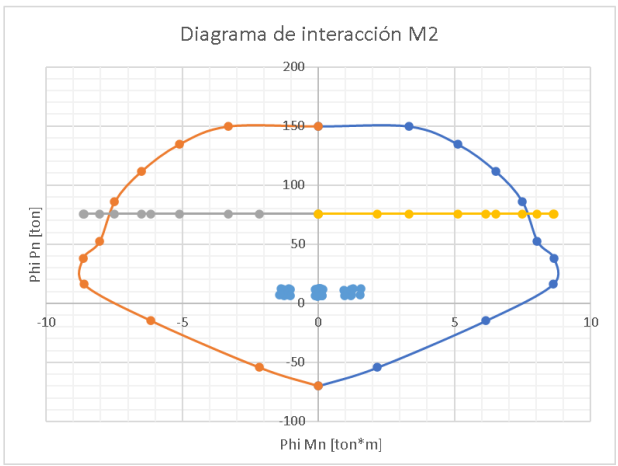
Columna B3



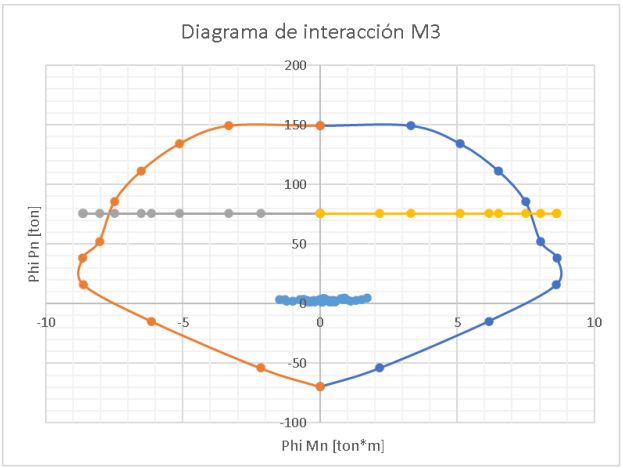


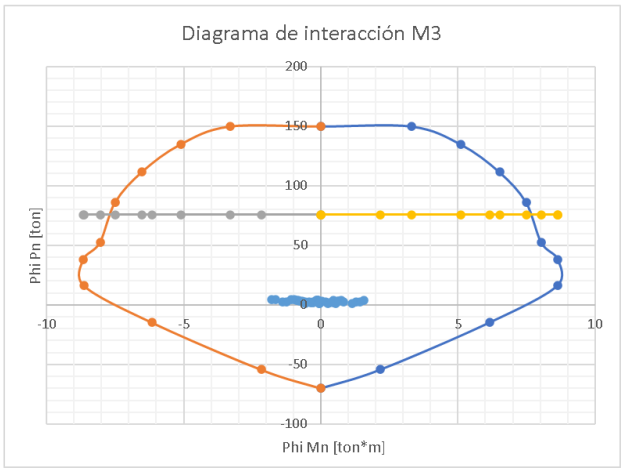
Columna B2

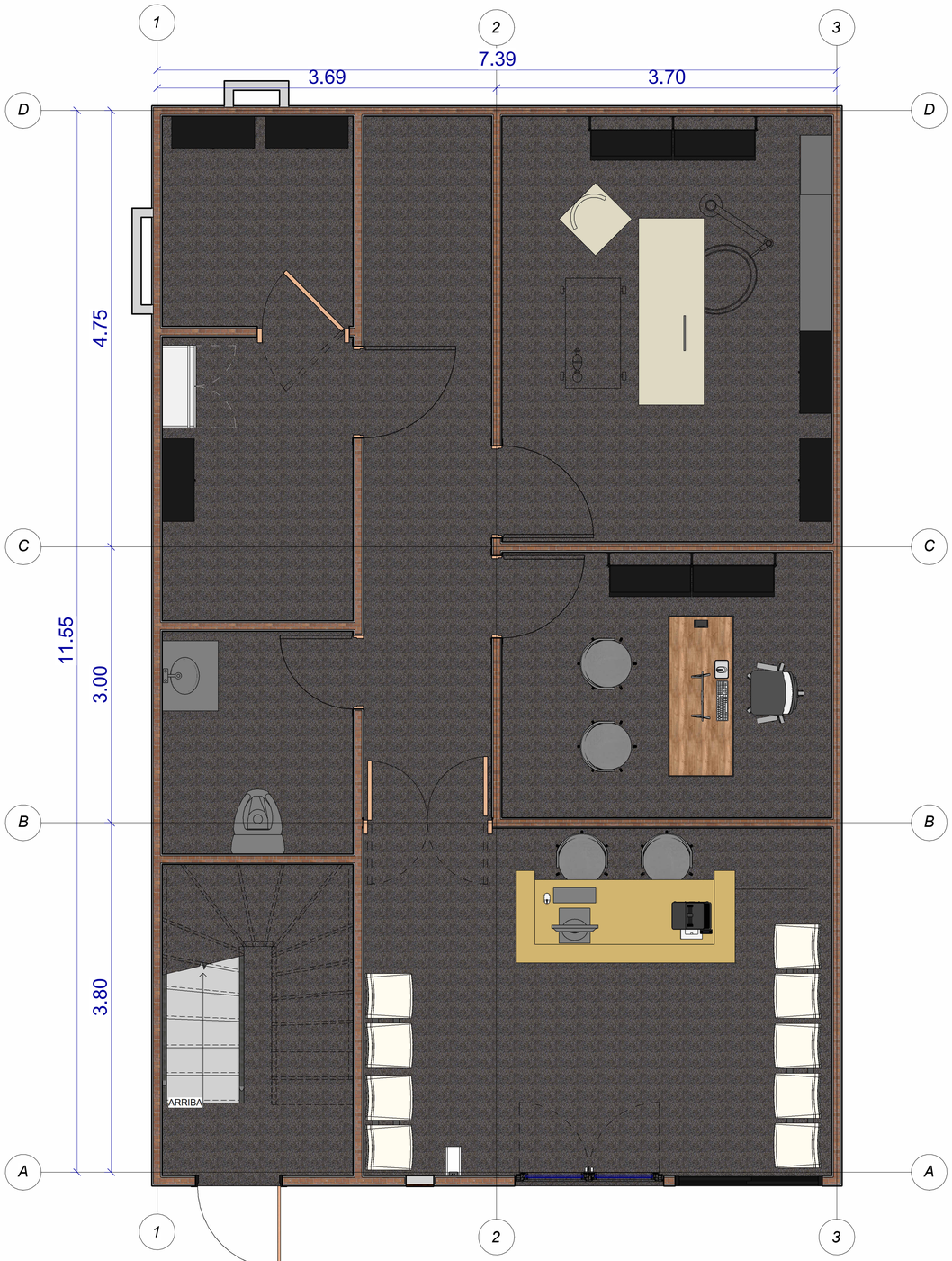




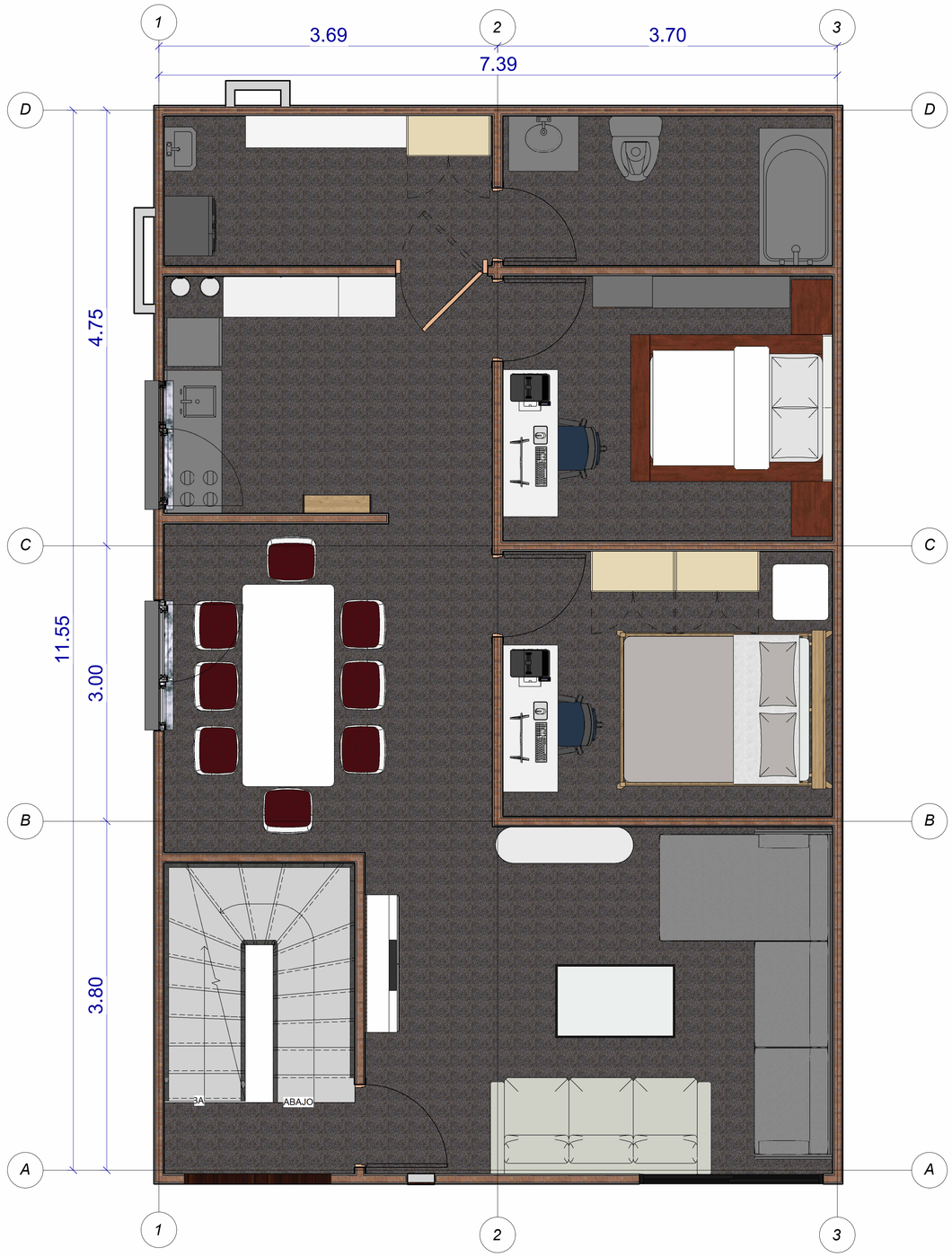
Columna C1







2 PLANO-PLANTA BAJA
1 1 : 30



1 PLANO- PRIMERA PLANTA
1 1 : 30

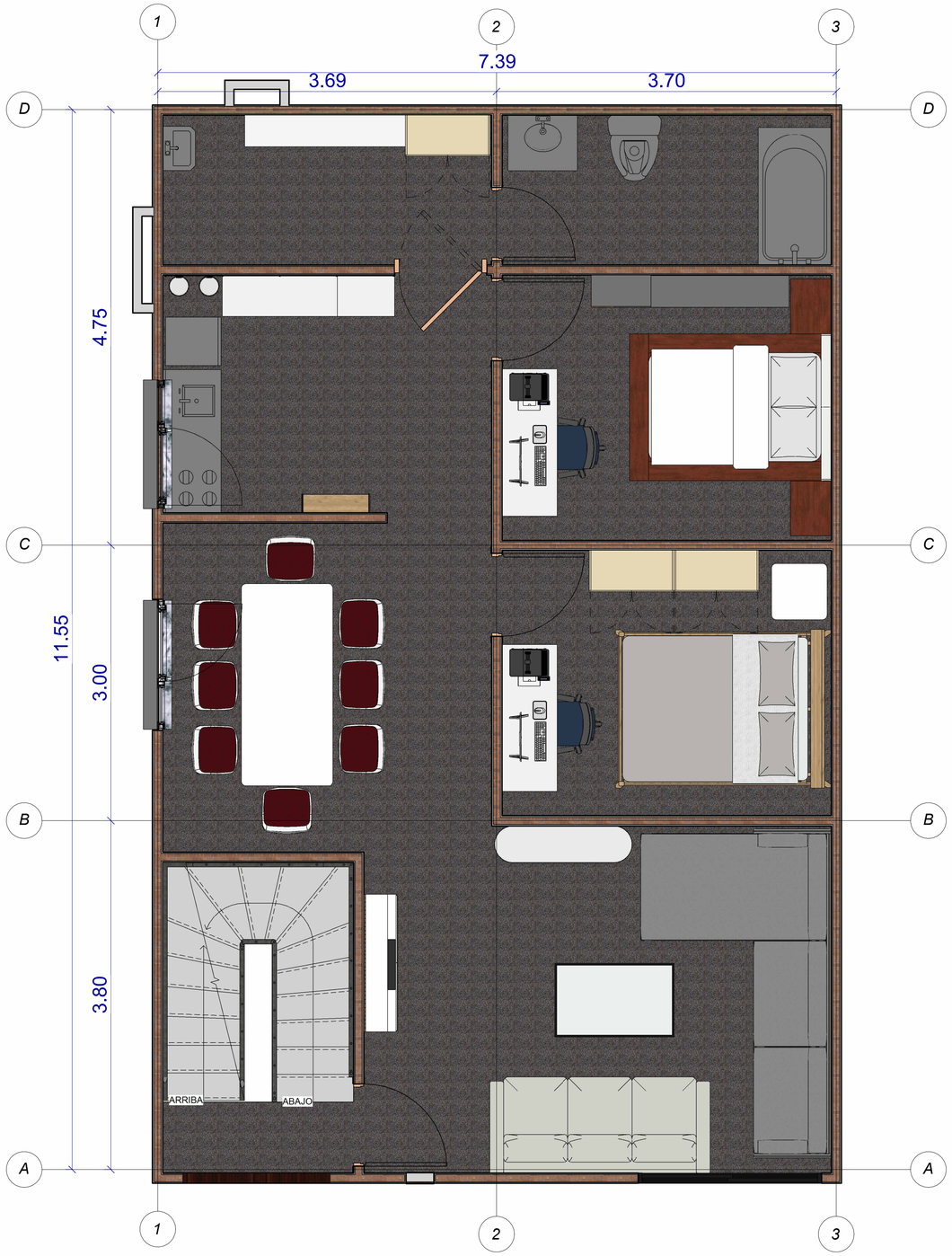
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

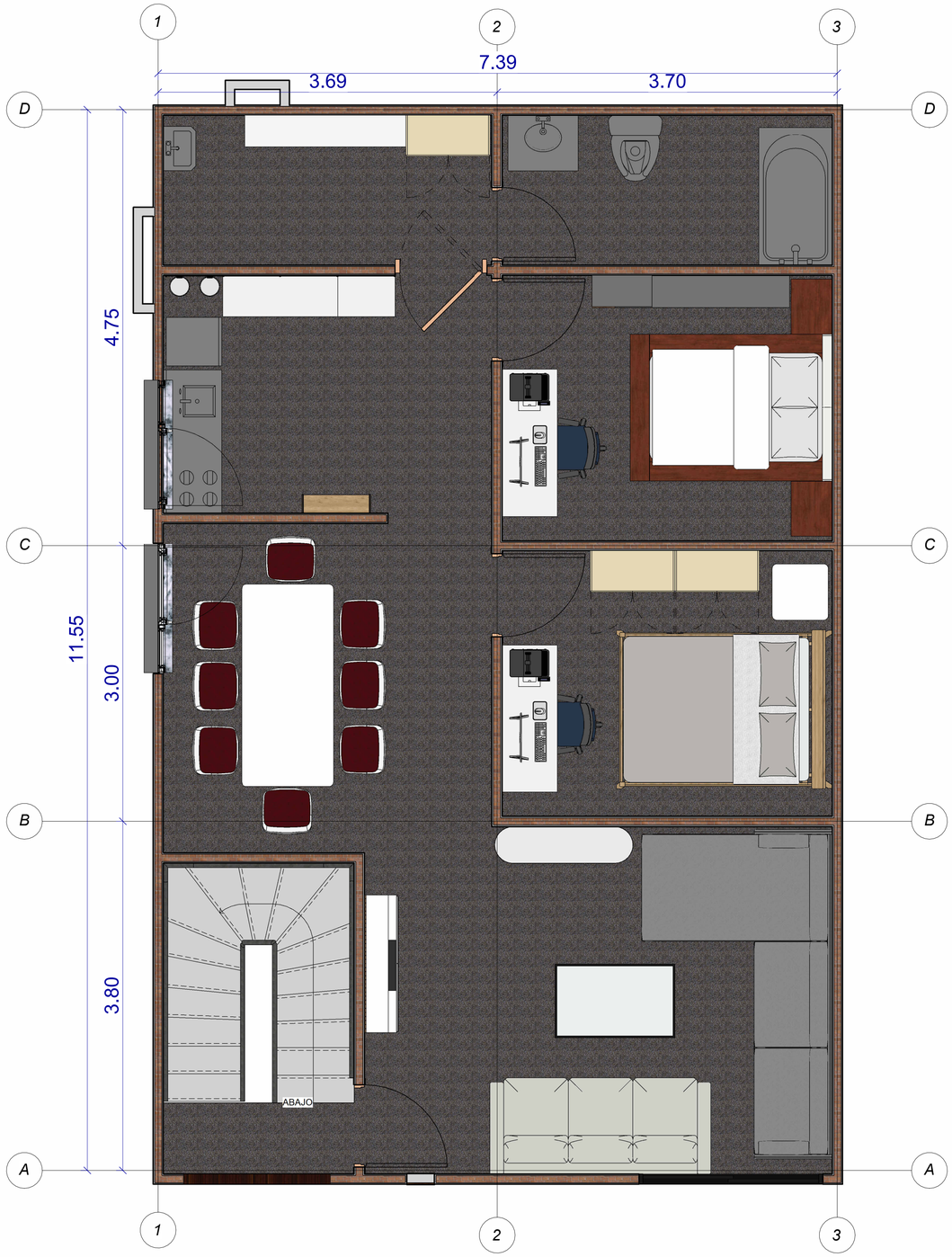
PROYECTO:
Diseño de edificacion de 4 niveles en Urbanizacion "Mi Lote" Guayaquil

CONTENIDO:
PROPUESTA ARQUITECTONICA- PLANTA BAJA- 1RA PLANTA

Coordinador de Ingenieria Civil: Ing. David Valverde	Estudiantes: Roberto Arturo Chávez Valencia Samuel Enrique Mora Mejía	Fecha de Entrega: 30 de julio, 2025
Docente de Dibujo: falta por llenar		Lamina: 1 / Escala: 1:100



1 PLANO-SEGUNDA PLANTA
2 1 : 30



2 PLANO-TERCERA PLANTA
2 1 : 30

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO: Diseño de edificacion de 4 niveles en Urbanizacion "Mi Lote" Guayaquil

CONTENIDO: PROPUESTA ARQUITECTONICA- 2DA PLANTA- 3RA PLANTA

Coordinador de Ingenieria Civil: Ing. David Valverde	Estudiantes: Roberto Arturo Chávez Valencia Samuel Enrique Mora Mejía	Fecha de Entrega: 30 de julio, 2025
Docente de Dibujo: falta por llenar		Lamina: 2 / Escala: 1:100

1 VISTA FRONTAL
3 1 : 50

2 VISTA LATERAL
3 1 : 50

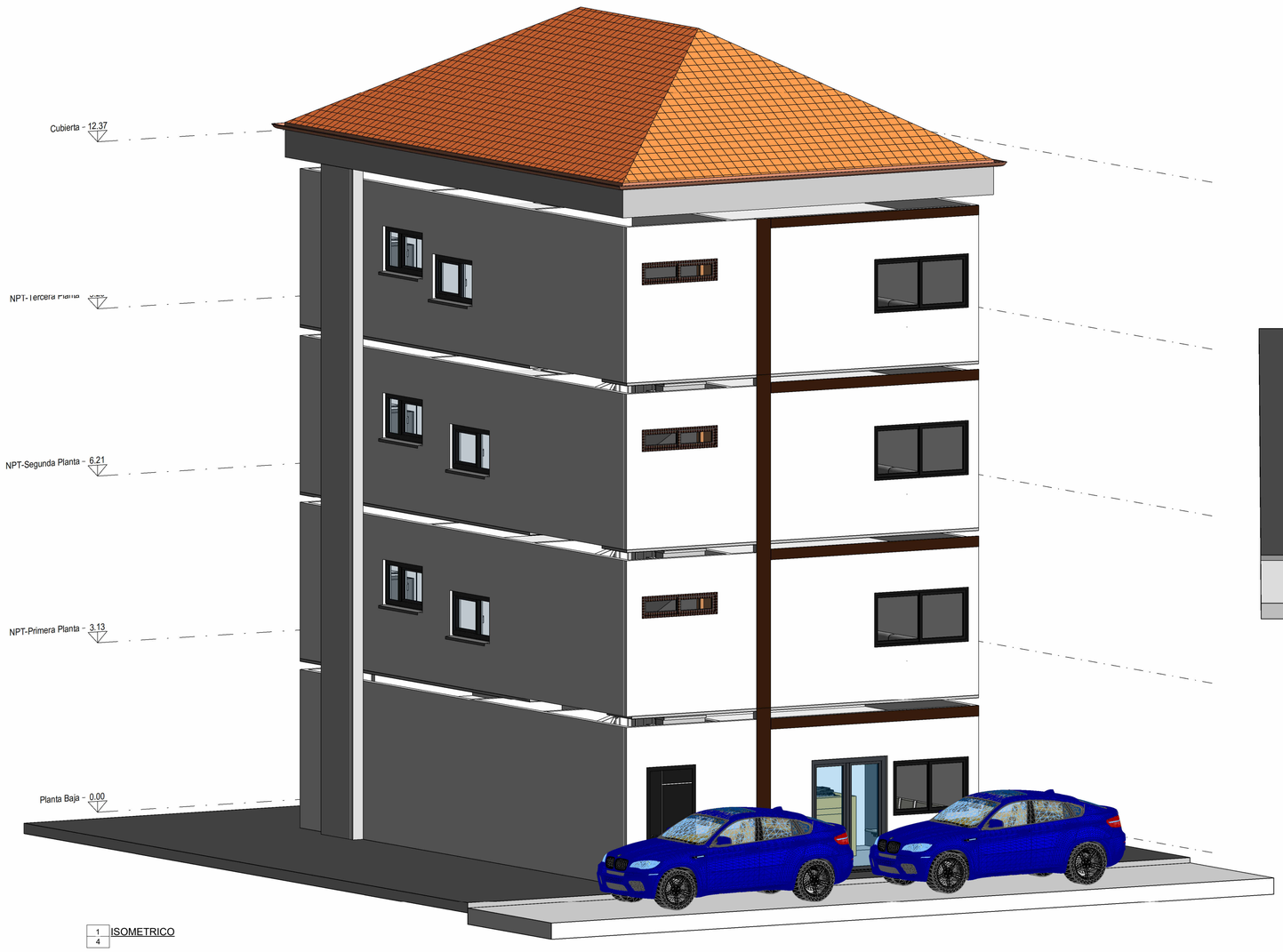
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:
Diseño de edificacion de 4 niveles en Urbanizacion "Mi Lote" Guayaquil

CONTENIDO:
PROPUESTA ARQUITECTONICA- FACHADA FRONTAL- LATERAL

Coordinador de Ingeniería Civil: Ing. David Valverde	Estudiantes: Roberto Arturo Chávez Valencia Samuel Enrique Mora Mejía	Fecha de Entrega: 30 de julio, 2025
Docente de Dibujo: falta por llenar		Lamina: 3 / Escala: 1:100



1 / 4 ISOMETRICO

2 / 4 ISOMETRICO 2

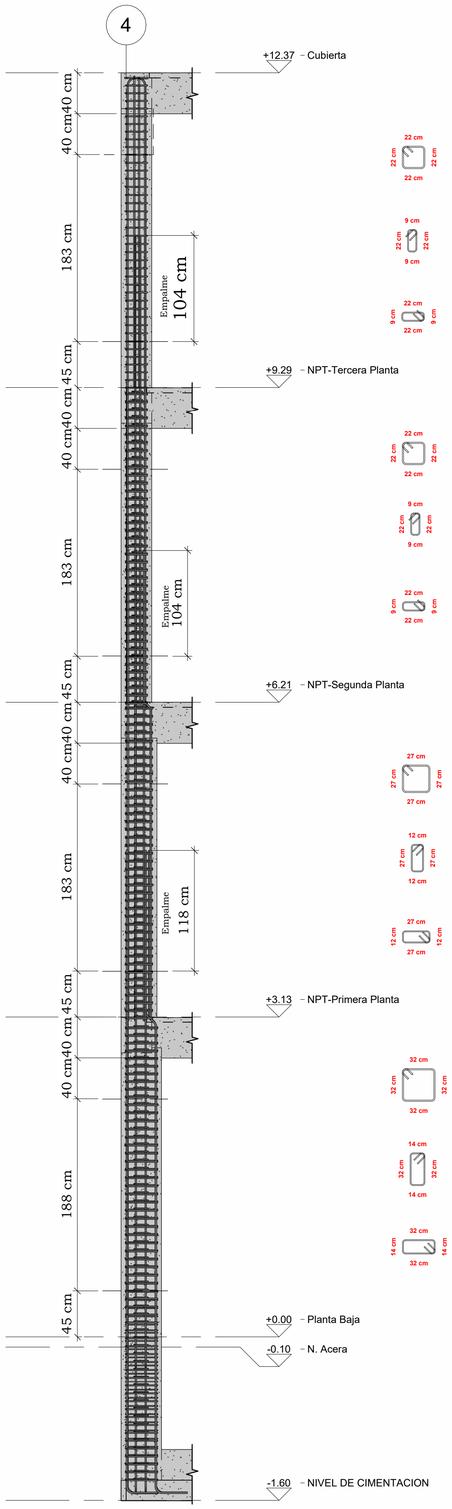
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

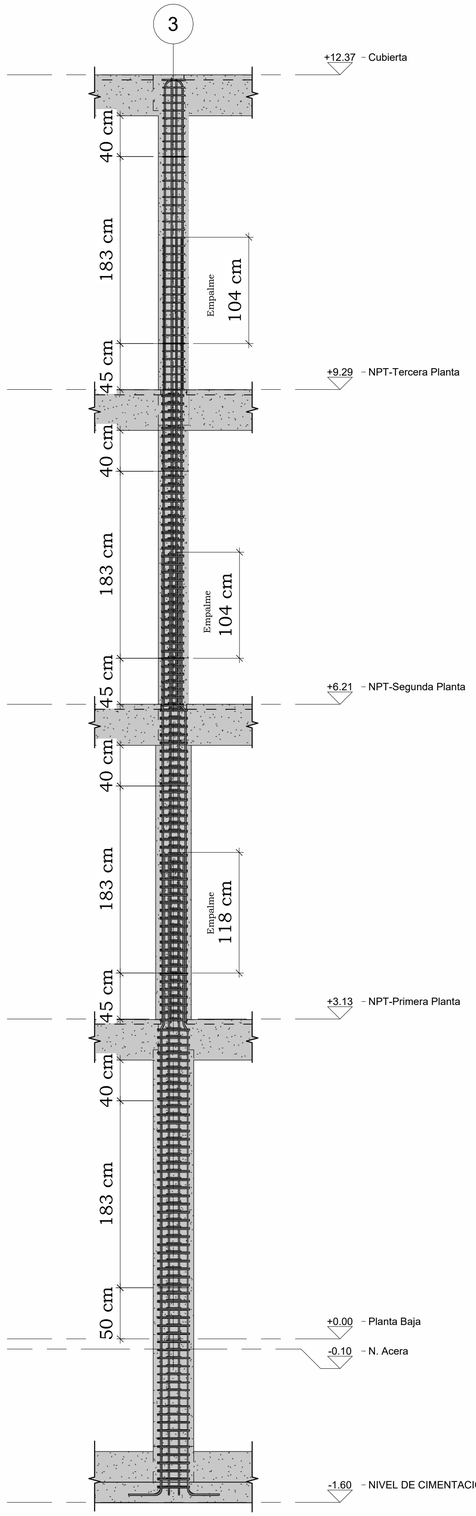
PROYECTO: Diseño de edificacion de 4 niveles en Urbanizacion "Mi Lote" Guayaquil

CONTENIDO: PROPUESTA ARQUITECTONICA- ISOMETRIA

Coordinador de Ingenieria Civil: Ing. David Valverde	Estudiantes: Roberto Arturo Chávez Valencia Samuel Enrique Mora Mejía	Fecha de Entrega: 30 de julio, 2025	
Docente de Dibujo: falta por llenar		Lamina: 4	Escala: 1:100

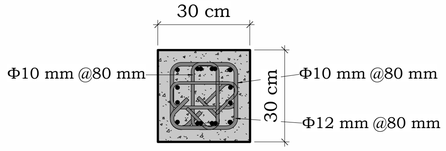


1 Columnas Perimetrales
1 : 30



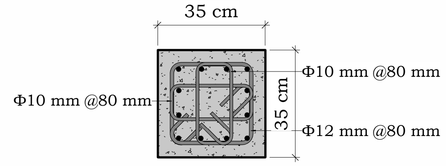
2 Columnas Centrales
1 : 30

ACERO DE REFUERZO
#12 Φ16 mm



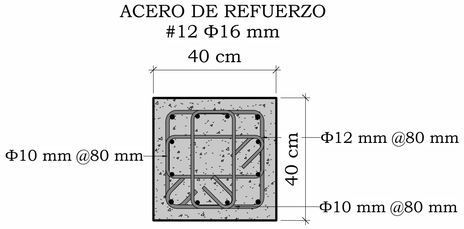
4 COLUMNA 30x30
1 : 10

ACERO DE REFUERZO
#12 Φ16 mm



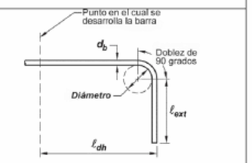
5 COLUMNA 35x35
1 : 10

ACERO DE REFUERZO
#12 Φ16 mm



6 COLUMNA 40x40
1 : 10

Tabla 25.3.1 — Geometría del gancho estándar para el desarrollo de barras corrugadas en tracción

Tipo de gancho estándar	Diámetro de la barra	Diámetro interior mínimo de doblado, mm	Extensión recta[1] ℓ_{ext}, mm	Tipo de gancho estándar
Gancho de 90 grados	No. 10 a No. 25	$6d_b$	$12d_b$	
	No. 29 a No. 36	$8d_b$		
	No. 43 y No. 57	$10d_b$		
Gancho de 180 grados	No. 10 a No. 25	$6d_b$	Mayor de $4d_b$ y 65 mm	
	No. 29 a No. 36	$8d_b$		
	No. 43 y No. 57	$10d_b$		

[1] El gancho estándar para las barras corrugadas en tracción incluye el diámetro interior específico del doblez y el largo de la extensión recta. Se permite usar una extensión recta más larga en el extremo del gancho. No se considera que esta extensión aumente la resistencia de anclaje del gancho.

ESPECIFICACIONES TECNICAS

CONCRETO REFORZADO	
VIGAS	f´c=280 kg/cm²
COLUMNAS	f´c=280 kg/cm²
LOSA NERVADA	f´c=280 kg/cm²
CIMENTACIÓN	f´c=280 kg/cm²
ACERO DE REFUERZO	
FIERRO CORRUGADO	fy=4200 kg/cm²
RECUBRIMIENTOS	
VIGAS	4.0 cm
COLUMNAS	4.0 cm
LOSA NERVADA	2.5 cm
CIMENTACION	7.5 cm
SUELO	
CAPACIDAD PORTANTE	7.64 Tn/m²

PARAMETROS SISMICOS

Amplificacion subsuelo	1.20
Periodo de Vibracion	0.648 [s]
Cortante en la base	32.11 [Ton]
Distorsion Maxima	0.00193

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

PROYECTO: Diseño de edificacion de 4 niveles en Urbanizacion "Mi Lote" Guayaquil

CONTENIDO: COLUMNAS

Coordinador de Ingenieria Civil: Ing. Walter Hurtares

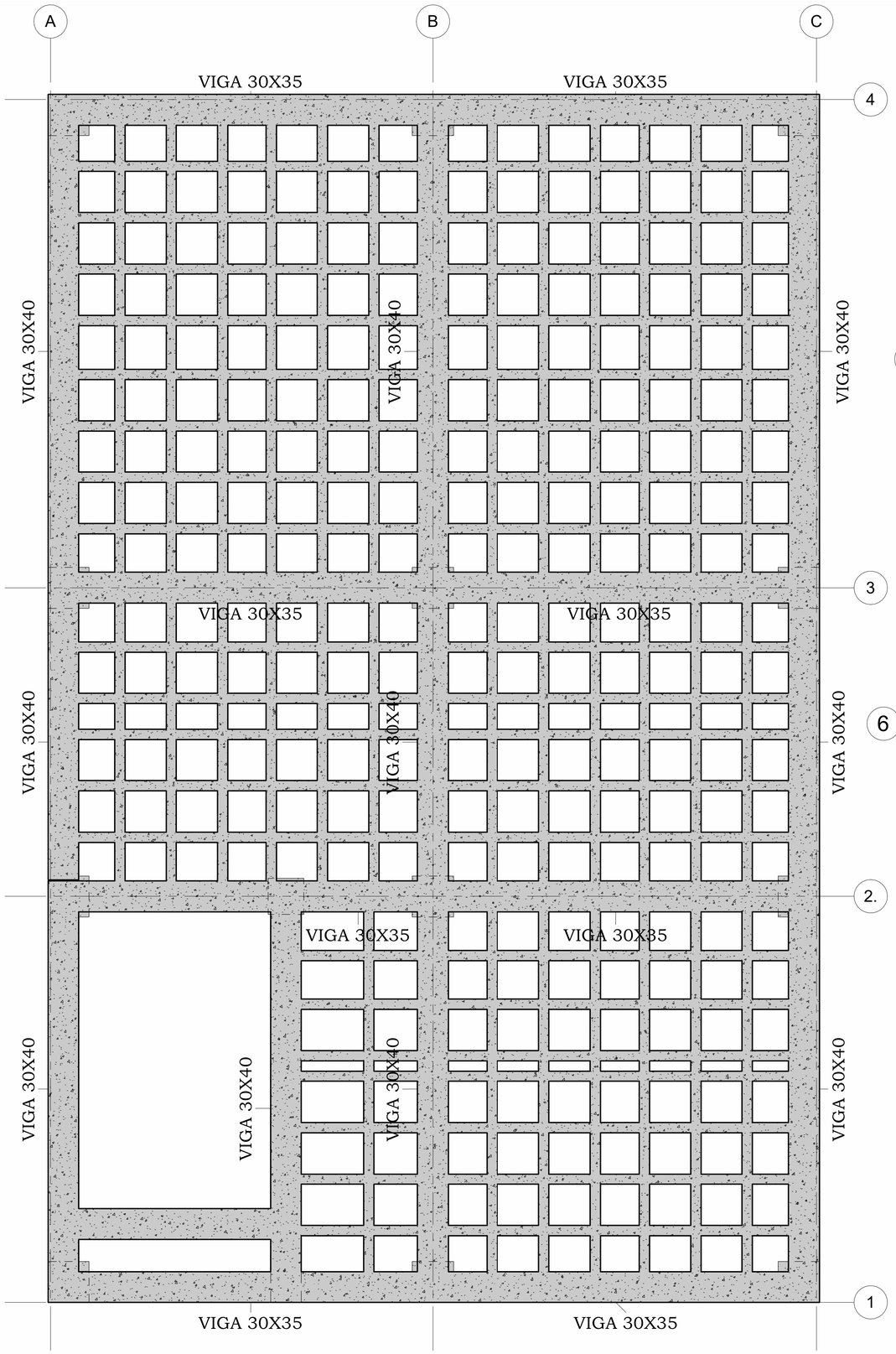
Estudiantes: Roberto Arturo Chávez Valencia; Samuel Enrique Mora Mejía

Fecha de Entrega: 30 de julio, 2025

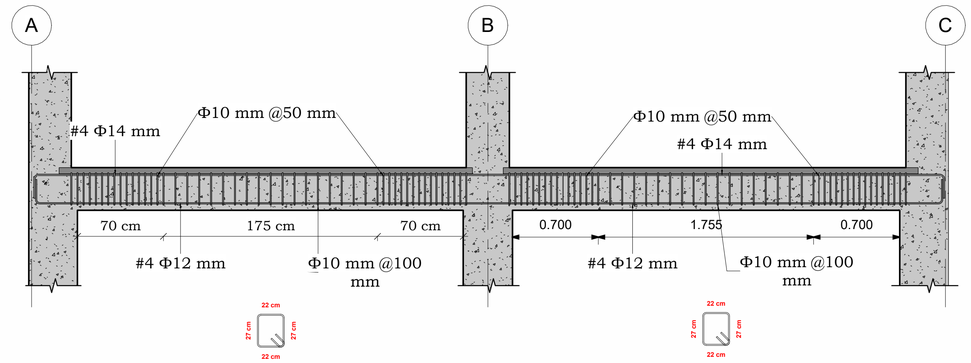
Tutor de Tesis: Ing David Valverde

Lamina: EST-001

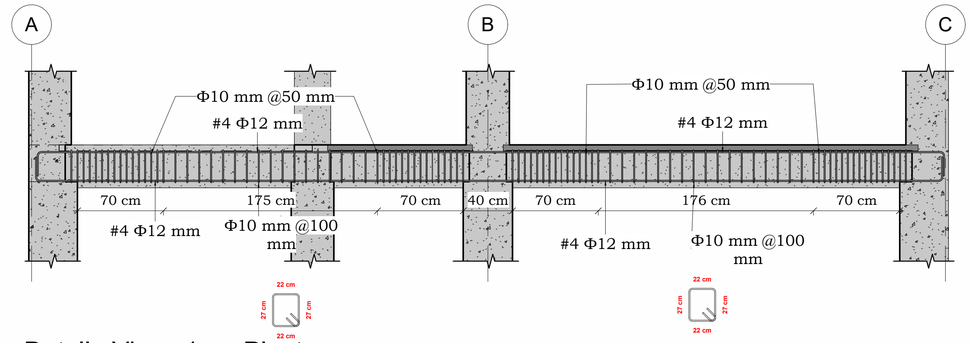
Escala: En Vista



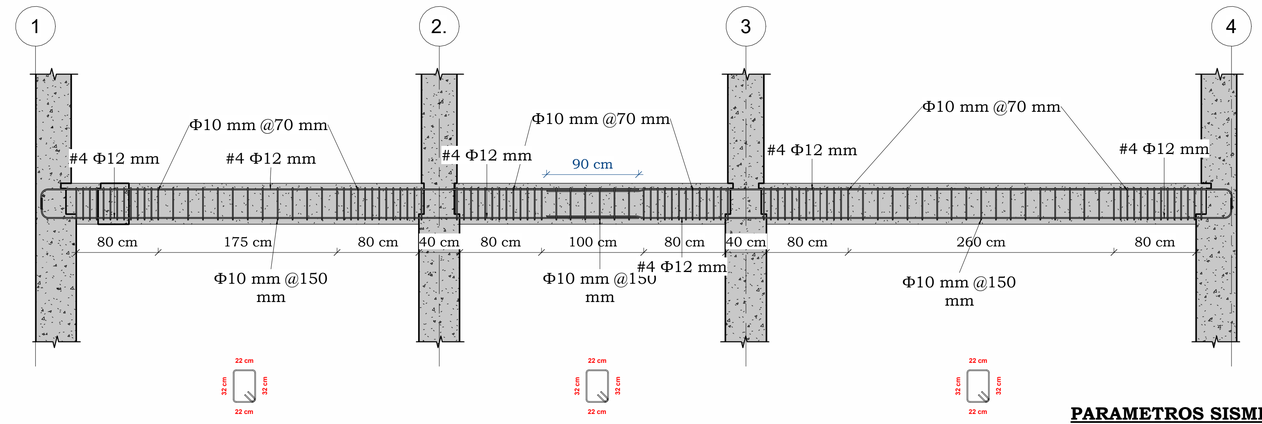
1 VIGAS DE PRIMERA PLANTA
1 : 25



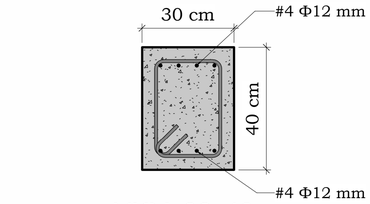
3 Detalle Vigas 1era Planta Eje 3-4
1 : 25



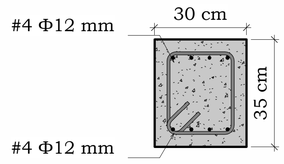
6 Detalle Vigas 1era Planta Eje 1-2
1 : 25



2 Detalle Vigas de Eje A-B-C
1 : 30



4 VIGA 30x40
1 : 10



5 VIGA 30X35
1 : 10

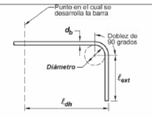
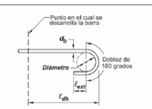
ESPECIFICACIONES TECNICAS

CONCRETO REFORZADO	
VIGAS	f´c=280 kg/cm²
COLUMNAS	f´c=280 kg/cm²
LOSA NERVADA	f´c=280 kg/cm²
CIMENTACIÓN	f´c=280 kg/cm²
ACERO DE REFUERZO	
FIERRO CORRUGADO	fy=4200 kg/cm²
RECUBRIMIENTOS	
VIGAS	4.0 cm
COLUMNAS	4.0 cm
LOSA NERVADA	2.5 cm
CIMENTACION	7.5 cm
SUELO	
CAPACIDAD PORTANTE	7.64 Tn/m²

PARAMETROS SISMICOS

Amplificacion subsuelo	1.20
Periodo de Vibracion	0.648 [s]
Cortante en la base	32.11 [Ton]
Distorsion Maxima	0.00193

Tabla 25.3.1 — Geometria del gancho estándar para el desarrollo de barras corrugadas en tracción

Tipo de gancho estándar	Diámetro de la barra	Diámetro interior mínimo de doblado, mm	Extensión recta[1] ℓ_{ext}, mm	Tipo de gancho estándar
Gancho de 90 grados	No. 10 a No. 25	$6d_b$	$12d_b$	
	No. 29 a No. 36	$8d_b$		
	No. 43 y No. 57	$10d_b$		
Gancho de 180 grados	No. 10 a No. 25	$6d_b$	Mayor de $4d_b$ y 65 mm	
	No. 29 a No. 36	$8d_b$		
	No. 43 y No. 57	$10d_b$		

[1] El gancho estándar para las barras corrugadas en tracción incluye el diámetro interior especifico del doblez y el largo de la extensión recta. Se permite usar una extensión recta más larga en el extremo del gancho. No se considera que esta extensión aumente la resistencia de anclaje del gancho.

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

PROYECTO: Diseño de edificacion de 4 niveles en Urbanizacion "Mi Lote" Guayaquil

CONTENIDO: DETALLES DE PRIMERA PLANTA

Coordinador de Ingeniería Civil: Ing. Walter Hurtares

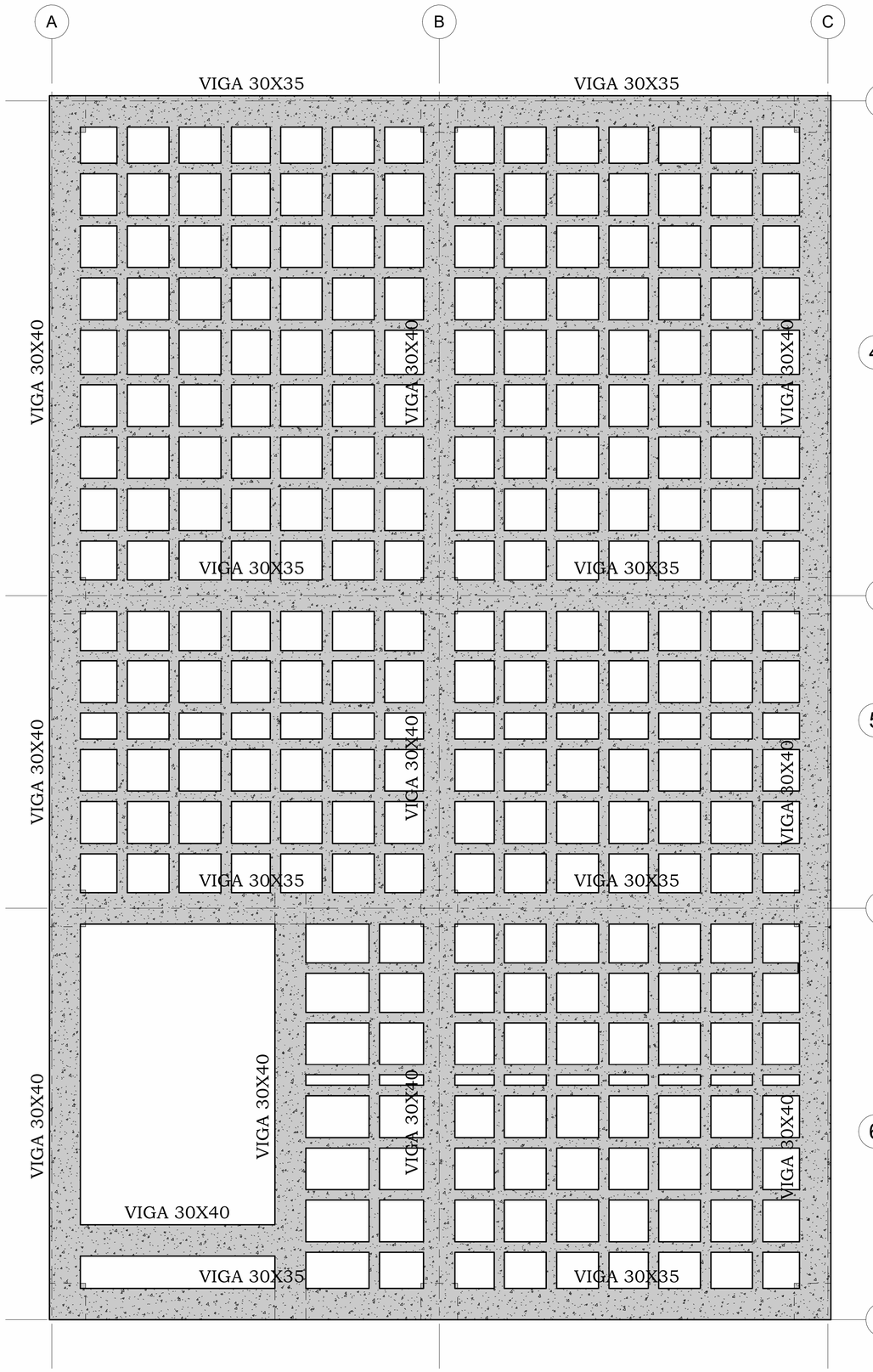
Tutor de Tesis: Ing David Valverde

Estudiantes: Roberto Arturo Chávez Valencia; Samuel Enrique Mora Mejía

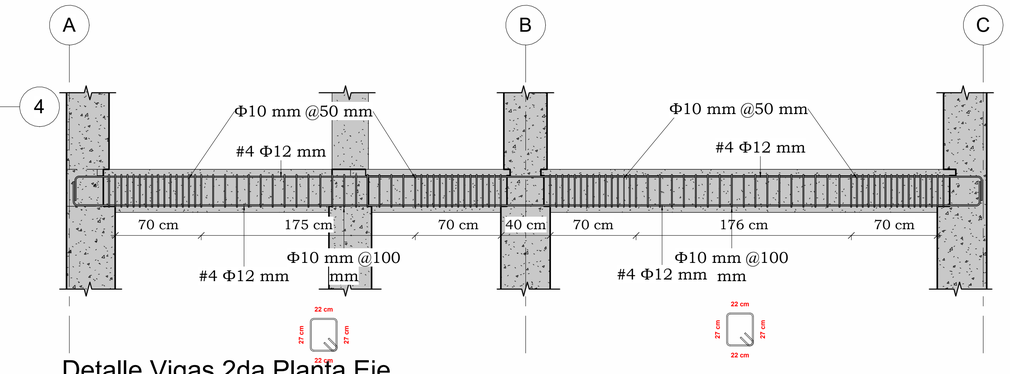
Fecha de Entrega: 30 de julio, 2025

Lamina: EST-002

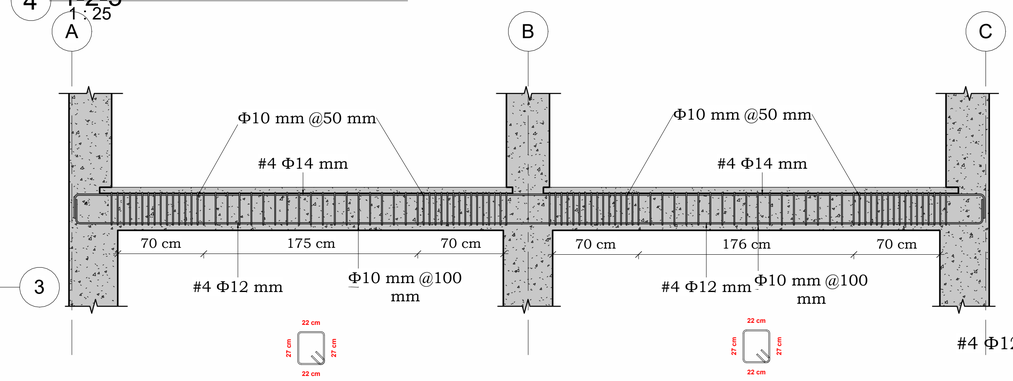
Escala: En Vista



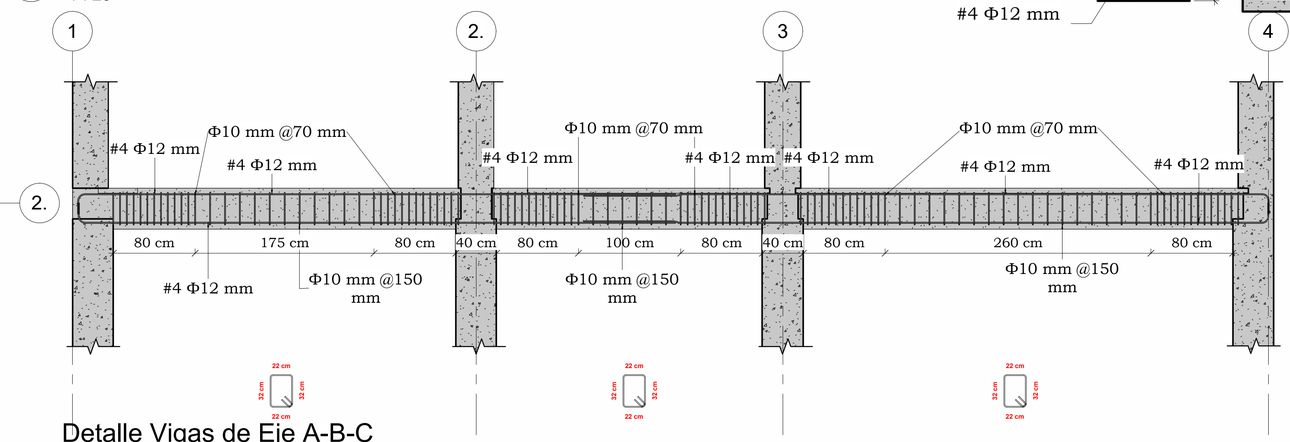
1 SEGUNDA PLANTA
1 : 25



4 Detalle Vigas 2da Planta Eje 1-2-3
1 : 25



5 Detalle Vigas 2da Planta Eje 4
1 : 25



6 Detalle Vigas de Eje A-B-C 2da Planta
1 : 30

ESPECIFICACIONES TECNICAS

CONCRETO REFORZADO	
VIGAS	f´c=280 kg/cm²
COLUMNAS	f´c=280 kg/cm²
LOSA NERVADA	f´c=280 kg/cm²
CIMENTACIÓN	f´c=280 kg/cm²
ACERO DE REFUERZO	
FIERRO CORRUGADO	fy=4200 kg/cm²
RECUBRIMIENTOS	
VIGAS	4.0 cm
COLUMNAS	4.0 cm
LOSA NERVADA	2.5 cm
CIMENTACION	7.5 cm
SUELO	
CAPACIDAD PORTANTE	7.64 Tn/m²

PARAMETROS SISMICOS

Amplificacion subsuelo	1.20
Periodo de Vibracion	0.648 [s]
Cortante en la base	32.11 [Ton]
Distorsion Maxima	0.00193

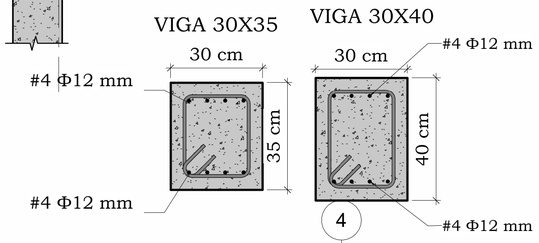
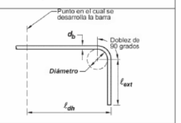
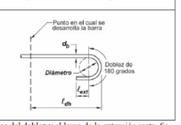


Tabla 25.3.1 — Geometría del gancho estándar para el desarrollo de barras corrugadas en tracción

Tipo de gancho estándar	Diámetro de la barra	Diámetro interior mínimo de doblado, mm	Extensión recta[1] ℓ_{ext}, mm	Tipo de gancho estándar
Gancho de 90 grados	No. 10 a No. 25	$6d_b$	$12d_b$	
	No. 29 a No. 36	$8d_b$		
	No. 43 y No. 57	$10d_b$		
Gancho de 180 grados	No. 10 a No. 25	$6d_b$	Mayor de $4d_b$ y 65 mm	
	No. 29 a No. 36	$8d_b$		
	No. 43 y No. 57	$10d_b$		

[1] El gancho estándar para las barras corrugadas en tracción incluye el diámetro interior específico del doblez y el largo de la extensión recta. Se permite usar una extensión recta más larga en el extremo del gancho. No se considera que esta extensión aumente la resistencia de anclaje del gancho.

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

PROYECTO: Diseño de edificacion de 4 niveles en Urbanizacion "Mi Lote" Guayaquil

CONTENIDO: DETALLES DE SEGUNDA PLANTA

Coordinador de Ingenieria Civil: Ing. Walter Hurtares

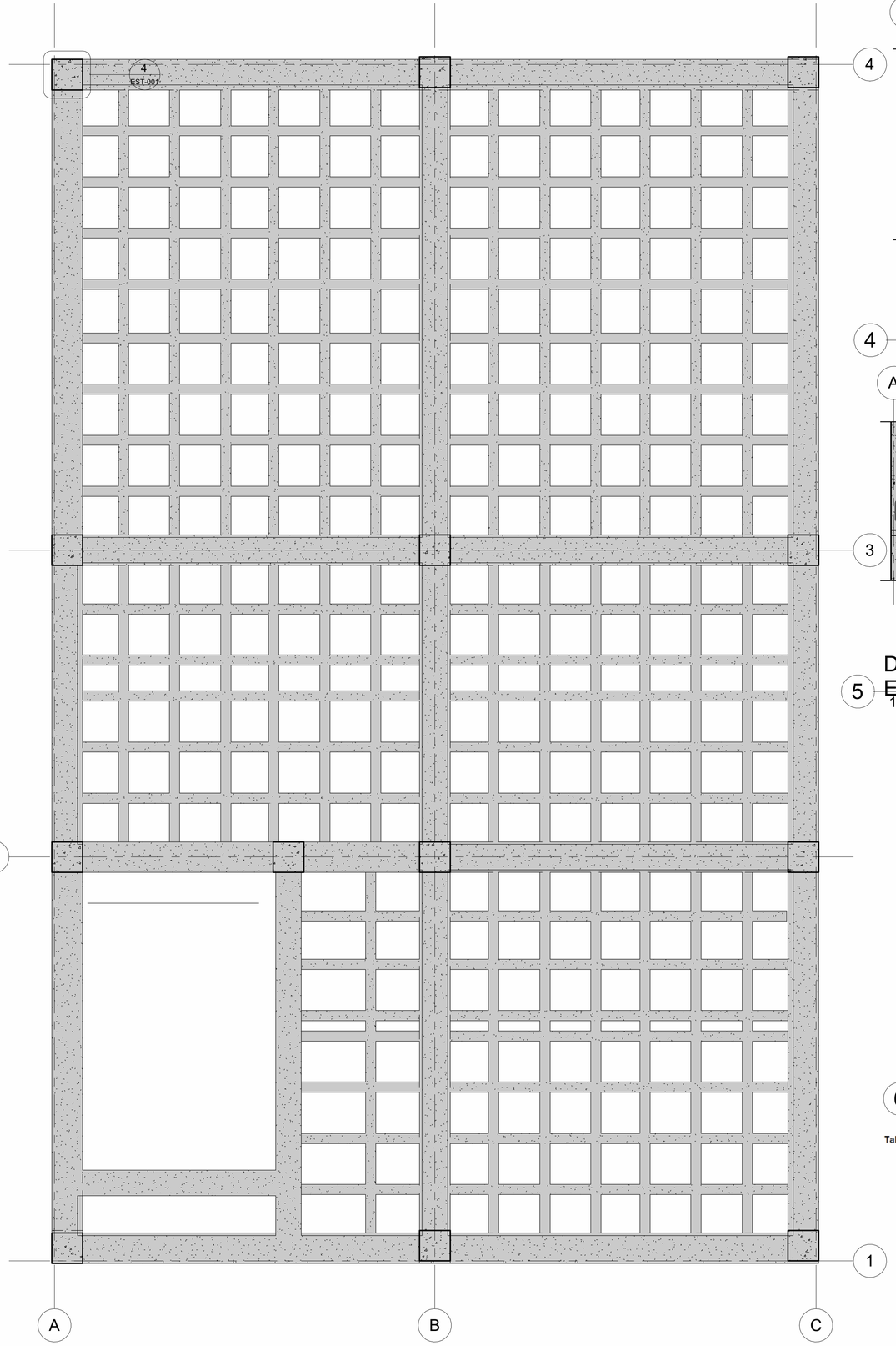
Tutor de Tesis: Ing David Valverde

Estudiantes: Roberto Arturo Chávez Valencia; Samuel Enrique Mora Mejía

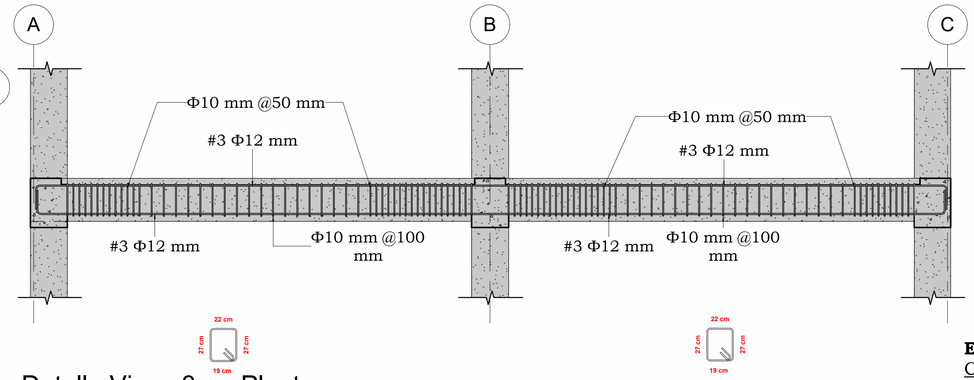
Fecha de Entrega: 30 de julio, 2025

Lamina: EST-003

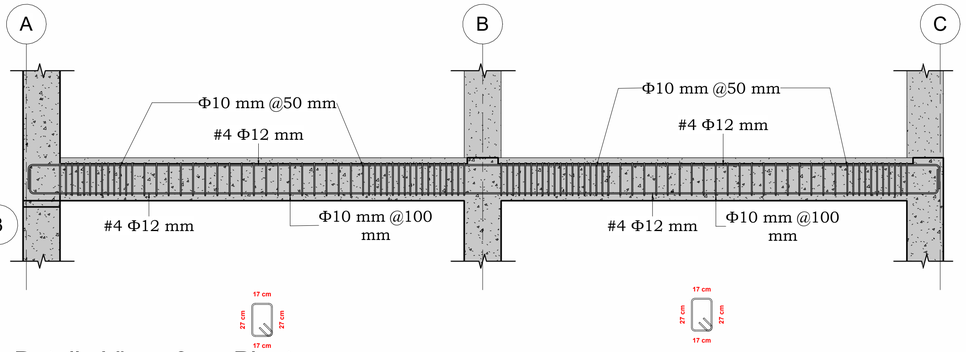
Escala: En Vista



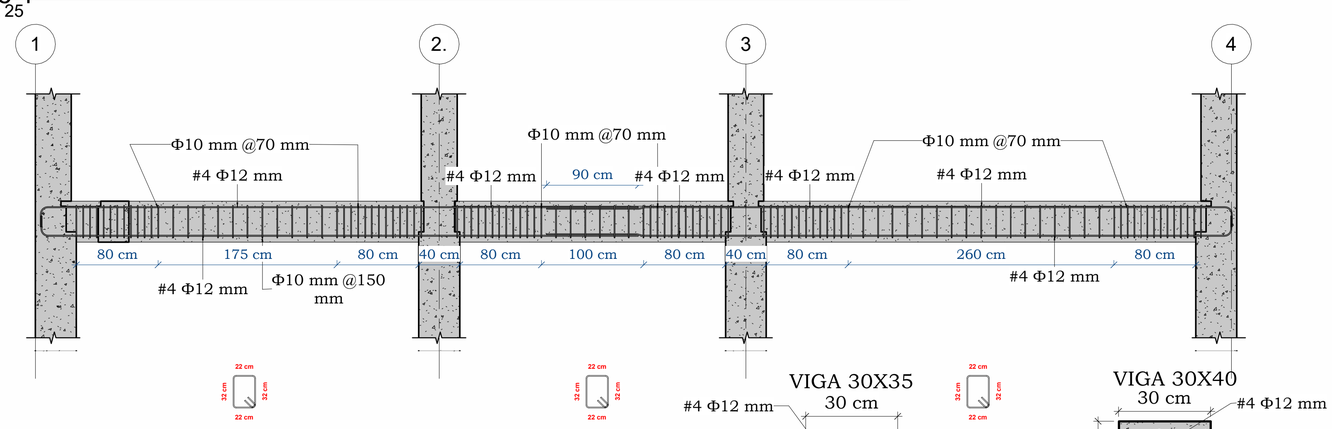
1 TERCERA PLANTA Copia 1
1 : 25



4 Detalle Vigas 3era Planta Eje 1-2-3
1: 25



5 Detalle Vigas 3era Planta Eje 4
1: 25



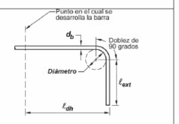
6 Detalle Vigas de Eje A-B-C 3era Planta
1 : 30

VIGA 30X35
30 cm
#3 Φ12 mm
35 cm
#3 Φ12 mm

VIGA 30X35
30 cm
#4 Φ12 mm
35 cm
#4 Φ12 mm

VIGA 30X40
30 cm
#4 Φ12 mm
40 cm
#4 Φ12 mm

Tabla 25.3.1 — Geometría del gancho estándar para el desarrollo de barras corrugadas en tracción

Tipo de gancho estándar	Diámetro de la barra	Diámetro interior mínimo de doblado, mm	Extensión recta[1] ℓ_{ext}, mm	Tipo de gancho estándar
Gancho de 90 grados	No. 10 a No. 25	$6d_b$	$12d_b$	
	No. 29 a No. 36	$8d_b$		
	No. 43 y No. 57	$10d_b$		
Gancho de 180 grados	No. 10 a No. 25	$6d_b$	Mayor de $4d_b$ y 65 mm	
	No. 29 a No. 36	$8d_b$		
	No. 43 y No. 57	$10d_b$		

[1] El gancho estándar para las barras corrugadas en tracción incluye el diámetro interior específico del doblez y el largo de la extensión recta. Se permite usar una extensión recta más larga en el extremo del gancho. No se considera que esta extensión aumente la resistencia de anclaje del gancho.

ESPECIFICACIONES TECNICAS

CONCRETO REFORZADO	
VIGAS	f´c=280 kg/cm²
COLUMNAS	f´c=280 kg/cm²
LOSA NERVADA	f´c=280 kg/cm²
CIMENTACIÓN	f´c=280 kg/cm²
ACERO DE REFUERZO	
FIERRO CORRUGADO	fy=4200 kg/cm²
RECUBRIMIENTOS	
VIGAS	4.0 cm
COLUMNAS	4.0 cm
LOSA NERVADA	2.5 cm
CIMENTACION	7.5 cm
SUELO	
CAPACIDAD PORTANTE	7.64 Tn/m²

PARAMETROS SISMICOS

Amplificacion subsuelo	1.20
Periodo de Vibracion	0.648 [s]
Cortante en la base	32.11 [Ton]
Distorsion Maxima	0.00193

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

PROYECTO:
Diseño de edificacion de 4 niveles en Urbanizacion "Mi Lote" Guayaquil

CONTENIDO:
DETALLES DE TERCERA PLANTA

Coordinador de Ingenieria Civil: Ing. Walter Hurtares

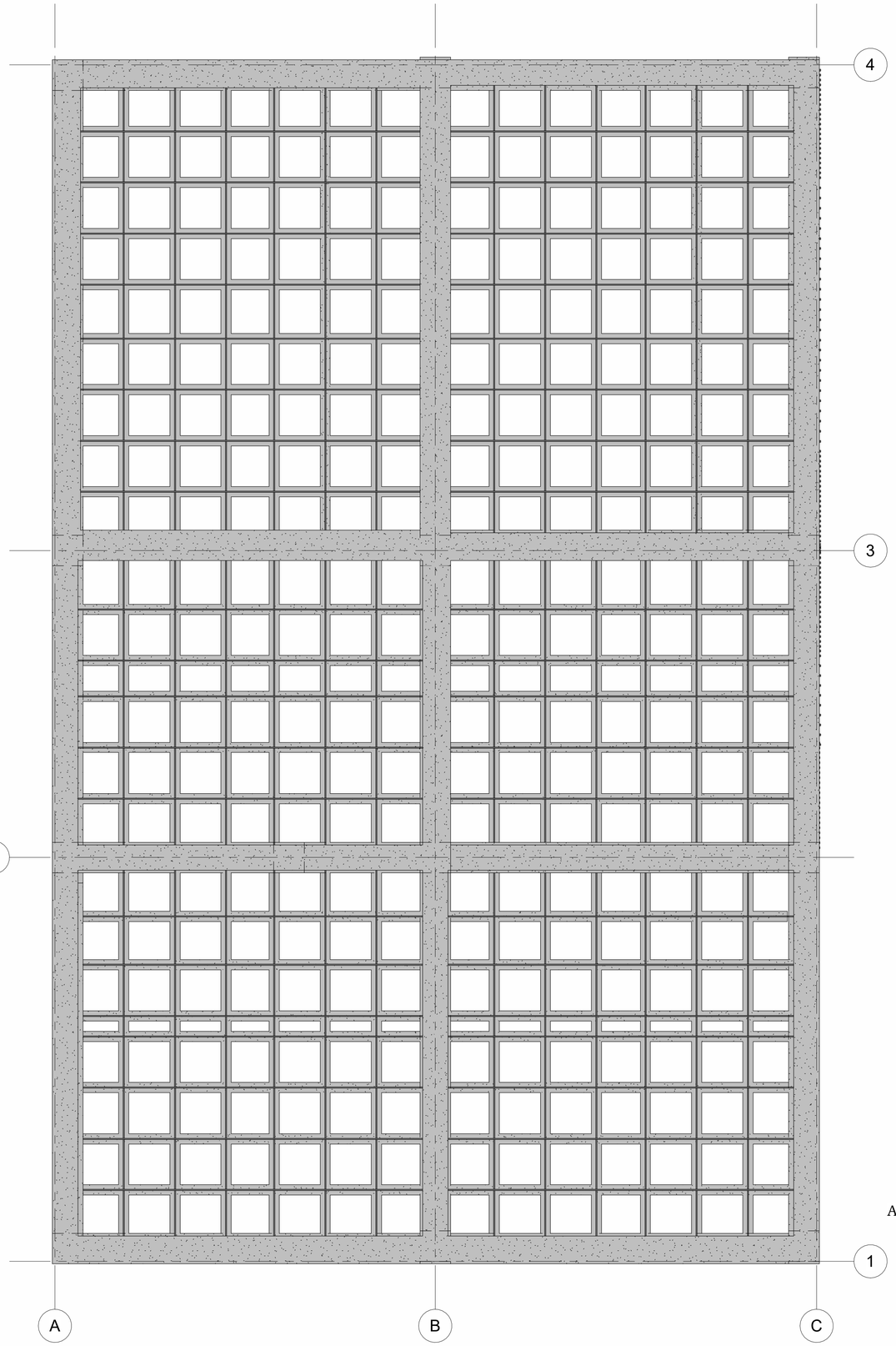
Tutor de Tesis: Ing David Valverde

Estudiantes: Roberto Arturo Chávez Valencia; Samuel Enrique Mora Mejía

Fecha de Entrega: 30 de julio, 2025

Lamina: EST-004

Escala: En Vista



1 VIGAS DE CUBIERTA
1 : 25

ESPECIFICACIONES TECNICAS

CONCRETO REFORZADO

VIGAS	f´c=280 kg/cm²
COLUMNAS	f´c=280 kg/cm²
LOSA NERVADA	f´c=280 kg/cm²
CIMENTACIÓN	f´c=280 kg/cm²

ACERO DE REFUERZO

FIERRO CORRUGADO	fy=4200 kg/cm²

RECUBRIMIENTOS

VIGAS	4.0 cm
COLUMNAS	4.0 cm
LOSA NERVADA	2.5 cm
CIMENTACION	7.5 cm

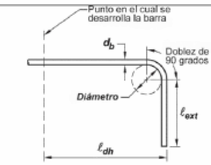
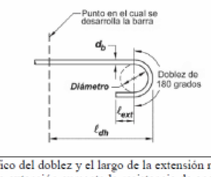
SUELO

CAPACIDAD PORTANTE	7.64 Tn/m²

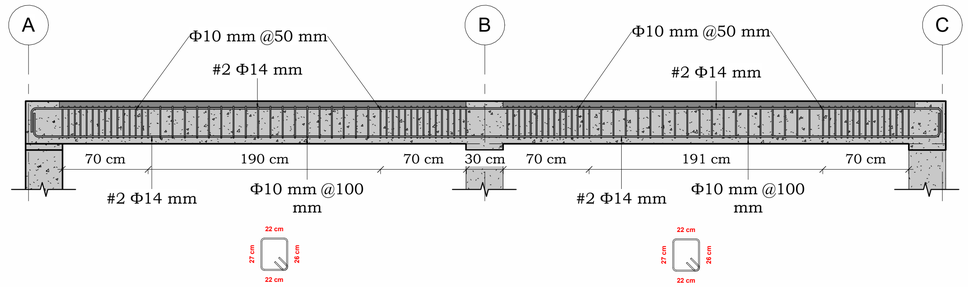
PARAMETROS SISMICOS

Amplificacion subsuelo	1.20
Periodo de Vibracion	0.648 [s]
Cortante en la base	32.11 [Ton]
Distorsion Maxima	0.00193

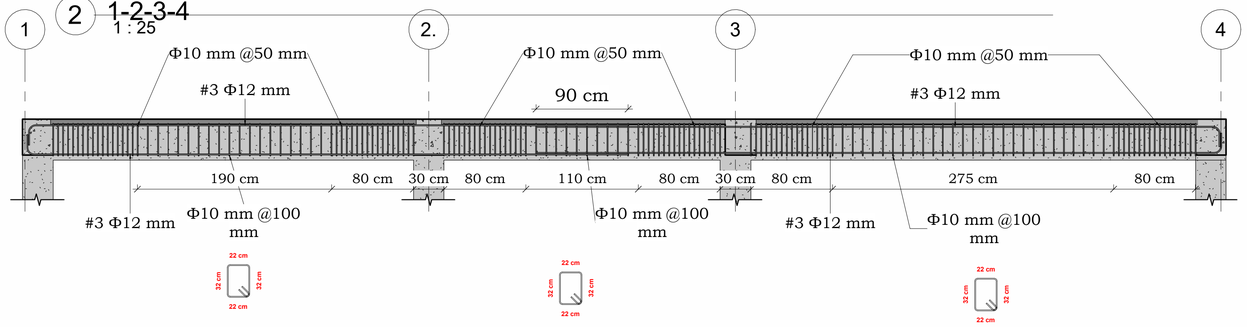
Tabla 25.3.1 — Geometría del gancho estándar para el desarrollo de barras corrugadas en tracción

Tipo de gancho estándar	Diámetro de la barra	Diámetro interior mínimo de doblado, mm	Extensión recta[1] ℓ_{ext}, mm	Tipo de gancho estándar
Gancho de 90 grados	No. 10 a No. 25	$6d_b$	$12d_b$	
	No. 29 a No. 36	$8d_b$		
	No. 43 y No. 57	$10d_b$		
Gancho de 180 grados	No. 10 a No. 25	$6d_b$	Mayor de $4d_b$ y 65 mm	
	No. 29 a No. 36	$8d_b$		
	No. 43 y No. 57	$10d_b$		

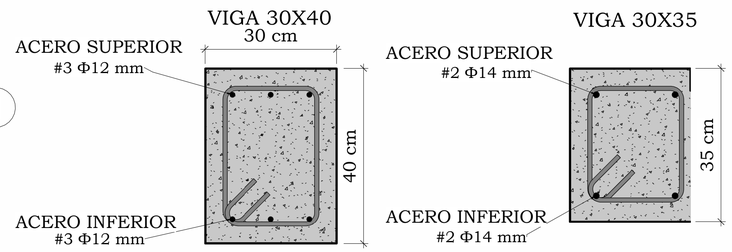
[1] El gancho estándar para las barras corrugadas en tracción incluye el diámetro interior específico del doblez y el largo de la extensión recta. Se permite usar una extensión recta más larga en el extremo del gancho. No se considera que esta extensión aumente la resistencia de anclaje del gancho.



Detalle Vigas Cubierta Eje 1-2-3-4
1 : 25



6 Detalle Vigas de Eje A-B-C Cubierta
1 : 30

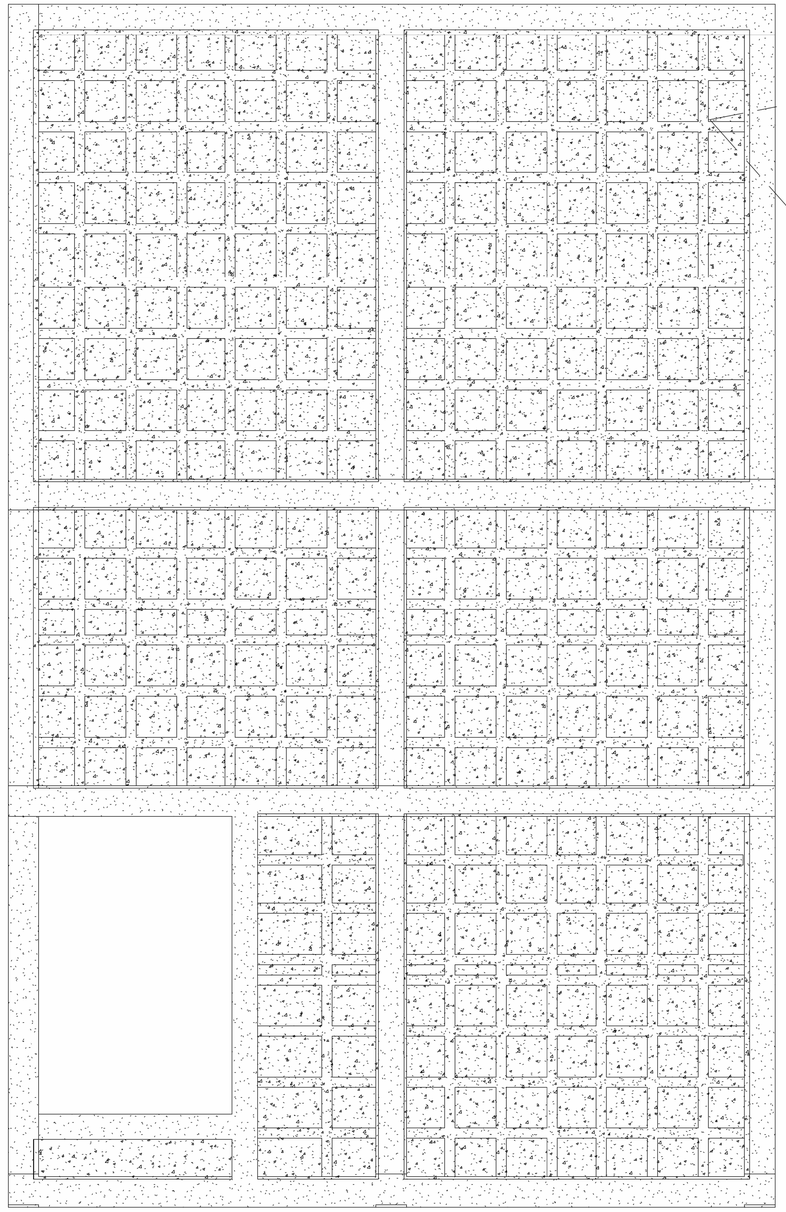


ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO: Diseño de edificacion de 4 niveles en Urbanizacion "Mi Lote" Guayaquil

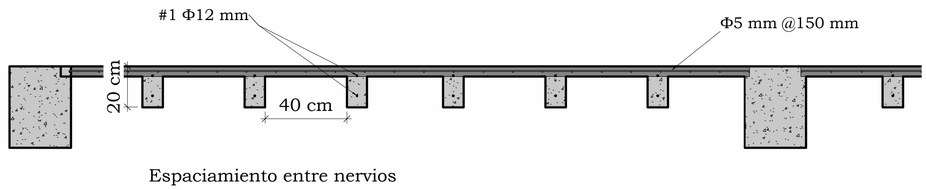
CONTENIDO: DETALLES DE CUBIERTA

Coordinador de Ingeniería Civil: Ing. Walter Hurtares	Estudiantes: Roberto Arturo Chávez Valencia Samuel Enrique Mora Mejía	Fecha de Entrega: 30 de julio, 2025
Tutor de Tesis: Ing David Valverde		Lamina: EST-005 / Escala: En Vista



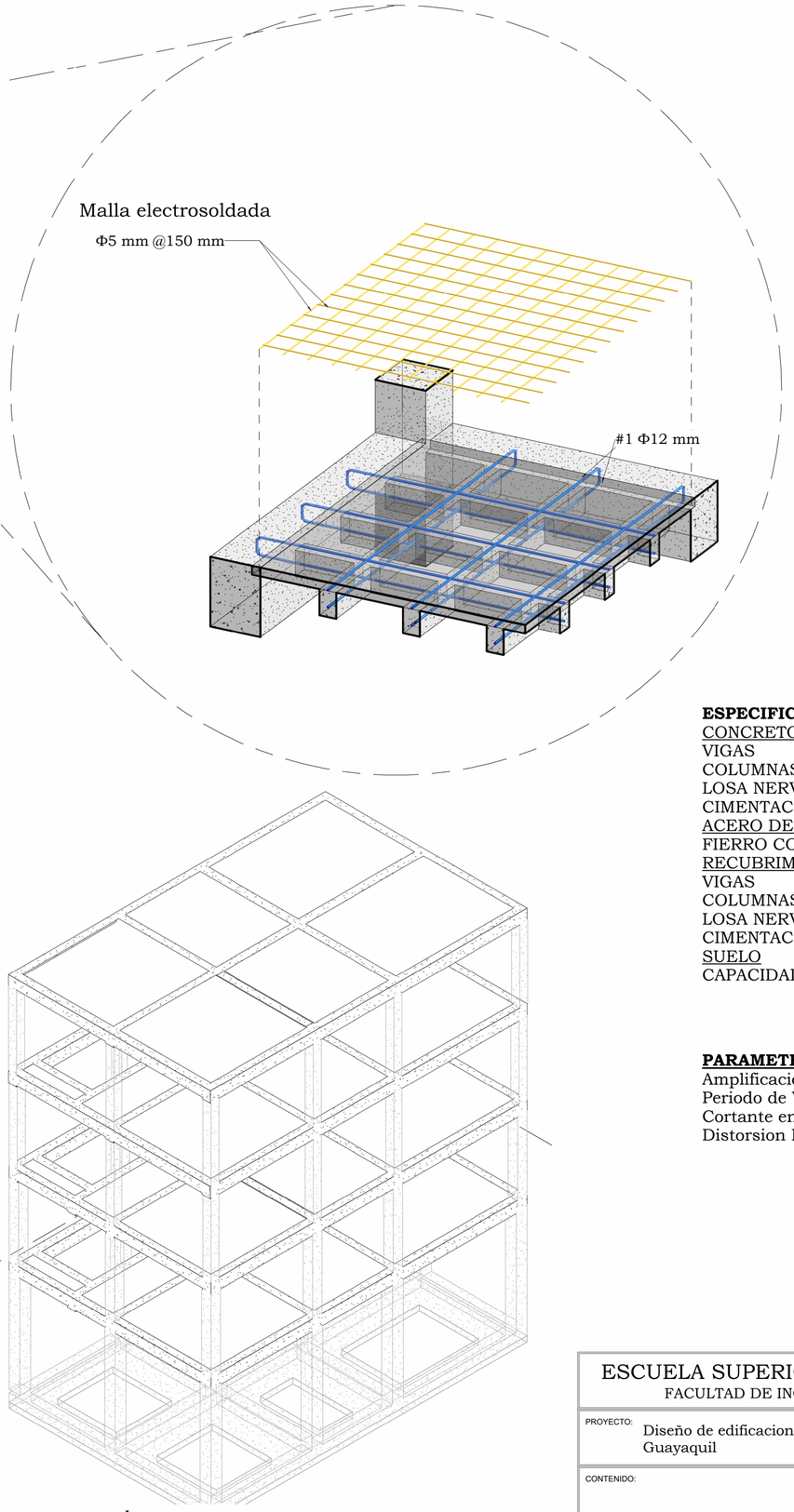
4 LOSA NERVADA 2D

1 : 30



3 Corte Losa

1 : 15



1 ISOMETRÍA LOSAS

ESPECIFICACIONES TECNICAS

CONCRETO REFORZADO	
VIGAS	f´c=280 kg/cm²
COLUMNAS	f´c=280 kg/cm²
LOSA NERVADA	f´c=280 kg/cm²
CIMENTACIÓN	f´c=280 kg/cm²
ACERO DE REFUERZO	
FIERRO CORRUGADO	fy=4200 kg/cm²
RECUBRIMIENTOS	
VIGAS	4.0 cm
COLUMNAS	4.0 cm
LOSA NERVADA	2.5 cm
CIMENTACION	7.5 cm
SUELO	
CAPACIDAD PORTANTE	7.64 Tn/m²

PARAMETROS SISMICOS

Amplificacion subsuelo	1.20
Periodo de Vibracion	0.648 [s]
Cortante en la base	32.11 [Ton]
Distorsion Maxima	0.00193

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO: Diseño de edificacion de 4 niveles en Urbanizacion "Mi Lote" Guayaquil

CONTENIDO: LOSA

Coordinador de Ingenieria Civil: Ing. Walter Hurtares

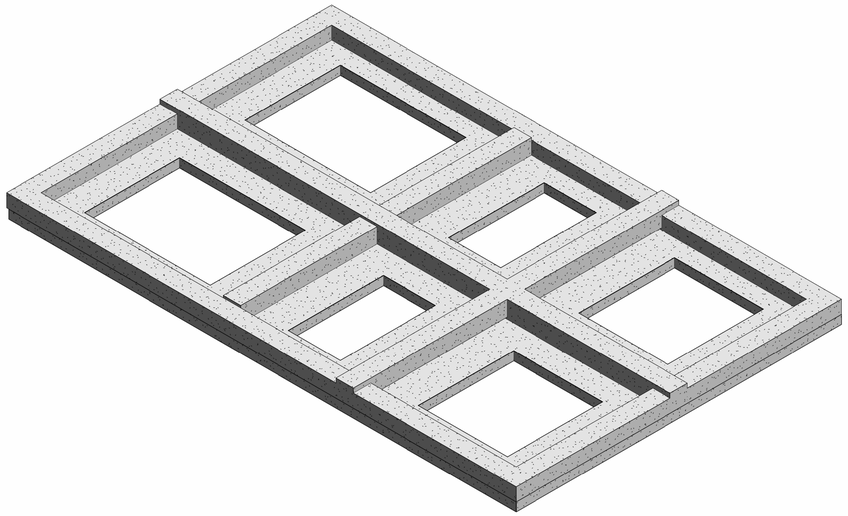
Tutor de Tesis: Ing David Valverde

Estudiantes: Roberto Arturo Chávez Valencia; Samuel Enrique Mora Mejía

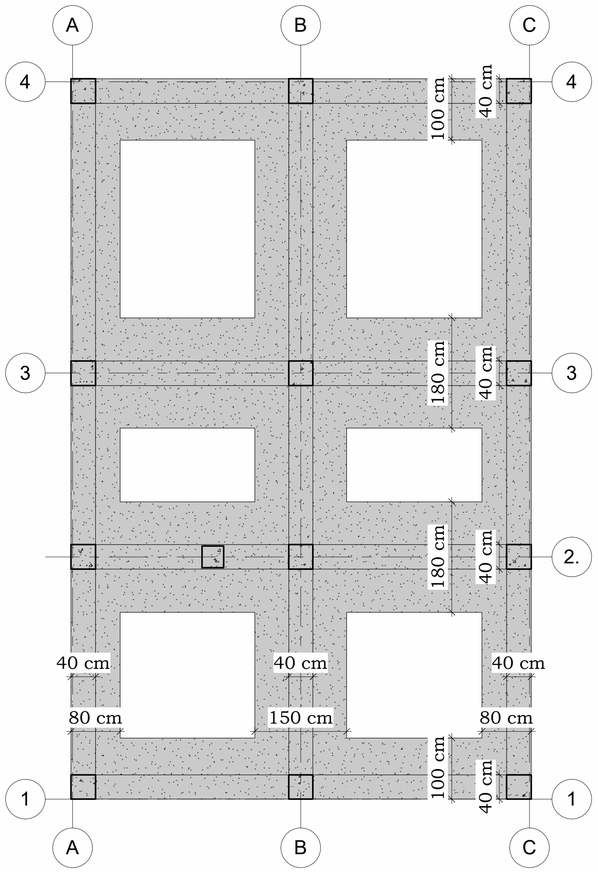
Fecha de Entrega: 30 de julio, 2025

Lamina: EST-006

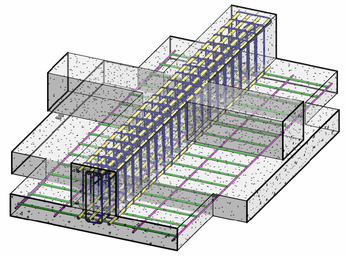
Escala: En Vista



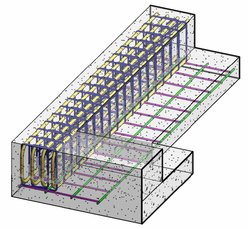
1 Isometría cimentación



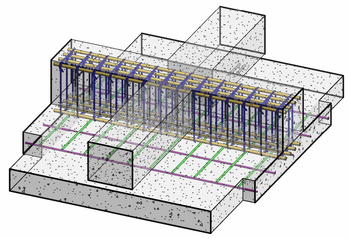
2 Cimentación
1 : 50



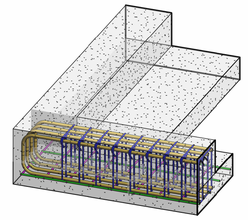
7 Isometría Central Y



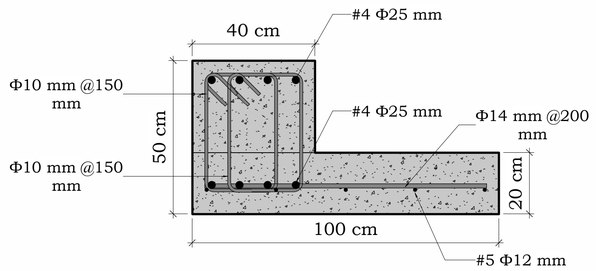
8 Isometría Lateral Y



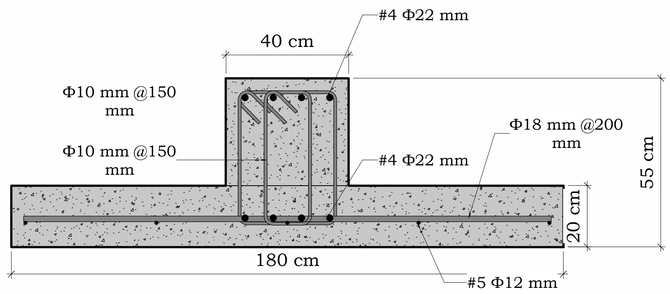
10 Isometría Central X



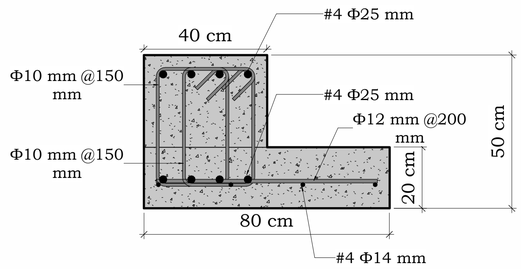
9 Isometría Lateral X



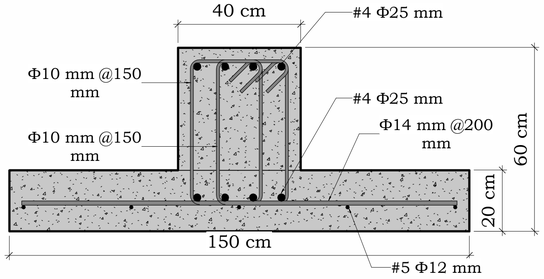
5 Corte Eje X Laterales
1 : 10



6 Corte Eje X Central
1 : 10



3 Corte Eje Y Laterales
1 : 10



4 Corte Eje Y Central
1 : 10

ESPECIFICACIONES TECNICAS

CONCRETO REFORZADO	
VIGAS	f´c=280 kg/cm²
COLUMNAS	f´c=280 kg/cm²
LOSA NERVADA	f´c=280 kg/cm²
CIMENTACIÓN	f´c=280 kg/cm²
ACERO DE REFUERZO	
FIERRO CORRUGADO	fy=4200 kg/cm²
RECUBRIMIENTOS	
VIGAS	4.0 cm
COLUMNAS	4.0 cm
LOSA NERVADA	2.5 cm
CIMENTACION	7.5 cm
SUELO	
CAPACIDAD PORTANTE	7.64 Tn/m²

PARAMETROS SISMICOS

Amplificacion subsuelo	1.20
Periodo de Vibracion	0.648 [s]
Cortante en la base	32.11 [Ton]
Distorsion Maxima	0.00193

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

PROYECTO: Diseño de edificacion de 4 niveles en Urbanizacion "Mi Lote" Guayaquil

CONTENIDO: CIMENTACION

Coordinador de Ingenieria Civil: Ing. Walter Hurtares

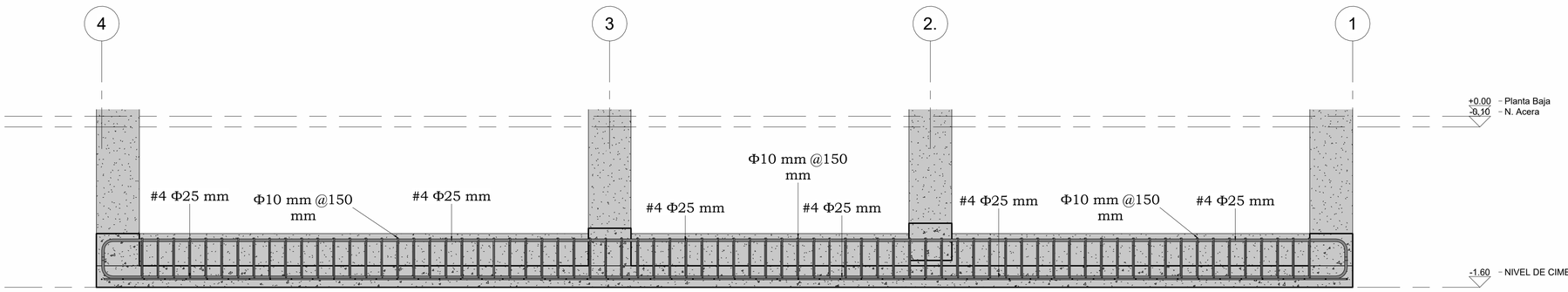
Tutor de Tesis: Ing David Valverde

Estudiantes: Roberto Arturo Chávez Valencia; Samuel Enrique Mora Mejía

Fecha de Entrega: 30 de julio, 2025

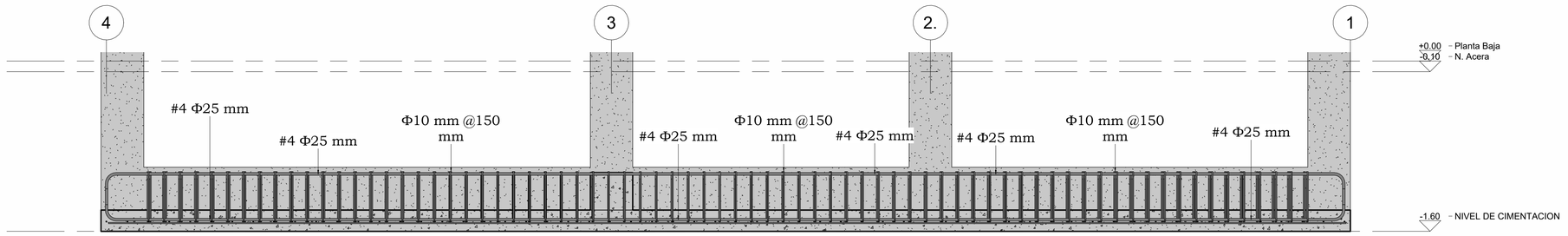
Lamina: EST-007

Escala: En Vista



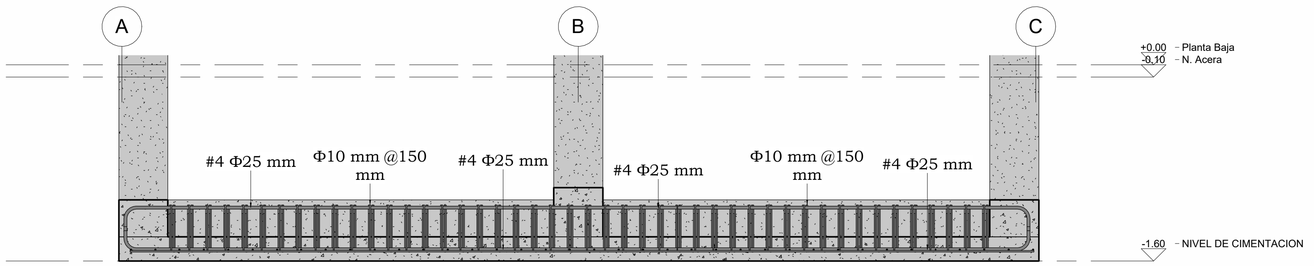
3 Cimentacion Lateral EJE Y

1 : 25



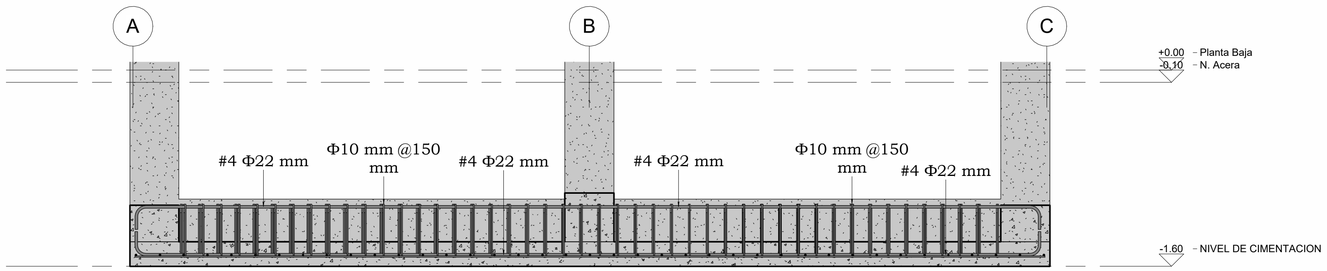
4 Cimentacion Central EJE Y

1 : 25



1 Cimentacion Lateral EJE X

1 : 25



2 Cimentacion Central EJE X

1 : 25

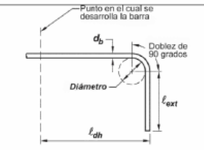
ESPECIFICACIONES TECNICAS

CONCRETO REFORZADO	
VIGAS	f´c=280 kg/cm²
COLUMNAS	f´c=280 kg/cm²
LOSA NERVADA	f´c=280 kg/cm²
CIMENTACIÓN	f´c=280 kg/cm²
ACERO DE REFUERZO	
FIERRO CORRUGADO	fy=4200 kg/cm²
RECUBRIMIENTOS	
VIGAS	4.0 cm
COLUMNAS	4.0 cm
LOSA NERVADA	2.5 cm
CIMENTACION	7.5 cm
SUELO	
CAPACIDAD PORTANTE	7.64 Tn/m²

PARAMETROS SISMICOS

Amplificacion subsuelo	1.20
Periodo de Vibracion	0.648 [s]
Cortante en la base	32.11 [Ton]
Distorsion Maxima	0.00193

Tabla 25.3.1 — Geometría del gancho estándar para el desarrollo de barras corrugadas en tracción

Tipo de gancho estándar	Diámetro de la barra	Diámetro interior mínimo de doblado, mm	Extensión recta[3] ℓ_{ext}, mm	Tipo de gancho estándar
Gancho de 90 grados	No. 10 a No. 25	$6d_b$	$12d_b$	
	No. 29 a No. 36	$8d_b$		
	No. 43 y No. 57	$10d_b$		
Gancho de 180 grados	No. 10 a No. 25	$6d_b$	Mayor de $4d_b$ y 65 mm	
	No. 29 a No. 36	$8d_b$		
	No. 43 y No. 57	$10d_b$		

[3] El gancho estándar para las barras corrugadas en tracción incluye el diámetro interior específico del doblez y el largo de la extensión recta. Se permite usar una extensión recta más larga en el extremo del gancho. No se considera que esta extensión aumente la resistencia de anclaje del gancho.

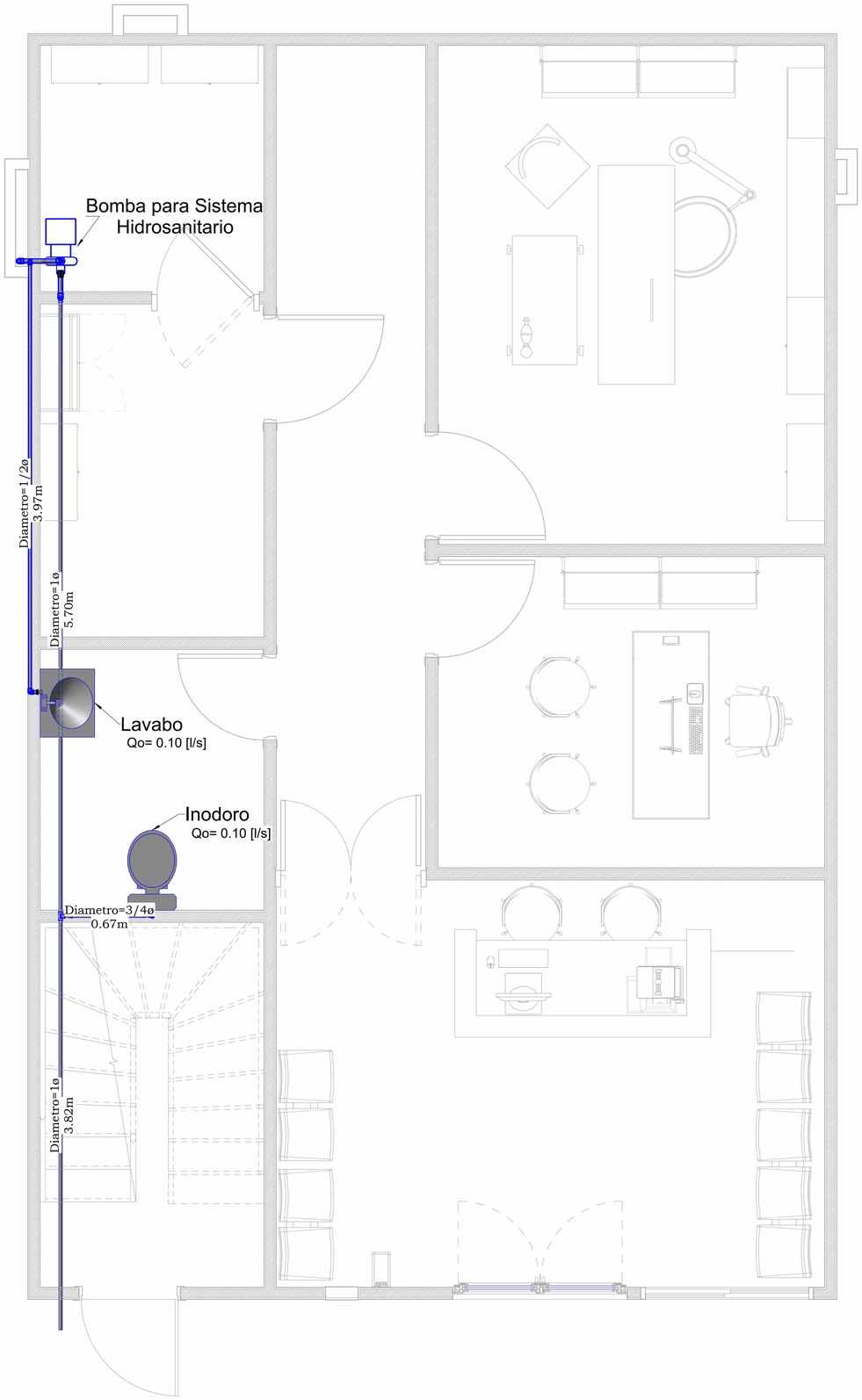
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO: Diseño de edificacion de 4 niveles en Urbanizacion "Mi Lote" Guayaquil

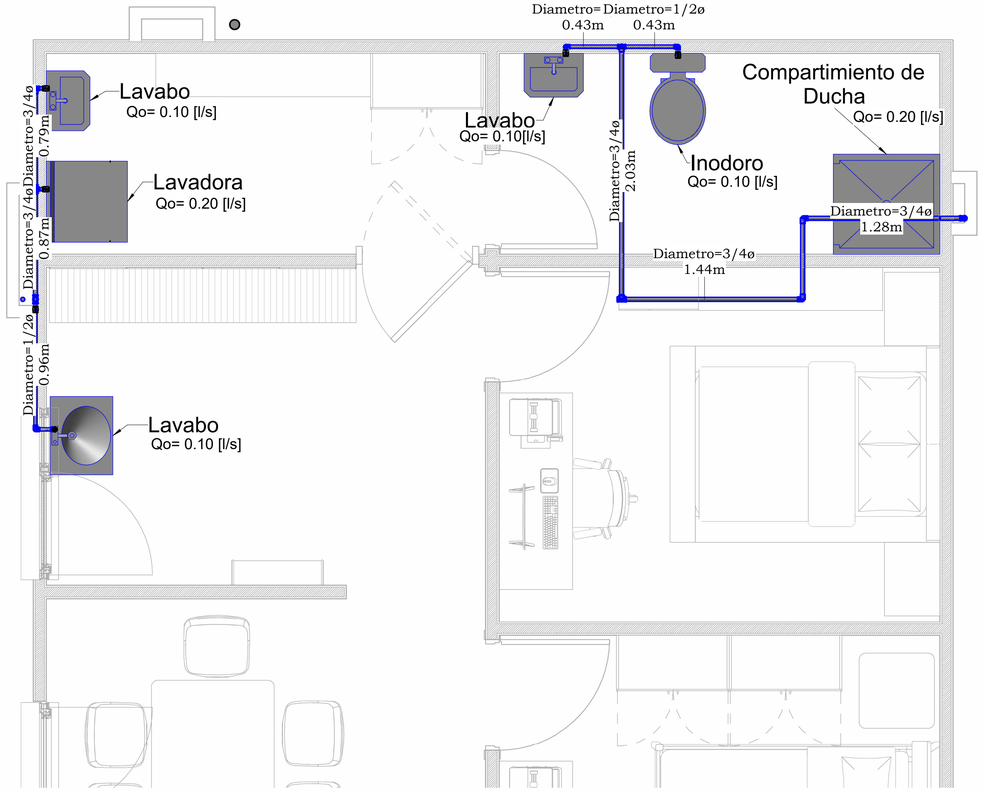
CONTENIDO: CORTES DE CIMENTACION

Coordinador de Ingenieria Civil: Ing. Walter Hurtares	Estudiantes: Roberto Arturo Chávez Valencia Samuel Enrique Mora Mejía	Fecha de Entrega: 30 de julio, 2025
Tutor de Tesis: Ing David Valverde		Lamina: EST-008 / Escala: En Vista



2 Planta Baja AAPP fria

1 : 25



1 1ra Planta-Distribucion AAPP fria

1 : 25

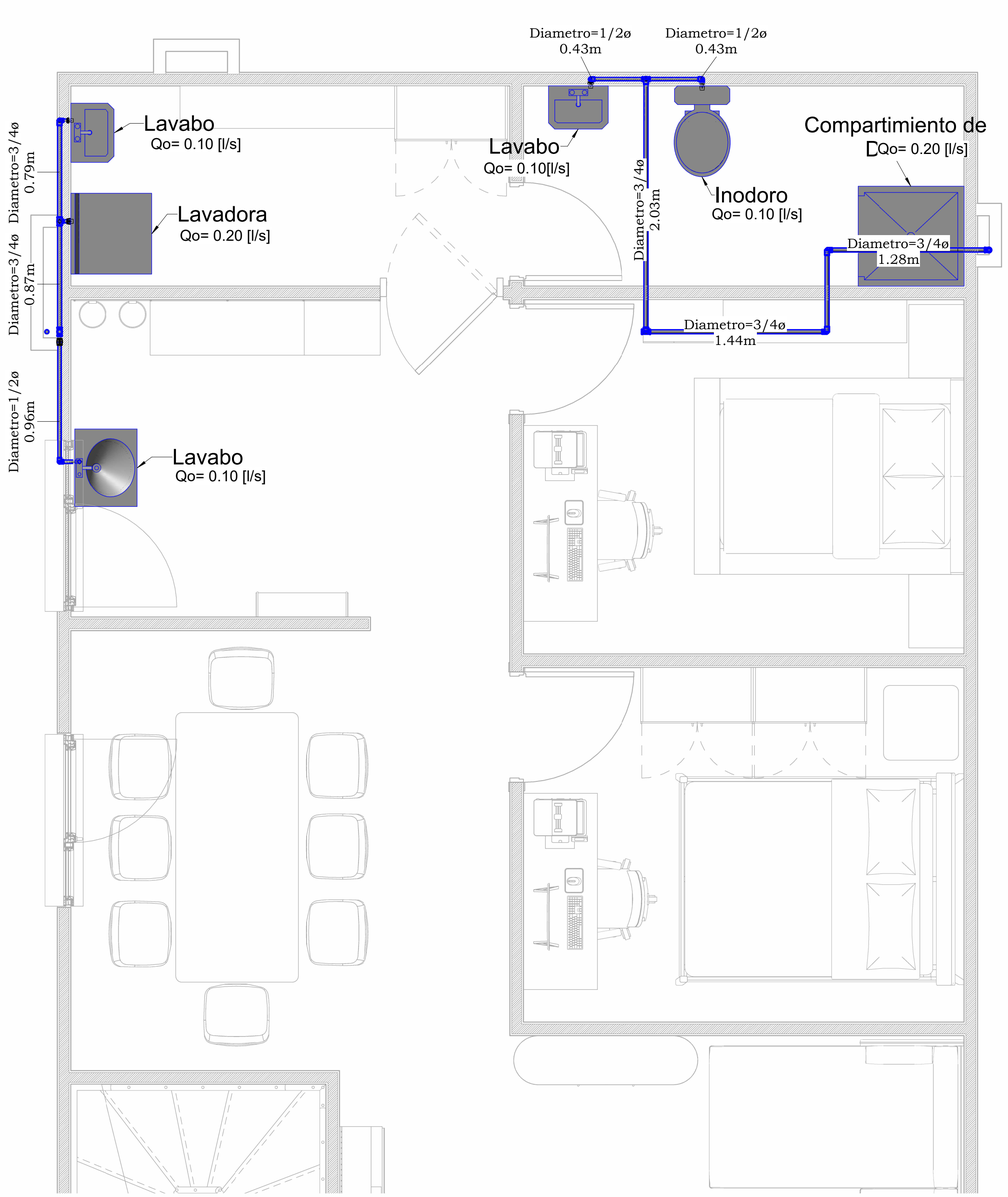
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

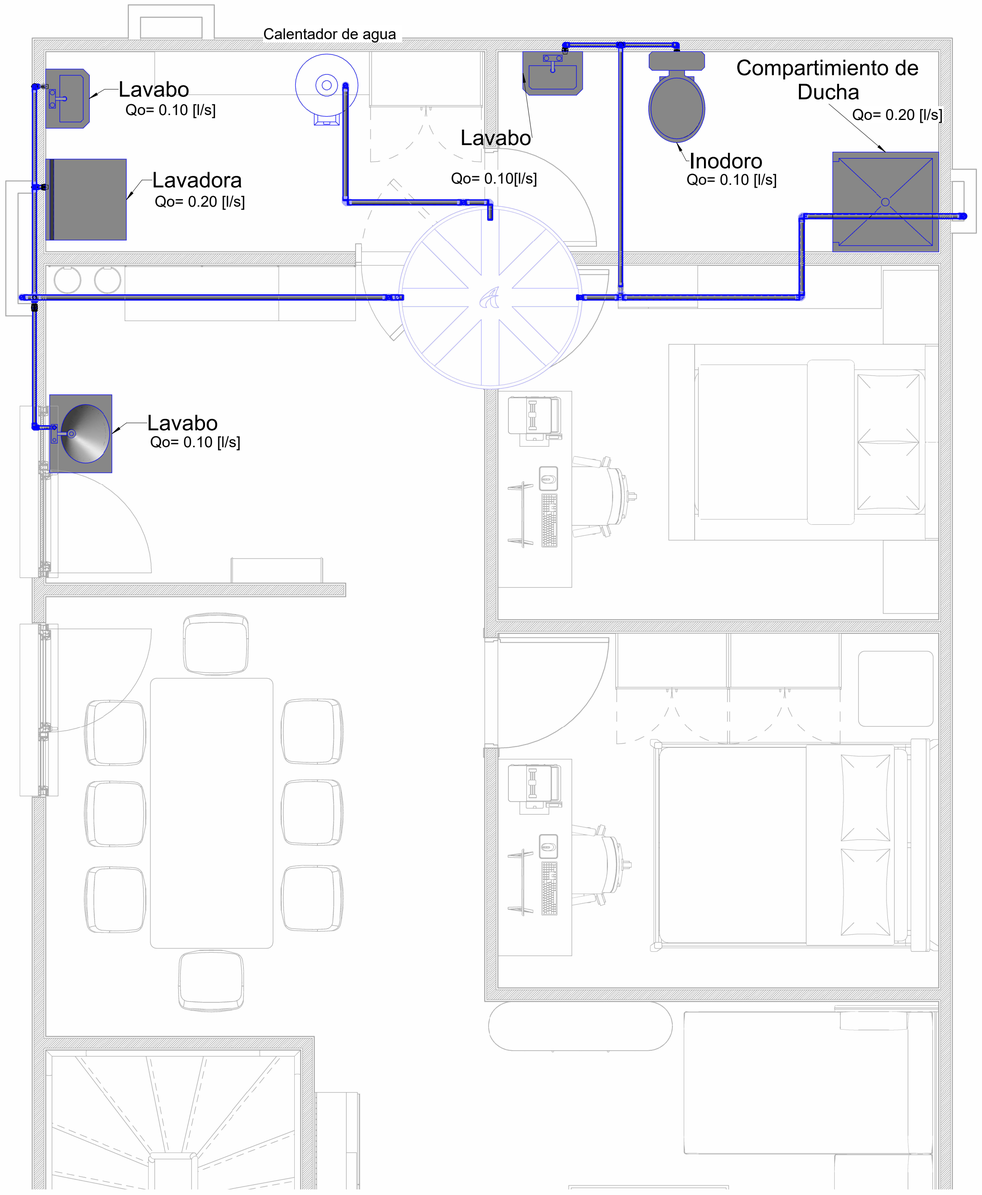
PROYECTO: Diseño de edificacion de 4 niveles en Urbanizacion "Mi Lote" Guayaquil

CONTENIDO: Distribucion de Agua Potable fría (PB- 1ra Planta)

Coordinador de Ingenieria Civil: Ing. Walter Hurtares	Estudiantes: Roberto Arturo Chávez Valencia Samuel Enrique Mora Mejía	Fecha de Entrega: 30 de julio, 2025
Tutor de Tesis: Ing David Valverde		Lamina: IH-001 / Escala: En Vista

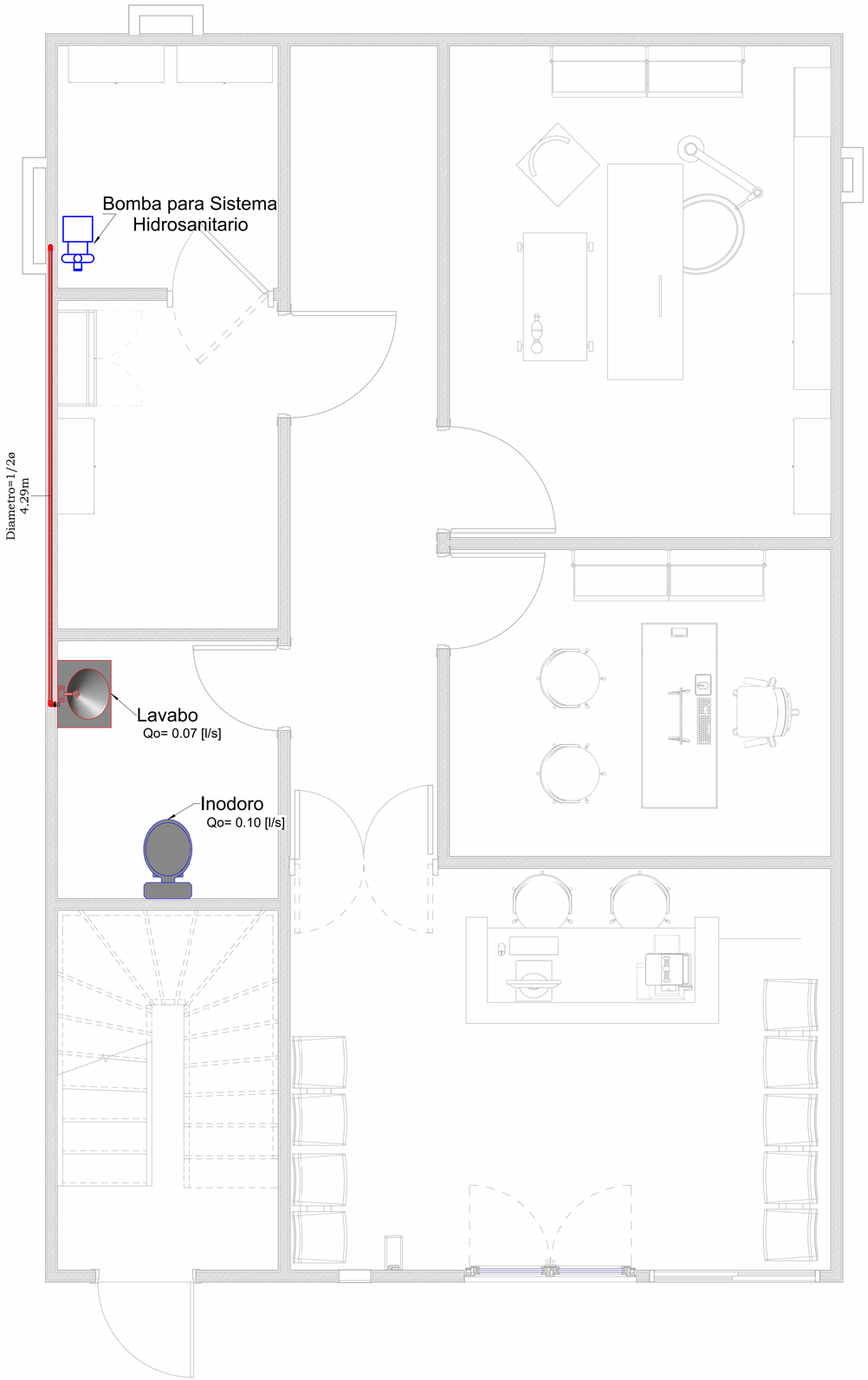


2da Planta-Distribucion
AAPP fria
1 : 25

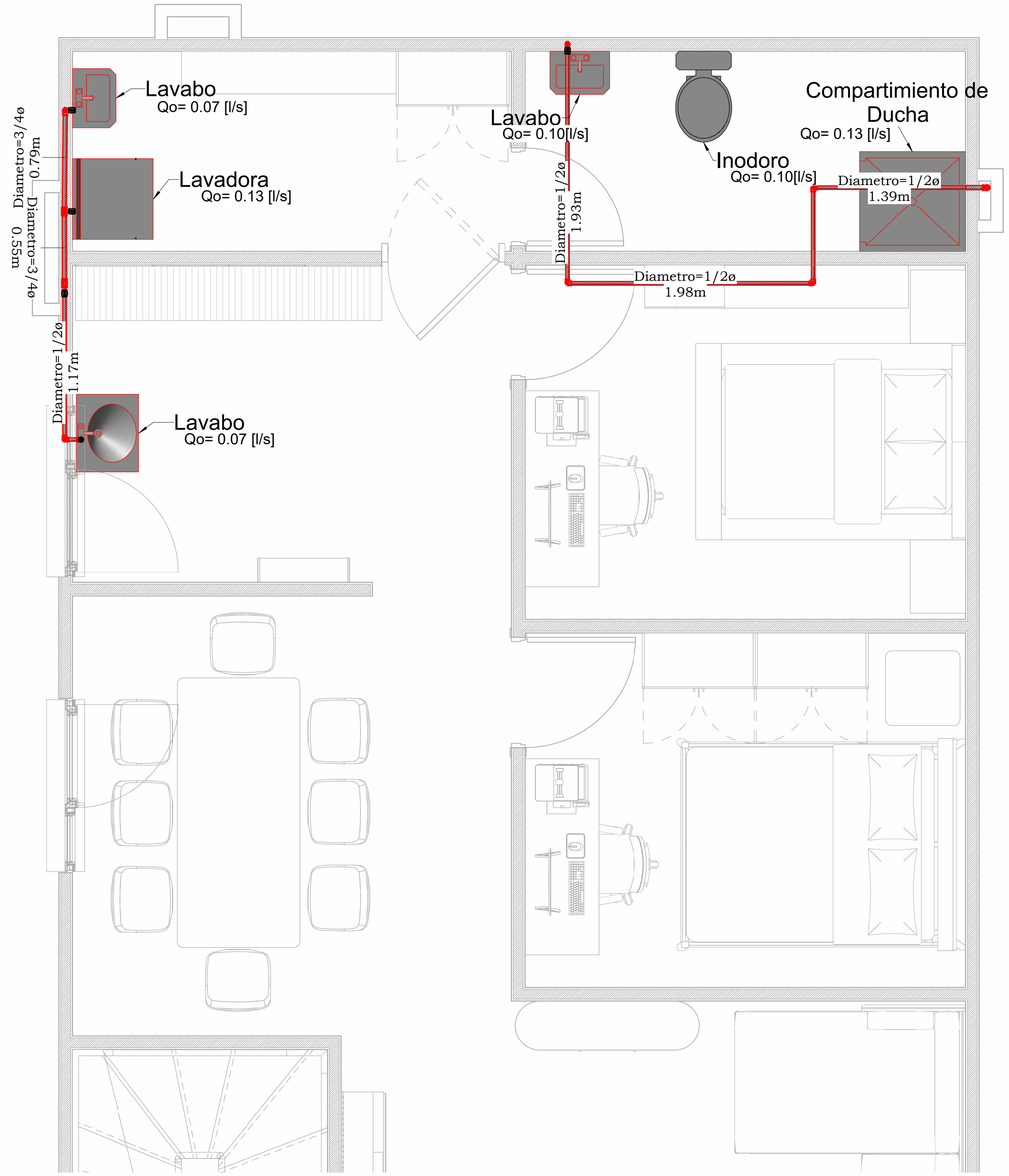


3ra Planta-Distribucion
AAPP fria
1 : 25

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA		
PROYECTO: Diseño de edificacion de 4 niveles en Urbanizacion "Mi Lote" Guayaquil		
CONTENIDO: Distribucion de Agua Potable fría (2da-3ra Planta)		
Coordinador de Ingeniería Civil: Ing. Walter Hurtares	Estudiantes: Roberto Arturo Chávez Valencia Samuel Enrique Mora Mejía	Fecha de Entrega: 30 de julio, 2025
Tutor de Tesis: Ing David Valverde		Lamina: IH-002 / Escala: En Vista



2 Planta Baja AAPP caliente
1 : 25



1 1ra Planta-Distribucion AAPP caliente
1 : 25

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

PROYECTO:
Diseño de edificacion de 4 niveles en Urbanizacion "Mi Lote" Guayaquil

CONTENIDO:
Distribucion de Agua Potable caliente (PB- 1ra Planta)

Coordinador de Ingenieria Civil:
Ing. Walter Hurtares

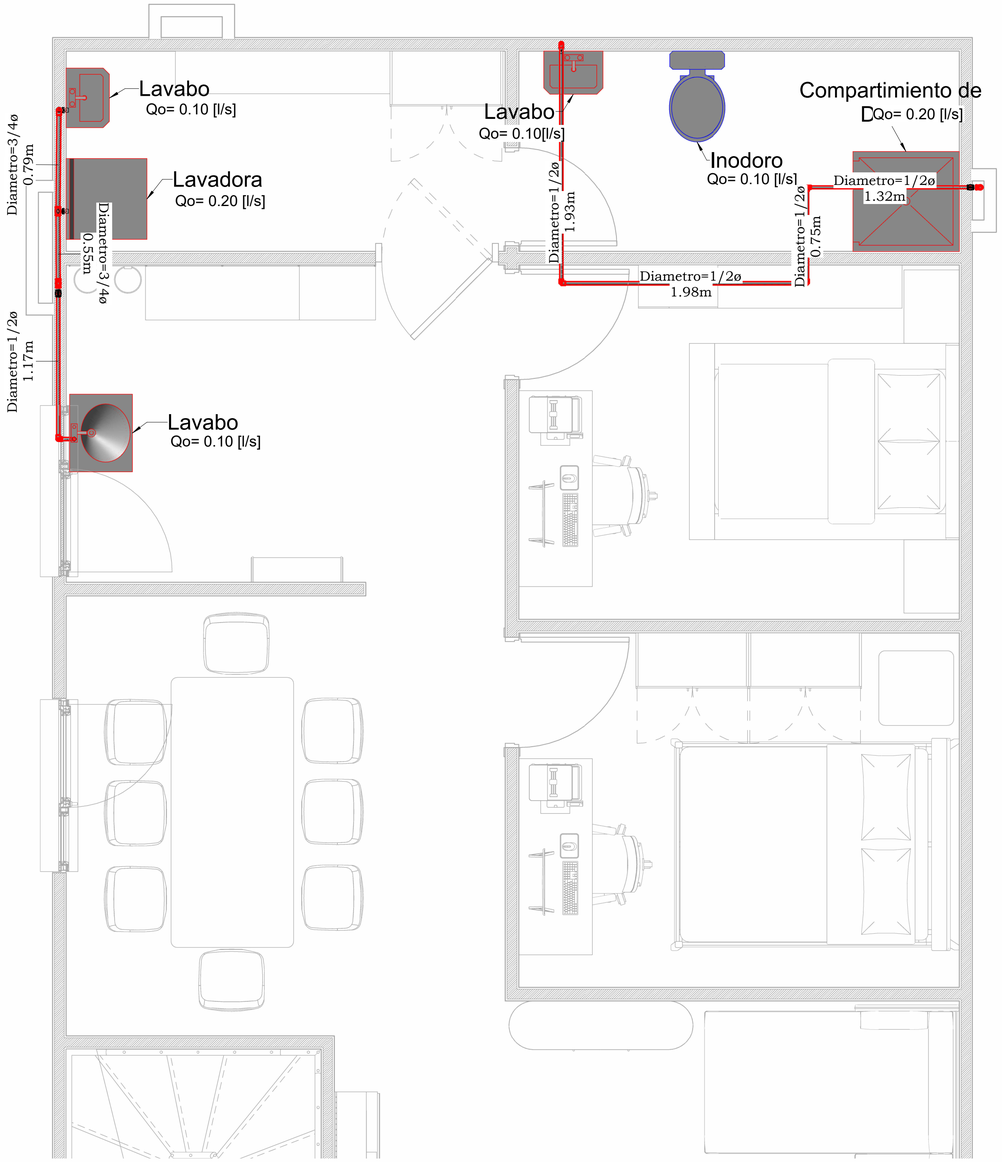
Tutor de Tesis:
Ing David Valverde

Estudiantes:
Roberto Arturo Chávez Valencia
Samuel Enrique Mora Mejía

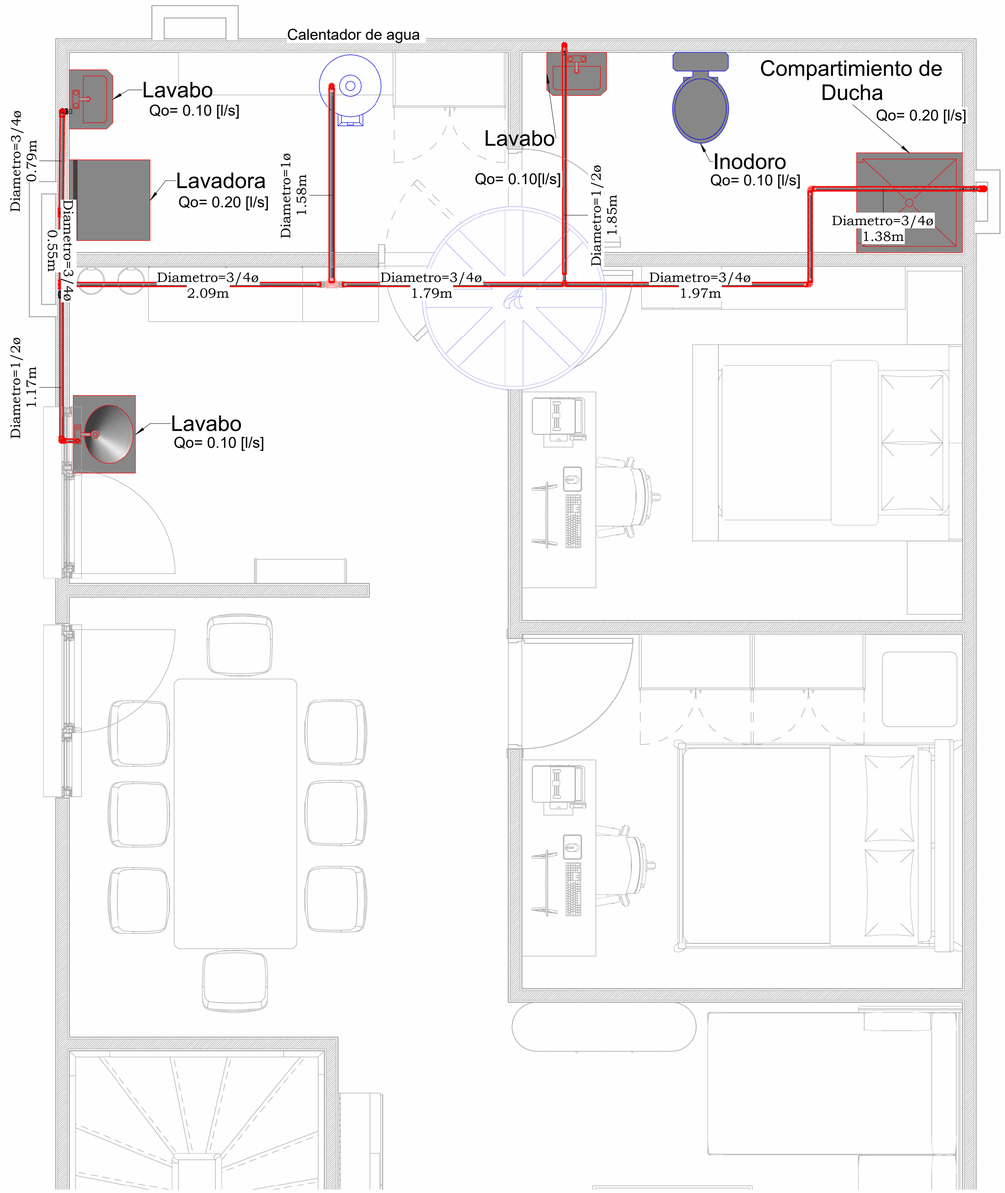
Fecha de Entrega:
30 de julio, 2025

Lamina:
IH-003

Escala:
En Vista



2da Planta-Distribucion
AAPP caliente
2
1 : 25



3ra Planta-Distribucion
AAPP caliente
1
1 : 25

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

PROYECTO:
Diseño de edificacion de 4 niveles en Urbanizacion "Mi Lote" Guayaquil

CONTENIDO:
Distribucion de Agua Potable caliente (2da-3ra Planta)

Coordinador de Ingeniería Civil:
Ing. Walter Hurtares

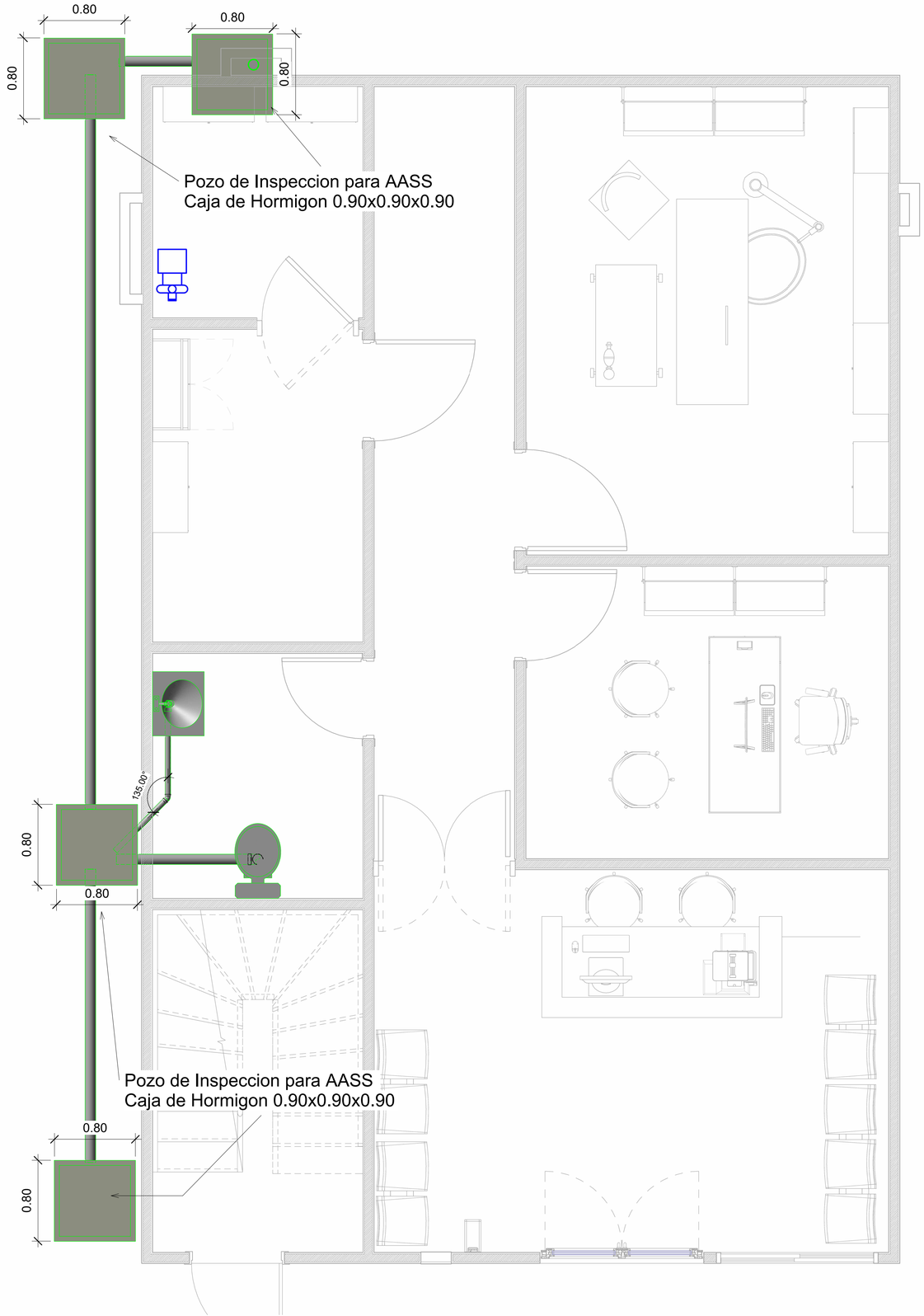
Tutor de Tesis:
Ing David Valverde

Estudiantes:
Roberto Arturo Chávez Valencia
Samuel Enrique Mora Mejía

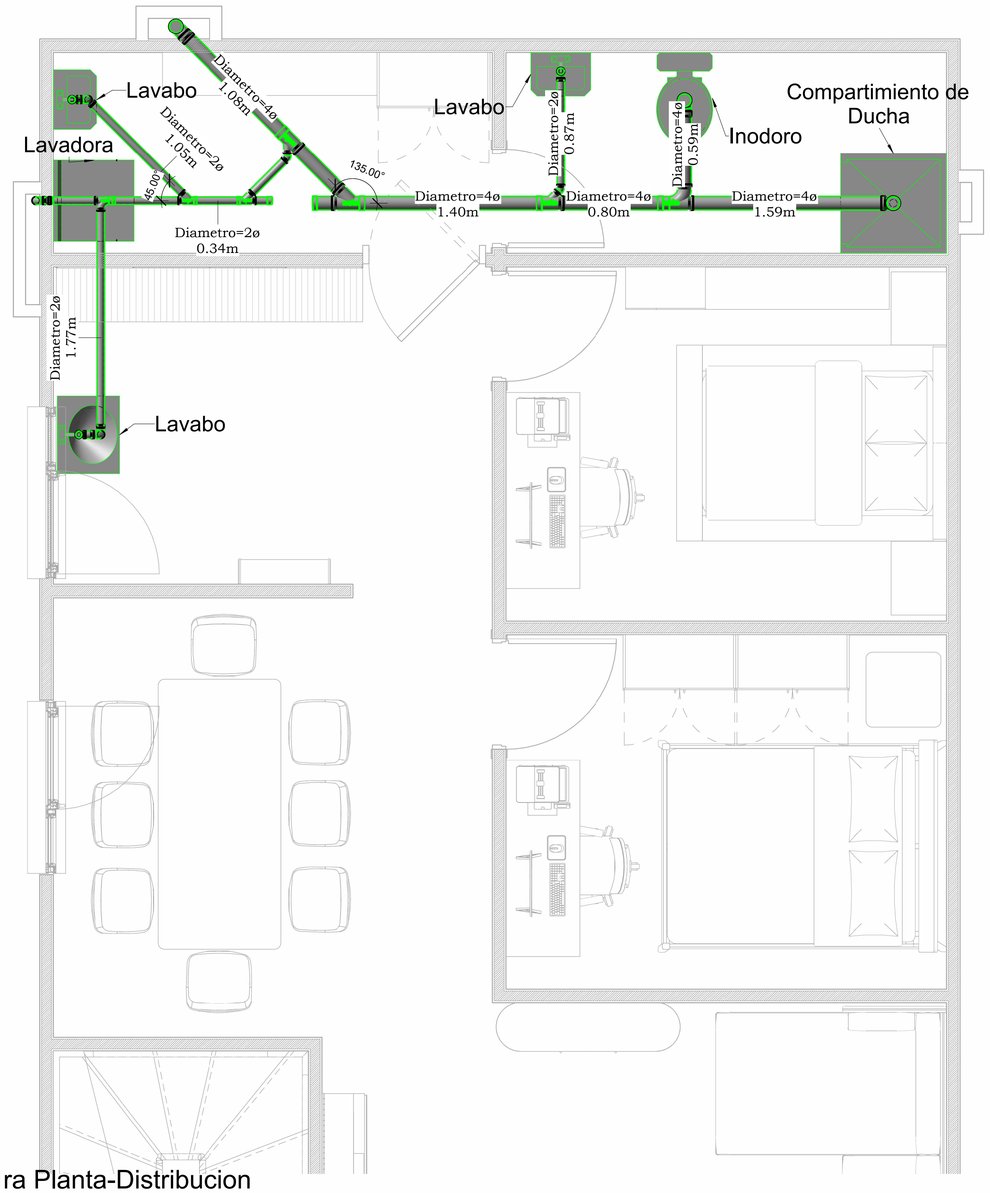
Fecha de Entrega:
30 de julio, 2025

Lamina:
IH-004

Escala:
En Vista



1 Planta Baja AASS
1 : 25



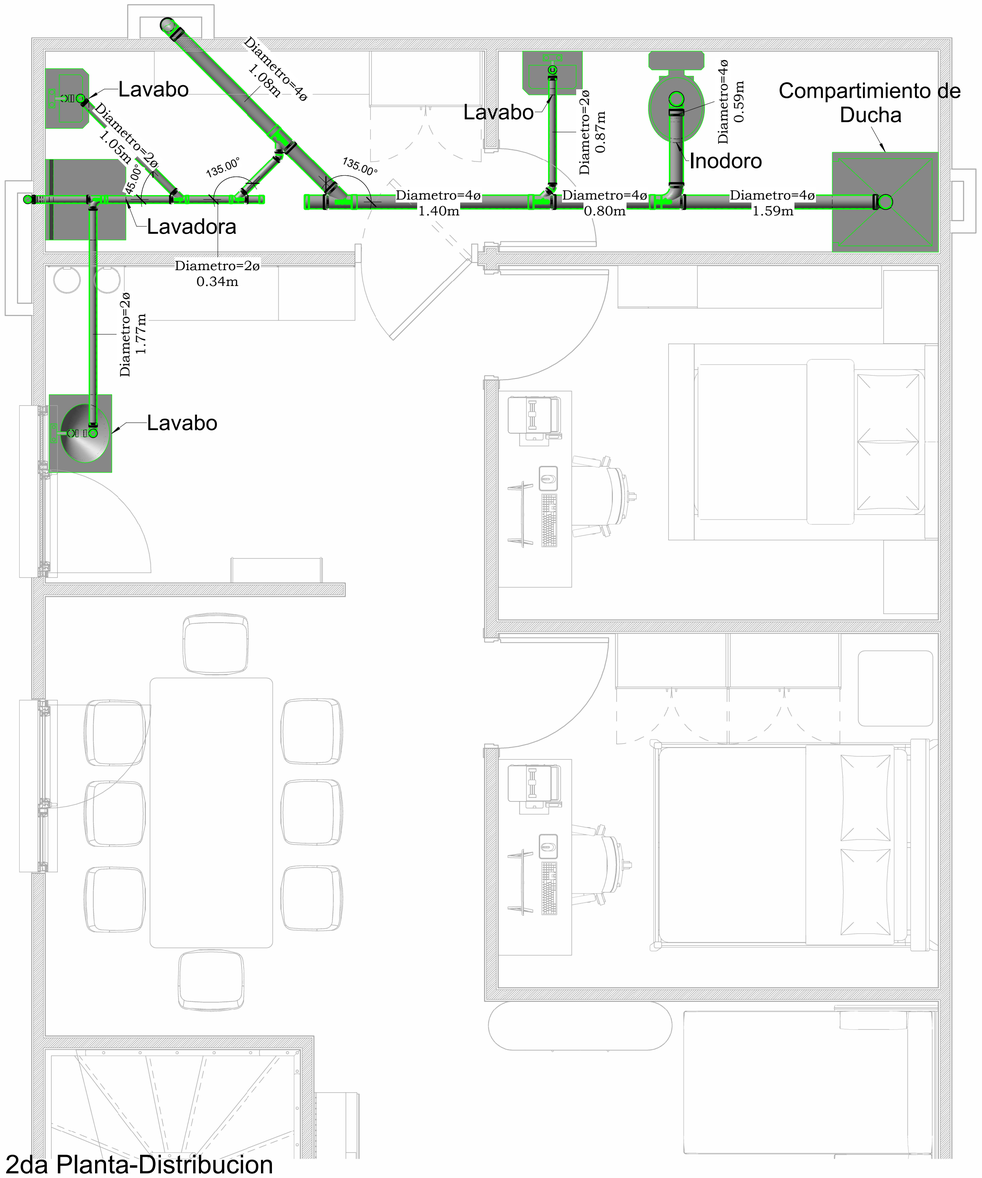
2 1ra Planta-Distribucion AASS
1 : 25

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

PROYECTO:
Diseño de edificacion de 4 niveles en Urbanizacion "Mi Lote" Guayaquil

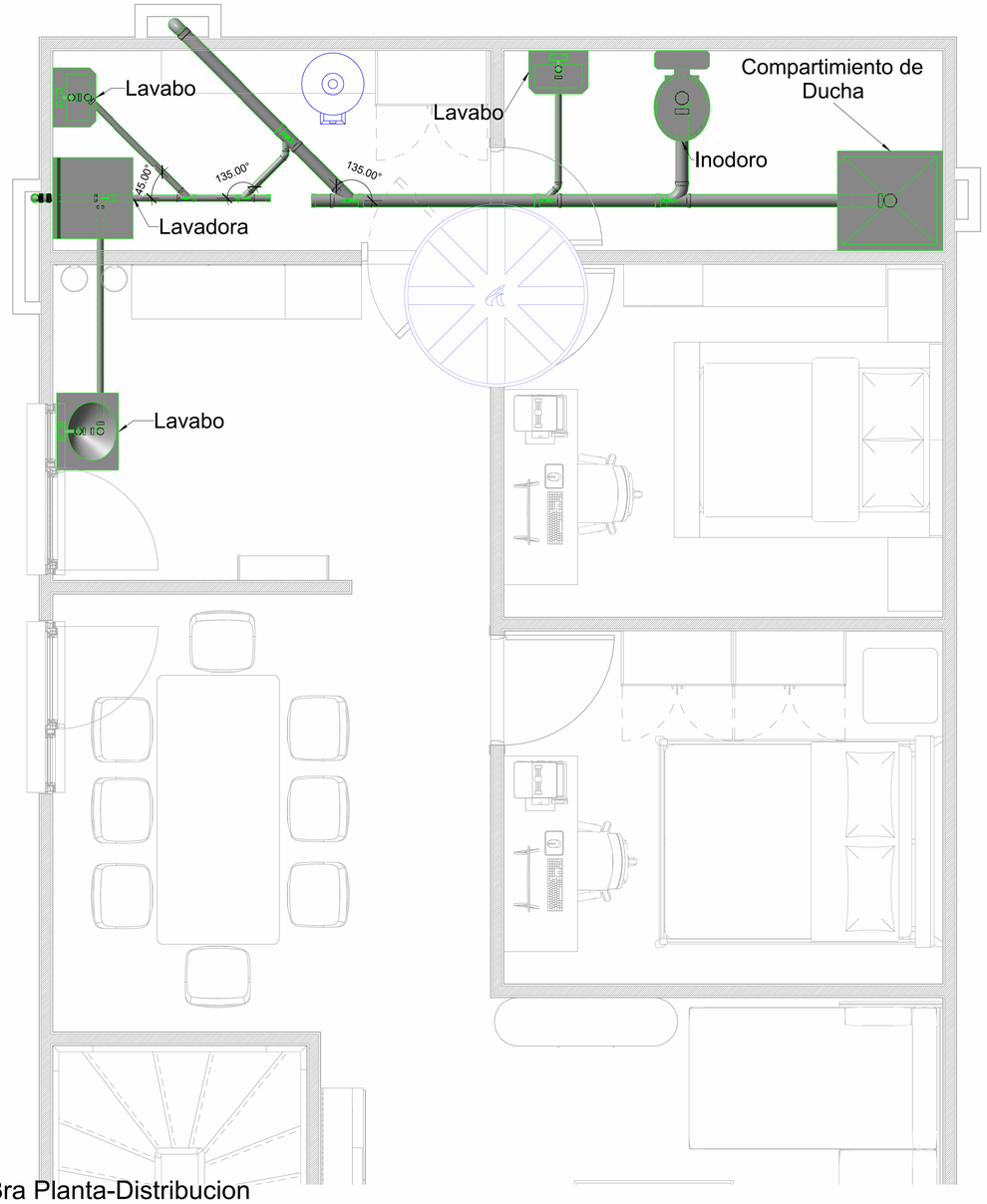
CONTENIDO:
Distribucion de Agua Sanitaria (PB- 1ra Planta)

Coordinador de Ingenieria Civil: Ing. Walter Hurtares	Estudiantes: Roberto Arturo Chávez Valencia Samuel Enrique Mora Mejía	Fecha de Entrega: 30 de julio, 2025	
Tutor de Tesis: Ing David Valverde		Lamina: IH-005	Escala: En Vista



2da Planta-Distribucion AASS

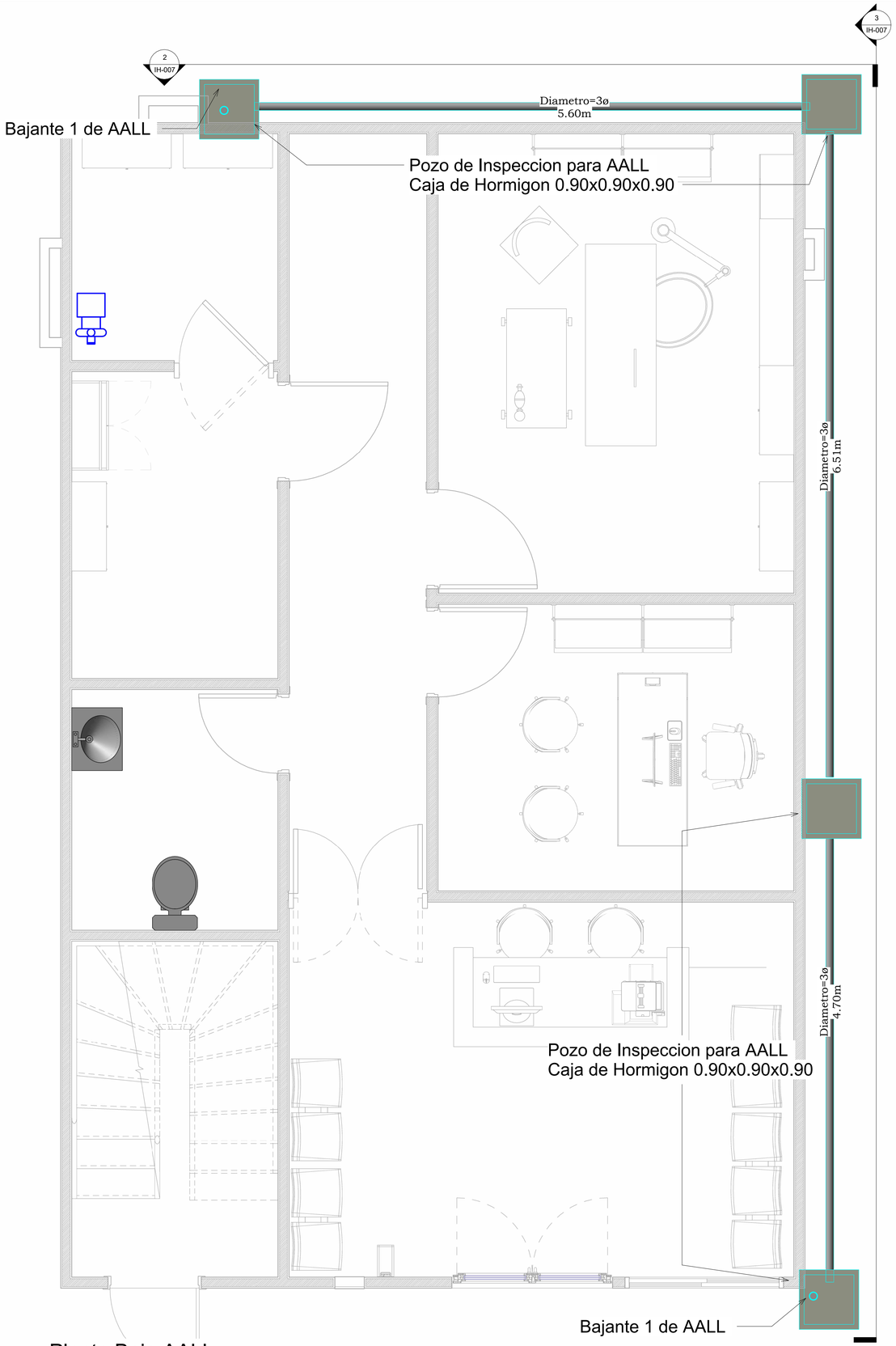
1 : 25



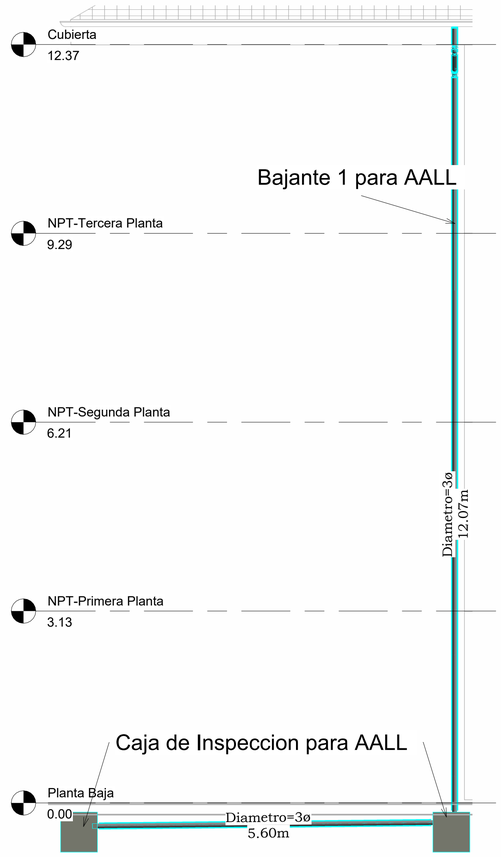
3ra Planta-Distribucion AASS

2 1 : 25

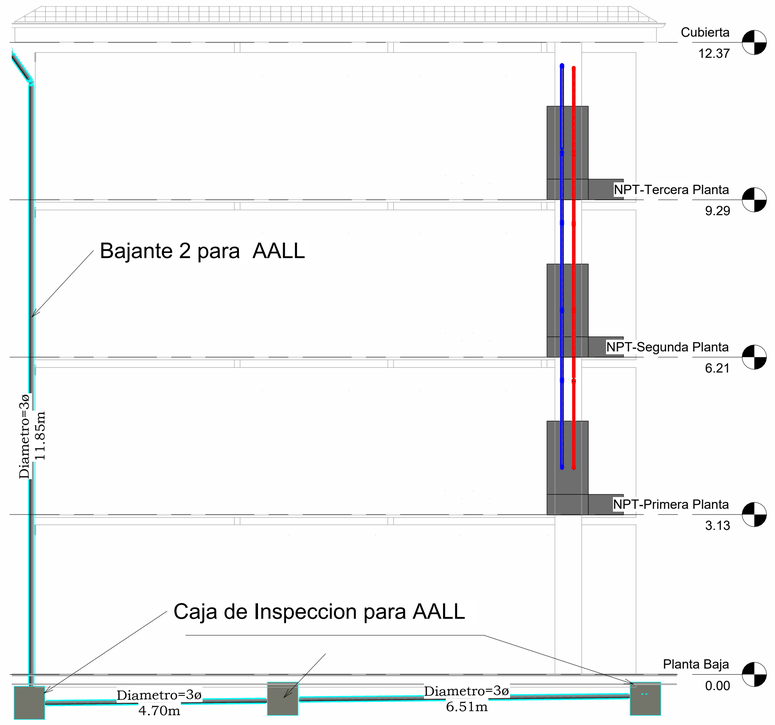
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA		
PROYECTO: Diseño de edificacion de 4 niveles en Urbanizacion "Mi Lote" Guayaquil		
CONTENIDO: Distribucion de Agua Sanitaria(2da-3ra Planta)		
Coordinador de Ingeniería Civil: Ing. Walter Hurtares	Estudiantes: Roberto Arturo Chávez Valencia Samuel Enrique Mora Mejía	Fecha de Entrega: 30 de julio, 2025
Tutor de Tesis: Ing David Valverde		Lamina: IH-006 / Escala: En Vista



1 Planta Baja AALL
1 : 25



2 Sección 4
1 : 50



3 Sección 5
1 : 60

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

PROYECTO:
Diseño de edificacion de 4 niveles en Urbanizacion "Mi Lote" Guayaquil

CONTENIDO:
Distribucion de AALL (Ubicacion de Pozos)

Coordinador de Ingenieria Civil: Ing. Walter Hurtares

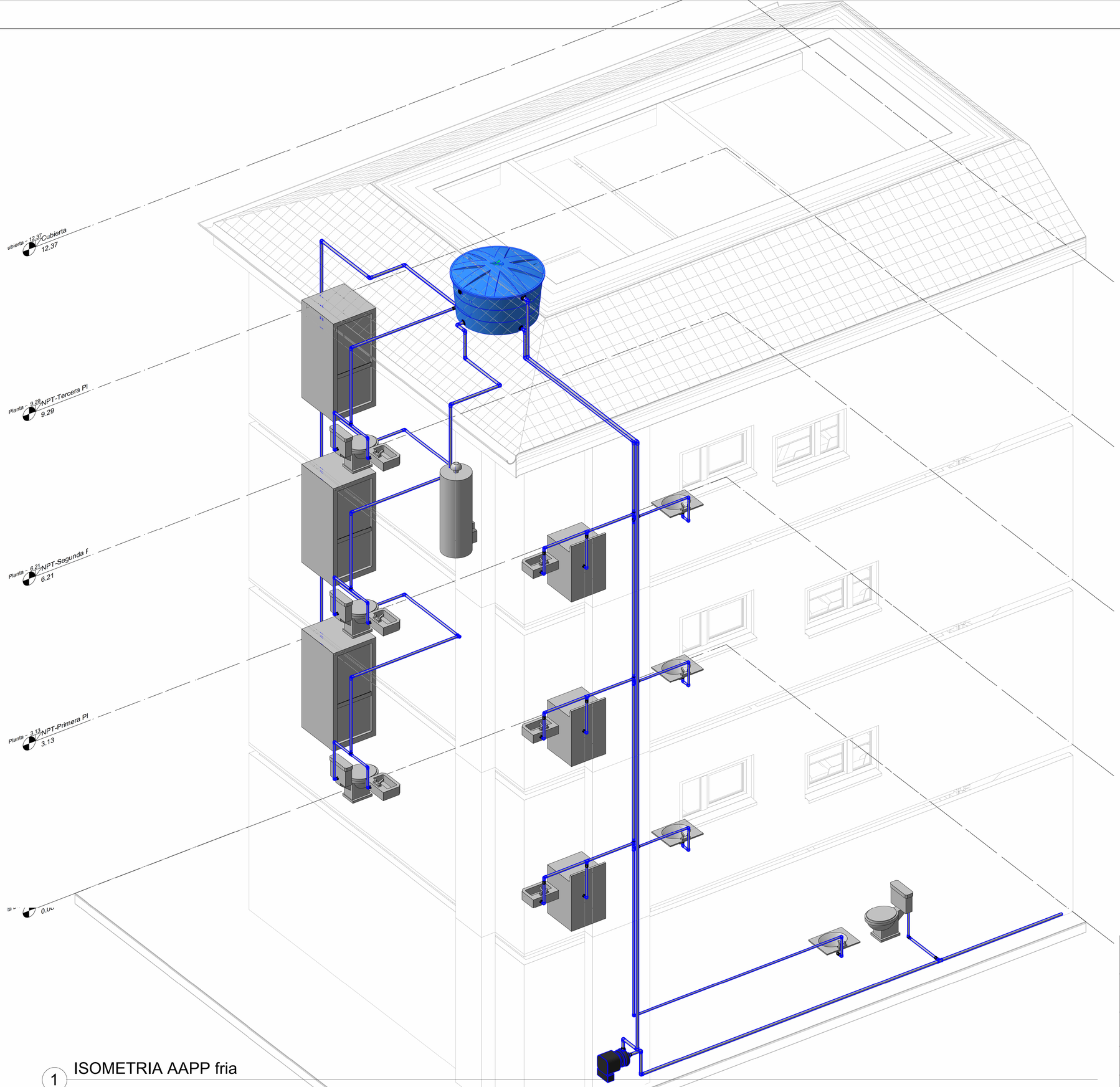
Tutor de Tesis: Ing David Valverde

Estudiantes:
Roberto Arturo Chávez Valencia
Samuel Enrique Mora Mejía

Fecha de Entrega: 30 de julio, 2025

Lamina: IH-007

Escala: En Vista



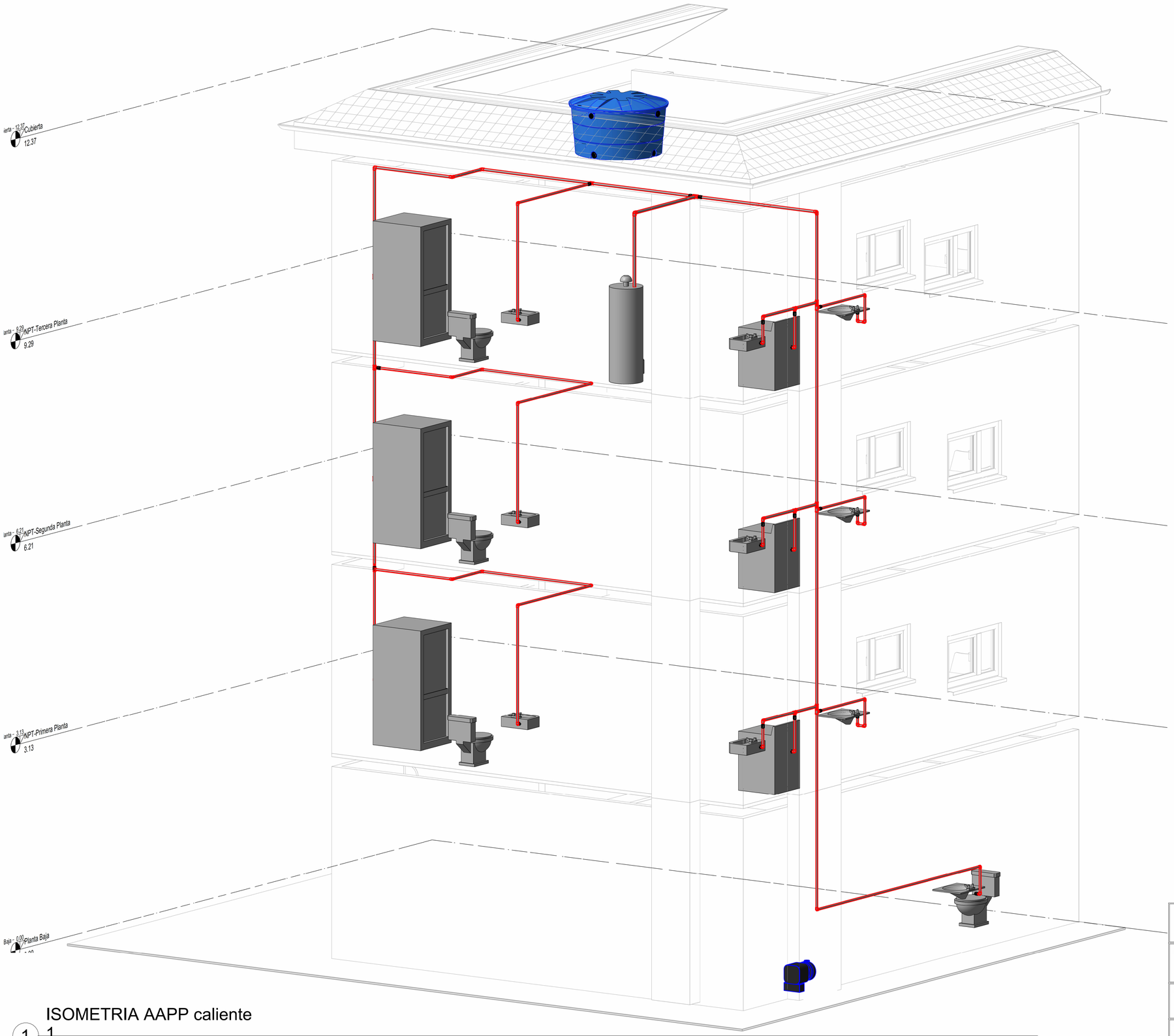
1 ISOMETRIA AAPP fria

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

PROYECTO: Diseño de edificacion de 4 niveles en Urbanizacion "Mi Lote" Guayaquil

CONTENIDO: ISOMETRICO DE AAPP fria

Coordinador de Ingenieria Civil: Ing. Walter Hurtares	Estudiantes: Roberto Arturo Chávez Valencia Samuel Enrique Mora Mejía	Fecha de Entrega: 30 de julio, 2025
Tutor de Tesis: Ing David Valverde		Lamina: IH-008 / Escala: En Vista



ISOMETRIA AAPP caliente

1 1

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO: Diseño de edificacion de 4 niveles en Urbanizacion "Mi Lote" Guayaquil

CONTENIDO: ISOMETRICO DE AAPP caliente

Coordinador de Ingeniería Civil: Ing. Walter Hurtares

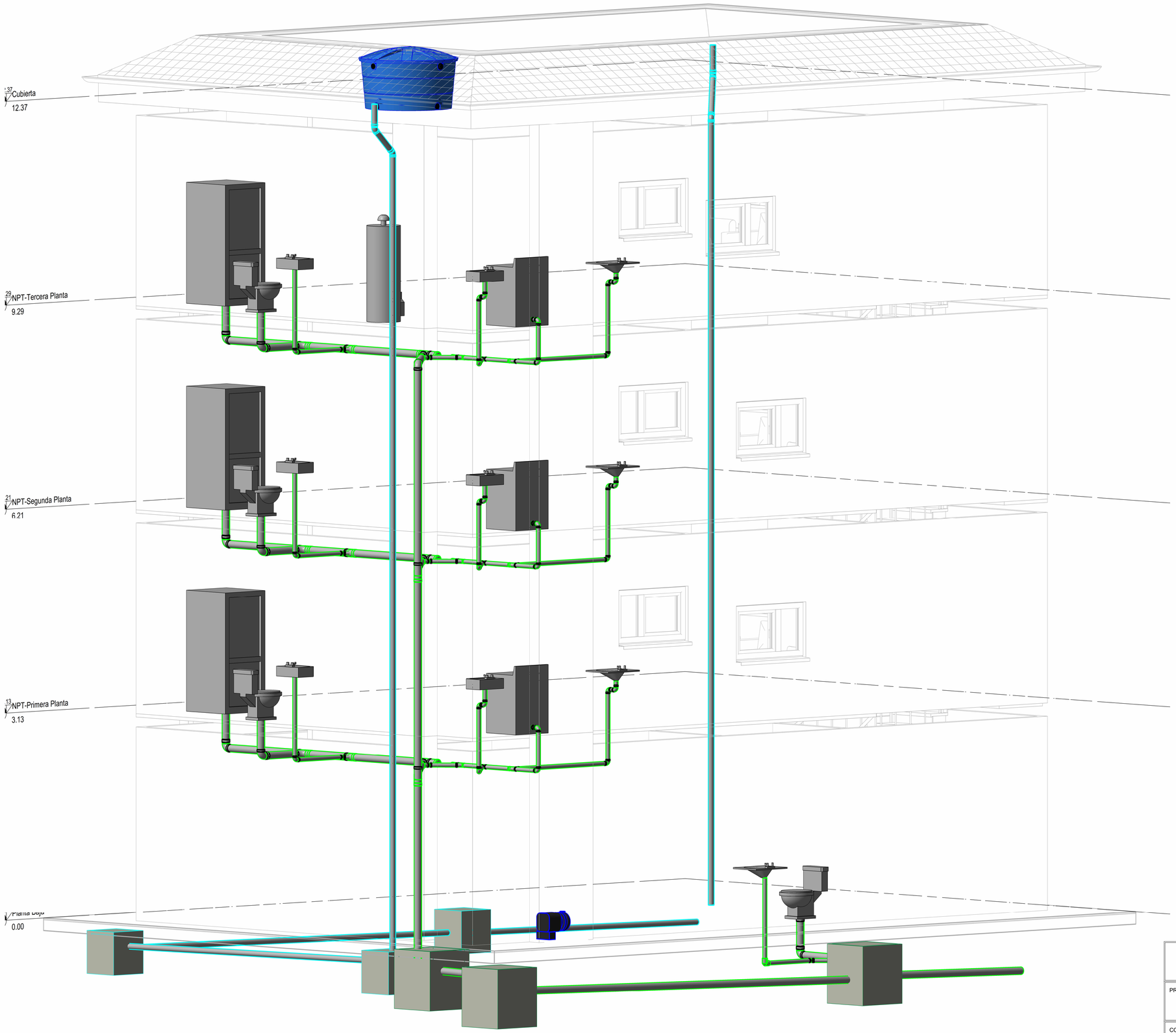
Tutor de Tesis: Ing David Valverde

Estudiantes: Roberto Arturo Chávez Valencia; Samuel Enrique Mora Mejía

Fecha de Entrega: 30 de julio, 2025

Lamina: IH-009

Escala: En Vista



1 ISOMETRIA AALL-AASS

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

PROYECTO:
Diseño de edificacion de 4 niveles en Urbanizacion "Mi Lote" Guayaquil

CONTENIDO:
ISOMETRICO DE AALL-AASS

Coordinador de Ingenieria Civil:
Ing. Walter Hurtares

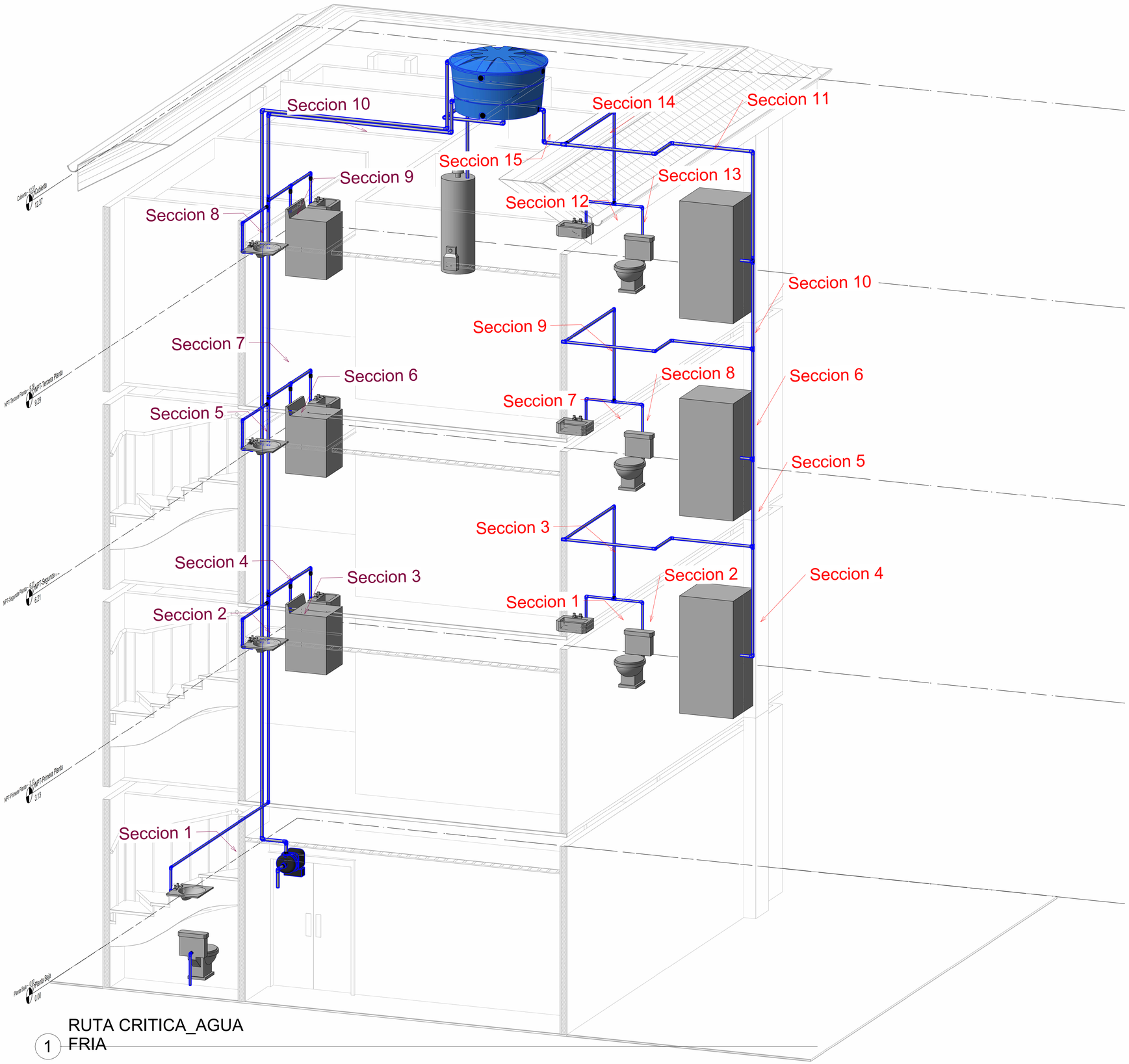
Tutor de Tesis:
Ing David Valverde

Estudiantes:
Roberto Arturo Chávez Valencia
Samuel Enrique Mora Mejía

Fecha de Entrega:
30 de julio, 2025

Lamina:
IH-010

Escala:
En Vista



1 RUTA CRITICA_AGUA FRIA

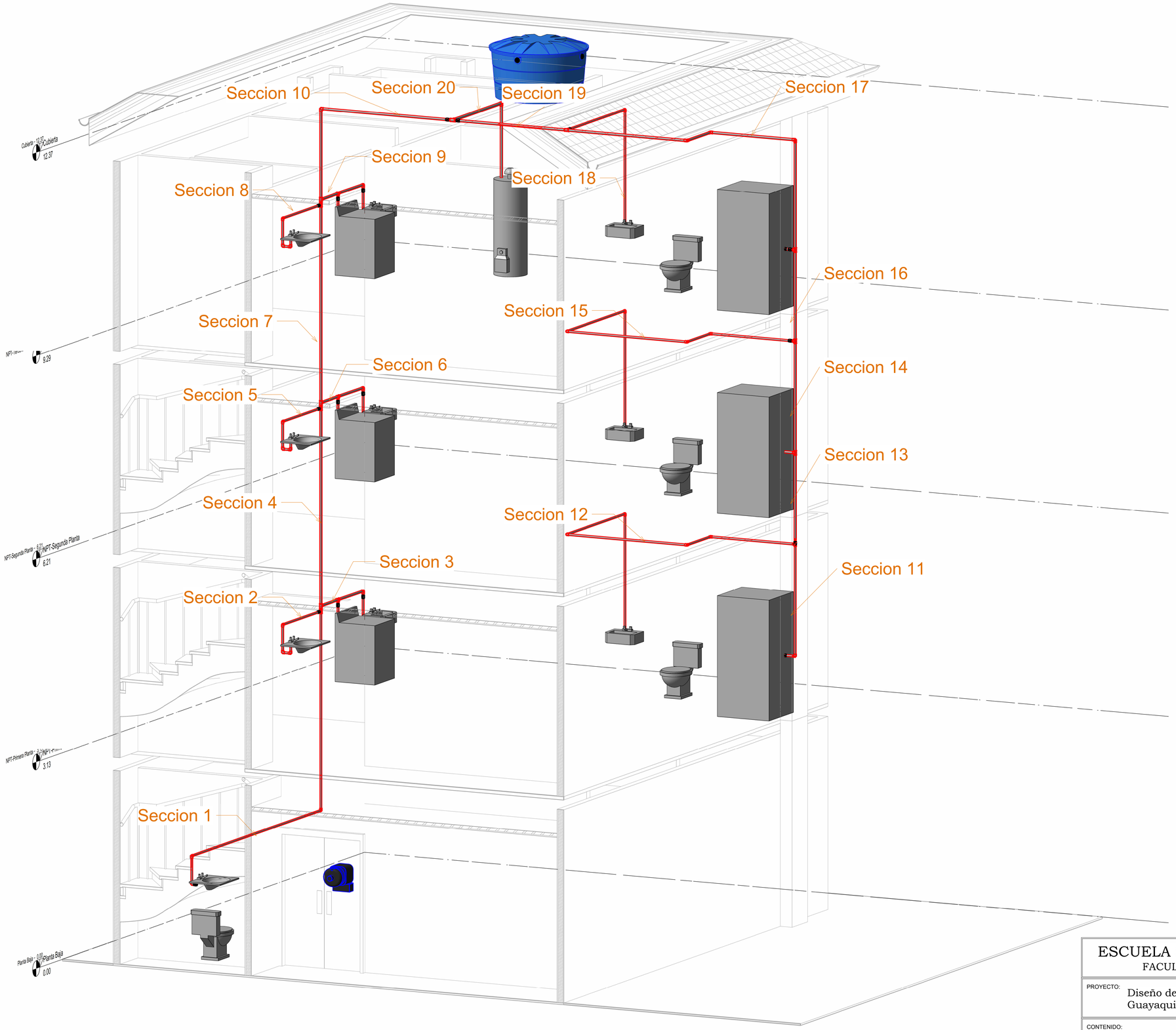
ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO: Diseño de edificacion de 4 niveles en Urbanizacion "Mi Lote" Guayaquil

CONTENIDO: RUTA CRITICA AAPP FRIA

Coordinador de Ingenieria Civil: Ing. Walter Hurtares	Estudiantes: Roberto Arturo Chávez Valencia Samuel Enrique Mora Mejía	Fecha de Entrega: 30 de julio, 2025
Tutor de Tesis: Ing David Valverde		Lamina: IH-011 / Escala: En Vista



RUTA CRITICA_AGUA CALIENTE

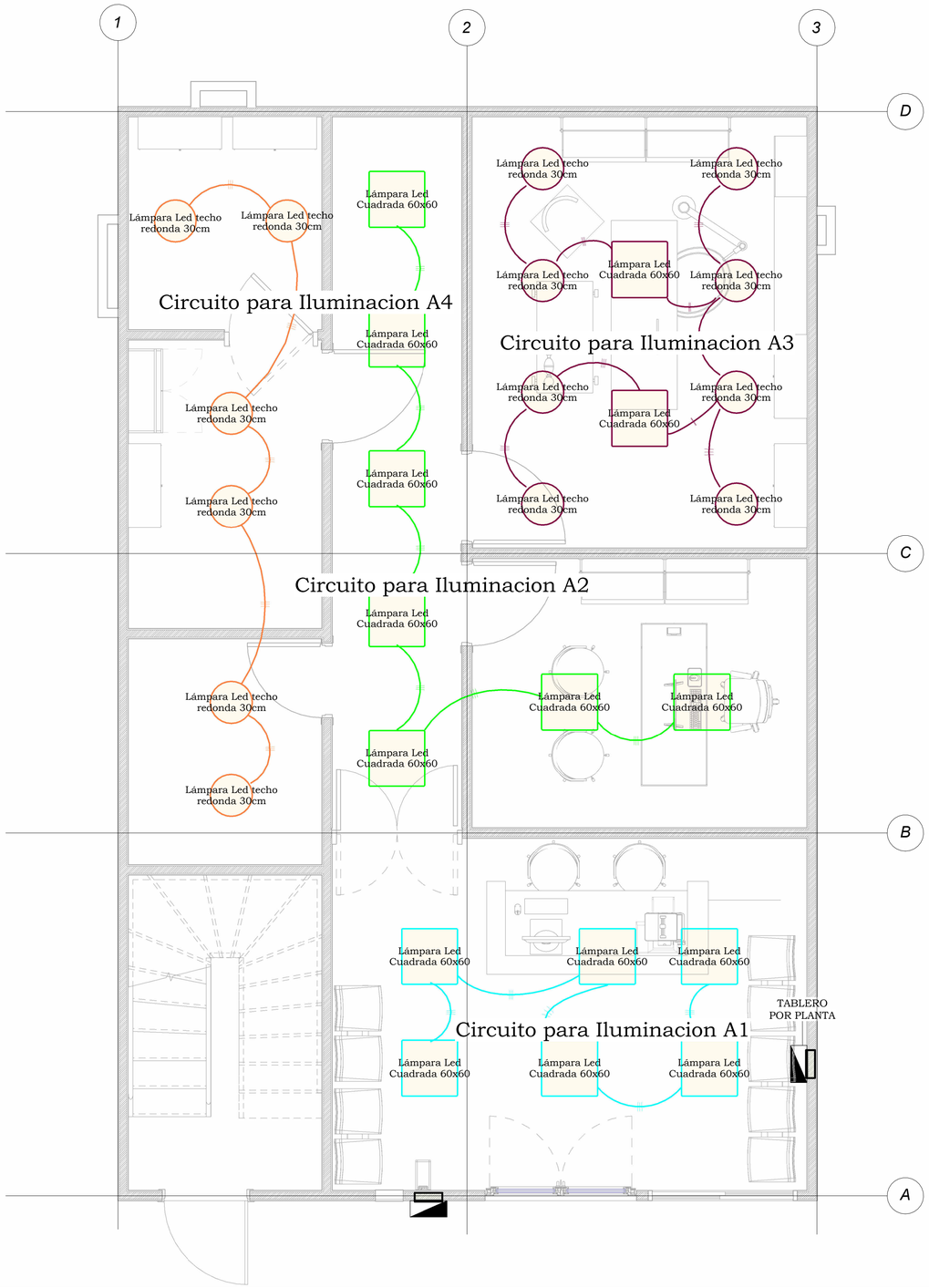
1

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

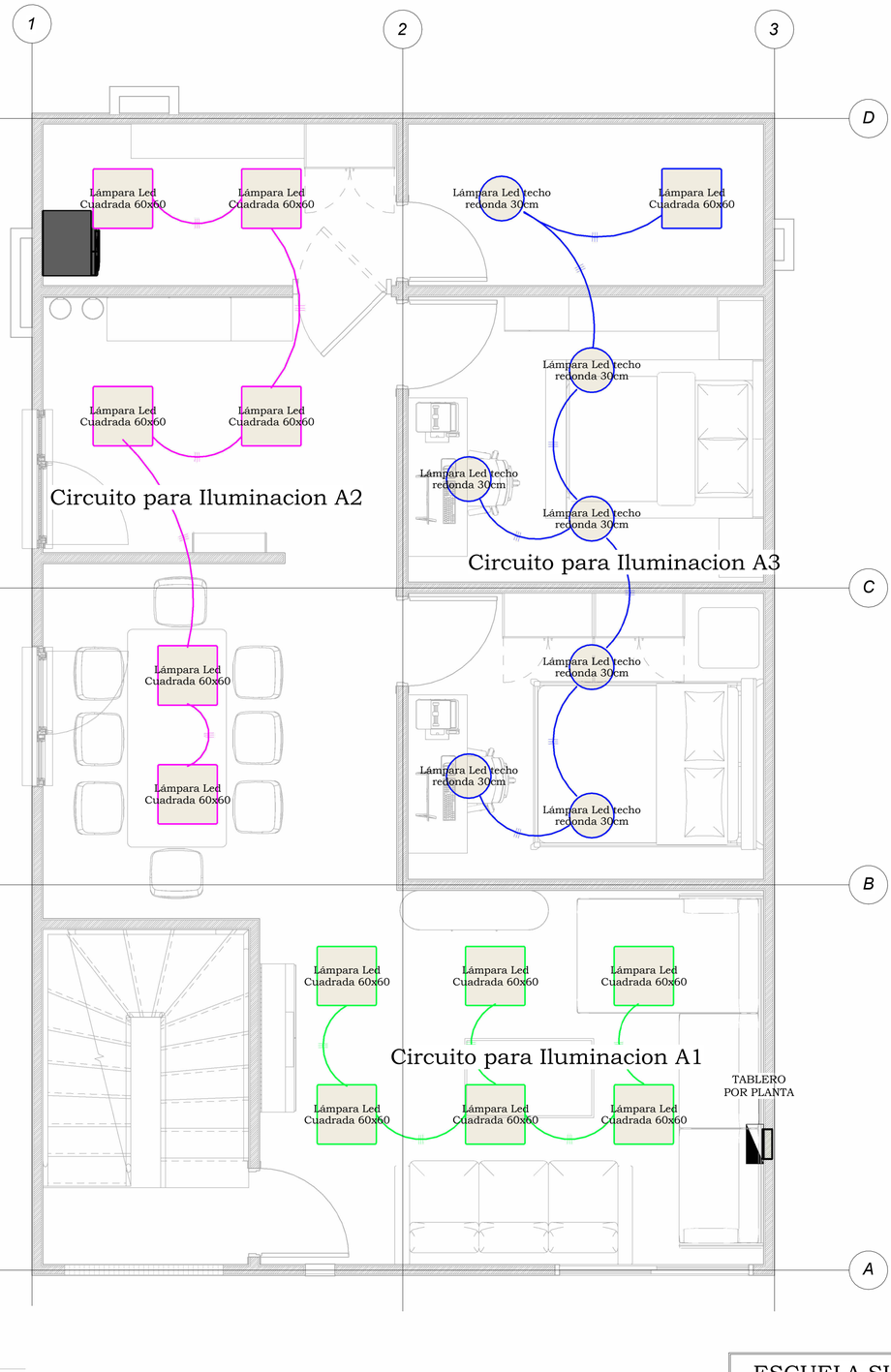
PROYECTO: Diseño de edificacion de 4 niveles en Urbanizacion "Mi Lote" Guayaquil

CONTENIDO: RUTA CRITICA AAPP CALIENTE

Coordinador de Ingeniería Civil: Ing. Walter Hurtares	Estudiantes: Roberto Arturo Chávez Valencia Samuel Enrique Mora Mejía	Fecha de Entrega: 30 de julio, 2025
Tutor de Tesis: Ing David Valverde		Lamina: IH-012 / Escala: En Vista



2 Planta Baja Iluminacion
1 : 30



1 NPT-Primera Planta Iluminacion
1 : 30

SIMBOLOGIA

SIMBOLO	DESCRIPCION
	LUMINARIA LED DE TECHO 30 CM
	LAMPARA LED CUADRADA 60CM*60CM
$	INTERRUPTOR SIMPLE
TOT	TABLERO TOTALIZADOR
	PANEL DE DISTRIBUCION SERVICIO GENERAL
	TOMACORRIENTE 110V H=0.40 m
	TOMACORRIENTE 110V H=1.20 m
	TOMACORRIENTE 220V H=1.20 m

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

PROYECTO:
Diseño de edificacion de 4 niveles en Urbanizacion "Mi Lote" Guayaquil

CONTENIDO:
Circuito Electrico Iluminacion PB-1ra Planta

Coordinador de Ingenieria Civil:
Ing. Walter Hurtares

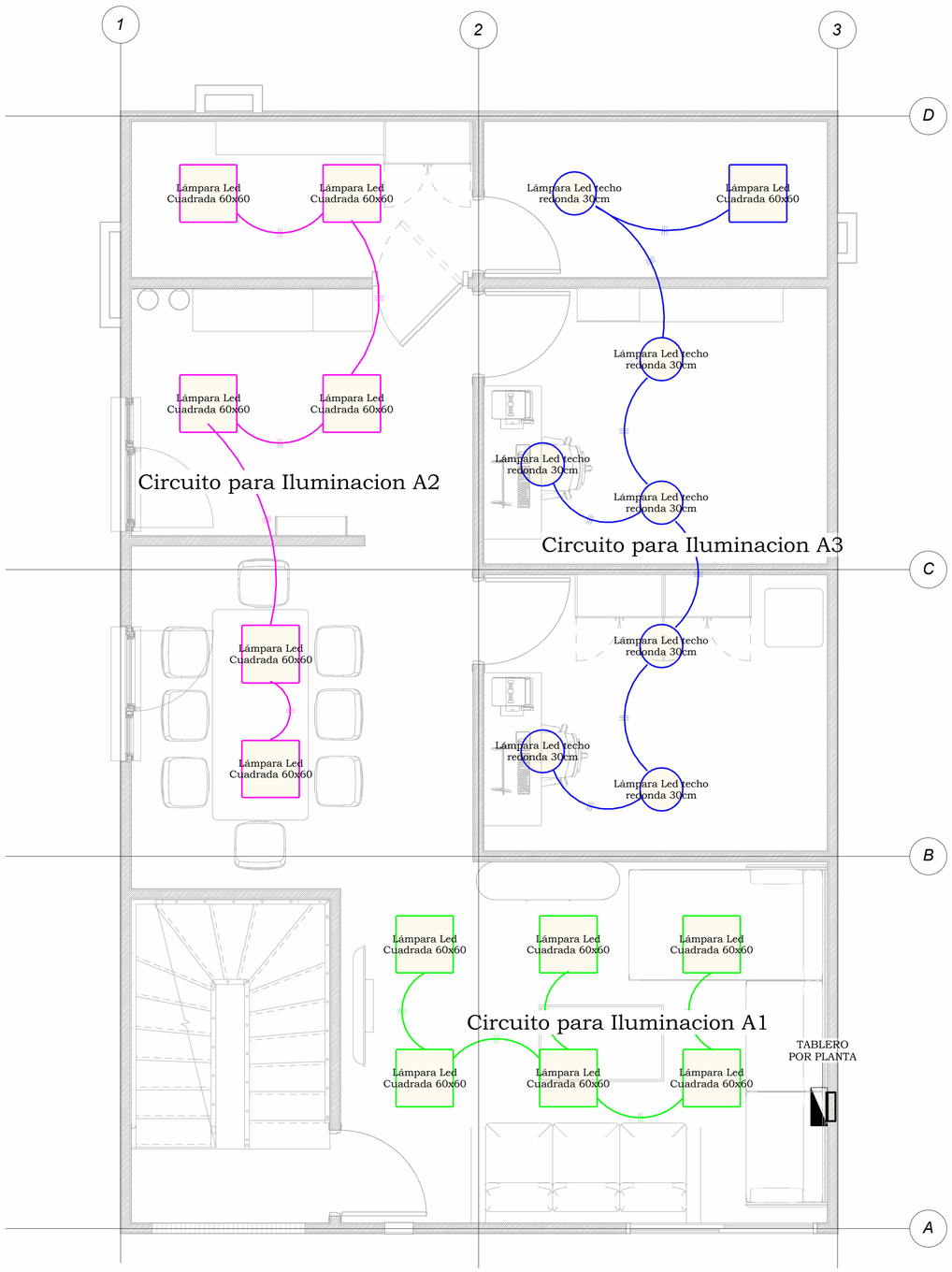
Tutor de Tesis:
Ing David Valverde

Estudiantes:
Roberto Arturo Chávez Valencia
Samuel Enrique Mora Mejía

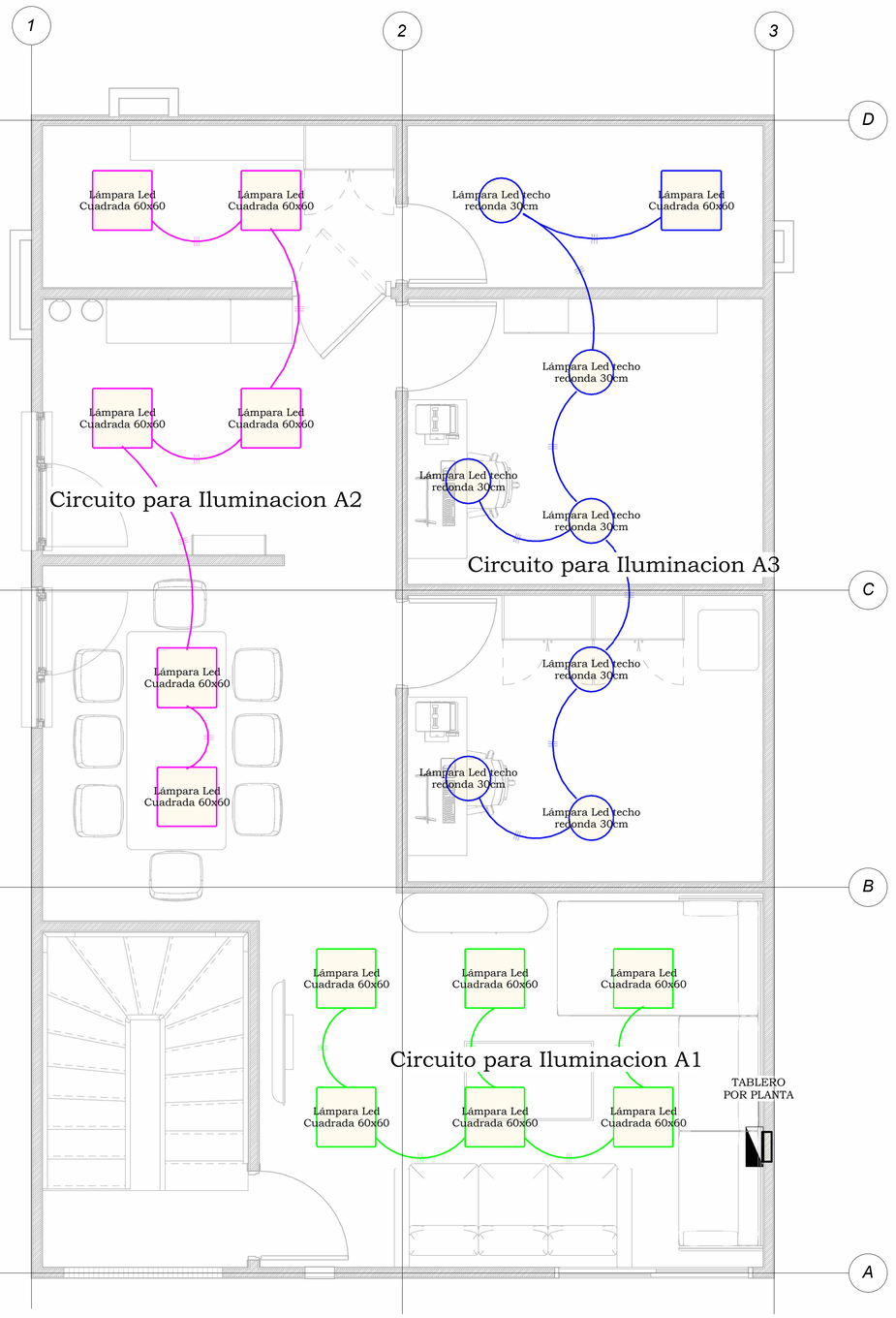
Fecha de Entrega:
18 de agosto, 2025

Lamina:
A101

Escala:
EN VISTA



1 NPT-Segunda Planta Iluminacion
1 : 30



2 NPT-Tercera Planta Iluminacion
1 : 30

SIMBOLOGIA

SIMBOLO	DESCRIPCION
	LUMINARIA LED DE TECHO 30 CM
	LAMPARA LED CUADRADA 60CM*60CM
$	INTERRUPTOR SIMPLE
TOX	TABLERO TOTALIZADOR
	PANEL DE DISTRIBUCION SERVICIO GENERAL
	TOMACORRIENTE 110V H=0.40 m
	TOMACORRIENTE 110V H=1.20 m
	TOMACORRIENTE 220V H=1.20 m

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

PROYECTO: Diseño de edificacion de 4 niveles en Urbanizacion "Mi Lote" Guayaquil

CONTENIDO: Circuito Electrico Iluminacion 2da-3ra Planta

Coordinador de Ingenieria Civil: Ing. Walter Hurtares

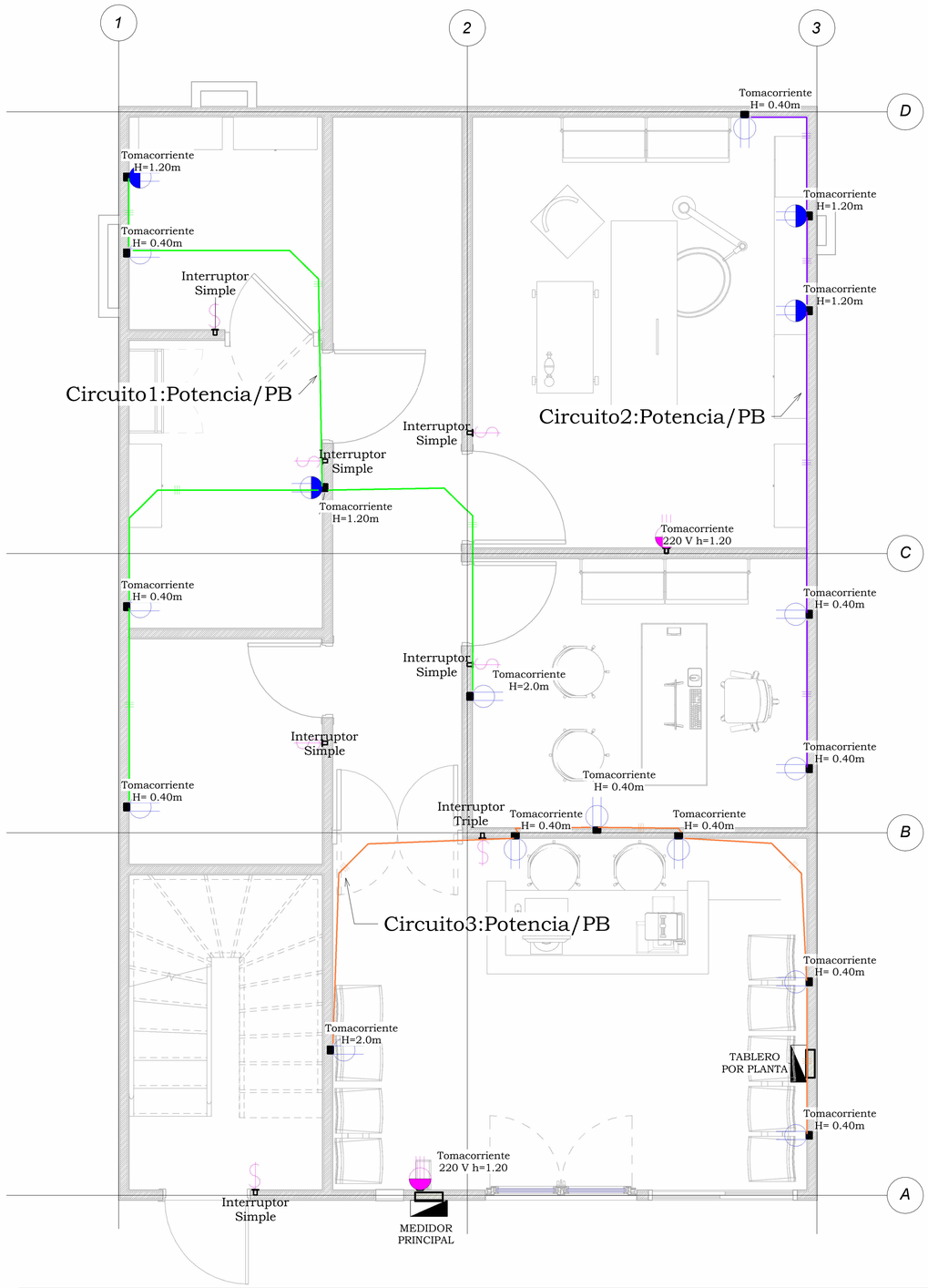
Tutor de Tesis: Ing David Valverde

Estudiantes: Roberto Arturo Chávez Valencia; Samuel Enrique Mora Mejía

Fecha de Entrega: 18 de agosto, 2025

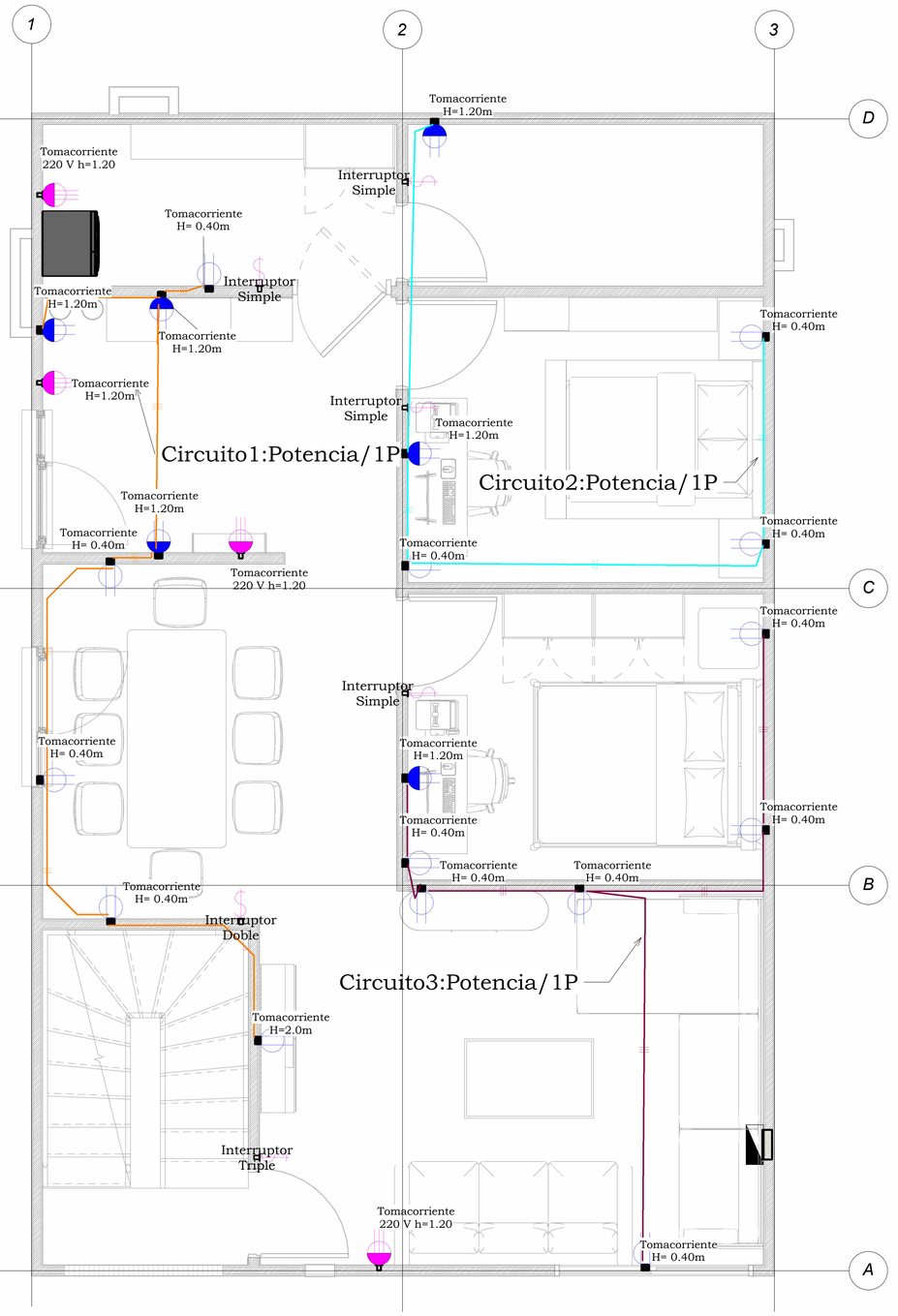
Lamina: A102

Escala: EN VISTA



1 Planta Baja Tomacorriente

1 : 30



2 NPT-Primera Planta Tomacorriente

1 : 30

SIMBOLOGIA

SIMBOLO	DESCRIPCION
	LUMINARIA LED DE TECHO 30 CM
	LAMPARA LED CUADRADA 60CM*60CM
$	INTERRUPTOR SIMPLE
TOX	TABLERO TOTALIZADOR
	PANEL DE DISTRIBUCION SERVICIO GENERAL
	TOMACORRIENTE 110V H=0.40 m
	TOMACORRIENTE 110V H=1.20 m
	TOMACORRIENTE 220V H=1.20 m

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO: Diseño de edificacion de 4 niveles en Urbanizacion "Mi Lote" Guayaquil

CONTENIDO: Circuito Electrico PotenciaPB-1ra Planta

Coordinador de Ingenieria Civil: Ing. Walter Hurtares

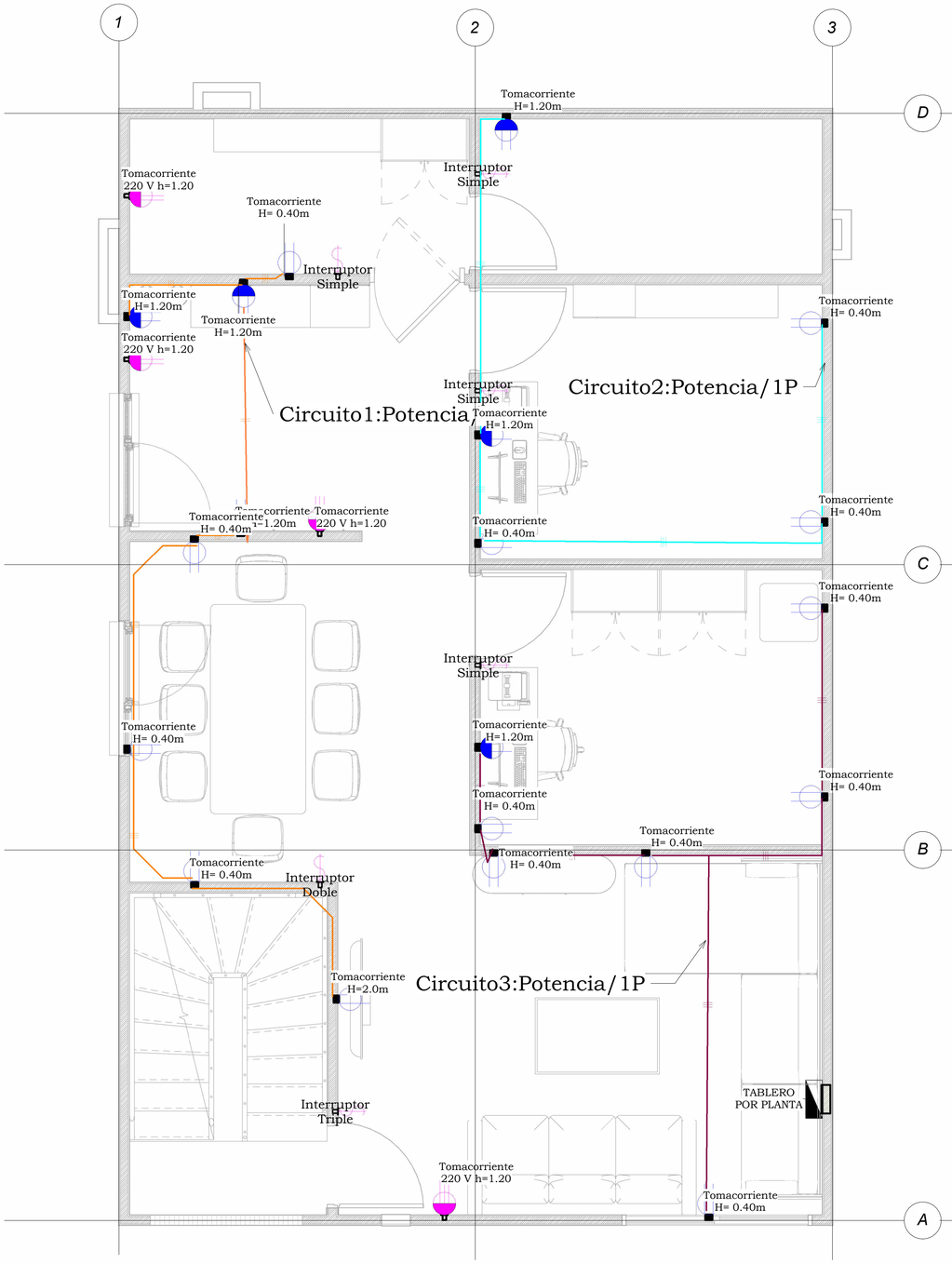
Tutor de Tesis: Ing David Valverde

Estudiantes: Roberto Arturo Chávez Valencia; Samuel Enrique Mora Mejía

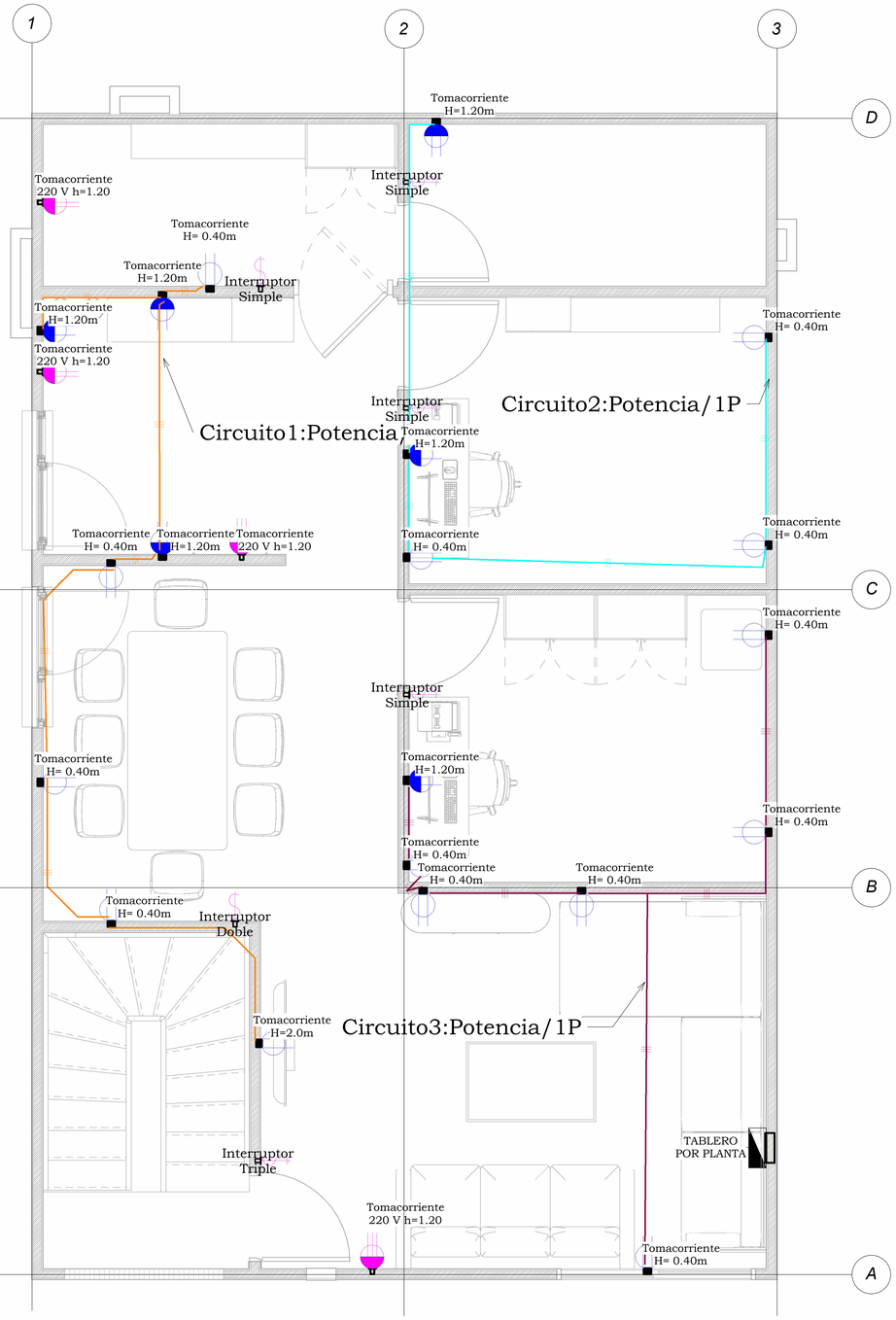
Fecha de Entrega: 18 de agosto, 2025

Lamina: A103

Escala: EN VISTA



2 NPT-Segunda Planta
Tomacorriente
1 : 30



1 NPT-Tercera Planta
Tomacorriente
1 : 30

SIMBOLOGIA

SIMBOLO	DESCRIPCION
	LUMINARIA LED DE TECHO 30 CM
	LAMPARA LED CUADRADA 60CM*60CM
$	INTERRUPTOR SIMPLE
	TABLERO TOTALIZADOR
	PANEL DE DISTRIBUCION SERVICIO GENERAL
	TOMACORRIENTE 110V H=0.40 m
	TOMACORRIENTE 110V H=1.20 m
	TOMACORRIENTE 220V H=1.20 m

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

PROYECTO:
Diseño de edificacion de 4 niveles en Urbanizacion "Mi Lote"
Guayaquil

CONTENIDO:
Circuito Electrico Potencia 2da-3ra Planta

Coordinador de Ingenieria Civil:
Ing. Walter Hurtares

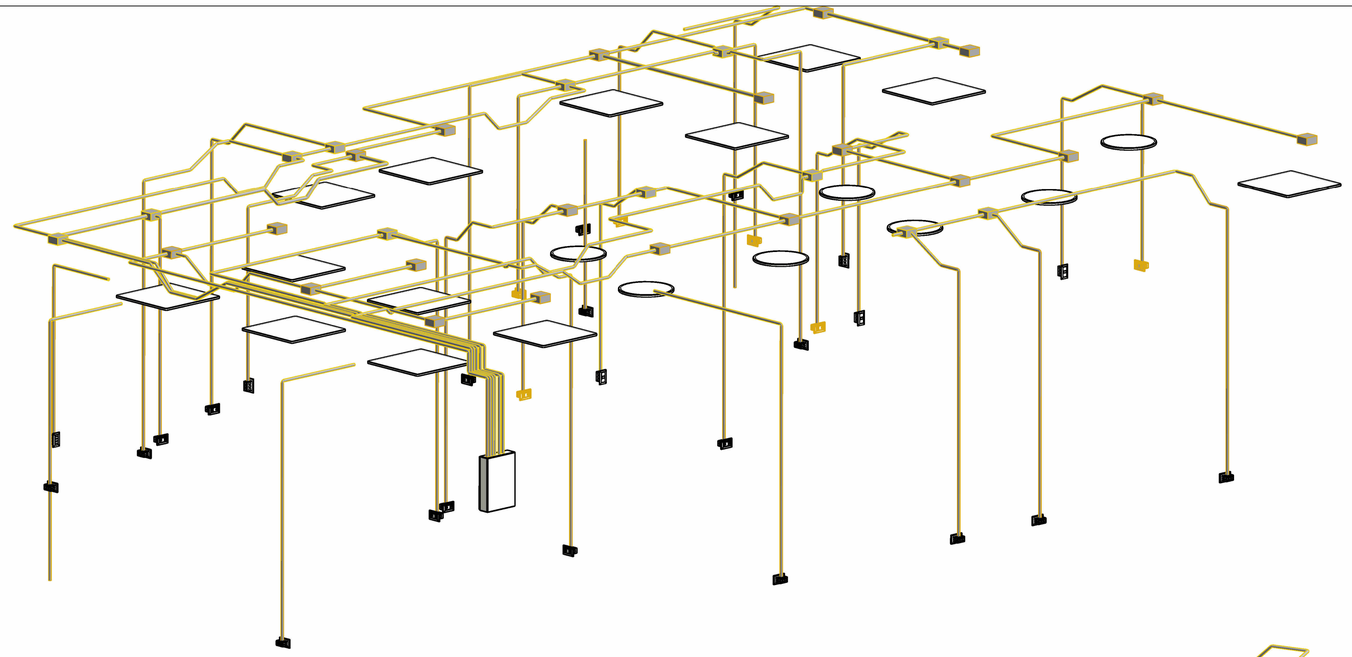
Tutor de Tesis:
Ing David Valverde

Estudiantes:
Roberto Arturo Chávez Valencia
Samuel Enrique Mora Mejía

Fecha de Entrega:
18 de agosto, 2025

Lamina:
A104

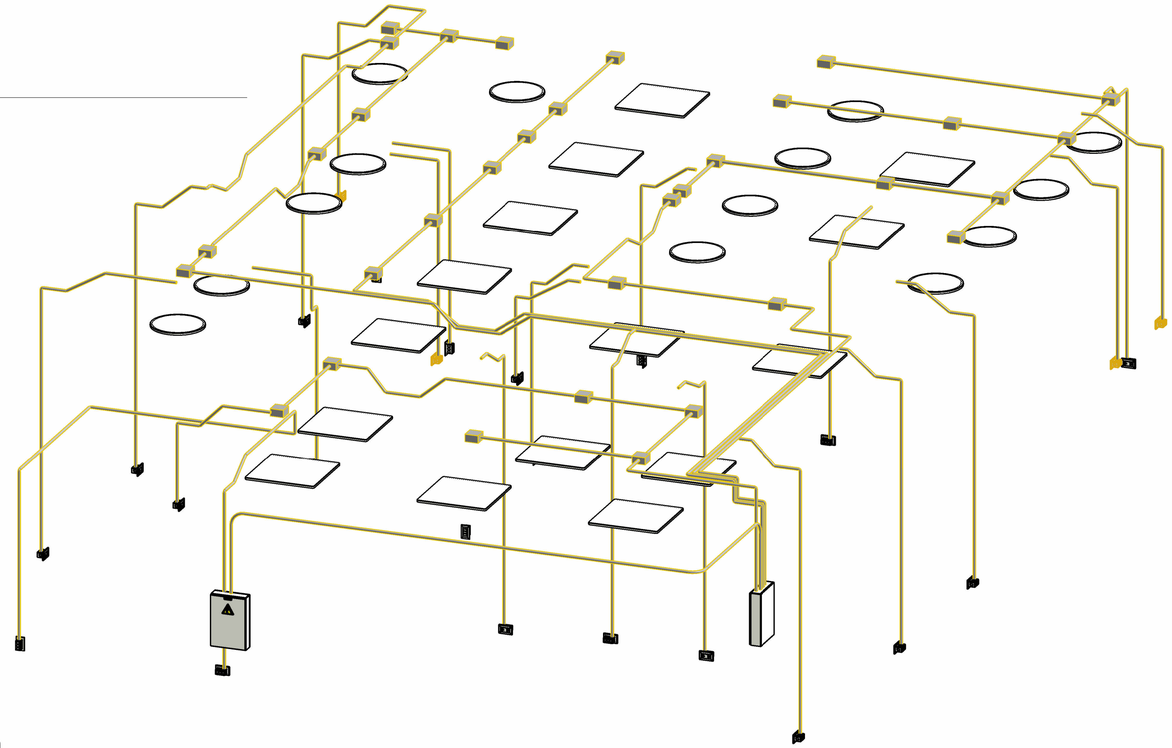
Escala:
EN VISTA



1 TEJIDO 1ra 2da 3ra Planta

SIMBOLOGIA

SIMBOLO	DESCRIPCION
	LUMINARIA LED DE TECHO 30 CM
	LAMPARA LED CUADRADA 60CM*60CM
$	INTERRUPTOR SIMPLE
M	TABLERO TOTALIZADOR
	PANEL DE DISTRIBUCION SERVICIO GENERAL
	TOMACORRIENTE 110V H=0.40 m
	TOMACORRIENTE 110V H=1.20 m
	TOMACORRIENTE 220V H=1.20 m



2 TEJIDO Planta Baja

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

PROYECTO: Diseño de edificacion de 4 niveles en Urbanizacion "Mi Lote" Guayaquil

CONTENIDO: Tejido Electrico Isometria PB-1ra-2da-3ra Planta

Coordinador de Ingenieria Civil: Ing. Walter Hurtares

Tutor de Tesis: Ing David Valverde

Estudiantes: Roberto Arturo Chávez Valencia, Samuel Enrique Mora Mejía

Fecha de Entrega: 18 de agosto, 2025

Lamina: A105

Escala: EN VISTA